

Höhle, Juliane et al.

**Working Paper**

## Bodenzustandserhebung im Wald - Dokumentation und Harmonisierung der Methoden

Thünen Working Paper, No. 97

**Provided in Cooperation with:**

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

*Suggested Citation:* Höhle, Juliane et al. (2018) : Bodenzustandserhebung im Wald - Dokumentation und Harmonisierung der Methoden, Thünen Working Paper, No. 97, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig,  
<https://doi.org/10.3220/WP1526989795000>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/179898>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# **Bodenzustandserhebung im Wald – Dokumentation und Harmonisierung der Methoden**

**Juliane Höhle, Judith Bielefeldt, Petra Dühnelt, Nils König, Daniel Ziche,  
Nadine Eickenscheidt, Erik Grüneberg, Lutz Hilbrig, Nicole Wellbrock**

**Thünen Working Paper 97**

## Bodenzustandserhebung im Wald – Dokumentation und Harmonisierung der Methoden

Text: Juliane Höhle, Staatsbetrieb Sachsenforst<sup>1</sup>

unter Mitarbeit von:

J. Bielefeldt, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

N. König, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

P. Dühnelt, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

L. Hilbrig, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Dr. N. Wellbrock, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Dr. D. Ziche, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Dr. E. Grüneberg, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Dr. N. Eickenscheidt, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

F. Jacob, Staatsbetrieb Sachsenforst, Graupa (Pirna)

Thünen-Institut für Waldökosysteme

Alfred-Möller-Straße 1

16225 Eberswalde

Germany

### **Kontakt:**

Nicole Wellbrock

Tel.: +49 3334 3820 304

E-Mail: [nicole.wellbrock@thuenen.de](mailto:nicole.wellbrock@thuenen.de)

### **Thünen Working Paper 97**

Braunschweig/Germany, Mai 2018

---

<sup>1</sup> bis 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Summary</b>	<b>VIII</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1-1</b>
1.1 Ziele der Dokumentation	1-2
1.2 Allgemeine Konventionen	1-3
1.3 Die Bundesdatenbank der BZE	1-5
1.3.1 Grundsatz	1-5
1.3.2 Aufbau des Datenmodells	1-6
1.3.3 Datenprüfung, Harmonisierung und Aufbereitung der Auswertungsdatensätze	1-7
1.3.4 Umgang mit Sonderwerten	1-7
<b>2 Inventur- und Plotdesign</b>	<b>2-1</b>
2.1 Stichprobennetz	2-1
2.2 Plotdesign	2-8
<b>3 Titeldaten</b>	<b>3-1</b>
3.1 Allgemeine Punktdaten	3-1
3.1.1 BFH-Nummer	3-2
3.1.2 Nummer der europäischen Bodenzustandserhebung	3-4
3.1.3 Ländereigene Nummerierung der BZE-Punkte	3-5
3.1.4 Nummer der europäischen Waldzustandserhebung	3-6
3.1.5 Ländereigene Nummerierung der WZE-Punkte	3-7
3.1.6 Bundesland	3-8
3.1.7 Punktstatus	3-10
3.1.8 Netzzugehörigkeit BZE	3-12
3.1.9 Netzzugehörigkeit BioSoil	3-14
3.1.10 Erhebungsjahr BZE I	3-16
3.1.11 Wuchsgebiete und -bezirke	3-18
3.2 Georeferenzierung	3-20
3.2.1 Nummer der topographischen Karte	3-22
3.2.2 Legendeneinheit der Bodenübersichtskarte	3-23
3.2.3 Länderspezifischer IST-Rechtswert und IST-Hochwert (Gauss-Krüger)	3-24
3.2.4 IST-Rechtswert und Hochwert 4. Meridianstreifen (Gauss-Krüger)	3-25
3.2.5 SOLL-Rechtswert und SOLL-Hochwert (Gauss-Krüger)	3-27

3.2.6	Methode zur Einmessung des BZE-Punktes	3-28
3.2.7	Einmessgenauigkeit	3-29
3.2.8	Längen- und Breitengrad	3-31
3.3	Daten zur Aufnahmesituation	3-32
3.3.1	Höhe über NN	3-32
3.3.2	Reliefform	3-33
3.3.3	Relieflage	3-35
3.3.4	Hangneigung	3-37
3.3.5	Exposition	3-39
3.3.6	Klimadaten	3-41
3.4	Forstliche Daten	3-44
3.4.1	Landesspezifische Forstliche Standortseinheit	3-44
3.4.2	Landesspezifische Wasserhaushaltsstufe	3-45
3.4.3	Landesspezifische Nährstoffversorgung / -kraftstufe	3-46
3.4.4	Länderverfahren	3-47
3.4.5	Vor- und Nachnutzung	3-49
3.4.6	Eigentumsart	3-51
3.4.7	Baumarten des Vorbestandes	3-53
3.4.8	Historische Nutzungsform	3-55
3.5	Bodenverändernde Einflüsse	3-57
3.5.1	Art des bodenverändernden Einflusses	3-57
3.5.2	Auswirkung auf die Beprobung	3-59
3.5.3	Forstliche Bodenbearbeitung	3-60
3.5.4	Einflüsse durch Nachbarschaftseinwirkung	3-62
3.5.5	Kalkung und Düngung	3-67
<b>4</b>	<b>Profilaufnahme</b>	<b>4-1</b>
4.1	Titeldaten	4-1
4.1.1	Aufnahmeteam der Profilaufnahme	4-2
4.1.2	Datum der Profilaufnahme	4-3
4.1.3	Fotodokumentation des Profils	4-4
4.2	Horizontbeschreibung	4-5
4.2.1	Tiefe der Horizontgrenzen (Mineralboden)	4-5
4.2.2	Horizontbezeichnung	4-7
4.2.3	Bodenart des Feinbodens/Torfart	4-11
4.2.4	Anteil und Bodenart des Grobbodens	4-18
4.2.5	Bodenfarbe	4-22
4.2.6	Humusgehalt des Mineralbodens	4-23
4.2.7	Carbonatgehalt	4-25
4.2.8	Hydromorphiemerkmale	4-27
4.2.9	Bodengefüge	4-31
4.2.10	Sonstige pedogene Merkmale	4-36
4.2.11	Durchwurzelungsintensität Feinwurzeln	4-38
4.2.12	Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln	4-40

4.2.13	Wurzelverteilung	4-42
4.3	Profilkennzeichnung	4-44
4.3.1	Physiologische Gründigkeit	4-44
4.3.2	Aktueller Grundwasserstand	4-46
4.3.3	Scheinbarer Grundwasserstand	4-48
4.3.4	Humositätsgrad von Torfen	4-49
4.4	Bodenklassifikation	4-51
4.4.1	Ausgangsgestein der Bodenbildung	4-51
4.4.2	Stratigrafie / Geologische Kartiereinheit	4-67
4.4.3	Maßstab der geologischen Karte	4-69
4.4.4	Nummer der geologischen Karte	4-70
4.4.5	Bodentyp	4-71
4.4.6	Podsoligkeit	4-84
4.4.7	World Reference Base (WRB)	4-86
4.4.8	Organische Auflage	4-92
<b>5</b>	<b>Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens</b>	<b>5-1</b>
5.1	Probenahme der organischen Auflage	5-2
5.2	Volumengerechte Probenahme des Mineralbodens	5-4
5.3	Gestörte Probenahme des Mineralbodens	5-6
5.4	Vergleich Herkunft der Proben Mineralboden	5-10
5.5	Probennahme Mineralboden für die Bestimmung der $AK_e$ Skelett	5-11
5.6	Probennahme zur Bestimmung von Schwermetallen im Mineralboden	5-12
5.7	Probennahme Mineralboden zur Bestimmung von Organika	5-13
5.8	Parameter der Probenahme	5-14
5.8.1	Art der Probenahme	5-15
5.8.2	Beprobungstiefe bzw. beprobter Horizonte des Auflagehumus	5-19
5.8.3	Anzahl der Proben	5-20
5.8.4	Volumen oder Innenfläche des Beprobungsgerätes	5-21
5.8.5	Proben- und Labornummer	5-22
5.8.6	Schätzung der Trockenrohddichte pro Tiefenstufe	5-23
5.8.7	Schätzung des Grobbodenanteils pro Tiefenstufe	5-27
5.8.8	Bodenart pro Tiefenstufe	5-29
<b>6</b>	<b>Probenahme von Nadeln und Blättern</b>	<b>6-1</b>
6.1	Parameter der Probenahme Nadel- und Blattprobe	6-6
6.1.1	Aufnahmeteam	6-7
6.1.3	Datum der Nadel-, Blattprobenahme	6-8
6.1.5	Lage der Probebäume	6-9
6.1.6	Baumart	6-10

6.1.7	Baumnummer	6-15
6.1.8	Quirl	6-16
6.1.9	Nadeljahrgang	6-17
6.1.10	Trieb	6-19
6.1.11	Probennummer	6-21
6.1.12	Zusatzinformationen	6-22
<b>7</b>	<b>Erfassung des Kronenzustands</b>	<b>7-1</b>
<b>8</b>	<b>Bestandesaufnahme</b>	<b>8-1</b>
8.1	Parameter der Bestandesaufnahme	8-3
8.1.1	Titeldaten	8-4
8.1.2	Beschreibung der Bestockung	8-5
8.1.3	Bestandesaufnahme	8-22
8.1.4	Verjüngung	8-43
8.1.5	Totholz	8-52
<b>9</b>	<b>Vegetationsaufnahme</b>	<b>9-1</b>
9.1	Parameter der Vegetationsaufnahme	9-1
9.1.1	Aufnahmeteam	9-2
9.1.2	Aufnahmedatum	9-3
9.1.3	Fotodokumentation	9-5
9.1.4	Form und Größe der Vegetationsaufnahme­fläche	9-6
9.1.5	Lage der Vegetationsaufnahme­fläche	9-8
9.1.6	Schicht	9-12
9.1.7	Methode der Deckungsgradschätzung	9-14
9.1.8	Deckungsgrade	9-16
9.1.9	Pflanzenart	9-19
9.1.10	Frequenz der epiphytischen Moose und Flechten	9-21
9.1.11	Anzahl der epiphytischen Flechtenarten	9-22
9.1.12	Sprosslänge	9-23
9.1.13	Generativer Zustand	9-25
<b>10</b>	<b>Laboranalytische Untersuchungsmethoden</b>	<b>10-1</b>
10.1	Qualitätsmanagement	10-1
10.1.1	Handbuch forstliche Analytik	10-2
10.1.2	Ringanalysen	10-2
10.1.3	Auswertung der Standardmessungen	10-4
10.2	Aufbau der Labordatenbank	10-9
10.3	Nachweisgrenzen	10-9
10.4	Probenaufbereitung und Lagerung	10-11
10.4.1	Lagerung der Proben vor der Probenaufbereitung	10-12
10.4.2	Trocknung der Proben	10-13

10.4.3	Siebung von Auflage- und Mineralbodenproben	10-14
10.4.4	Mahlung der Proben	10-16
10.4.5	Lagerung der Proben nach der Probenaufbereitung	10-17
10.5	Bodenchemische Untersuchungsmethoden	10-18
10.5.1	pH-Wert in H <sub>2</sub> O	10-19
10.5.2	pH-Wert in KCl	10-22
10.5.3	pH-Wert in CaCl <sub>2</sub>	10-25
10.5.4	Effektive Austauschkapazität von Mineralbodenproben	10-28
10.5.5	Potentielle Austauschkapazität von Mineralbodenproben	10-32
10.5.6	Effektive Austauschkapazität von Humusproben	10-35
10.5.7	Austauschkapazität des Bodenskeletts (A <sub>ke</sub> -Skelett)	10-37
10.5.8	Organischer Kohlenstoff	10-39
10.5.9	Carbonat	10-42
10.5.10	Gesamtstickstoff	10-44
10.5.11	Phosphor	10-46
10.5.12	Teilaufschluss	10-49
10.5.13	Gesamtaufschluss	10-52
10.5.14	Wässriger 1:2 Extrakt	10-54
10.5.15	Oxalat-Extrakt zur Bestimmung des reaktiven Fe und Al	10-56
10.6	Bodenphysikalische Untersuchungsmethoden	10-57
10.6.1	Wassergehalt	10-58
10.6.2	Humusvorrat	10-60
10.6.3	Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens	10-62
10.6.4	Trockenrohdichte des Gesamtbodens	10-66
10.6.5	Trockenrohdichte des Feinbodens und Feinbodenvorrat	10-68
10.7	Sonderuntersuchungen	10-79
10.7.1	Persistente organische Stoffe	10-80
10.7.2	Mineralanalysen	10-83
10.8	Nadel- und Blattanalysen	10-86
10.8.1	Bestimmung von Nährelementen und Schwermetallen	10-87
10.8.2	Gesamtkohlenstoff	10-90
10.8.3	Gesamtstickstoff	10-91
10.8.4	Wassergehalt	10-93
10.8.5	Nadel- und Blattgewichte	10-95
<b>11</b>	<b>Datenauswertung</b>	<b>11-1</b>
11.1	Umrechnung horizontbezogener Daten in Tiefenstufen	11-1
11.2	Statistik	11-3
11.3	Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff und Versauerung und ihre Überschreitung	11-6
11.3.1	Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff	11-6
11.3.2	Critical Loads für Versauerung	11-9
11.3.3	Überschreitung von Critical Loads	11-14

11.3.4	Ableitung der Eingangsparameter	11-18
11.3.5	Methoden zur Berechnung von $CL_{nut}(N)$ im Vergleich	11-25
11.4	Parameter der Auswertung	11-26
11.4.1	Wichtung der BZE-Punkte	11-27
11.4.2	Boden- und Substratgruppen	11-29
11.4.3	Gruppe der Bodenausgangsgesteine	11-32
11.4.4	Bodenzustandstyp	11-34
11.4.5	Bodengroßlandschaft	11-35
11.4.6	Aggregierte Humusform	11-37
11.4.7	Wasserhaushaltsklassen	11-38
11.4.8	Versauerungstypen	11-40
11.4.9	Kalkungswürdigkeit der BZE-Punkte	11-41
11.4.10	Deposition	11-43
11.4.11	Ernährungsstufen nach Göttlein	11-45
11.4.12	Pflanzensoziologische Zuordnung der Vegetationsaufnahmen	11-47
11.4.13	Floristischer Status	11-52
11.4.14	Rote Liste-Status	11-53
11.4.15	Waldbindung	11-55
11.4.16	Ellenberg-Zeigerwert	11-56
11.4.17	Bodenhydrologische Kenngrößen	11-58
<b>12</b>	<b>Literatur</b>	<b>12-1</b>
<b>13</b>	<b>Anhang</b>	<b>13-1</b>
13.1	Die BZE – geschichtlicher Abriss	13-1
13.2	Ziele der BZE	13-3
13.3	Untersuchungsgegenstand Waldboden	13-4
13.4	Parameter der BZE	13-6
13.5	BZE-Berichte	13-8

## Abkürzungsverzeichnis

Ak <sub>e</sub> .....	effektive Kationenaustauschkapazität	ICP Forests .....	International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
Ak <sub>t</sub> .....	potentielle Kationenaustauschkapazität	IWE.....	Immissionsökologische Waldzustandserhebung
BAM.....	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	K.....	Kalium
BB .....	Brandenburg	KW .....	Königswasseraufschluss
BE .....	Berlin	Mg.....	Magnesium
BHD .....	Brusthöhendurchmesser	MV .....	Mecklenburg-Vorpommern
BL.....	Bundesländer	N .....	Stickstoff
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	Na.....	Natrium
BW.....	Baden-Württemberg	NI .....	Niedersachsen
BWI.....	Bundeswaldinventur	NW .....	Nordrhein-Westfalen
BY .....	Bayern	NWG .....	Nachweisgrenze
BZE .....	Bodenzustandserhebung im Wald	ÖWK.....	Ökologischen Waldzustandskontrolle
BZE I	Bodenzustandserhebung im Wald, erste Inventur 1987-1993	P.....	Phosphor
BZE II.....	Bodenzustandserhebung im Wald, zweite Inventur 2006-2008	POPs.....	Persistente organische Stoffe
Ca .....	Calcium	RFA.....	Röntgenfluoreszenz-Analyse
CLRTAP .....	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution	RP.....	Rheinland-Pfalz
C <sub>org</sub> .....	organischer Kohlenstoff	SH.....	Schleswig-Holstein
Cr .....	Chrom	SL.....	Saarland
D <sub>GB</sub> .....	Dichte des Grobbodens	SN.....	Sachsen
EA .....	Elementaranalyse	ST .....	Sachsen-Anhalt
FBV .....	Feinbodenvorrat	SZ .....	Stechzylinder
GA.....	Gesamtaufschluss	TH.....	Thüringen
GAFA.....	Gutachterausschuss für forstliche Analytik	TI WO .....	Thünen-Institut für Waldökosysteme
GBA .....	Grobbodenanteil	TRD.....	Trockenrohdichte
harmonisierten Bestandesaufnahme .....	harmonisierten Bestandesaufnahme BZE II	TRD <sub>FB</sub> .....	Trockenrohdichte des Feinbodens
HB.....	Bremen	TRDges .....	Trockenrohdichte des Gesamtbodens
HE .....	Hessen	UBA .....	Umweltbundesamt
HFA.....	Handbuch forstliche Analytik	UNFCCC..	United Nations Framework Convention on Climate Change
HH.....	Hamburg	WBI .....	Waldbodeninventur
		WZE.....	Waldzustandserhebung

## Summary

The National Forest Soil Inventory (NFSI) is an essential part of the German Forest Monitoring Programme. Within the NFSI the status and changes of forest and soil condition were investigated. The First NFSI inventory was carried out from 1987 to 1993, the second inventory followed – about 15 years later – between 2006 and 2008. The inventory is conducted as cooperation between the federal government and the state authorities. Field assessment and sample analysis were conducted by the federal states. The Thuenen-Institute for Forest Ecosystems in Eberswalde is responsible to coordinate the inventory, is the centre of the national data base and is responsible for the nation-wide evaluation. A number of tools for quality assurance and quality management were established to generate a replicable German-wide dataset. One of these instruments are the manuals of NFSI where all parameters which are investigated are described. For comparative evaluation of data from both inventories it was necessary to provide a harmonized dataset including consistent encoding of parameters and conclusion of methodical changes between both surveys. This publication should describe all steps of data transformation and harmonization which were necessary to provide a harmonized dataset of NFSI for the nation-wide evaluation.

Keywords: soil, monitoring, methods, harmonization, National Forest Soil Inventory, forest

## Zusammenfassung

Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) ist ein zentrales Element des forstlichen Umweltmonitorings. Sie erfasst Zustand und Veränderungen von Waldböden auf einem bundesweiten Stichprobennetz. Die Geschichte der BZE reicht mehr als 30 Jahre zurück. Erstmals wurde die BZE im Zeitraum zwischen 1987 und 1993 und wiederholt zwischen 2006 und 2008 durchgeführt. Die BZE ist ein Gemeinschaftsprojekt des Bundes und der Bundesländer. Die Bundesländer erheben die Daten, führen die Laboranalysen durch und werten die Daten für Ihr Gebiet aus. Der Bund koordiniert das Projekt, speichert die Daten zentral in der BZE-Bundesdatenbank und ist für die bundesweite Auswertung zuständig. Um standardisierte und reproduzierbare Werte zu erheben, wurden die Methoden bundesweit abgestimmt und in den Arbeitsanleitungen zur BZE beschrieben. Methodische Abweichungen von diesen Standardmethoden sind historisch bedingt oder länderspezifischen Fragestellungen und Interessen geschuldet. Die Dokumentation aller BZE-Methoden erfordert das Zusammenführung verschiedenster Quellen (Waldbodenzustandsberichte der Bundesländer, Protokolle der Bundesländer-Sitzungen, Angaben aus der Bundesdatenbank, Methodencode, dem Handbuch der forstlichen Analytik, Vorstudien und Berichten zum Qualitätsmanagement). Um die Daten der BZE-Inventuren vergleichend auswerten zu können, war die Integration von BZE I-Daten in die BZE-Bundesdatenbank nötig. Dazu wurden verschiedenste Daten-Harmonisierungsschritte vollzogen wie z.B. die Anpassung der Verschlüsselung an aktuelle Vorgaben und die Beurteilung der Vergleichbarkeit bei Methodenwechseln. Die vorliegende Publikation dient in erster Linie dazu all diese Datentransferschritte transparent darzustellen. Zentrales Ziel ist es jeden Primärparameter, d.h. jeden erhobenen oder analytisch bestimmten Parameter methodisch und technisch zu beschreiben. Der Weg von der Erhebung bzw. Analyse bis zur Speicherung und Verarbeitung in der BZE-Bundesdatenbank wird aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Boden, Monitoring, Methoden, Harmonisierung, Bodenzustandserhebung, Wald

## 1 Einleitung

Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) ist ein zentrales Element des forstlichen Umweltmonitorings. Sie erfasst Zustand und Veränderungen von Waldböden auf einem bundesweiten Stichprobennetz. Die Geschichte der Bodenzustandserhebung im Wald reicht mehr als 30 Jahre zurück (Kapitel 13.1). Erstmals wurde die BZE im Zeitraum zwischen 1987 und 1993 (BZE I) und wiederholt zwischen 2006 und 2008 (BZE II) durchgeführt.

Im Rahmen der bundesweiten BZE im Wald erfolgt die Erhebung der Daten und deren Finanzierung durch die Bundesländer. Das Thünen-Institut für Waldökosysteme (TI WO) ist durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) mit dem bundesweiten Datenmanagement, der Auswertung und den Berichtspflichten betraut. In der BZE-Bundesdatenbank am TI WO erfolgt die Zusammenführung aller Daten der bundesweiten BZE-Stichprobe (i.d.R. 8x8 km Netz) in einer einheitlichen Datenbasis und die Qualitätsprüfung dieser Datenbasis (Kapitel 1.3).

Folgende Parameter werden im Rahmen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald erfasst (bundesweit vereinheitlichte und koordinierte Parameter) und in der Bundesdatenbank gespeichert:

- Forstliche Daten und Allgemeine Beschreibung der Aufnahmepunkte (Punktdaten, raumbezogene Daten, Daten zur Aufnahmesituation, forstliche Daten und Angaben zu bodenverändernden Einflüssen)
- Boden (Profilbeschreibung, Probenahme und Analyse der Bodenchemie inkl. Schwermetalle und Organika sowie Bodenphysik, jeweils getrennt nach Mineralboden und Humusaufgabe)
- Nadel-/Blatternahrung
- Bestandesinformationen und Waldwachstumskundliche Daten
- Kronenzustand
- Bodenvegetation

Die Zusammenführung aller BZE-Daten in der Bundesdatenbank erfordert verschiedenste Daten-Harmonisierungsschritte. Zum einen mussten die Parameter-Codierung aus der BZE I, falls abweichend von der BZE II-Verschlüsselung, übersetzt werden. Zum anderen wurden bei auftretenden Methodenwechseln zwischen den Inventuren (z.B. bei der Analyse von Nährstoffen und Schwermetallen in organischer Auflage und Mineralboden) durch Vergleichsuntersuchungen oder durch gutachterliche Abschätzung beurteilt, ob die Parameter gleichwertig, vergleichbar und somit gemeinsam auswertbar oder nicht vergleichbar sind und somit nicht gemeinsam auswertbar sind.

## 1.1 Ziele der Dokumentation

Die vorliegende Publikation dient in erster Linie dazu alle Daten-Harmonisierungsschritte transparent darzustellen. Zentrales Ziel ist es jeden erhobenen oder analytisch bestimmten Parameter der Bodenzustandserhebung im Wald methodisch und technisch zu beschreiben. Der Weg von der Erhebung bzw. Analyse bis zur Speicherung und Verarbeitung in der BZE-Bundesdatenbank wird aufgezeigt. Wichtige Informationen aus den im Rahmen der BZE erstellten Publikationen, wie Arbeitsanleitungen, Waldbodenzustandsberichte der Bundesländer, Veröffentlichungen zum Qualitätsmanagement (Ringanalysen etc.) und dem Handbuch der forstlichen Analytik werden zusammengefasst. Somit soll es möglich sein, Bearbeitern von Datenauswertungen eine Einschätzung der BZE-Ergebnisse hinsichtlich ihrer Vergleichbarkeit bzw. Gleichwertigkeit zu erleichtern. Durch die Nennung der Abweichungen sind auftretende Auffälligkeiten (z.B. Extremwerte, einheitlich abweichende Werte, „Sprünge“ in Zeitreihen) möglicherweise begründbar. Alle Angaben in der vorliegenden Publikation beziehen sich dabei auf die bundesweite Stichprobe (i.d.R. 8x8 km-Raster) und die Datenlage in der BZE-Bundesdatenbank.

Der Aufbau der vorliegenden Dokumentation orientiert sich am Aufbau der Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen der BZE II (Wellbrock et al. 2006) und gliedert sich in folgende Kapitel:

- Kapitel 2 beschreibt das BZE-Stichprobenverfahren und den standardisierten Aufbau eines BZE-Punktes
- Kapitel 3 listet auf, welche Titeldaten zur Charakterisierung des BZE-Punktes erfasst werden
- Kapitel 4 erläutert die Parameter der Profilaufnahme und der Bodenklassifikation
- Kapitel 5 beschreibt das Vorgehen und die erfassten Parameter bei der Probenahme von organischer Auflage und Mineralboden
- Kapitel 6 skizziert das Vorgehen und die erfassten Parameter bei der Gewinnung von Nadel- und Blattproben
- Kapitel 7 stellt das Vorgehen bei der Erfassung des Kronenzustands dar
- Kapitel 8 enthält die Parameter zur Aufnahme der Baumbestockung
- Kapitel 9 erläutert die Parameter zur Aufnahme der Bodenvegetation
- Kapitel 10 skizziert das laboranalytische Untersuchungsprogramm der BZE und geht auf Methodenvergleiche sowie Maßnahmen zur Qualitätssicherung ein
- Kapitel 11 beschreibt die Parameter der Auswertung, die aus den Primärparametern aggregiert oder berechnet wurden. Außerdem werden die zur Auswertung verwendeten Daten aus externen Messprogrammen beschrieben.

## 1.2 Allgemeine Konventionen

Jeder im Rahmen der BZE erhobene bzw. analysierte Parameter wird in Form eines Steckbriefes beschrieben. Dieser enthält alle technischen und methodischen Metadaten des Parameters. Im Folgenden wird der standardisierte Aufbau der Steckbriefe erläutert und Hinweise zu den zugrundeliegenden Quellen gegeben.

Die Statustabelle enthält die Angaben zur technischen Spezifikation des Parameters in der BZE-Bundesdatenbank:

- Variablenname: Bezeichnung des Parameters
- Beschreibung: Definition des Parameters
- Typ: Datentyp des Parameters
- Einheit: Maßeinheit des Parameters
- Codetabelle Bundesdatenbank: Name der Verschlüsselungstabelle

Es folgen die methodischen Spezifikationen:

- Aufnahmestatus
- Methode
- Länderspezifische Modifikationen
- Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren
- Datentransferfunktion
- Datenbestand
- Tabellen
- Literatur

Der *Aufnahmestatus* beschreibt ob ein Parameter im Rahmen der jeweiligen BZE-Inventur im jeweiligen Kompartiment (organische Auflage, Mineralboden, Pflanze, Bestand, Vegetation) obligatorisch oder fakultativ erhoben werden sollte. Dargestellt wird der Soll-Zustand (BML 1994 und Wellbrock et al. 2006), dieser kann vom Datenbestand in der Bundesdatenbank des Thünen-Instituts abweichen.

Im Abschnitt *Methode* wird die Standardmethode für die jeweiligen BZE-Inventur mit Focus auf die methodischen Unterschiede zwischen den Inventuren beschrieben. Als Standardmethode werden die in der Arbeitsanleitung (BML 1994 und Wellbrock et al. 2006) zugelassenen Methoden bezeichnet, alle Abweichungen davon als *länderspezifische Modifikationen*.

Im Abschnitt *Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren* wird die Vergleichbarkeit der angewendeten Methoden (Standardmethode und länderspezifische Methoden) abgeschätzt. Bezogen auf die laboranalytischen Untersuchungen (Kapitel 10) wird die Vergleichbarkeit wie folgt abgeschätzt: Als gleichwertig werden danach zwei Analyseverfahren bezeichnet, wenn sich

deren Ergebnisse im Rahmen der gewählten statistischen Unsicherheit nicht unterscheiden (DIN 38402-71). Hingegen sind zwei Analyseverfahren vergleichbar, wenn signifikante Zusammenhänge zwischen deren Analyseergebnissen bestehen (Kaufmann-Boll et al. 2011). Zur Beurteilung der Übereinstimmung von Analyseverfahren werden prioritär Vergleichsmessungen herangezogen. Die Daten werden erstens hinsichtlich Ihrer Korrelation geprüft und zweitens wird die Streuung der Differenzen der einzelnen Messwertepaare nach der Bland-Altman-Methode (Grouven et al. 2007) untersucht. Anhand dieser Ergebnisse wird entschieden ob Messwerte umgerechnet werden müssen. Liegen keine Vergleichsuntersuchungen zwischen den Methoden vor so wird die Vergleichbarkeit gutachterlich abgeschätzt. Werden zwei Analyseverfahren weder als gleichwertig noch als vergleichbar eingeschätzt, können die Messwerte nicht ohne weiteres gemeinsam ausgewertet werden.

Im Abschnitt *Datentransferfunktion* werden alle Bearbeitungsschritte innerhalb der Bundesdatenbank beschrieben die den Primärparameter (Feld-, Messwert) betreffen. Diese umfassen u.a. die Anpassung der Altdaten an das aktuelle Format durch Übersetzung aufgrund veränderter Codierungs-/Bestimmungsschlüssel oder Berechnungen aufgrund von Methodenwechsel sowie Vorratsberechnungen und statistische Auswertungen. Die Datentransferfunktionen werden in verbaler und/oder tabellarischer Form beschrieben. In der Tabelle (Tabelle 1-1) werden die Input-Tabellen und -Variablen aus der Bundesdatenbank, die Bearbeitungsschritte (Spalte Funktion, siehe Die Tabellen im Kapitel 10 enthalten statt der Angabe der Variable (Input), die Angaben Methodengruppe und Parameter (siehe dazu Kapitel 10.2).

Tabelle 1-2) und die Output-Tabellen und Variablen im Auswertungsdatensatz dargestellt. Außerdem wird aufgezeigt für welche Inventur der Parameter Gültigkeit hat (Spalte BZE).

**Tabelle 1-1: Allgemeiner Aufbau der Tabellen zur Zusammenfassung der Datentransferfunktionen am Beispiel der Geländehöhe.**

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b1til, b2til	hoehenn	= coalesce(b1til.hoehenn, b2til.hoehenn)	vm_netztab	hoehe_nn

Die Tabellen im Kapitel 10 enthalten statt der Angabe der Variable (Input), die Angaben Methodengruppe und Parameter (siehe dazu Kapitel 10.2).

**Tabelle 1-2: Überblick über die Datentransferfunktionen die in den Steckbriefen zu den BZE-Parametern Verwendung finden.**

Funktion	Beschreibung	Beispiel, Kapitel
avg	Gruppierung der Daten und Berechnung des arithmetischen Mittelwerts	4.4.8.3
coalesce	Zusammenführung der Daten der BZE-Inventuren, liefert das erstes Argument zurück, welches von NULL verschieden ist	3.3.1
count	Gruppierung der Daten und Berechnung der Anzahl der Daten	3.5.5.2

<b>Funktion</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Beispiel, Kapitel</b>
max	Gruppierung der Daten und Berechnung des Maximums	3.5.5.2
Tabelle	Umrechnung der Primärdaten mittels angegebener Tabelle	10.5.1
union	Zusammenführung der Daten der BZE-Inventuren, Einzeldatensätze werden erhalten	4.2.1
Verknüpfung	Verknüpfung von mehreren Parametern	4.3.1
x_codetabelle.spaltenname	Zuordnung des Primärparameters zu Straten, Hauptgruppen und Klassen: Angegeben wird die verwendete Schlüsseltabelle aus der BZE-Bundesdatenbank und der Spaltenname	4.4.5
year	Liefert das Jahr einer Datumsangabe zurück	4.1.2

*Datenbestand:* Dargestellt wird der Datenbestand der BZE-Bundesdatenbank am Thünen-Institut in Eberswalde. Der Datenbestand bezieht sich auf die bundesweite Stichprobe (i.d.R. 8x8 km).

Im Abschnitt *Tabellen* werden die aktuellen Codierungen aus der Bundesdatenbank pro Parameter sowie die Unterschiede in der Codierung zwischen den Inventuren dargestellt. Falls verschiedene Codierungen zwischen den Inventuren verwendet wurden, wurde die Codierung der Altdaten entsprechend dieser Tabelle an die aktuelle Codierung angepasst.

Abschließend werden Hinweise zur weiterführenden *Literatur* gegeben, speziell im Hinblick auf BZE-Vorstudien, Berichte der Ringanalysen und andere methodische Ausführungen. Ergänzend dazu werden Verweise auf die BZE-Arbeitsanleitungen gemacht.

Der Aufbau der Steckbriefe soll eine Weiterführung/Aktualisierung der BZE-Dokumentation über die BZE II hinaus ermöglichen. Informationen aus zukünftigen BZE-Inventuren können ergänzt werden.

## **1.3 Die Bundesdatenbank der BZE**

### **1.3.1 Grundsatz**

Ein bedarfsorientiertes Auswertungskonzept und ein adäquates Datenmanagementsystem sind wesentliche Voraussetzungen für eine sachgerechte und zielführende Auswertung der BZE. Erste Vorarbeiten hierzu wurden im Rahmen des deutschen Level II-Programms und des Verbundvorhabens „Entwicklung eines Konzeptes und Durchführung einer Machbarkeitsstudie für die integrierende Auswertung von Daten des forstlichen Umweltmonitorings“ durchgeführt. In der Vorbereitungsphase zur BZE II wurde ein Konzept der Datenerfassung erarbeitet. In dieser „BZE-Datenbank des Bundes“ sollten die von Bund und Ländern erhobenen Primärdaten erfasst, mit Zusatzinformation verschiedener Quellen zusammengeführt und für die Bundesauswertung verfügbar gemacht werden. Verschiedene Datenbanksysteme - serverbasiert Oracle und dateibasiert Microsoft Access - sowie Datenmodelle wurden gegenübergestellt. Unter Abwägung

der zur Verfügung stehenden Ressourcen fiel die Entscheidung, eine Erfassungsdatenbank auf dem Datenbankmanagementsystem Access 2000 zu programmieren. Diese Erfassungsdatenbank besteht aus mehreren Access Datenbankdateien. Einerseits sind das sog. Datencontainer. Das sind Dateien, die ausschließlich thematische Datentabellen enthalten. Darunter sind auch Metadaten zu verstehen, die in einer gesonderten Datei geführt werden. Andererseits wurde ein Anwendungsprogramm ebenfalls auf Access VBA programmiert. Dieses Programm beinhaltet Benutzeroberflächen sowie Routinen zur Verwaltung und Prüfung der Datenbestände. So wurde erreicht, dass die BZE II-Datenbank sowohl logisch nach Daten und Anwendung als auch nach institutioneller Zuständigkeit zu trennen war. Accessdatenbankdateien sind für die Aufbereitung großer Datenbestände durch mehrere Personen sowie die zentral organisierte Weitergabe an berechnigte Dritte ungeeignet. Deshalb wurden die Rohdatenbestände am Thünen-Institut in eine Serverdatenbank (PostgreSQL) überführt. Daraus werden sämtliche Rohdaten sowie abgeleitete Informationen und Basisauswertungen über eine Webapplikation verfügbar gemacht. Der Webzugriff auf die Daten ist derzeit berechtigten Gruppen und Personen passwortgeschützt vorbehalten.

### **1.3.2 Aufbau des Datenmodells**

Das Datenschema der BZE II-Datenbank folgt allgemeinen und anerkannten Regeln relationaler sowie normalisierter Datenbanken. Die Tabellen sind thematisch gegliedert und hierarchisch angeordnet. Datentabellen verfügen über einen - wenn erforderlich zusammengesetzten - sogenannten sprechenden Primär- oder eindeutigen Schlüssel. Zusätzlich wurde in der serverbasierten Auswertungsdatenbank eine fortlaufende Nummerierung kombiniert mit einem Timestamp als Primärindex eingeführt. So ist jeder Datensatz verständlich lesbar und gleichzeitig liegt eine einfache aber handhabbare Form der Versionierung vor. Neben den Datentabellen gibt es eine Vielzahl sogenannter Code- bzw. Verschlüsselungstabellen. Darin sind nominale, ordinale und z.T. metrische Parameter definiert und mit einem eindeutigen, numerischen Code versehen. Handelt es sich um ordinale oder metrische Größen, werden auch Klassen und Wertebereiche definiert. Die thematische Gliederung der Datenbank richtet sich nach den Themenkomplexen der BZE II-Arbeitsanleitung. Innerhalb dieser Kapitel sind die Tabellen je nach Erfordernis hierarchisch aufgebaut. Jeder Themenkomplex an sich kann technisch isoliert betrachtet werden, ohne dass zusätzliche Tabellen anderer Themen eingebunden werden müssen. Die jeweils oberste Hierarchiestufe bildet der Inventurpunkt, welcher durch die eindeutige Nummer (BFH-Nummer, siehe Kapitel 3.1.1) beschrieben wird. Nur in Ausnahmefällen - wenn etwa auch Daten der BZE I geführt werden - kommt oberhalb der Punktnummer die Inventurnummer vor. Darunter werden die Datensätze entsprechend des Themas weiter eindeutig gekennzeichnet, etwa durch die Tiefenangaben der Bodentiefenstufen oder fortlaufende Baumnummern.

### **1.3.3 Datenprüfung, Harmonisierung und Aufbereitung der Auswertungsdatensätze**

Die Qualitätskontrolle der Daten wurde in mehreren Stufen realisiert. An erster Stelle stehen dabei die Indizes sowie nach Datentyp und Wertebereich definierte Attribute in Tabellen. Im nächsten Schritt wurden die Datenzeilen auf Vollständigkeit und Übereinstimmung mit vorhandenen Codetabellen überprüft. Anschließend wurde die Konsistenz der Daten innerhalb von Tabellen sowie zwischen interagierenden Tabellen sichergestellt. Das bedeutet z.B., dass die Abfolge von Tiefenstufen im Mineralboden lückenlos vorliegen muss oder dass Datensätze untergeordneter Tabellen in den übergeordneten (Master-) Tabellen definiert sein müssen. Ein Großteil der Qualitätskontrolle wurde durch programmierte Routinen und Abfragen teilautomatisiert. Dennoch war ein erheblicher Arbeitsaufwand zur inhaltlich-fachlichen Prüfung nötig. Beispielhaft dafür stehen Interaktionen metrischer Variablen, die erst durch fachliche statistische Betrachtung verifiziert werden können. Der vorläufig letzte Schritt des Datenmanagements bestand in der Aufbereitung einer Auswertungsdatenbank. Hierin werden themenübergreifende Datensammlungen für fachliche Auswertungen in dynamischen Abfragen zusammengestellt und zum Download verfügbar gemacht. Der Zugriff auf diese Daten ist bislang einem eingeschränkten Kreis von Fachleuten zum Zweck der BZE II-Auswertung vorbehalten. Technisch werden die Zugriffsrechte anhand des Rechtesystems von PostgreSQL realisiert. Im Zuge der Datenaufbereitung waren Harmonisierungen wie z.B. die Umrechnung von bodenphysikalischen und chemischen Daten aus Horizontbeprobungen in einheitliche Tiefenstufen (Kapitel 11.1) notwendig. Ferner wurden einzelne Parameter aus Messdaten abgeleitet, wie etwa der Gesamtkohlenstoffgehalt aus organischem und carbonatischem Kohlenstoffgehalt oder der Stickstoff-Anteil aus gemessenem Nitrat. Des Weiteren wurden Vorratsberechnungen und Aggregationen vorgenommen sowie externe Daten abgelegt und eingefügt. Die Auswertungsdatenbank übernimmt neben der Aufbereitung und Verteilung derzeit auch die Funktion eines BZE-Datenarchivs.

### **1.3.4 Umgang mit Sonderwerten**

Ein grundsätzliches Problem bei der Datenerfassung und -interpretation ist der einheitliche Umgang mit Werten die nicht im normalen Wertespektrum liegen. Ein konsistenter Umgang mit diesen Sonderwerten ist essenziell um echte Fehlwerte (fehlende Angaben) bei der Datenprüfung von Werten zu unterscheiden die nicht ausgeprägt d.h. deren Messung oder Erhebung zu keinem Wert geführt haben.

In den Arbeitsanleitungen der BZE gibt es zum Umgang mit Sonderwerten keine allumfassenden Festlegungen. Im Rahmen der BZE I waren die Codierung für „Angabe nicht möglich“ (\*) beziehungsweise „trifft nicht zu, nein“ (-) möglich (BML 1994, S. 13). Im Rahmen der Integration der BZE I-Daten in die BZE II-Bundesdatenbank konnten diese Codierungen nicht immer erhalten bleiben, sofern diese überhaupt Anwendung fanden. Dies erforderte eine nachträgliche

Vervollständigung der Leerfelder die teilweise durch die Bundesländer selbst, teilweise durch das Thünen-Institut durchgeführt wurde. Zum Umgang mit BZE I-Messwerten die unter der Bestimmungsgrenze bzw. unter der Nachweisgrenze liegen siehe Kapitel 10.2. In der Arbeitsanleitung der BZE II wurden für einige Parameter separate Verschlüsselungen für das Nicht-Auftreten des Merkmales in den Codierungstabellen angegeben (z.B. Carbonatgehalt, Wurzelintensität). Die vordefiniert Verschlüsselungen dieser Sonderwerte wurden in der BZE-Bundesdatenbank beibehalten. Parallel zur BZE II-Datenlieferung der Bundesländer an das Thünen-Institut für Waldökosysteme wurde folgende allgemeine Konvention für Sonderwerte eingeführt. Dabei gilt grundsätzlich, dass leere Felder bei der Datenprüfung als Fehlwerte behandelt werden und deshalb alle Felder ausgefüllt sein müssen. Wenn keine Daten vorliegen und die Codetabellen nichts anderes vorsehen, muss wie folgt vorgegangen werden:

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
-9	Merkmal wurde vergessen, nicht rekonstruierbar oder unbekannt
-2	Merkmal wurde erhoben, ist aber nicht ausgeprägt
-1	Merkmal wurde nicht erhoben

Die Konvention wurde für die BZE II-Daten nahezu vollständig von den Bundesländern umgesetzt. Die Verschlüsselungstabellen im vorliegenden Dokument sind gedanklich durch die oben definierten Codierungen für Sonderwerte zu ergänzen.

## 2 Inventur- und Plotdesign

### 2.1 Stichprobennetz

Die Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) erfolgt als bundesweite Stichprobenerhebung. Eine erste Inventur (BZE I) fand in den Jahren 1987 bis 1993 statt. Zwischen 2006 bis 2008 wurde die BZE II durchgeführt. Das Stichprobenraster erstreckt sich über die gesamte Waldfläche Deutschlands, wobei grundsätzlich nur Inventurpunkte (BZE-Punkte) auf Holzbodenflächen erhoben wurden (Wellbrock et al. 2006). Die Mindestdichte des Stichprobennetzes beträgt 8x8 km. Diese Dichte wurde gewählt, um auf Bundesebene räumlich differenzierte und repräsentative Aussagen treffen zu können (Wolff & Riek 1996). Länderspezifische Fragestellungen bzw. die Berücksichtigung der regionalen Waldverteilung erfordern vielfach Verdichtungen des Basisnetzes. Insgesamt wurden während der BZE I 1936 und der BZE II 1859 Aufnahmepunkte erhoben (

Tabelle 2-1). Um eine integrative Auswertung von Bodendaten, Nadel- und Blattanalysen sowie Kronenzustandsansprachen zu ermöglichen, wurde die BZE als eine Unterstichprobe in das Gitternetz der Waldzustandserhebung eingegliedert. Somit sind die Stichprobenpunkte der BZE in der Regel identisch mit denen der nationalen Waldzustandserhebung (WZE). Die Teilmenge des 16x16 km Netzes repräsentiert zudem die deutsche Stichprobe zum europaweiten Level I-Monitoring im Rahmen des ICP Forests. Das ermöglicht die Verwendung der BZE Daten für Auswertungen auf europäischer Ebene (Riek & Wolff 1996).

Das BZE Grundnetz von 8x8 km wurde nicht ausschließlich verwendet. In einigen Bundesländern fand eine Verdichtung des Erhebungsnetzes statt. Andere verlegten es auf das Raster der Bundeswaldinventur. Für die gemeinsame Auswertung der BZE-Daten wurde daher eine flächenbezogene Wichtung der einzelnen Stichprobenpunkte durchgeführt (Kapitel 11.4.1). Im Folgenden sind die Rasterweiten sowie etwaige Abweichungen vom 8x8 km Standard-Netz für die einzelnen Bundesländer aufgeführt:

In *Baden-Württemberg* wurde die BZE I auf einem Grundraster von 8x16 km durchgeführt. In einzelnen Wuchsgebieten wurde auf die Rasterdichte von 8x8 km verdichtet. Die 177 BZE I-Stichprobenpunkte die im Zeitraum von 1989 bis 1992 in Baden-Württemberg beprobt wurden, bilden eine Teilstichprobe der WZE und waren ursprünglich auf die über 60-jährigen Nadelwaldbestände (v.a. Fichte, Tanne) des Landes beschränkt (Buberl et al. 1994, S. 4). Im Zeitraum 1995 bis 2002 wurde das BZE I-Netz auf Grundlage des 8x8 km-Netzes um 131 Punkte ergänzt. Von den 308 BZE I-Messpunkten im 8x8 km Raster wurden 303 im Rahmen der BZE II wiederholt beprobt. Fünf BZE I-Punkte wurden auf Grund von Rasterbereinigung bei der BZE II nicht erhoben. Ein BZE-Punkt wurde während der BZE II erstmalig untersucht.

In *Bayern* ist das 8x8 km Raster der BZE I in das 4x4 km Raster der bayrischen WZE eingebunden (Gulder & Kölbl 1993, S. 10). Im Vorfeld der BZE II erfolgte eine Verlegung des WZE/BZE-Rasters auf das der BWI<sup>2</sup>. Das Netz der BWI<sup>2</sup> ist gegenüber dem 8x8 km Grundnetz der BZE I um 200 m nach Norden und um 200 m nach Osten verschoben. Die diagonale Entfernung der Netzpunkte beträgt somit 283 Meter (Kölling et al., 2004). Insgesamt ergeben sich 386 BZE II-Punkte im Wald. Auf 372 Punkte wurde während der BZE II eine Erhebung durchgeführt. 14 BZE II-Punkte die Teil des 8x8 km Rasters sind, wurden nicht beprobt. 10 Punkte fielen in die Kategorie Nichtholzboden und weitere 4 Punkte im Alpenraum waren wegen extremer Steillagen unzugänglich (Schubert et al. 2015, S.8). Ein direkter Punktvergleich der Ergebnisse aus BZE I und BZE II ist durch die Verlegung bzw. Neuanlage der BZE II-Erhebungspunkte in Bayern nicht möglich.

In *Berlin* erfolgte die BZE I in den Jahren 1992 und 1993 an vier Aufnahmepunkte. Im Rahmen der BZE II wurden alle vier Punkten wiederholt beprobt.

In *Brandenburg* erfolgte die BZE I in den Jahren 1992 und 1993 auf dem 8x8 km Raster der WZE (Konopatzky & Kallweit 1997). Auch die Wiederholungsinventur (BZE II) wurde 2006 auf diesen Erhebungspunkten durchgeführt. Im Rahmen der BZE II wurden insgesamt 167 Aufnahmepunkte

beprobt. In den Jahren 2008/2009 wurde in Brandenburg die Harmonisierung der Inventurnetze von Bundeswaldinventur (BWI) einerseits und der Wald- und Bodenzustandserhebung andererseits beschlossen. Diese Neukonzeption des forstlichen Umweltmonitorings hatte die Verlegung der BZE-Punkte auf die BWI-Punkte zur Folge. Im Jahr 2009 wurde deshalb an jeweils der südwestlichen BWI-Waldtracktecke eine Bodenzustandserhebung durchgeführt (BZE IIa). Insgesamt wurden im Rahmen der BZE IIa 155 Punkte beprobt (Riek et al. 2015, S. 15 und 22). Ein punktbezogener Vergleich der Bodendaten ist demnach zwischen BZE I und BZE II und zukünftig zwischen BZE IIa und BZE III in Brandenburg möglich.

In *Bremen* wurden die WZE und die BZE auf unterschiedlichen Aufnahmerastern durchgeführt (Büttner 1993, S. 1). Im Rahmen der BZE II wurden alle vier Punkte, die auch zur BZE I erhoben wurden wiederholt beprobt.

In *Hamburg* wurden im Rahmen der BZE I vier Punkte angelegt und beprobt. Im Rahmen der BZE II wurden zwei von vier Punkten aus dem Raster der BZE I wiederholt beprobt.

In *Hessen* erfolgte die BZE I in den Jahren 1992 und 1993 an 139 Punkten auf dem 8x8 km Raster der WZE (Hocke 1995, S. 3 und S. 18). Alle 139 BZE-Punkte wurden im Rahmen der BZE II erneut beprobt (Paar et al. 2010 S. 8).

In *Mecklenburg-Vorpommern* erfolgte die BZE I im Jahr 1992 an 73 Punkten auf dem 8x8 km Raster der WZE (Kopp et al. 1996, S.5). Im Rahmen der BZE II wurden insgesamt 47 BZE-Punkte (17 BZE-Punkte im 16x16 km Netz und 30 BZE-Punkte als ausgewählte Testerhebung im 8x8 Netz) wiederholt beprobt (Russ & Riek 2011, S. 13). Damit wurden bei der BZE II nicht alle mecklenburgischen BZE-Punkte im Wald (Holzbodenfläche) beprobt. Stattdessen erfolgte die Auswahl anhand der Merkmalsgruppen Jungpleistozän, Buchen bestockt und kalkfreie Lockersedimente (Riedel 2007).

In *Niedersachsen* erfolgte die BZE I in den Jahren 1990 und 1991 an 192 Punkten als Unterstichprobe der WZE. Die Netzdichte richtete sich dabei nach dem Alter der Bestände. Ältere Bestände (> 60 a) wurden auf einem 8x4 km-Raster und jüngere Bestände (< 60 a) auf einem 12x8 km-Raster beprobt (Büttner 1997, S.8). Die Grundlage der BZE II bildete das 8x8 km Raster der WZE. Insgesamt wurden 169 Punkte erhoben. Innerhalb der BZE II wurden 75 Punkte verlegt bzw. neu erhoben, 94 Punkte wurden bei beiden Inventuren beprobt (Dammann et al. 2010 S. 24).

In *Nordrhein-Westfalen* erfolgte die BZE I in den Jahren 1989 bis 1991 an 498 Punkten auf dem 4x4 km Gitternetz der nationalen WZE. Die bundesweite BZE-Stichprobe stellt eine Unterstichprobe auf dem 8x8 km-WZE-Raster dar und umfasst 140 Punkte. Aufgrund der Kriterien für die Auswahl der WZE-Bestände und die Anlage der BZE-Aufnahmefläche weicht der Mittelpunkt der BZE-Stichprobe vom Sollmeßpunkt, dem Gauß-Krüger-Gitterpunkt, ab (Diagonalverfahren). Im Durchschnitt liegt die BZE-Profilgrube um 98,5 m von ihrem

Sollmeßpunkt entfernt (Gehrmann 1993, S.5). Im Rahmen der BZE II wurden insgesamt 292 Inventurpunkte beprobt, davon entfallen 146 Punkte (bundesweite Stichprobe) auf ein landesweit einheitliches 8x8 km-Raster. Zur landesweiten BZE II-Stichprobe zählen weitere 146 Punkte auf einem regional verdichteten Raster von 4 x 4 km (MKULNV 2012, S. 34).

In *Rheinland-Pfalz* erfolgte die BZE I im Jahr 1989 auf 143 Punkten. Das Aufnahmeraster ist gegenüber dem 8x8 km-Raster auf 4x12 km verdichtet. Es bildet eine Unterstichprobe des WZE- und des europaweiten 16x16 km-Netzes. Durch die Verdichtung wird die heterogene Wald- und Baumartenverteilung in Rheinland-Pfalz repräsentativer abgebildet als durch Verwendung des bundesweiten 8x8 km-Rasters (Block et al. 1991, S. 13). Im Rahmen der BZE II fand auf Grundlage des BZE I-Rasters an insgesamt 165 BZE-Punkte eine Erhebung statt, 22 Punkte davon wurden erstmalig beprobt (Block & Gauer 2012, S.13).

Im *Saarland* erfolgte die BZE I in den Jahren 1989 bis 1990<sup>2</sup> an 80 Punkten auf dem 2x4 km-Gitternetz der nationalen WZE (Backes 1993 S. 3; Schneider et al. 1998, S. 29). Im Rahmen der BZE II wurden das BZE I-Raster extensiviert. An 50 Punkten auf einem 4x4 km Raster, welches unter Berücksichtigung regionaler Besonderheiten örtlich verdichtet wurde (2x4 km) wurde die BZE II-Erhebung durchgeführt (<http://www.saarland.de/70491.htm>).

In *Sachsen* erfolgte die BZE I in den Jahren 1992 bis 1997<sup>3</sup> an 75 Punkten auf dem 8x8 km-Raster der nationalen WZE. Um die Aussagefähigkeit hinsichtlich bodenchemischer Parameter zu erhöhen, wurde die BZE I-Stichprobe in den Jahren 1995 bis 1997 auf 280 Aufnahmepunkte auf das 4x4 km-Raster der WZE verdichtet (Raben et al. 2004, S. 10). Im Rahmen der BZE II wurden diese 280 Inventurpunkte wiederholt beprobt, davon entfallen 77 Punkte (bundesweite Stichprobe) auf das landesweit einheitliche 8x8 km-Raster.

In *Sachsen-Anhalt* erfolgte die BZE I in den Jahren 1991 bis 1993<sup>4</sup> an 67<sup>5</sup> Punkten auf einem systematischen 8x8 km-Raster das in das 4x4 km Raster der WZE eingebunden ist (Konopatzky & Kallweit, 1996). Im Rahmen der BZE II wurden 76 Standorte beprobt.

In *Schleswig-Holstein* erfolgte die BZE I im Jahr 1990 an 43 Punkten auf einem 8x4 km-Raster, welches an die WZE angelehnt ist. Im Rahmen der BZE II wurden 41 Aufnahmepunkte wiederholt

---

<sup>2</sup> Die BZE I-Erhebung im Saarland fand hauptsächlich im Jahr 1989 (78 Punkte) statt. 2 Punkte wurden im Zeitraum im Jahr 1990 beprobt.

<sup>3</sup> Die BZE I-Erhebung in Sachsen fand hauptsächlich im Jahr 1992 (68 Punkte) statt. 7 Punkte wurden im Zeitraum 1995-1997 beprobt.

<sup>4</sup> Die BZE I-Erhebung in Sachsen-Anhalt fand hauptsächlich in den Jahren 1991-1993 (66 Punkte) statt. 1 Punkte wurden im Jahr 1998 beprobt.

<sup>5</sup> Im systematischen 8x8 km-Raster lagen 74 Punkte im Wald. Nach Bereinigung des Probenumfangs um nicht betretbare Flächen (ehemahliger Militärbereich) und solche die den Anforderungen der BZE-Anleitung nicht entsprachen, ergaben sich 66 BZE-Flächen (Konopatzky und Schmidt 1998, S. 7). Ein zusätzlicher BZE-Punkt kam 1998 hinzu.

beprobt, für 2 Punkte lag keine Einverständniserklärung der Waldbesitzer vor (Wördehoff et al. 2012).

In *Thüringen* erfolgte die BZE I im Jahr 1992 an 95 Punkten auf dem 8x8 km-Raster der WZE (Burse & Schramm 1996, S. 9). Im Zuge der BZE II wurden 98 Punkte auf der Grundlage des BZE I-Netzes beprobt.

**Tabelle 2-1: Waldfläche und Anzahl der BZE-Stichprobenpunkte pro Bundesland, bundesweite Stichprobe.**

Bundesland	Kürzel	Landesfläche (km <sup>2</sup> )	Waldfläche (Tsd. ha)	Waldanteil %	Anzahl der beprobten BZE I-Punkte	Anzahl der beprobten BZE II-Punkte	Anzahl der identen Punkte BZE I und BZE II <sup>6</sup>
Baden-Württemberg	BW	35.751	1362	37	308 <sup>7</sup>	304	303
Bayern	BY	70.550	2391	34	424	372 <sup>8</sup>	0 <sup>9</sup>
Berlin	BE	892	16	18	4	4	4
Brandenburg	BB	29.654	1035	35	145	165 <sup>10</sup>	145
Bremen	HB	419	1	2	4	4	4
Hamburg	HH	755	3	4	4	2	2
Hessen	HE	21.115	851	40	139	139	139
Mecklenburg-Vorpommern	MV	23.214	500	22	73	47	46
Niedersachsen	NI	47.615	970	20	192	169	94
Nordrhein-Westfalen	NW	34.110	785	23	140	146	140
Rheinland-Pfalz	RP	19.854	793	40	143	165	143
Saarland	SL	2.569	87	34	80	50	45
Sachsen	SN	18.420	453	25	75	77	75
Sachsen-	ST	20.452	440	22	67	76	65

<sup>6</sup> Als idente Punkte werden hier alle BZE-Punkte bezeichnet die sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II beprobt wurden und identische Koordinaten aufweisen. Die Anzahl kann sich unterscheiden von der Anzahl der Punkte die für den Vergleich zwischen BZE I und BZE II im Bund bzw. im Bundesland ausgewertet wurden. Für die Trendanalyse in BW wurden beispielsweise 197 BZE-Standorte verglichen (Hartmann et al. 2016, S.87).

<sup>7</sup> 54 Punkte im 8x16 km Grundraster und 123 Punkte auf dem regional verdichteten 8x8 km-Raster wurden in den Jahren 1989 bis 1992 beprobt. Die BZE I wurde ursprünglich nur in Nadelgehölzbeständen (v.a. Tanne und Fichte) durchgeführt. Das 8x8 km-Raster wurde in den Jahren 1995 bis 2002 um die Laubholzbestände (131 Punkte) vervollständigt.

<sup>8</sup> BZE II-Gesamtstichprobe von 386 Punkten, 14 BZE-Punkte die Teil des 8x8 km Rasters sind, wurden nicht beprobt. 10 Punkte fielen in die Kategorie Nichtholzboden und weitere 4 Punkte im Alpenraum waren wegen extremer Steillagen unzugänglich (Schubert 2015, S.8).

<sup>9</sup> Im Vorfeld der BZE II wurde die Verlegung des BZE-Rasters auf das Raster der BWI durchgeführt

<sup>10</sup> Inklusive 8 Level-II-Flächen, die im Rahmen der BZE II erstmalig mitbeprobt wurden, diese entsprechen nicht dem 8x8 km-Netz, werden aber zur BZE II-Stichprobe gerechnet (Riek et al. 2015, S. 21).

Bundesland	Kürzel	Landes- fläche (km <sup>2</sup> )	Wald- fläche (Tsd. ha)	Wald- anteil %	Anzahl der beprobten BZE I-Punkte	Anzahl der beprobten BZE II-Punkte	Anzahl der identen Punkte BZE I und BZE II <sup>6</sup>
Anhalt							
Schleswig- Holstein	SH	15.802	137	9	43	41	41
Thüringen	TH	16.202	537	33	95	98	95
<b>gesamt</b>	<b>BRD</b>	<b>357.374</b>	<b>10325</b>	<b>24,9</b>	<b>1936</b>	<b>1859</b>	<b>1341</b>

Landesflächen der Bundesländer aus Statistischen Bundesamt (2014), kaufmännisch gerundet. Landeswaldflächen aus Corine Landnutzungsdaten 2006 (EEA 2010b), kaufmännisch gerundet.

## 2.2 Plotdesign

*Festlegung des Stichprobenmittelpunktes (Soll-Zustand).* Die Methode zur Einrichtung eines BZE-Plots wie in Abbildung 2-1 dargestellt, ist bundeseinheitlich geregelt und in den Arbeitsanleitungen beschrieben (BML 1994, Wellbrock et al. 2006). Die genaue Bestimmung des BZE-Mittelpunktes ist an das Erhebungsverfahren zur Auswahl der Stichprobenbäume der Waldschadenserhebung geknüpft. **In der Regel entspricht der BZE-Mittelpunkt dem Mittelpunkt des zugehörigen WZE-Kreuztraktes.** Abweichungen davon treten auf wenn bei der WZE ein Bestand ausgewählt und kein Kreuztrakt angelegt wurde. Dann sind folgende Verfahren zur Festlegung des BZE-Mittelpunktes möglich:

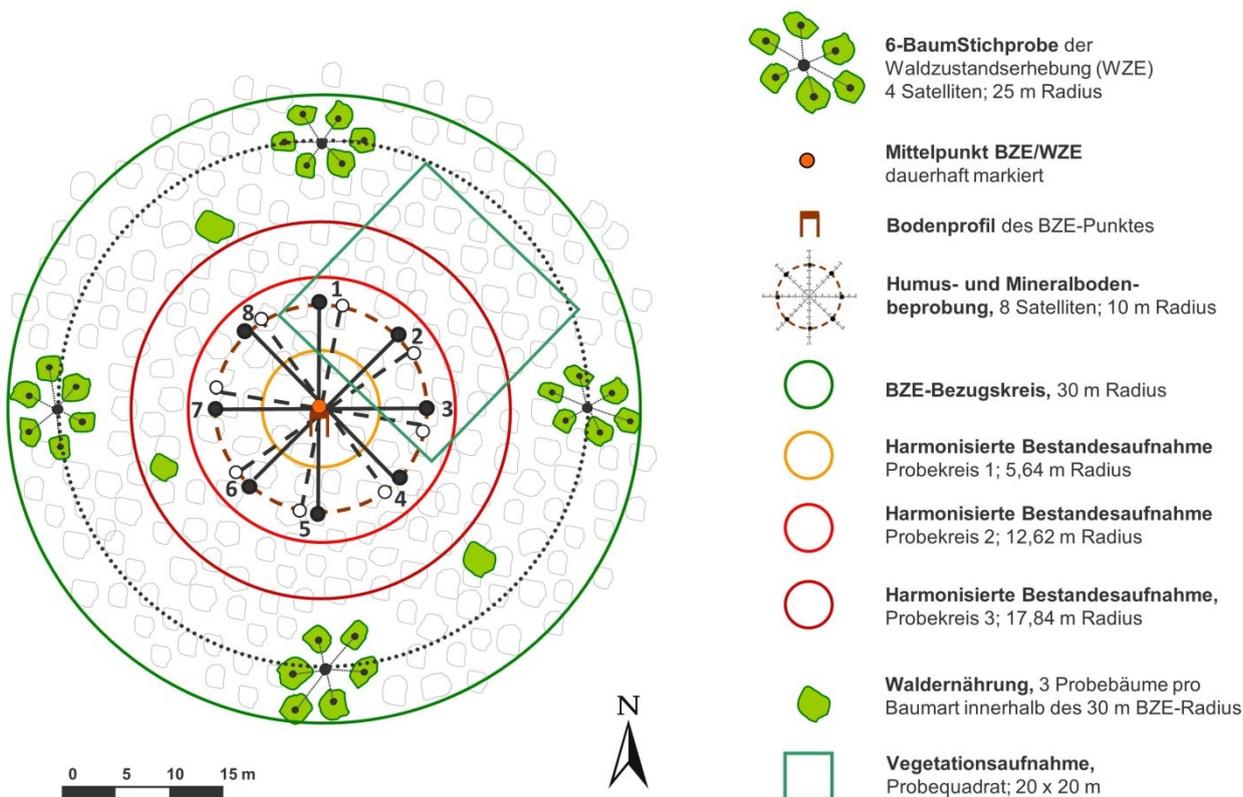
- (i) Die längste Diagonale, die vom West- oder Südrand des Bestandes ausgeht, wird halbiert. Die Probebaumgruppe der WZE, die diesem Punkt am nächsten kommt, gilt als Ausgangspunkt der BZE (in Abhängigkeit von der Bestandesgröße Probebaumgruppe II, V oder VII). Der BZE-Mittelpunkt ergibt sich aus dem Endpunkt eines Lots von 15 m Länge, das auf der Nordseite der Diagonalen errichtet wird und durch den ersten Baum der betreffenden Probebaumgruppe läuft. Liegt die durch den Bestand verlaufende Diagonale in Nord-Süd-Richtung, wird das Lot auf der westlichen Seite errichtet.
- (ii) Die Probenahme der BZE erfolgt auf den Probekreisen der WZE. Der BZE-Mittelpunkt der ist der Mittelpunkt zwischen Baum Nr.1 eines Probekreises und dem davon entferntest stehenden Stichprobenbaum dieses Probekreises.
- (iii) Wurden keine Probebäume markiert, ist der Mittelpunkt der o.a. Diagonale oder der Sollmesspunkt der Waldschadenserhebung Mittelpunkt der BZE.

Um die Wiederauffindbarkeit zu gewährleisten, sind alle BZE-Stichprobenpunkte obligatorisch einzumessen und dauerhaft zu markieren. Die Lage des BZE-Mittelpunktes, des Bodenprofils und der Satelliten sind in einer Skizze festzuhalten. Eine fotografische Dokumentation des Profils ist obligatorisch.

Bei wiederholter Beprobung ist der BZE-Stichprobenpunkt im Gelände aufzusuchen. Zunächst ist zu prüfen, ob der BZE-Mittelpunkt dem Sollmesspunkt der WZE entspricht. Die maximal tolerierbare Abweichung des BZE-Mittelpunktes vom WZE-Mittelpunkt beträgt 30 m. Kann ein BZE-Punkt nicht betreten oder nicht wiedergefunden werden oder liegt außerhalb des 30 m Toleranzbereichs zum Sollmesspunkt der WZE, so sind die Ausfallgründe zu notieren (siehe Kapitel 3.1.7). Bei einer Verlegung des BZE-Mittelpunktes um mehr als 30 m vom ursprünglichen Mittelpunkt ist der BZE-Punkt neu einzumessen. Der BZE-Punkt erhält eine neue Bundeskennnummer (BFH-Nummer, Kapitel 3.1.1).

*Aufbau eines BZE-Punktes (Soll-Zustand).* Die Abbildung 2-1 zeigt eine schematische Darstellung der BZE-Probefläche. Der BZE-Mittelpunkt ist Bezugspunkt für alle im Rahmen der BZE durchzuführenden Probenahmen und Untersuchungen. Alle Erhebungen (Probenahme Humus

und Mineralboden, Nadel-Blattprobenahme, Erfassung des Kronenzustand, Bestandesaufnahme, Bodenvegetation) im Rahmen der BZE werden auf einer Fläche im 30 m-Radius um den BZE-Mittelpunkt durchgeführt.



**Abbildung 2-1: Idealisierter Aufbau einer BZE-Fläche. BZE-Mittelpunkt=Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes. BZE-Bezugskreis  $r = 30$  m (grün). Bodenprofil am Mittelpunkt. Acht Satelliten zur Probenahme an organischer Auflage und Mineralboden  $r = 10$  m. Nadel- und Blattprobenahme  $r_{max} = 30$  m. Aufnahme Bodenvegetation  $A = 400$  m<sup>2</sup>. Vier Satelliten zur Ansprache des Kronenzustand  $r = 25$  m. Harmonisierte Bestandesaufnahme: Probekreis 1 Bestand:  $r = 5,64$  m, Kluppschwelle 7 cm (gelb); Probekreis 2 Bestand:  $r = 12,62$  m, Kluppschwelle 10 cm und Probekreis Totholzinventur BioSoil-(EU)-Verfahren (hellrot); Probekreis 3 Bestand:  $r = 17,84$  m, Kluppschwelle 30 cm (dunkelrot). Probekreis Totholzinventur BWI-Verfahren:  $r = 5$  m (nicht dargestellt). Vier Satelliten zur Aufnahme der Bestandesverjüngung:  $r_{max} = 5$  m, Distanz zum Mittelpunkt 10 m (nicht dargestellt).**

Die Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgt standardmäßig auf einem Kreis mit 10 m Radius um den BZE-Mittelpunkt herum. Das Standardverfahren zur bodenkundlichen Beprobung der BZE-Punkte ist die Satellitenbeprobung mit einem Bodenprofil am BZE-Mittelpunkt. Das Bodenprofil ist nach Möglichkeit so anzulegen, dass die Stirnseite des

Bodenprofils am BZE-Mittelpunkt liegt. Die Profilgrube sollte nach Möglichkeit mindestens 1 m tief sein. Die Länge der Profilgrube muss ihrer Tiefe angepasst sein. Die Breite der senkrecht abgestochenen Stirnwand soll mindestens 0,8 m betragen. Bei wiederholter Beprobung eines vorhandenen BZE-Profiles ist die vormalige Profilwand neu zu präparieren. Ausgehend vom BZE-Mittelpunkt werden vier Bohrungen in einem Abstand von 10 m, in die vier Haupthimmelsrichtungen bis 90 cm Tiefe niedergebracht. Sofern für die Gewinnung von ausreichendem Probenmaterial für die chemische Analyse erforderlich, werden zwischen den Haupthimmelsrichtungen - ebenfalls im Abstand von 10 m zum Mittelpunkt der Stirnwand - vier weitere Bohrungen (50 Gon bzw. 45 Grad zur Hauptbohrung) bis in eine Tiefe von 90 cm vorgenommen. Die Probennahme des Auflagehumus und des Mineralbodens bis 10 cm Tiefe (bzw. bei der BZE I bis 30 cm) erfolgt grundsätzlich an allen acht Satellitenpunkten. Die Bohrungen erfolgen auf dem ursprünglichen Umkreis mit einem Radius von 10 m um den alten Mittelpunkt, werden aber gegenüber der BZE I im Uhrzeigersinn um 10 Gon versetzt. Neuangelegte Punkte sind ebenfalls 10 Gon gegenüber der Nordrichtung zu drehen. Ist eine Probennahme mittels Bohrung an den Satelliten auf dem 10 m-Radius nicht möglich (z. B. wegen zu hohem Grobskelettanteil), so wird der betreffende Bohrpunkt verlegt. Im Extremfall können alle Satellitenpunkte verschoben werden, ohne dass der BZE-Punkt als solcher verlegt wird. Liegen einzelne Satellitenpunkte eines BZE I-Punktes mittlerweile auf Nichtholzboden, der Mittelpunkt aber im Wald, werden die betreffenden Satellitenpunkte verlegt.

Im Folgenden sind die Besonderheiten hinsichtlich der Lage des BZE-Mittelpunkts und des Plotdesigns für die einzelnen Bundesländer aufgeführt (Ist-Zustand):

In *Baden-Württemberg* wurde im Auswahlbereich der WZE-Probepflanzen an einer repräsentativen Stelle des Probetraktes ein Profil ausgehoben, beschrieben und eingemessen. Die Probennahme erfolgte im Rahmen der BZE I in Tiefenstufen aus den drei Profilwänden (Mineralboden) bzw. in Profilhöhe (Humus). Auf die Satellitenbeprobung wurde verzichtet, da aufgrund des großen Anteils stark skelettierter Mittelgebirgsböden ein genauer Tiefenbezug des erbohrten Bodenmaterials nicht möglich war (Buberl et al. 1994, S. 4f). Im Rahmen der BZE II wurde die Beprobung der organischen Auflage an den 8 Satelliten durchgeführt. Die Probennahme des Mineralbodens erfolgte am Profil, auf die Satellitenbeprobung wurde aus Kontinuitätsgründen verzichtet (Hartmann et al. 2016, S. 9).

In *Bayern* erfolgte die Anlage der BZE-Punkte ursprünglich an jedem vierten WZE-Gitternetzpunkt. Die Gewinnung der Bodenproben erfolgte je Inventurpunkt i.d.R. an 10 gleichmäßig über den WZE-Bestand verteilten Probenahmepunkten. Als Probenahmeort wurde die Mitte zwischen Baum Nr.1 (Markierung der WZE) und dem davon am weitesten entfernten nummerierten Baum festgelegt (Gulder & Kölbl 1993, S. 12f). Im Vorfeld der BZE II erfolgte eine Verlegung des WZE/BZE-Rasters auf das Netz der BWI<sup>2</sup>. Die Probennahme erfolgte an acht Satelliten in 10 m Abstand vom BZE-Mittelpunkt. An den Inventurpunkten der Unterstichprobe EU-Level I wurden 13 m nördlich des Mittelpunktes Bodenprofile angelegt (Schubert et al. 2015).

In *Berlin und Brandenburg* erfolgte die Beprobung im Rahmen der BZE I nicht entsprechend der BZE-Arbeitsanleitung. Es wurde keine Satellitenbeprobung zur Gewinnung von Mischproben durchgeführt. Die Bodenprobenahme erfolgte auf sämtlichen Flächen horizont- und volumengerecht mit Stechzylindern an je einer Profilwand in der Mitte jeder BZE-Fläche. Die Humusbeprobung erfolgte an 3 als repräsentativ erachteten Stellen in der unmittelbaren Nähe des Profils (Konopatzky und Kallweit 1997). Im Rahmen der BZE II wurden die Profilgruben erneut offen gelegt und bodenkundlich angesprochen. Die Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens in 0-5 cm und 5-10 cm Tiefe erfolgte bei BZE II an den 8 Satellitenpunkten. Die weiteren mineralischen Proben wurden ausschließlich aus den Stirn- und Seitenwänden des Bodenprofils nach Horizonten entnommen (Riek et al. 2015, S. 26f).

In *Bremen* erfolgte die Probenahme und Analytik im Rahmen der BZE I genau nach der BZE-Arbeitsanleitung. Um die räumliche Variabilität zu erfassen, wurden neben der Profilgrube weitere acht Proben aus sogenannten Satellitenbohrungen zu je einer Mischprobe vereinigt (Büttner 1993, S. 2). Im Rahmen der BZE II erfolgte die Entnahme der Humusproben und der Mineralbodenproben bis 90 cm Tiefe an den 8 Satelliten. Die Tiefenbohrung ab 90 cm erfolgte am Bodenprofil.

In *Hamburg* erfolgte im Rahmen der BZE II die Entnahme der Humusproben und der Mineralbodenproben bis 90 cm Tiefe an den 8 Satelliten.

In *Hessen* entspricht der BZE-Mittelpunkt dem Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes. Die Punkte wurden verpflockt und das Bodenprofil zum Meßpunkt eingemessen. Im Rahmen der BZE I wurden die Mineralbodenproben in den entsprechenden BZE-Tiefenstufen aus der Stirnwand und den Seitenwänden des Profils gewonnen. Die Beprobung der organischen Auflage erfolgte an vier Satelliten in den vier Haupthimmelsrichtungen im Radius von 10 m um das Bodenprofil (Hocke, 1995, S. 6). Im Rahmen der BZE II wurden sofern möglich die Profile der BZE I erneut genutzt bzw. neue Profile angelegt und eingemessen. Das Bodenprofil befindet sich im gewissen Abstand zum BZE-Mittelpunkt. Ausgehend von der Profilstirnseite in 10 m Abstand wurden in den Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen die 8 Satelliten angelegt. Die Proben der organischen Auflage und der Tiefenstufen 0-5 und 5-10 cm wurden an diesen 8 Satelliten entnommen. Die Probenahme des Mineralbodens ab 10 cm Tiefe erfolgte hingegen ausschließlich am Profil (Paar et al. 2016, S. 84f.).

In *Mecklenburg-Vorpommern* erfolgte die Bodenansprache und Probenentnahme im Rahmen der BZE I einheitlich an der Profilgrube in unmittelbarer Nähe des BZE-Mittelpunktes. Nur in Ausnahmefällen, z.B. bei der Nähe zu Waldrändern, Wegen oder Störungen wurde die Profilgrube abweichend vom BZE-Mittelpunkt angelegt. Die Beprobung der organischen Auflage und der Tiefenstufe 0-5 cm wurde an repräsentativ erscheinenden Stellen in Profilynähe (n=3) durchgeführt (Wolff und Riek 1996, S. 12). Alle anderen mineralischen Proben wurden im Rahmen der BZE I am Profil horizontspezifisch gewonnen. Im Rahmen der BZE II wurde die

Entnahme der Humus- und Mineralbodenproben an den acht Satellitenpunkten durchgeführt. Der Mineralboden wurde in Tiefenstufen bis 90 cm Tiefe beprobt.

In *Niedersachsen* erfolgte die BZE I als Unterstichprobe der WZE. Die Anlage der BZE-Punkte erfolgte am Gitternetzpunkt der WZE. In einsehbaren Beständen wurden ausgehend vom Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes im Abstand von 25 m die 4 WZE-Satelliten festgelegt und jeweils sechs Bäume für die Kronenansprache ausgewählt. In nicht einsehbaren (Jung-)Beständen wurde um den Sollmesspunkt ein Quadrat mit 100 m Seitenlänge gelegt und diagonal in vier Dreiecke geteilt, in denen dann jeweils 6 Bäume für die Kronenansprache ausgewählt wurde. Damit die WZE-Bäume nicht durch die Blatt-/Nadelprobenahme beeinträchtigt werden, wurden drei herrschende Bäume in unmittelbarer Nähe der Profilgrube als Probepflanzen für die Blatt-/Nadelanalytik ausgewählt. Die Beprobung der organischen Auflage im Rahmen der BZE I wurde an 8 Satelliten durchgeführt. Die Entnahme der Mineralbodenproben im Rahmen der BZE I erfolgte entsprechend der BZE-Arbeitsanleitung aus der Profilgrube und zusätzlich aus acht Satellitenpunkten in den Tiefenstufen 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm. Für die Tiefenstufen 30-60 cm und 60-90 cm erfolgte die Probenahme an 4 Satelliten und der Profilgrube (Büttner 1997, S. 8f, Riedel 2007). Die Profilgrube wurde im Abstand von 3 m vom BZE-Mittelpunkt angelegt (Dammann et al. 2010, S. 25). Die Entnahme der Humusproben und der Mineralbodenproben bis 90 cm Tiefe erfolgte im Rahmen der BZE II hauptsächlich an den 8 Satelliten (ab 90 cm am Profil).

In *Nordrhein-Westfalen* findet die WZE/BZE nicht im Kreuztrakt statt. Der BZE-Mittelpunkt wird in Bezug auf den WZE-Baum 1 der mittleren WZE-Probepflanzengruppe eingemessen (Riedel 2007). Der BZE-Mittelpunkt weicht in gewissen Grenzen vom WZE-Sollmeßpunkt ab. Im Durchschnitt liegt die BZE-Profilgrube um 98,5 m von ihrem Sollmeßpunkt entfernt (Gehrmann 1993, S.5). Am Profil erfolgte die umfassende bodenkundliche Beschreibung der Böden. Die Probenahme der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgte im Rahmen der BZE I an 9 Satelliten (8 Satelliten + 1 Satellit, vor der zentralen Profilwand) (Riedel 2007). Die Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens im Rahmen der BZE II erfolgte an den acht Satelliten im Radius von 10 m um das Bodenprofil herum. An einer Unterstichprobe von 50 BZE-Punkten (39 Punkte des 16x16 km Rasters, 4 neu angelegte Punkte und 7 Punkte für die BGR-Schwermetallanalytik) wurde die Profilgrube erneut offen gelegt (Riedel 2007).

In *Rheinland-Pfalz* entspricht der Mittelpunkt der BZE-Aufnahmen in etwa dem Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes. Bereits bei der BZE I wurde an allen Rasterpunkten vor der Stirnfläche des zentralen Bodenprofils ein Messpunktposten (Vermessungsanker) eingebracht. Vor Beginn der Feldaufnahmen der BZE II wurden diese Markierungen im Gelände aufgesucht, gegebenenfalls freigelegt und mit Hilfe eines GPS eingemessen. An 35 Rasterpunkten – vornehmlich auf durch Sturmschäden verwüsteten Flächen – waren die Markierungsanker nicht mehr auffindbar. Hier wurden neue Markierungsanker im Schwerpunkt der WZE-Stichprobenpflanzen gesetzt und mittels GPS eingemessen. Sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II wurde eine Profilgrube angelegt. Wenn die Profilgrube der BZE I von 1989 noch sichtbar war, wurde bei der BZE II das neue Profil

unmittelbar daneben im ungestörten Bereich eingerichtet. Ansonsten wurde die Profilgrube in unmittelbarer Nähe des Messpunktpfostens angelegt (Block & Gauer 2012, S.13f). Im Rahmen der BZE I erfolgte die Probenahme der organischen Auflage an 8 Satelliten. Für den Mineralboden bis 30 cm Tiefe wurde eine Mischprobe aus 8 Satelliten und einer zusätzlichen Probe aus der Profilwand gebildet. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe setzt sich die Mineralbodenprobe aus Material von 4 Satelliten und einer Probe aus der Profilwand zusammen (Riedel 2007). Die Probennahmen im Rahmen der BZE II erfolgten für die Humusauflage und den Mineralboden bis 30 cm Tiefe an 8 Satelliten im Abstand von 10 m um den Messpunktpfosten. Die Proben unter 30 cm Tiefe wurden aus den 3 Wänden des Bodeneinschlags gewonnen. Aufgrund extremer Steingehalte erfolgte die Probenahme in Ausnahmefällen über Kleinschurfe (Block & Gauer 2012, S.13f).

Im *Saarland* erfolgt die BZE auf dem Raster der WZE. Über den genauen Bezug zwischen BZE-Mittelpunkt und WZE liegen keine Informationen vor. Sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II wurde eine Profilgrube angelegt. Im Rahmen der BZE I erfolgte die Probenahme der organischen Auflage an mindestens drei Parallelproben an ausgewählten, für den Bestand repräsentativen Stellen. Die Proben des Mineralbodens wurden tiefenstufenspezifisch am Profil entnommen. Im Rahmen der BZE II erfolgte die Probenahme der organischen Auflage an 8 Satelliten. Die Beprobung des Mineralbodens bis 10 cm Bodentiefe wurde an 8 Satelliten, unterhalb von 10 cm am Profil durchgeführt.

In *Sachsen* entspricht der BZE-Mittelpunkt in etwa dem Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes. Die durchschnittliche Abweichung des BZE-Mittelpunkts vom WZE-Mittelpunkt beträgt 14 m (Jacob 2018, mündlich, Bezug bundesweite Stichprobe). Im zentralen Bereich des WZE-Kreuztraktes wurde eine Profilgrube ausgehoben. An der Stirnseite des Profils erfolgte die Festlegung des Mittelpunktes der Probenahme fläche und dessen langfristige Markierung. Die anschließende Entnahme der Proben der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgte an den 8 Satelliten, die mit Hilfe von Bandmaß und Taschenbussole im Radius von 10 m um das Bodenprofil festgelegt wurden (Raben et al. 2004, S. 5). Im Rahmen der BZE II wurde die Profilgrube erneut offen gelegt. Die Probenahme von Humus und Mineralboden erfolgte an den 8 Satellitenpunkten (an einzelnen Punkten auch am Profil), unterhalb von 90 cm Bodentiefe wurde am Profil beprobt.

In *Sachsen-Anhalt* erfolgt die BZE auf dem Raster der WZE. Über die genaue Lage des BZE-Mittelpunktes liegen keine Informationen vor. Die Beprobung der BZE-Flächen im Rahmen der BZE I erfolgte nicht entsprechend der BZE-Arbeitsanleitung. Es wurde keine Satellitenbeprobung zur Gewinnung von Mischproben durchgeführt. Stattdessen erfolgte die Entnahme der Humusproben an drei repräsentativen Stellen in unmittelbarer Profilnähe und die Entnahme der Mineralbodenproben horizont- und volumengerecht an einer Profilwand bis maximal 2 m Tiefe mittels Stechzylindern bzw. Bohrstock (Konopatzy und Kallweit 1996, S. 6). Im Rahmen der BZE II wurde die Profilgrube erneut offen gelegt. Die Probenahme der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgte an den 8 Satelliten.

In *Schleswig-Holstein* wurden im Rahmen der BZE I an 43 Stichprobenpunkten, die in das Raster der WZE eingebunden sind, im ganzen Land Bodenprofile aufgenommen und Humus-, Boden-, Blatt- bzw. Nadelproben entnommen. Die Probenahme der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgten nach dem bundeseinheitlichen Verfahren an den 8 Satelliten. Im Rahmen der BZE II wurde die Profilgrube erneut offen gelegt. Das Probenahmeverfahren wurde beibehalten, Auflagehumus und Mineralboden wurden beschrieben und an den 8 Satelliten beprobt (Wördehoff et al., 2010).

In *Thüringen* wurde in unmittelbarer Nähe vom Mittelpunkt des WZE-Kreuztraktes (i.d.R. in einem Kreis mit ca. 5 m Radius, an 10 Punkten mußte die Entfernung vom Mittelpunkt aus verschiedenen Gründen größer gewählt werden) das BZE-Bodenprofil angelegt. Die Beprobung der BZE-Flächen im Rahmen der BZE I entspricht nicht den Vorgaben der BZE-Arbeitsanleitung. Es wurde keine Satellitenbeprobung zur Gewinnung von Mischproben durchgeführt. Stattdessen wurden die Proben der organischen Auflage in unmittelbarer Nähe des Profils (maximal 2 m Entfernung) und die Proben des Mineralbodens im Profil selbst volumengerecht entnommen. Auf die zusätzliche Probenahme durch Bohrungen (Satellitenbeprobung) mußte aus organisatorischen Gründen und wegen mangelnder technischer Ausrüstung (fehlende Bohrgeräte) 1992 verzichtet werden (Burse & Schramm 1996, S. 9). Im Rahmen der BZE II wurde das, seinerzeits offen gelassen, Bodenprofil erneut aufgesucht. Die Probenahme der organischen Auflage und des Mineralbodens bis 10 cm Bodentiefe erfolgte an den 8 Satelliten. Unterhalb von 10 cm erfolgte die Beprobung abhängig vom Grobbodenanteil der Böden entweder an den 8 Satelliten oder am Profil. Die Tiefenbohrung erfolgte am Grund des Bodenprofils (Riedel 2007).

Eine zusammenfassende Übersicht zum Probenahmedesign der Bundesländer ist den Tabellen Tabelle 5-1 und Tabelle 5-4 zu entnehmen. Die Bundesländer Baden-Württemberg und Hessen verzichteten sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II auf die Entnahme von Mineralbodenproben an den 8 Satelliten. Die Probenahme der organischen Auflage erfolgte im Rahmen der BZE II in allen Bundesländern einheitlich an den 8 Satellitenpunkten. Bundeslandspezifische Besonderheiten hinsichtlich der Nadel- und Blattprobennahme, der Bestandesaufnahme und der Aufnahme der Bodenvegetation sind den Kapiteln 5.8 und 8 und 9.1.4 zu entnehmen. Detaillierte Informationen zur Lage und Form der Vegetationsfläche und zur dauerhaften Markierung des BZE-Mittelpunktes sind Tabelle 9-2 zu entnehmen.

Angaben zur genauen Lage des BZE-Mittelpunktes sowie dessen Abstand vom Sollmesspunkt der WZE lassen sich derzeit nicht aus den Daten in der Bundesdatenbank ableiten. Allerdings liegen für einzelne Bundesländer schematische Darstellungen zum Inventur- und Probenahmedesign in folgenden Publikationen vor:

- Bayern: Gulder & Kölbel 1993, S. 14 (BZE I) und Schubert et al. 2015, S. 9 (BZE II)
- Hessen: Paar et al. 2016, S. 84
- Niedersachsen: Dammann et al. 2010, S. 25
- Nordrhein-Westfalen: MKULNV 2012, S. 32

- Rheinland-Pfalz: Block & Gauer 2012, S. 14
- Sachsen: Raben et al. 2004, S. 5 (BZE I) und Jacob & Andreae 2018 (BZE II)
- Sachsen-Anhalt: Dammann et al. 2010, S. 25

### **3 Titeldaten**

Für jeden BZE-Stichprobenpunkt stehen die nachfolgenden Titeldaten zur Verfügung. Soweit es sich um Angaben zu unveränderlichen Merkmalen (permanente Information) handelt, sind diese nach der erstmaligen Erfassung gültig für die nachfolgenden Inventuren. Im Vorfeld zu jeder neuen Inventur werden permanente Informationen von der für die BZE zuständigen Bundesbehörde, dem Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde (früher: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, BFH) vorinitialisiert an die Bundesländer zur Überprüfung und Korrektur zur Verfügung gestellt. Bei neu angelegten oder verlegten Stichprobenpunkten sind alle Titeldaten erstmalig zu erfassen. An jedem Stichprobenpunkt der BZE werden folgende Titeldaten erhoben:

- Allgemeine Punktdaten (Kap. 3.1)
- Daten zur Georeferenzierung (Kap. 3.2)
- Daten zur Aufnahmesituation (Kap. 3.3)
- Forstliche Daten (Kap. 3.4) und
- Daten zu den bodenverändernden Einflüssen (Kap. 3.5)

#### **3.1 Allgemeine Punktdaten**

### 3.1.1 BFH-Nummer

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bfhnr	Bundeskennummer des BZE-Standortes	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

#### Methode:

Jeder BZE-Aufnahmepunkt ist durch eine 5-6 stellige (Bundes-)Kennnummer eindeutig bezeichnet. Diese Plotnummer wird auch als BFH-Nummer bezeichnet (BFH=Bundeforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft). Sie folgt folgender Systematik:

- Ziffern 1 bis 2: Landeskenkung (Kap. 3.1.6)
- Ziffern 3 bis 6: laufende Punktnummer pro Bundesland

Die Vergabe und Pflege der bundeseinheitlichen Nummerierung erfolgt zentral am TI-WO.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Im Rahmen der BZE I wurden die Inventurpunkte durch eine maximal sechsstellige alphanumerische länderspezifische Nummer (ARNR) gekennzeichnet. Später wurde die BFH-Nummer als fünfstellige alphanumerische Angabe eingeführt und bis 2005 verwendet. Ab 2006 wurde die BFH-Nummer in eine fünf- bis sechsstellige numerische Angabe umgeformt. Diese folgt der oben beschriebenen Systematik.

Der BZE-Punkt 30579 (Niedersachsen) wurde zur BZE I von Mecklenburg-Vorpommern als Punkt 130067 aufgenommen.

#### Datentransferfunktion:

Die BFH-Nummer ist als eindeutige Indentifikationsnummer für jeden BZE-Standort in allen Tabelle der BZE-Bundesdatenbank und BZE-Auswertungsdatenbank vertreten.

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-1: BZE-Plotnummern in den einzelnen Bundesländern.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung: BZE-Punkt im Bundesland ...</b>	<b>Landeskennung</b>
10000 - 19999	Schleswig-Holstein	1
20000 - 29999	Hamburg	2
30000 - 39999	Niedersachsen	3
40000 - 49999	Bremen	4
50000 - 59999	Nordrhein-Westfalen	5
60000 - 69999	Hessen	6
70000 - 79999	Rheinland-Pfalz	7
80000 - 89999	Baden-Württemberg	8
90000 - 99999	Bayern	9
100000 - 109999	Saarland	10
120000 - 129999	Brandenburg + Berlin	12
130000 - 139999	Meckenburg-Vorpommern	13
140000 - 149999	Sachsen	14
150000 - 159999	Sachsen-Anhalt	15
160000 - 169999	Thüringen	16

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-4

### 3.1.2 Nummer der europäischen Bodenzustandserhebung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
eu_bze	Nummer der europäischen Bodenzustandserhebung	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

Die Teilmenge der Level-I-Punkte im 16 x 16 km-Netz, ist außerdem mit einer eindeutigen EU-BZE-Nummer (max. 4-stellig) versehen. Die BFH-Nummer und die EU-BZE-Nummer sind nicht identisch. Die Vergabe und Pflege der EU-BZE-Nummer erfolgt zentral am TI-WO.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-5

### 3.1.3 Ländereigene Nummerierung der BZE-Punkte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_bze	Landesspezifische Nummer des BZE-Punktes	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Fakultativer Parameter - permanente Information

Methode:

Die länderspezifische Nummerierung der BZE-Punkte kann von der BFH-Nummer abweichen. Sie wird von den Bundesländern bei der Datenerfassung angegeben, sofern sie nicht bereits in der BZE-Bundesdatenbank vorliegt. Für die Vergabe und Pflege der bundeslandspezifischen Nummern sind die jeweiligen Bundesländereinrichtungen (Inventurleitung der Bundesländer) verantwortlich.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-5

### 3.1.4 Nummer der europäischen Waldzustandserhebung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
eu_wze	Nummer der europäischen Waldzustandserhebung	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

Das Raster der Waldzustandserhebung ist ein europaweit gültiges 16 x 16 km Gitternetz. Dieses bildet die Grundlage für das 8 x 8 km BZE-Netz. Jeder WZE-Punkt im 16 x 16 km-Raster ist mit einer eindeutigen EU-WZE-Nummer versehen. Die Vergabe und Pflege der EU-WZE-Nummer erfolgt zentral am TI-WO.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-5

### 3.1.5 Ländereigene Nummerierung der WZE-Punkte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_wze	Länderspezifische Nummer des WZE-Punktes	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

Die länderspezifische Nummerierung der WZE-Punkte weicht von der BFH-Nummer ab. Sie wird von den Bundesländern bei der Datenerfassung angegeben, sofern sie nicht bereits in der BZE-Bundesdatenbank vorliegt. Für die Vergabe und Pflege der bundeslandspezifischen Nummern sind die jeweiligen Bundesländereinrichtungen (Inventurleitung der Bundesländer) verantwortlich.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-6

### 3.1.6 Bundesland

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bfh_id	Kennung der Bundesländer	Numerisch	Code	x_id.icode

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

Die Zugehörigkeit des BZE-Punktes zu einem der 16 Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland ist anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Der BZE-Punkt 30579 (Niedersachsen) wurde zur BZE I von Mecklenburg-Vorpommern als Punkt 130067 aufgenommen.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_id	=	vm_netztab	land

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-2: Codierung der Bundeslandzugehörigkeit des BZE-Punktes.**

Code	Beschreibung
1	Schleswig-Holstein
2	Hamburg
3	Niedersachsen
4	Bremen

---

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
5	Nordrhein-Westfalen
6	Hessen
7	Rheinland-Pfalz
8	Baden-Württemberg
9	Bayern
10	Saarland
12	Brandenburg + Berlin
13	Meckenburg-Vorpommern
14	Sachsen
15	Sachsen-Anhalt
16	Thüringen

---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-6

### 3.1.7 Punktstatus

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
status	Punktstatus des BZE-Punktes	numerisch	Code	x_status.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

Der Punktstatus für jeden BZE-Punkt ist anzugeben. Der Punktstatus beschreibt, ob ein Punkt bei beiden Bodenzustandserhebungen beprobt wurde, aus welchem Grund ein Punkt erstmals bei der BZE II beprobt wird oder warum er nicht mehr erhoben wird.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b0tib	status	=	vm_netztab	status

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-3: Codierung des Punktstatus.**

Code	Beschreibung
0	Wiederholung (Aufnahmen bei BZE I und BZE II)
10	Neuanlage: neuer BZE-Punkt (Nichtwald oder Nichtholzboden bei BZE I)
11	Neuanlage: Erstaufforstung (Nichtwald oder Nichtholzboden bei BZE I)
12	Neuanlage: Wiederaufforstung
13	Neuanlage: Sukzession (Nichtwald oder Nichtholzboden bei BZE I)
14	Neuanlage: Rasterverschiebung
15	Neuanlage: Rasterumstellung (Intensivierung)

---

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
16	Neuanlage: BZE I-Punkt nicht gefunden / nicht beprobbar
17	Neuanlage: Punkt wurde bei BZE I trotz Wald nicht aufgenommen (vergessen/übersehen)
18	Neuanlage: aber eingeschränkte Aufnahme, nur teilweise Datenlieferung (z.B. keine Bodenbeprobung)
19	Neuanlage: Sonstiges
20	Ausfall: aufgelöster BZE-Punkt (Nichtwald oder Nichtholzboden bei BZE II)
21	Ausfall: Waldumwandlung (Nichtwald oder Nichtholzboden bei BZE II)
22	Ausfall: BZE1-Punkt nicht gefunden, deswegen Neuanlage
23	Ausfall: Punkt nicht mehr erreichbar (z.B. Truppenübungsplatz)
24	Ausfall: keine Probenahmeerlaubnis
25	Ausfall: Rasterverschiebung
26	Ausfall: Rasterumstellung (Extensivierung)
27	Ausfall: Rasterüberprüfung (Punkt gehört nicht zum Rasternetz)

---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-7

### 3.1.8 Netzzugehörigkeit BZE

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
netz_bze	Netzdichte bzw. -weite der BZE	Text	Code	x_netz.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

Methode:

Aus dem Rasternetz wird die Netzzugehörigkeit des BZE-Punktes zentral durch die zuständige Bundesbehörde generiert. Verdichtungspunkte werden anders als die Punkte des nominalen Rasters (z.B. 8 x 8 km) mit dem Code für die Netzweite des Verdichtungsnetzes (z.B. 4 x 4 km) verschlüsselt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-4: Codierung der Netzdichte bzw. -weite der BZE-Punkte.**

Code	Beschreibung
2x2	2 km x 2 km = 4 km <sup>2</sup>
2x4	2 km x 4 km = 8 km <sup>2</sup>
4x4	4 km x 4 km = 16 km <sup>2</sup>
4x8	4 km x 8 km = 32 km <sup>2</sup>
4x12	4 km x 12 km = 48 km <sup>2</sup>
8x8	8 km x 8 km = 64 km <sup>2</sup>
8x12	8 km x 12 km = 96 km <sup>2</sup>
8x16	8 km x 16 km = 128 km <sup>2</sup>
8x32	8 km x 32 km = 256 km <sup>2</sup>
16x16	16 km x 16 km = 256 km <sup>2</sup>

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
OEWK	kein systematisches Raster (z.B. ÖWK)
BWI	2,83 km x 2,83 km = 8 km <sup>2</sup> (BWI, Bayern)

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-8

### 3.1.9 Netzzugehörigkeit BioSoil

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
netz_eu	Netzdichte bzw. -weite für EU-BZE	Text	Code	x_netz.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

Methode:

Aus dem Rasternetz wird die Netzzugehörigkeit des BioSoil-Punktes durch die zuständige Bundesbehörde generiert. Verdichtungspunkte werden anders als die Punkte des nominalen Rasters (z.B. 8 x 8 km) mit dem Code für die Netzweite des Verdichtungsnetzes (z.B. 4 x 4 km) verschlüsselt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-5: Codierung der Netzdichte bzw. -weite der EU-BZE-Punkte.**

Code	Beschreibung
2x2	2 km x 2 km = 4 km <sup>2</sup>
2x4	2 km x 4 km = 8 km <sup>2</sup>
4x4	4 km x 4 km = 16 km <sup>2</sup>
4x8	4 km x 8 km = 32 km <sup>2</sup>
4x12	4 km x 12 km = 48 km <sup>2</sup>
8x8	8 km x 8 km = 64 km <sup>2</sup>
8x12	8 km x 12 km = 96 km <sup>2</sup>
8x16	8 km x 16 km = 128 km <sup>2</sup>

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
8x32	8 km x 32 km = 256 km <sup>2</sup>
16x16	16 km x 16 km = 256 km <sup>2</sup>
OEWK	kein systematisches Raster (z.B. ÖWK)
BWI	2,83 km x 2,83 km = 8 km <sup>2</sup> (BWI, Bayern)

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-8

### 3.1.10 Erhebungsjahr BZE I

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
erhebjahri	Erhebungsjahr der Bodenprobennahme bei BZE I	Numerisch	Code	x_jahr.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben<sup>11</sup>

BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE II:** Das Erhebungsjahr, d.h. das Jahr der Bodenbeprobung zur BZE I ist anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b0tib	erhebjahri	=	vm_allgemeintab	erhebjahr_1
BZE I und BZE II	b0tib	erhebjahri	=	vm_allgemeintab_1	erhebjahr_1
BZE I und BZE II	b0tib	erhebjahri	=	vm_allgemeintab_2	erhebjahr_1
BZE I und BZE II	b0tib	erhebjahri	=	vm_netztab	erhebjahr_1

Datenbestand: ---

Tabellen:

<sup>11</sup> Das Datum der Aufnahme wurde im Rahmen der BZE I erhoben (siehe Kapitel 4.1.2). Der Parameter Erhebungsjahr BZE I (erhebjahri) wurde jedoch lediglich im Rahmen der BZE II erhoben.

**Tabelle 3-6: Codierung des BZE I-Erhebungsjahres.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1987	Jahr 1987
...	...
2005	Jahr 2005
9999	Jahr ungewiss

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-9

### 3.1.11 Wuchsgebiete und -bezirke

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bfh_wg	Zuordnung des BZE-Punktes zum Wuchsgebiet	Numerisch	Code	x_wg.icode
bfh_wb	Zuordnung des BZE-Punktes zum Wuchsbezirk	Numerisch	Code	x_wb.icode

Definition: Die Wuchsgebiete, - bezirke sind standörtliche Einheiten, die sich im wesentlichen durch ihre Geologie, Oberflächengestalt, Böden, Klima, natürliche Vegetation, derzeitige Bewaldung und forstliche Standortverhältnisse abgrenzen (Schwanecke & Kopp 1996).

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

Methode:

Die gemessenen BZE-Punktkoordinaten werden mit den jeweils aktuellsten Datensatz zu Wuchsgebiets- und Wuchsbezirksgrenzen verschnitten und das Ergebnis den Bundesländern mit der Bitte um Prüfung und Korrektur zur Verfügung gestellt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion:

Die gemessenen Punktkoordinaten der BZE II wurden mit den neuen Wuchsgebiets- und Wuchsbezirksgrenzen von 2011 (Gauer & Kroiher, 2012) in ArcGis verschnitten. Die Karte der Waldökologischen Naturräume Deutschlands (Fassung 2011) umfasst 82 Wuchsgebiete, die wiederum 608 Wuchsbezirke beinhalten.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_wg	=	vm_netztab	wuchsgebiet
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_wg	=	vm_straten_2	wuchsgebiet
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_wb	=	vm_netztab	wuchsbezirk

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 15

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-9

## 3.2 Georeferenzierung

Die Bodenzustandserhebung im Wald ist eine bundesweite Stichprobenerhebung mit einer Mindestnetzdicke von 8 x 8 km. Als Grundlage für die Festlegung der Stichprobeneinheiten (BZE-Punkte) bei der BZE I diente das Gitternetz der Waldzustandserhebung<sup>12</sup> (WZE). Die EU-WZE-Punkte (16 x 16 km) sollten miterfasst werden (BML 1994). Die Auswahl und Einrichtung der BZE-Stichprobenpunkte fällt in die Zuständigkeit der Bundesländer.

In der Realität entsprechen die Inventurpunkte der BZE I nicht immer dem systematischen, bundesweiten 8 x 8 km Raster (Kapitel 2.1). Zum Teil treten erhebliche systematische Abweichungen auf. Gründe hierfür sind zum einen die inkonsistenten Vorgaben zur Einrichtung der Inventurpunkte bei der BZE I. Genauer das Fehlen einer eindeutigen georeferenzierten Vorgabe durch den Bund bzw. die EU welche zur Folge hatte, dass die Bundesländer unterschiedliche Startpunkte für die Einrichtung ihres BZE-Netzes wählten. Ferner stand für die Bundesländer eine flächenrepräsentative Aussage für ihre auf Bundeslandebene jeweils wichtigsten Waldökosysteme bzw. Waldböden im Vordergrund. Im Ergebnis wurde das 8 x 8 km-Raster den landesspezifischen Bedürfnissen angepasst und nach unterschiedlichen Kriterien verdichtet bzw. im Fall von Baden-Württemberg ausgedünnt (Laubholzbestände wurden weniger stark berücksichtigt).

Bei der Planung der BZE II wurde erneut das nominale 8 x 8 km Rasternetz der BZE I als Grundlage verwendet. Das heißt in der Regel wurden dieselben Punkte bei der BZE II erhoben und beprobt wie schon bei der BZE I<sup>13</sup>. Das Erhebungsnetz wurde aktualisiert, Punkte, die bei der BZE I aufgenommen wurden und die bei der BZE II nicht mehr im Wald lagen wurden nicht wiederbeprobt bzw. Punkte an denen durch Aufforstung oder Sukzession neuer Wald entstanden ist sowie ehemals unzugängliche BZE I-Punkte die zur BZE II zugänglich waren wurden in die Stichprobe einbezogen.

Die eingemessenen Koordinaten (IST-Koordinaten) an den BZE-Inventurpunkten wurden der zuständigen Bundesbehörde (heute Thünen-Institut für Waldökosysteme, ehemals BFH) in den länderspezifischen Gauß-Krüger-Koordinaten übermittelt, in die Bundesdatenbank gespeichert und mehrfach durch die Bundesländer aktualisiert und verifiziert. Für die bundesweite Auswertung und Darstellung im geographischen Informationssystem wurden die gelieferten Koordinaten in ein einheitliches Koordinatensystem transformiert (Kapitel 3.2.4). Zusätzlich dazu liegen die sogenannten Sollkoordinaten, genauer die Koordinaten der Rasterpunkte des

---

<sup>12</sup> früher Waldschadenserhebung, WSE

<sup>13</sup> mit Ausnahme des Freistaates Bayern, hier wurde das BZE-Netz im Vorfeld zur BZE II auf das Raster der BWI verlegt

theoretischen 8 x 8 km Rasters vor (Kapitel 3.2.5). Diese können genutzt werden um die eingemessenen Lagekoordinaten im Hinblick auf einen Sollwert abzugleichen.

Aufgrund der zum Teil unterschiedlichen Netzweiten in den Bundesländern ist für die bundesweite Auswertung die Wichtung der BZE-Punkte notwendig. Dazu wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Herangehensweisen gewählt. Im Rahmen der BZE I-Auswertung wurde eine flächenbezogenen Wichtung der BZE-Punkte hinsichtlich ihrer Netzdichte durchgeführt um rechnerisch ein nominales 8 x 8 km-Raster zu erzeugen (Wolff & Riek 1996, S. 8). Im Rahmen der BZE II-Auswertung hingegen wurden die BZE-Punkte entsprechend ihres Waldanteils gewichtet (Wellbrock et al. 2016). Zur Ermittlung des Wichtungsfaktors wurde der Anteil der Landeswaldfläche an der Bundeswaldfläche berechnet und durch die Anzahl der mit Messwerten belegten BZE-Punkte im jeweiligen Bundesland geteilt (Kapitel 11.4.1).

### 3.2.1 Nummer der topographischen Karte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
tk25	Kennnummer der Topographische Karte 1:25.000	Text	Code	x_tk25.acode

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Topographischen Karten stellen ein geometrisch genaues Abbild der Erdoberfläche dar. Es sind ortsbeschreibende Landkarten in verschiedenen Maßstäben. Sie werden in bundeseinheitlichen Regelblattschnitten herausgegeben und dienen dem Zweck der allgemeinen Lageorientierung. Es ist die 4-stellige Nummer der topografischen Karte (Maßstab: 1:25 000) in welcher der BZE-Stichprobenpunkt liegt, anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 14

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-13

### 3.2.2 Legendeneinheit der Bodenübersichtskarte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bfh_legbuek	Legendeneinheit der Bodenübersichtskarte 1:1 000 000	Numerisch	Code	x_buek.icode

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

Methode:

Die Zuordnung des BZE-Standorts zur Legendeneinheit der Bodenübersichtskarte 1:1 000 000 wird durch die zuständige Bundesbehörde zentral durchgeführt. Die gemessenen Koordinaten wurden nach Abschluss der Datenlieferungen zur BZE II für ganz Deutschland vom TI-WO mit der BÜK 1000 N Stand 2007 (BGR, 2007) verschnitten. Erfasst wurden die Legendeneinheiten, der Aggregierungsstufe Leitbodenassoziation.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_legbuek	=	vm_netztab	buek_legende
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_legbuek	=	vm_straten_2	buek_einheit

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-13

### 3.2.3 Länderspezifischer IST-Rechtswert und IST-Hochwert (Gauss-Krüger)

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
istre	"länderspezifischer" Ist-Rechtswert als Gauß-Krüger-Koordinate in vier Meridianstreifen, Aufnahme im Gelände	Numerisch	m	-
istho	"länderspezifischer" Ist-Hochwert in als Gauß-Krüger-Koordinate in vier Meridianstreifen, Aufnahme im Gelände	Numerisch	m	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE I und BZE II:** Tatsächlicher Rechts- und Hochwert des Gitternetzpunktes nach Gauß-Krüger, aufgenommen im Gelände. Die Angabe erfolgt im länderspezifischen Meridianstreifen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-14

### 3.2.4 IST-Rechtswert und Hochwert 4. Meridianstreifen (Gauss-Krüger)

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
istre4	Ist-Rechtswert Gauß-Krüger-Koordinate im 4. Meridianstreifen, PD 83	Numerisch	m	-
istho4	Ist-Hochwertwert Gauß-Krüger-Koordinate im 4. Meridianstreifen, PD 83	Numerisch	m	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

Methode:

**BZE I und BZE II:** Rechtswert und Hochwert des tatsächlich vorhandenen Gitterpunktes nach Gauß-Krüger. Die zuständige Bundesbehörde bestimmt im Rahmen der Bundesauswertung für alle BZE-Punkte Gauß-Krüger-Koordinaten auf der Grundlage des 4. Meridianstreifens; Datum: Potsdam PD83.

Länderspezifische Modifikationen: -

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion:

Die im Gelände gemessenen Koordinaten der BZE I wurden im Vorfeld zur BZE II durch die Bundesländer überprüft und korrigiert sowie durch die Koordinaten für neu angelegte oder verlegte Erhebungspunkte ergänzt. Die länderspezifischen Gauß-Krüger-Koordinaten wurden anschließend in das bundesweit einheitliche Koordinatensystem (Gauß-Krüger, 4. Meridianstreifen / World Geodetic System 1984) umgerechnet.

Durch die Transformation der gelieferten Koordinaten in ein einheitliches Koordinatensystem kann es zu Abweichungen zu den tatsächlich eingemessenen Koordinaten kommen. Für eine bundesweite Auswertung sind diese Abweichungen aber als nicht relevant anzusehen.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b2til	re4	=	vm_netztab	re4
BZE I und BZE II	b2til	ho4	=	vm_netztab	ho4

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-14

### 3.2.5 SOLL-Rechtswert und SOLL-Hochwert (Gauss-Krüger)

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
sollre4	Soll-Rechtswert Gauß-Krüger-Koordinate im 4. Meridianstreifen	Numerisch	m	-
sollho4	Soll-Hochwert Gauß-Krüger-Koordinate im 4. Meridianstreifen	Numerisch	m	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

#### Methode:

Rechtswert und Hochwert des theoretisch aus dem Netz berechneten Gitterpunktes nach Gauß-Krüger.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

BZE I und BZE II: Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-15

### 3.2.6 Methode zur Einmessung des BZE-Punktes

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
methode	Methode der Einmessung des BZE-Punktes	Numerisch	Code	x_pkt_methode.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es wird angegeben, mit welcher Methode der Punkt eingemessen wurde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Keine Angaben aus der BZE I.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 3-7: Codierung der Methode zur Einmessung der BZE-Punkte.**

Code	Beschreibung
1	GPS
2	Bussole / Theodolit / Tachymeter / Totalstation
3	Handbussole
4	sonstige Verfahren, z.B. Karte

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-16

### 3.2.7 Einmessgenauigkeit

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
genau	Einmessgenauigkeit	Numerisch	m	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es ist die Genauigkeit des verwendeten Einmessgerätes zu erfassen. Bei Verwendung eines GPS-Gerätes ist die Messgenauigkeit am Gerät abzulesen, bei anderen Verfahren (Bussole, Karte) ist ein Schätzwert anzugeben. Wenn Koordinaten verfälscht oder gekürzt wurden, ist dies bei der Messgenauigkeit zu vermerken. Der Parameter dient der Qualitätssicherung.

Länderspezifische Modifikationen: -

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Keine Angaben aus BZE I.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Tabellen:

**Tabelle 3-8: Median und Spannweite (in Klammern) der Einmessgenauigkeit der BZE II-Koordinaten pro Bundesland.**

BL	Einmessgenauigkeit [m]
BW	2 (1-15)
BY	5
BE	8,5 (3-11)
BB	8 (5-51)
HH	-
HB	5
HE	5

---

<b>BL</b>	<b>Einmessgenauigkeit [m]</b>
MV	1
NI	5
NW	3
RP	Keine Angaben
SL	1
SN	50
ST	5
SH	Keine Angaben
TH	5

---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-16

### 3.2.8 Längen- und Breitengrad

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
laenge	geographischer Längengrad WGS84	Numerisch	DDMMSS	-
breite	geographischer Breitengrad WGS84	Numerisch	DDMMSS	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information, zentral abgeleitet

#### Methode:

**BZE II:** Längengrad und Breitengrad des tatsächlich vorhandenen Gitterpunktes. Angabe in Grad, Minuten, Sekunden entsprechend dem World Geodetic System 1984 (WGS84); GRS80 Ellipsoid. Die zuständige Bundesbehörde bestimmt im Rahmen der Bundesauswertung für alle BZE-Punkte die geographische Länge und Breite.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Permanente Information, diese gilt für beide Inventuren.

Datentransferfunktion:

Die im Gelände gemessenen Koordinaten der BZE I wurden im Vorfeld zur BZE II durch die Bundesländer überprüft und korrigiert sowie durch die Koordinaten für neu angelegte oder verlegte Erhebungspunkte ergänzt. Die länderspezifischen Gauß-Krüger-Koordinaten wurden anschließend in das bundesweit einheitliche Koordinatensystem (World Geodetic System 1984) umgerechnet.

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-16

### 3.3 Daten zur Aufnahmesituation

#### 3.3.1 Höhe über NN

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hoehenn	Geländehöhe über Normalnull	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Geländehöhe in Höhenmeter über Normalnull am Plot wird gemessen oder abgeleitet. In Deutschland werden Geländehöhen auf die Mittlere Meeresspiegelhöhe der Nordsee ("Amsterdamer Pegel") bezogen. Diese wurde im Jahr 1878 vermarktet und gilt als verbindliche Nullmarke (NN).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: Permanente Information.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b1til, b2til	hoehenn	= coalesce(b1til.hoehenn, b2til.hoehenn)	vm_netztab	hoehe_nn

Datenbestand:

**BZE I und BZE II:** Für die BZE I-Punkte fehlen Daten von Bayern und Baden-Württemberg. Für die BZE II-Punkte (wiederbeprobte sowie neu angelegte Punkte) sind die Daten vollständig.

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-17

### 3.3.2 Reliefform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
re_form	Reliefform	Text	Code	x_re_form.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

#### Methode:

**BZE I:** Die Reliefform wird entsprechend dem Datenschlüssel Bodenkunde (Oelkers, 1984, S. 26f) in 4 Kategorien (a) solitär Erscheinungen, z.B. Anhöhe, (b) Hohlformen z.B. Talsohle, (c) Streckformen z.B. Mittelhang, (d) Lineare Elemente z.B. Rinne angesprochen.

**BZE II:** Die Reliefform wird entsprechend der BZE-II-Anleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005, S. 63ff, verändert) beschrieben. Definiert werden Kulminations-, Tiefen-, und Hangbereiche in 11 Kategorien. Fakultativ konnten diese noch näher beschrieben werden.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Daten der BZE I und BZE II sind nicht direkt vergleichbar.

#### Datentransferfunktion:

Die Angaben zur Reliefform aus der BZE I wurden nicht in das Format der BZE II umcodiert.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2tit	re_form	=	vm_netztab	form_relief

#### Datenbestand:

Die Reliefform ist eine unveränderliche permanente Information am BZE-Punkt. Für alle widerbeprobten Punkte sowie alle erstmals bei der BZE II beprobten Punkte sind Angaben im harmonisierten BZE-Bundesdatensatz vorhanden, mit Ausnahme von Baden-Württemberg. Für alle BZE I-Punkte ohne Wiederholungsaufnahme sind keine Angaben zum Relief vorhanden.

#### Tabellen:

**Tabelle 3-9: Codierung der Reliefform. Hervorgehobene Angaben sind obligatorisch.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>KS</b>	<b>ebener Kulminationsbereich / Horizontalneigung &lt; 1°</b>
KSZ	ebener, sehr stark gewölbter Kulminationsbereich / Queraufriss: „zugeschärft, zugespitzt“
KSR	ebener, gewölbte Kulminationsbereich / Queraufriss: "gerundet"
KSF	ebener, gestreckter Kulminationsbereich / Queraufriss: "flächenhaft"
<b>KH</b>	<b>hängiger Kulminationsbereich / Horizontalneigung &gt; 1°</b>
KHZ	hängiger, sehr stark gewölbter Kulminationsbereich / Queraufriss: „zugeschärft, zugespitzt“
KHR	hängiger, gewölbte Kulminationsbereich / Queraufriss: "gerundet"
KHF	hängiger, gestreckter Kulminationsbereich / Queraufriss: "flächenhaft"
<b>KV</b>	<b>Kulminationssattelbereich</b>
KVZ	sehr stark gewölbter Sattel / Queraufriss: „zugeschärft, zugespitzt“
KVR	gewölbter Sattel / Queraufriss: „gerundet“
KVF	gestreckter Sattel / Queraufriss: „flächenhaft“
<b>TS</b>	<b>ebener Tiefenbereich / Neigung &lt; 1°</b>
TSM	ebener, muldenförmiger Tiefenbereich
TSF	ebener, flächenhafter Tiefenbereich / Queraufriss: „sehr schwach muldenförmig“
TSS	ebene Talsohle Tiefenbereich / Queraufriss: „gerade“
<b>TH</b>	<b>hängiger Tiefenbereich / Neigung &gt; 1°</b>
THM	hängiger, muldenförmiger Tiefenbereich
THF	hängiger, flächenhafter Tiefenbereich / Queraufriss: „sehr schwach muldenförmig“
THS	hängige Talsohle Tiefenbereich / Queraufriss: „gerade“
<b>TX</b>	<b>herausgewölbter Tiefenbereich / „Talwasserscheide“</b>
TXM	herausgewölbter, muldenförmiger Tiefenbereich
TXF	herausgewölbter, flächenhafter Tiefenbereich / Queraufriss: „sehr schwach muldenförmig“
TXS	herausgewölbte Talsohle / Queraufriss: „gerade“
<b>HH</b>	<b>Haupthang, normal, der dann über Lage im Relief o, m, u variiert wird</b>
<b>HF</b>	<b>Hangverflachung mit vorherrschend gestreckter Vertikalwölbung</b>
<b>HS</b>	<b>Hangversteilung mit vorherrschend gestreckter Vertikalwölbung</b>
<b>HR</b>	<b>muldenförmige Hangrinne mit konkaver, gerundeter Horizontalwölbung (Radius: 30 – &lt; 1.000 m)</b>
<b>HZ</b>	<b>kerbförmige Hangrinne mit konkaver, zugeschärfter Horizontalwölbung (Radius: &lt; 30 m)</b>

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 18

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-17

### 3.3.3 Relieflage

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
re_lage	Lage im Relief	Text	Code	x_re_lage.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE II:** Zusätzlich zur Reliefform wird die Lage im Relief angegeben.

Länderspezifische Modifikationen:

**BZE II:** Baden-Württemberg: keine Angaben

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Bei der **BZE I** wurde der Parameter Relieflage nicht gesondert aufgenommen, spiegelt sich aber teilweise in der Bezeichnung der Reliefform der **BZE I** wider (siehe Parameter Reliefform).

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2tit	re_lage	=	vm_netztab	lage_relief

Datenbestand:

Die Lage im Relief ist eine unveränderliche permanente Information am BZE-Punkt. Für alle widerbeprobten Punkte sowie alle erstmals bei der BZE II beprobten Punkte sind Angaben im harmonisierten BZE-Bundesdatensatz vorhanden. Für alle BZE II-Punkte in Baden-Württemberg, eine Vielzahl von Punkten in Nordrhein-Westfalen, sowie für alle BZE I-Punkte ohne Wiederholungsaufnahme sind keine Angaben vorhanden.

Tabellen:

**Tabelle 3-10: Codierung der Relieflage.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
Z	Zentrallage
R	Rundlage
G	Grenzlage
K	Kulminationslage
S	Sattelpunktlage
T	Tiefenlage
O	Oberhang
M	Mittelhang
U	Unterhang
A	Hangschulter
F	Hangfuß

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-20

### 3.3.4 Hangneigung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
neigung	Hangneigung	Numerisch	Gon	-

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE I:** Mit einer von 9 Neigungsstufen (nicht geneigt bis sehr schroff) wurde der durchschnittliche Neigungsgrad des Geländes am Plot angegeben (Oelkers, 1984, S.29f), AG Bodenkunde, 1982, S.42f).

**BZE II:** Die Hangneigung (Inklination) wird in Gon angegeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Hangneigung aus der BZE I stellt den Klassenmittelwert der jeweiligen Neigungsstufe dar. Die Angabe aus der BZE I ist demnach weniger präzise als die Angabe aus der BZE II.

Datentransferfunktion:

Für BZE I-Punkte ohne Wiederholungsaufnahme wurden die BZE I-Daten verwendet und die Neigungsstufen [9 Klassen] in Klassenmittelwerte (gerundet) umcodiert.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2tit	neigung	=	vm_netztab	hangneigung

Datenbestand:

Die Hangneigung ist eine unveränderliche permanente Information am BZE-Punkt. Die Angaben im harmonisierten BZE-Bundesdatensatz zur Hangneigung sind vollständig vorhanden.

Tabellen:

**Tabelle 3-11: Tabelle zur Umrechnung der BZE I-Angaben zur Hangneigung in Klassenmittlwerte.**

<b>Code BZE I</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>	<b>Neigung in Gon</b>	<b>Neigung in %</b>	<b>Neigung in Gon Klassenmittel</b>
N0	nicht geneigt	< 1	< 2,0	1
N1	sehr schwach geneigt	1 - 2	2,0 - 3,5	2
N2	schwach geneigt	2 - 5	3,5 - 9	4
N3	mittel geneigt	5 - 9	9 - 18	7
N4	stark geneigt	9 - 14	18 - 27	12
N5	sehr stark geneigt	14 - 18	27 - 36	16
N6.1	steil	19 - 29	36 - 58	24
N6.2	schroff	29 - 50	58 - 100	40
N6.3	sehr schroff	> 50	> 100	75

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 19

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-20

### 3.3.5 Exposition

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
exposition	Hangneigungsrichtung d.h. Richtung, in die die Oberfläche des Geländes geneigt ist	Text	Code	y_exposition9.acode

Aufnahmestatus:

BZE I und BZE II: Obligatorischer Parameter - permanente Information

Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Exposition des Geländes wird mit 8 Himmelsrichtungen beschrieben. Das Kleinrelief wird nicht berücksichtigt. Ebenen werden zusätzlich verschlüsselt (FLA).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Codierung der Exposition aus der BZE I und BZE II sind nach Umcodierung der BZE I-Daten identisch.

Datentransferfunktion:

Die **BZE I**-Daten zur Exposition wurden entsprechend der Tabelle 3-12 umcodiert.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b1tit b2tit	exposition	= coalesce (b1tit.exposition; b2tit.exposition)	vm_netztab	exposition

Datenbestand:

Die Hangneigungsrichtung ist eine unveränderliche permanente Information am BZE-Punkt. Die Angaben im harmonisierten BZE-Bundesdatensatz zur Hangneigungsrichtung sind vollständig vorhanden.

Tabellen:

**Tabelle 3-12: Codierung der Exposition.**

Code	Beschreibung	Definition [Grad]	Defintion [Gon]	Code BZE I
NN	Nord	337,5 bis <22,5	375 bis <25	N
NE	Nord-Ost	22,5 bis <67,5	25 bis <75	NE
EE	Ost	67,5 bis <112,5	75 bis <125	E
SE	Süd-Ost	112,5 bis <157,5	125 bis <175	SE
SS	Süd	157,5 bis <202,5	175 bis <225	S
SW	Süd-West	202,5 bis <247,5	225 bis <275	SW
WW	West	247,5 bis <292,5	275 bis <325	W
NW	Nord-West	292,5 bis <337,5	325 bis <375	NW
FLA	flach	-	-	OR

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 19

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-21

### 3.3.6 Klimadaten

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle in Bundesdatenbank
bfh_niedj	Jährliche Niederschlagssumme, langjähriges Mittel	Numerisch	mm	-
bfh_niedv	Niederschlagssumme in der forstlichen Vegetationszeit (Mai-Sept.), langjähriges Mittel	Numerisch	mm	-
bfh_tempj	Mittlere jährliche Lufttemperatur, langjähriges Mittel	Numerisch	°C	-
bfh_tempv	Mittlere Lufttemperatur in der forstlichen Vegetationsperiode (Mai-Sept.), langjähriges Mittel	Numerisch	°C	-
bfh_verdj	Jährliche FAO - Grasreferenzverdunstung, langjähriges Mittel	Numerisch	mm	-
bfh_verdv	FAO - Grasreferenzverdunstung in der forstlichen Vegetationszeit, langjähriges Mittel	Numerisch	mm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter, Verdunstung nicht erhoben

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die jährlichen Niederschläge, die Niederschläge in der forstlichen Vegetationsperiode, die mittlere jährliche Lufttemperatur und die mittlere Lufttemperatur in der forstlichen Vegetationsperiode sind für jeden BZE-Punkt anzugeben.

**BZE II:** Die jährlichen Niederschläge, die Niederschläge in der forstlichen Vegetationsperiode, die mittlere jährliche Lufttemperatur, die mittlere Lufttemperatur in der forstlichen Vegetationsperiode, die jährliche Grasreferenzverdunstung und die Grasreferenzverdunstung in der forstlichen Vegetationsperiode werden für den BZE-Punkt zentral durch die entsprechende Bundesbehörde (Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde) ermittelt. Alle Klimadaten beziehen sich auf das langjährige Mittel von 1961 bis 1990.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Angaben zu den Jahresniederschlägen aus BZE I und BZE II sind nicht direkt vergleichbar. Die Herkunft der Angaben aus der BZE I ist unbekannt.

Datentransferfunktion:

Interpolation der Niederschläge aus der homogenisierten Messreihe des Deutschen Wetterdiensts vom 01.01.1961-31.12.2006 (Österle et al. 2006) mittels Ordinary Kriging (Ziche & Seidling 2010).

Interpolation der Temperatur aus der homogenisierten Messreihe des Deutschen Wetterdiensts vom 01.01.1961-31.12.2006 (Österle et al. 2006) mittels Regression Kriging (Höhenanpassung) und Ordinary Kriging (Ziche & Seidling 2010).

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_niedj	=	vm_netztab	niedj
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_niedv	=	vm_netztab	niedv
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_tempj	=	vm_netztab	temj
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_tempv	=	vm_netztab	temv
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_verdj	=	vm_netztab	verdj
BZE I und BZE II	b0tib	bfh_verdv	=	vm_netztab	verdv

Aus den Klimadaten wurde der Ariditätsindex nach de Martonne (Martonne de, 1926) abgeleitet, dieser ist ein Maß für die Trockenheit des Lebensraumes.

$$arid\_j = \frac{niedj}{(temj + 10)} \tag{3-1}$$

mit:

- arid\_j=Ariditätsindex im Jahresdurchschnitt
- niedj=Jahresniederschlagssumme [mm]
- temj=Jahresmitteltemperatur [°C]

$$arid\_v = \frac{niedv}{(temv + 10)} \tag{3-2}$$

mit:

- arid\_v=Ariditätsindex in der forstlichen Vegetationsperiode
- niedv=Niederschlagssumme in der forstlichen Vegetationsperiode [mm]
- temv=mittlere Lufttemperatur in der forstlichen Vegetationsperiode [°C]

Datenbestand:

Die Angaben zu den Klimadaten aus der BZE I sind nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Als permanente Information im BZE-Bundesdatensatz gespeichert sind die

interpolierten DWD-Daten als langjähriges Mittel von 1961-1990. Es liegen für nahezu alle BZE-Punkte Klimadaten vor.

Tabellen: ---

Literatur:

Ziche & Seidling 2010, Martonne de, 1926, Österle et al. 2006

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 20

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-21ff

### 3.4 Forstliche Daten

#### 3.4.1 Landesspezifische Forstliche Standortseinheit

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_standort	Landesspezifische forstliche Standortseinheit	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die landesspezifische forstliche Standortseinheit ist anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die landesspezifische forstliche Standortseinheit wurde erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II angegeben. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

**BZE II:** Es liegen keine Angaben zur forstlichen Standortseinheit für die Bundesländer Berlin, Bremen und Hessen vor.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-23

### 3.4.2 Landesspezifische Wasserhaushaltsstufe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_wh_stufe	landesspezifische Wasserhaushaltsstufe	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es ist die Wasserhaushaltsstufe gemäß dem jeweiligen Länderverfahren anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die landesspezifische Wasserhaushaltsstufe wurde erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II angegeben. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

**BZE II:** Es liegen jedoch keine Angaben zur Wasserhaushaltsstufe für die Bundesländer Berlin, Bremen, Hessen, und Sachsen vor.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-23

### 3.4.3 Landesspezifische Nährstoffversorgung / -kraftstufe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_n_stufe	landesspezifische Nährkraftstufe	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es ist die länderspezifische Einstufung der Nährstoffversorgung (Nährkraftstufe) anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die landesspezifische Nährstoffversorgung wurde erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II angegeben. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion:

Der Parameter wurde nicht in den Auswertungsdatensatz übernommen.

Datenbestand:

**BZE II:** Es liegen jedoch keine Angaben zur Nährkraftstufe für die Bundesländer Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hessen, und Sachsen vor.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-24

### 3.4.4 Länderverfahren

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Id_standort_methode	Länderverfahren für die forstliche Standortskartierung	Text	Code	x_standort_methode.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es wird die Quelle (Name und Jahr) des ländereigenen Verfahrens der forstlichen Standortskartierung angegeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Das Länderverfahren zur forstlichen Standortskartierung wurde erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II angegeben. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: Der Parameter Länderverfahren wurde nicht in den Auswertungsdatensatz übernommen.

Datenbestand:

**BZE II:** Der Datensatz ist vollständig.

Tabellen:

**Tabelle 3-13: Codierung der Länderverfahren zur forstlichen Standortskartierung.**

Code	Beschreibung	Kennzahl
SEA74/81	Standortserkundungsanweisung 1974 und 1981	1
SEA95	Standortserkundungsanweisung 1995	2
BY2003	AK Standortskartierung, 2003 (Forstliche Standortsaufnahme 6. Aufl., S. 282-284)	3
HAFEA2002	Hessische Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten aus dem Jahre 2002	4
SH2001	Arbeitsanleitung zur Standortkartierung in Schleswig-Holstein 2001	5

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Kennzahl</b>
ASta61	Anwsg. für Standortkart. in Staats- und Körperschaftswald der Forstdirektion Koblenz - A. Sta. 61	6
Asta96	Anwsg. für Standortkart. in Staats- und Körperschaftswald von Rheinland-Pfalz - A. Sta. 96	7
STO03	DA für forstl. Standorterkundung in Nordrhein-Westfalen 2003 (Forstliche Standorterkundung 2003 NW)	8
BW2003	AK Standortskartierung, 2003 (Forstliche Standortsaufnahme 6. Aufl., S. 277-282)	9
WbrISAAR86	Richtlinien für Bewirtschaftung des Staatswaldes im Saarland. 1. Teil Standortsökol. Grundlagen 1986	10
FsaNI2004	Forstl. Standortsaufn., Geländeökol. Schätzrahmen für Mittelgeb., Berg-/Hügelland (Stand 03/2004)	11
SH2004	Forstl. Standortsaufn., Geländeökol. Schätzrahmen für pleistozänes Tiefland (Stand 2004)	12

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-24

### 3.4.5 Vor- und Nachnutzung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
vornachnutz	Vornutzung zum Zeitpunkt BZE I (1990) oder Nachnutzung zum Zeitpunkt BZE II (2006)	Numerisch	Code	x_vornachnutz.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Angegeben wird die Landnutzungsart zum Stichjahr 1990. Falls zur BZE II kein Wald mehr vorhanden ist, wird die vorgefundene Landnutzungsform notiert. Der Parameter Vor-/Nachnutzung wird für die Berichtspflichten zum Kohlenstoffinventar und zur Qualitätssicherung genutzt.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Nur für Punkte, die 1990 eine andere als die aktuelle Landnutzungsform hatten, ist dieser Parameter die Fortsetzung des BZE I-Parameters Vorbestandsgeschichte.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand:

Für alle Bundesländer liegen Daten zum Parameter Vor-/ Nachnutzung für die BZE II in der Bundesdatenbank vor.

#### Tabellen:

**Tabelle 3-14: Codierung der Vor- und Nachnutzung. Obligatorische Angaben sind hervorgehoben und entsprechen Vor-/ Nachnutzung nach IPCC (IPCC 2006), fakultativ sind weitere Differenzierungen möglich, diese entsprechen der Vor-/ Nachnutzung nach BWI in Anlehnung an CORINE Landcover.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>10</b>	<b>Siedlungsflächen</b>
<b>20</b>	<b>landwirtschaftliche Nutzung (außer Grünland)</b>
21	Acker
<b>22</b>	<b>Dauerkulturen</b>
<b>23</b>	<b>Dauergrünland</b>
<b>30</b>	<b>Feuchtgebiete</b>
31	Feuchtflächen
32	Wasserflächen
<b>50</b>	<b>Wald</b>
51	Laubhochwald
52	Nadelhochwald
53	Mischwald
54	Niederwald
99	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-25

### 3.4.6 Eigentumsart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
egart	Eigentumsart	Numerisch	Code	x_egart.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die Eigentumsart wird für jeden BZE-Punkt angegeben. Daten über den jeweiligen konkreten Eigentümer werden auf Bundesebene nicht erfasst. Die Eigentumsart unterscheidet verschiedene öffentliche und private Waldeigentümer. Im Allgemeinen vermutet man Unterschiede in der Art der Waldbewirtschaftung durch diese Eigentümer.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:**

Auf den meisten BZE II-Punkten dürfte der Waldbesitzer zwischen den Inventuren nicht gewechselt haben, jedoch gibt es keine Möglichkeit dies zu quantifizieren. Deshalb hat dieser BZE II-Parameter zur BZE I keine Gültigkeit.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2til	egart	=	vm_netztab	eigentumsart

Datenbestand:

**BZE II:** Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor. Für alle Bundesländer liegen Daten zum Parameter Eigentumsart aus der BZE II in der Bundesdatenbank vor. In den Bundesländern BW, NI, ST, TH wurde der Privatwald differenzierter angegeben.

Tabellen:

**Tabelle 3-15: Codierung der Eigentumsart.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Staatswald (Bund)
2	Staatswald (Land)
3	Körperschaftswald
4	Privatwald
5	Treuhandwald
6	Stiftungswald
7	Klosterforst
8	Kommunalwald
9	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-26

### 3.4.7 Baumarten des Vorbestandes

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
vorbesttyp	Bestandestyp des Vorbestandes	Numerisch	Code	x_besttyp.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Anzugeben ist der Bestockungstyp des Vorbestandes, gutachterliche Einschätzung oder aus Forsteinrichtungsdaten. Es werden 10 Kategorien von Bestandestypen unterschieden. Grundlage sind die Hauptlaub- bzw. Nadelbaumarten und die Unterscheidung in Rein- bzw. Mischbestände. Der Parameter Baumarten des Vorbestandes untersetzt die Vornutzungsart Wald mit einer konkreteren Bestandesbeschreibung.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Wenn es zwischen den Inventuren keinen Landnutzungswechsel gab, hat dieser Parameter auch für die BZE I Gültigkeit.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2til	vorbesttyp	=	vm_netztab	vorbestand

Datenbestand:

**BZE II:** Für die Bundesländer BW, NW, RP, SH, SL, TH sind Daten zum Vorbestand in der Bundesdatenbank enthalten.

Tabellen:

**Tabelle 3-16: Codierung des Bestockungstyps des Vorbestandes.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Fichten(rein)bestand ( $\geq 70$ % Fichte)
2	Kiefern(rein)bestand ( $\geq 70$ % Kiefer)
3	sonstige Nadelbaumarten ( $\geq 70$ % sonstiges Nadelholz)
4	Buchen(rein)bestand ( $\geq 70$ % Buche)
5	Eichen(rein)bestand ( $\geq 70$ % Eiche)
6	Laubholzreiche Nadelmischbestände ( $> 30$ % Laubholz)
7	Nadelholzreiche Laubholzmischbestände ( $> 30$ % Nadelholz)
8	sonstige Laubbaumarten ( $\geq 70$ % sonstiges Laubholz)
91	Laubbestand (nicht näher spezifizierbar)
92	Nadelbestand (nicht näher spezifizierbar)
99	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-27

### 3.4.8 Historische Nutzungsform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
histnutz	historische Nutzungsform vor 1950	Numerisch	Code	x_histnutz.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die anthropogene Beeinflussung des BZE-Punktes ist zu erfassen. Dokumentierte oder im Gelände erkennbare Beeinflussungen (6 Kategorien) werden notiert.

**BZE II:** Die historische Nutzungsform (9 Kategorien) vor 1950 ist zu erfassen.

Mit dem Parameter anthropogene Beeinflussung (BZE I) bzw. historische Nutzungsform (BZE II) können ökologische Auswirkungen der Voranutzung auf den Boden erfasst werden. Beispielsweise ist die bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts praktizierte Waldweide mit einer Devastierung des Oberbodens verbunden.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Der Parameter „Anthropogene Beeinflussung“ aus der BZE I wird durch den Parameter „historische Nutzungsform“ in der BZE II fortgeführt (Tabelle 3-17).

Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand:

**BZE I:** In der BZE-Bundesdatenbank liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

**BZE II:** BZE II-Daten sind für die Bundesländern BW, MV, NW, RP, SH, SL, SN, TH vorhanden.

#### Tabellen:

**Tabelle 3-17: Codierung der historischen Nutzungsform und die entsprechenden (Alt-) Codierung aus der BZE I.**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I
0	keine historische Nutzungsform bzw. keine der unten aufgeführten Nutzungsformen	-	-
1	Streunutzung	SNUT	Streunutzung
2	Plaggenhieb	PHIE	Plaggenhieb
3	Eschboden	-	-
4	Waldweide	WWEI	Waldweide
5	Niederwald	-	-
6	Mittelwald	-	-
7	alte Ackernutzung	-	-
9	trotz Recherche unbekannt	-	-
		BEFA	Befahrung
		BVER	Bodenverdichtung
		WBRA	Waldbrand

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-27

## 3.5 Bodenverändernde Einflüsse

### 3.5.1 Art des bodenverändernden Einflusses

Variablen- name	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bover1	wichtigste Art des bodenverändernden Einflusses	Numerisch	Code	x_bover.lcode
bover2	zweitwichtigste Art des bodenverändernden Einflusses	Numerisch	Code	x_bover.lcode
bover3	drittwichtigste Art des bodenverändernden Einflusses	Numerisch	Code	x_bover.lcode
bover4	viertwichtigste Art des bodenverändernden Einflusses	Numerisch	Code	x_bover.lcode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Das Vorhandensein von bodenverändernden Einflüssen, d.h. aller am BZE-Punkt feststellbaren Faktoren, welche die Humusaufgabe und den Mineralboden beeinflussen oder beeinflusst haben, wird erfasst und dokumentiert (Mehrfachnennung möglich - bis zu vier Einflüsse). Die bodenverändernden Einflüsse sind für den Mittelpunkt des BZE-Punktes sowie für alle acht Satelliten separat anzugeben. Wird ein BZE-Punkt (Mittelpunkt, Profil und seine acht Satelliten) auf Grund von bodenverändernden Einflüssen verlegt, ist dieses zusammen mit dem Verlegungsgrund zu dokumentieren. Dabei ist eine Verlegung um maximal 30 m vom ursprünglichen BZE I-Mittelpunkt zulässig.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Es liegen keine Daten zu den bodenverändernden Einflüssen aus der BZE I.

Allerdings liegen folgende zusätzliche Informationen vor: Windwurfereignisse (v. a. im Zusammenhang mit dem Sturm Lothar) traten zwischen der BZE I und BZE II besonders im Südwesten auf. Nachweislich betroffen waren die BZE-Punkte 10012, 80001, 80008, 80012,

80014, 80017, 80018, 80037, 80049, 80051, 80055, 80056, 80057, 80059, 80061, 80064, 80071, 80083, 80092, 80098, 80122, 80124, 80127, 80128, 80129, 80130, 80134, 80137, 80142, 80157, 80165, 80166, 80188, 80201, 80212, 80225, 80231, 80232, 80234, 80277, 80285, 80293, 100018 und 100078.

Tabellen:

**Tabelle 3-18: Codierung der Art des bodenverändernden Einflusses.**

Code	Beschreibung	
11	Befahrung (z. B. Rückeweg, Fahrspur)	forstlicher Bewirtschaftung
12	Holzrückung (z. B. Schleifspur)	forstlicher Bewirtschaftung
13	Anhäufung von organischem Material (z. B. Rinde, Späne, Schlagabraum)	forstlicher Bewirtschaftung
19	Sonstige Einflüsse aus forstlicher Bewirtschaftung (nicht spezifiziert)	forstlicher Bewirtschaftung
29	Einflüsse durch Tiere (z. B. Wühlaktivität, unterirdische Wohnstätten, Suhle, Exkremete)	Einflüsse durch Tiere
31	Kirrung, Wildfütterung	Einflüsse durch Menschen
32	landwirtschaftliche Vornutzung (z. B. Pflugsohle)	Einflüsse durch Menschen
33	Abbau von Bodenschätzen (Sand, Kies, Steine, Erz usw.)	Einflüsse durch Menschen
34	Ablagerung von Fremdmaterial (Abfall, Klärschlamm, Abwässer, Bauschutt usw.)	Einflüsse durch Menschen
35	Entwässerung (Gräben)	Einflüsse durch Menschen
36	Überstauung	Einflüsse durch Menschen
37	Kriegsschäden (z. B. Bombenrichter)	Einflüsse durch Menschen
38	historisches Gewerbe (z. B. Holzkohle-, Metall-, Glasgewinnung)	Einflüsse durch Menschen
39	Sonstige Einflüsse durch Menschen (nicht spezifiziert)	Einflüsse durch Menschen
41	natürliche Materialverlagerung (Ab- / Auftrag durch Erosion, Hangrutschung)	Einflüsse durch sonstige Ursachen (abiotisch)
42	Windwurf	Einflüsse durch sonstige Ursachen (abiotisch)
43	Waldbrand	Einflüsse durch sonstige Ursachen (abiotisch)
44	Auflichtung (Blöße)	Einflüsse durch sonstige Ursachen (abiotisch)
49	Einflüsse durch sonstige Ursachen (nicht spezifiziert)	Einflüsse durch sonstige Ursachen (abiotisch)

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-29

### 3.5.2 Auswirkung auf die Beprobung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
auswirkung	Auswirkung der bodenverändernden Maßnahme auf die Beprobung	Numerisch	Code	x_auswirkung.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Wird aufgrund bodenverändernder Einflüsse die Beprobung (Satellitenpunkt / Profil) verlegt, ist dieses zu dokumentieren.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Es liegen keine Daten zu den bodenverändernden Einflüssen und deren Auswirkungen auf die Beprobung aus der BZE I vor.

Tabellen:

**Tabelle 3-19: Codierung der Auswirkung von bodenverändernden Einflüssen auf die Probenahme.**

Code	Beschreibung
0	keine Verlegung
1	Beprobung verlegt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-29

### 3.5.3 Forstliche Bodenbearbeitung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bodenbearb	forstliche Bodenbearbeitung	Numerisch	Code	x_bodenbearb.lcode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter: forstliche Bodenbearbeitung (ja / nein), fakultativ für detaillierter Angaben.

Methode:

**BZE I:** Protokolliert werden Beobachtungen, wenn sie den Bereich der Bodenzustandserhebung (30 m) betreffen (5 Kategorien).

**BZE II:** Die erkennbare oder recherchierte forstliche Bodenbearbeitung wird in neun Kategorien angesprochen.

Der Parameter forstliche Bodenbearbeitung gibt Auskunft über die Bodenbearbeitungen zur Einleitung der Verjüngung oder zur Bestandesbegründung. Diese hat Auswirkungen auf den Humus- und den Mineralboden, z.B. wird der Oberboden aufgeschnitten und umgeklappt (Streifenkultur).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Ein Vergleich beider Inventur bezüglich dieses Parameter wird nicht empfohlen. Der Datensatz zur BZE I ist nicht vollständig. Eine Umcodierung des Parameter: Bodenbearbeitung aus der BZE I in die BZE II -Codierung (BML 1994) war nur begrenzt möglich (Tabelle 3-20). Sicher ist, dass die Punkte auf denen zur BZE II keine Bodenbearbeitung festgestellt wurde auch zur BZE I ohne Bodenbearbeitung waren.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b1tit, b2tit	bodenbearb	= COALESCE(b2tit.bodenbearb, b1tit.bodenbearb)	vm_netztab	bodenbearbeitung

Datenbestand:

**BZE I:** Für die Bundesländern HE, NI, NW, RP, SN, ST liegen Daten zum Parameter forstliche Bodenbearbeitung aus der BZE I in der BZE-Bundesdatenbank vor. Diese sind jedoch nicht vollständig. Da häufig andere als die vorgegebenen BZE I-Codes verwendet wurden, war eine Zuordnung zur Bodenbearbeitungsart nach BZE II-Codierung nur sehr begrenzt möglich.

**BZE II:** Aus der BZE II hingegen liegen für alle Bundesländer, ausser Hessen, Daten zum Parameter forstliche Bodenbearbeitung in der BZE-Bundesdatenbank vor.

Tabellen:

**Tabelle 3-20: Codierung der forstlichen Bodenbearbeitung aus BZE II und BZE I. Hervorheobene Angaben sind obligatorisch.**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I
<b>0</b>	<b>keine Bodenbearbeitung festgestellt / feststellbar</b>	-	-
<b>1</b>	<b>Bodenbearbeitung festgestellt</b>	VOLW	vollflächige Bodenbearbeitung, geringer als 30 cm Tiefe
11	gemulcht	-	-
12	gegrubbert	GEG	gegrubbert in den letzten 5 Jahren
13	Streifenkultur	STR	Streifenkultur
14	abgeschoben (Entfernen der Humusaufgabe)	ABG	abgeschoben
15	Vollumbruch	VOLM	vollflächige Bodenbearbeitung, tiefer als 30 cm
16	Deck- oder Mischkulturen (z.B. Sanddeckverfahren, Fehnkultur, Sandmischverfahren)	-	-
17	Rabatten	-	-
18	Rigolen	-	-
19	sonstige Verfahren	-	-
99	Verfahren unbekannt	-	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 22

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-31

### 3.5.4 Einflüsse durch Nachbarschaftseinwirkung

#### 3.5.4.1 Art der Nachbarschaftseinwirkung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
nachbar	Art der Nachbarschaftseinwirkung	Numerisch	Code	x_nachbar.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Bedeutende Nachbarschaftseinwirkungen die sich auf die Ökologie des BZE-Punktes auswirken können, sind zu erfassen (Mehrfachnennung möglich - bis zu vier Einwirkungen).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2titn	nachbar	=	vm_nachbarschaft	nachbar

Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen keine Daten zu Nachbarschaftseinwirkungen aus der BZE I vor.

**BZE II:** Aus der BZE II hingegen liegen für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Hessen, Daten zum Parameter Nachbarschaftseinwirkungen in der BZE-Bundesdatenbank vor.

Tabellen:

**Tabelle 3-21: Codierung der Art der Nachbarschaftsbeziehungen.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	keine bedeutsamen
1	Stoffeinträge aus benachbarter Emissionsquelle ind. Großanlagen (u.a. Kalkwerk)
2	Einflüsse auf den Wasserhaushalt
3	sonstige, sonst nicht genannte Einwirkungen
11	industrielle Großanlagen (u.a. Kalkwerk)
12	Massentierhaltung im Stall (z.B. Hühnerfarm)
13	Verkehr (Straßen)
14	bäuerliche Freilandtierhaltung
15	Acker- und Grünlandbewirtschaftung (Kalkung, Düngung)
16	Steinbruch
15	Eisenbahnlinie
21	Wassergewinnung (u.a. Tiefbrunnen)
22	Gewässerregulierung (Flussbegradigung)
23	Milorationsmaßnahmen (Entwässerung)
24	Großflughafen
24	Flugplatz

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-31

### 3.5.4.2 Geschätzte Entfernung in Metern

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
nachbarentf	horizontale Entfernung zur Quelle der Nachbarschaftseinwirkung	Numerisch	m.	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

BZE II: Es ist jeweils die geschätzte Entfernung der Nachbarschaftseinwirkung zum BZE-Mittelpunkt in Metern anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2titn	nachbarentf	=	vm_nachbarschaft	nachbarentf

Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen keine Daten zu Nachbarschaftseinwirkungen und deren Entfernung aus der BZE I vor.

**BZE II:** Aus der BZE II hingegen liegen für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Hessen, Daten zum Parameter Entfernung der Nachbarschaftseinwirkungen in der BZE-Bundesdatenbank vor.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-32

### 3.5.4.3 Richtung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
nachbarexpo	Exposition zur Quelle der Nachbarschaftseinwirkung	Text	Code	y_exposition9.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Es ist jeweils die Himmelsrichtung vom BZE II-Punkt zur Emissionsquelle anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2titn	nachbarexpo	=	vm_nachbarschaft	nachbarexpo

Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen keine Daten zu Nachbarschaftseinwirkungen und deren Richtung aus der BZE I vor.

**BZE II:** Aus der BZE II hingegen liegen für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Hessen, Daten zum Parameter Richtung der Nachbarschaftseinwirkungen in der BZE-Bundesdatenbank vor.

Tabellen:

**Tabelle 3-22: Codierung der Exposition.**

Code	Beschreibung	Definition [Grad]	Defintion [Gon]
NN	Nord	337,5 bis <22,5	375 bis <25
NE	Nord-Ost	22,5 bis <67,5	25 bis <75
EE	Ost	67,5 bis <112,5	75 bis <125

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Definition [Grad]</b>	<b>Defintion [Gon]</b>
SE	Süd-Ost	112,5 bis <157,5	125 bis <175
SS	Süd	157,5 bis <202,5	175 bis <225
SW	Süd-West	202,5 bis <247,5	225 bis <275
WW	West	247,5 bis <292,5	275 bis <325
NW	Nord-West	292,5 bis <337,5	325 bis <375
FLA	flach	-	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-32

### 3.5.5 Kalkung und Düngung

#### 3.5.5.1 Anzahl der Kalkungen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
anzkalk	Anzahl der Kalkungen/Düngungen seit der BZE I bzw. 1987 bei Erstaufnahme	Numerisch	Code	x_kalk_anz.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Für alle BZE-Punkte ist die Anzahl der Kalkungen / Düngungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) zu dokumentieren.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferte Information zur Anzahl der Kalkung pro BZE-Standort (b2til.anzkalk) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.jahr).

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I und BZE II	b2til	anzkalk	=	vm_netztab	anzahl_kalk
BZE I und BZE II	b2til	anzkalk	=	vm_kalkung	alterstand_anzkalk
BZE I und BZE II	b12kalk_nach201501	jahr	= count(jahr)	vm_kalkung	anz_kalk_ges_2008
BZE I und BZE II	b12kalk_nach201501	jahr	= count(jahr), where jahr ≤ Erhebungsjahr BZE I	vm_kalkung	anzvorbze_1
BZE I und BZE II	b12kalk_nach201501	jahr	= count(jahr), where jahr > Erhebungsjahr BZE I und ≤ Erhebungsjahr BZE II	vm_kalkung	anzjahrnachbze1vorbze2

Datenbestand:

Die Angaben zur Anzahl der Kalkungen pro BZE-Punkt sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Der Datensatz ist vollständig, mit Ausnahme der BZE I-Standorte, die bei der BZE II nicht wieder beprobt wurden.

Tabellen:

**Tabelle 3-23: Codierung der Anzahl der Kalkungen.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	(definitiv) keine Kalkung / Düngung seit BZE1
1-9	Anzahl der Kalkung / Düngung seit BZE1
10	10 oder mehr Kalkungen / Düngungen seit BZE1
99	gekalkt/gedüngt, aber Anzahl bzw. Mengen nicht bekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-33

### 3.5.5.2 Jahr der Kalkungen oder Düngungen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
jahr (b12kalk)	Jahr der Kalkung / Düngung	Numerisch	a	x_jahr.icode
jahr (b12kalk_nach201501)	Jahr der Kalkung / Düngung	Numerisch	a	x_jahr.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I:** Das Jahr der Düngung (letzten beiden Ziffern der Jahreszahl) ist anzugeben. Maximal die letzten vier Kalkungen/Düngungen werden berücksichtigt.

**BZE II:** Das Jahr der Kalkung bzw. Düngung ist anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen zum Jahr der Kalkung pro BZE-Standort (b12kalk.jahr) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.jahr).

BZE	tabelle	variable	=	datentransfer	tabelle.extern	variable.extern
BZE I und BZE II	b12kalk_ nach201501	jahr	=	max(jahr), where jahr ≤ Erhebungsjahr BZE I	vm_kalkung	maxjahrvorbze1
BZE I und BZE II	b12kalk_ nach201501	jahr	=	count(jahr), where jahr > Erhebungsjahr BZE I und ≤ Erhebungsjahr BZE II	vm_kalkung	maxjahrnachbze1vorbze2

Datenbestand: Die Angaben zum Jahr der Kalkung sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert (b12kalk\_nach201501.jahr). Der Datensatz ist vollständig, mit Ausnahme der BZE I-Standorte die bei der BZE II nicht wieder beprobt wurden.

Tabellen:

**Tabelle 3-24: Codierung des Kalkungs- bzw. Düngungsjahrs.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1987	Jahr 1987
...	...
2017	Jahr 2017
9997	Jahr vor der BZE I
9998	Jahr zwischen BZE I und BZE II
9999	Jahr ungewiss

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 26

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-33

### 3.5.5.3 Kalk- und Düngemitteltyp

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
mittel (b12kalk)	Kalkungs- bzw. Düngemittel	Numerisch	Code	x_kalk_mittel.icode
mittel (b12kalk_nach201501)	Kalkungs- bzw. Düngemittel	Numerisch	Code	x_kalk_mittel.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE I:** Die Düngerart ist anzugeben. Maximal die letzten vier Kalkungen/Düngungen werden berücksichtigt.

**BZE II:** Der Kalkungs-/Düngemitteltyp (Düngemittelname) ist anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Es liegen keine Daten zu Kalkungs- bzw. Düngemittel aus der BZE I vor. Lediglich die Angaben zur Kalkungs- bzw. Düngemittelart aus der BZE II sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk.mittel) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.mittel).

Tabellen:

**Tabelle 3-25: Codierung der Kalke und Düngemitteltypen.**

Code	Beschreibung	Zusatz-Information	BZE I Code
100	Kalk	ohne nähere Angabe	

Code	Beschreibng	Zusatz-Information	BZE I Code
110	Branntkalk	Ca-, Mg-Oxide	BRA
120	kohlensaurer Kalk	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ % *	KOH
121	kohlensaurer Kalk mit Magnesium	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ % *	KOH
122	kohlensaurer Magnesiumkalk	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ % *	KOH
130	kohlensaurer Kalk mit weich erdigem Rohphosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ % mineral säurelöslich *	KOH
131	kohlensaurer Kalk mit Magnesium und weicherdigem Rohphosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ % mineral säurelöslich *	KOH
132	kohlensaurer Magnesiumkalk mit weicherdigem Rohphosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ % mineral säurelöslich *	KOH
140	kohlensaurer Kalk mit Phosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 5$ % alkalisch-ammon-citratlöslich *	KOH
141	kohlensaurer Kalk mit Magnesium und Phosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 5$ % alkalisch-ammon-citratlöslich *	KOH
142	kohlensaurer Magnesiumkalk mit Phosphat	Ca-, Mg-Karbonate $\geq 75$ %; MgCO <sub>3</sub> $\geq 15$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 5$ % alkalisch-ammon-citratlöslich *	KOH
150	Hüttenkalk	Ca-, Mg-Silikate; CaO $\geq 42$ %	HUE
151	Hüttenkalk mit Magnesium	MgO $\geq 7$ %	HUE
152	Hüttenkalk mit (weicherdigem Roh-) Phosphat	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ %	HUE
153	Hüttenkalk mit Magnesium und (weicherdigem Roh-) Phosphat	MgO $\geq 7$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ %	HUE
160	Konverterkalk	CaO $\geq 40$ %	KON
161	Konverterkalk mit Phosphat	CaO $\geq 40$ %; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\geq 3$ %	KON
190	sonstige Kalke	z. B. Carbokalk, Holzäsche	SON
200	Dünger	ohne nähere Angabe	
210	N-Dünger	ohne nähere Angabe	
211	Ammoniumsulfatsalpeter		
212	Kalkammonsalpeter (KAS)		
213	Ammoniumsulfat		
214	Ammoniumnitrat		
215	Harnstoff		
220	P-Dünger	ohne nähere Angabe	
221	Superphosphat		
222	Dicalciumphosphat (DCP)		

Code	Beschreibng	Zusatz-Information	BZE I Code
223	Thomasphosphat (Thomaskalk bzw. Thomasmehl)		THO
224	Weicherdiges Rohphosphat (Hyperphos, Granuphos, Sartophos)		
230	K-Dünger		
231	Kaliumsulfat		
240	Mg-Dünger		
241	Magnesiumsulfat (Kieserit, Bittersalz)		
242	Magnesiumoxid (Magnesit)		
300	Mehrnährstoffdünger	ohne nähere Angabe	NEU
311	Kieserit mit Kalium (Kalimagnesia, Patentkali)		
321	PK-Dünger		
331	NP-Dünger		
341	NPK-Dünger		
342	NPK-Volldünger (Blaukorn)		
800	sonstige	Klärschlamm, Müllkompost, Gesteinsmehl, usw. (keine Düngemitteltypen)	KLS MÜL GES

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 26

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-33

### 3.5.5.4 Kalk- / Düngemenge

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
menge (b12kalk)	Ausgebrachte Kalk- bzw. Düngemenge	Numerisch	kg/ha	-
menge (b12kalk_nach201501)	Ausgebrachte Kalk- bzw. Düngemenge	Numerisch	kg/ha	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die ausgebrachte Düngermenge pro Reinnährstoff (kg/ha) wird pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahme angegeben. Maximal die letzten vier Kalkungen/Düngungen werden berücksichtigt.

**BZE II:** Pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen ist die ausgebrachte Kalk- bzw. Düngermenge (kg/ha) anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

#### Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Es liegen keine Daten zu den Kalk- bzw. Düngermengen aus der BZE I vor. Lediglich die Angaben zur Kalk- bzw. Düngermenge aus der BZE II sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk.menge) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.menge).

#### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 27

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-36

### 3.5.5.5 Reinnährelemente

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
N (b12kalk)	Menge des Reinnährelementes Stickstoff	Numerisch	kg_ha	-
P(b12kalk)	Menge des Reinnährelementes Phosphor	Numerisch	kg_ha	-
K (b12kalk)	Menge des Reinnährelementes Kalium	Numerisch	kg_ha	-
Mg (b12kalk)	Menge des Reinnährelementes Magnesium	Numerisch	kg_ha	-
Ca (b12kalk)	Menge des Reinnährelementes Kalzium	Numerisch	kg_ha	-
N (b12kalk_nach201501)	Menge des Reinnährelementes Stickstoff	Numerisch	kg_ha	-
P(b12kalk_nach201501)	Menge des Reinnährelementes Phosphor	Numerisch	kg_ha	-
K (b12kalk_nach201501)	Menge des Reinnährelementes Kalium	Numerisch	kg_ha	-
Mg (b12kalk_nach201501)	Menge des Reinnährelementes Magnesium	Numerisch	kg_ha	-
Ca (b12kalk_nach201501)	Menge des Reinnährelementes Kalzium	Numerisch	kg_ha	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die ausgebrachte Düngermenge pro Reinnährstoff (kg/ha) wird pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahme angegeben. Maximal die letzten vier Kalkungen/Düngungen werden berücksichtigt.

**BZE II:** Pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen sind die Reinnährelemente (kg/ha) anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Es liegen keine Daten zu den Reinnährelemente aus der BZE I und vereinzelt Daten aus der BZE II vor. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501).

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 27

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-36

### 3.5.5.6 Ausbringtechnik

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
technik (b12kalk)	Ausbringetechnik im Zuge von Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen	Numerisch	Code	x_kalk_technik.icode
technik (b12kalk_nach201501)	Ausbringetechnik im Zuge von Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen	Numerisch	Code	x_kalk_technik.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen ist die angewendete Ausbringungstechnik anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der BZE I (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Es liegen keine Daten zur Ausbringungstechnik aus der BZE I vor. Lediglich die Angaben zur Ausbringungstechnik aus der BZE II sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Der Datensatz enthält Daten für die Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Sachsen, Thüringen. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk.technik) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.technik).

Tabellen:

**Tabelle 3-26: Codierung der Ausbringtechnik von Kalk und Düngemittel.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Luftausbringung (z.B. Hubschrauber)
2	Streuen
3	Verblasen
4	Handausbringung
5	andere Technik
9	Technik unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-36

### 3.5.5.7 Einarbeitung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
einarbeit (b12kalk)	Einarbeitung des Kalks oder Düngers in den Boden	Numerisch	Code	x_kalk_einarbeit.icode
einarbeit (b12kalk_nach201501)	Einarbeitung des Kalks oder Düngers in den Boden	Numerisch	Code	x_kalk_einarbeit.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen ist anzugeben ob der Kalk oder Dünger in den Boden eingearbeitet wurde oder nicht. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der **BZE I** (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand:

Es liegen keine Daten zur Einarbeitung von Kalk und Dünger aus der BZE I vor. Lediglich die Angaben zur Einarbeitung von Kalk und Dünger aus der BZE II sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Der Datensatz enthält Daten für die Bundesländer Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Sachsen, Thüringen. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk.einarbeit) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.einarbeit).

Tabellen:

**Tabelle 3-27: Codierung der Art der Einarbeitung von Kalk und Düngemittel.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	nicht eingearbeitet
1	eingearbeitet
9	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-37

### 3.5.5.8 Flächenabdeckung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
abdeck (b12kalk)	Flächenabdeckung der Kalkungs- / Düngungsmaßnahme	Numerisch	Code	x_kalk_abdeck.icode
abdeck (b12kalk_nach201501)	Flächenabdeckung der Kalkungs- / Düngungsmaßnahme	Numerisch	Code	x_kalk_abdeck.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Pro Kalkungs- bzw. Düngungsmaßnahmen ist die Flächenabdeckung der Maßnahme anzugeben. Maximal die letzten drei Kalkungen/Düngungen seit der **BZE I** (bei Erstbeprobung seit dem Stichjahr 1987) werden berücksichtigt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Es liegen keine Daten zur Flächenabdeckung aus der BZE I vor. Lediglich die Angaben zur Flächenabdeckung aus der BZE II sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Der Datensatz enthält Daten für die Bundesländer Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Sachsen und Thüringen. Die ursprünglich im Rahmen der BZE II von den Bundesländern gelieferten Informationen (b12kalk.abdeck) wurden während der BZE II-Auswertung durch eine erneute Datenabfrage ergänzt (b12kalk\_nach201501.abdeck).

Tabellen:

**Tabelle 3-28: Codierung der Flächenabdeckung von Kalk und Düngemitteln.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	flächig
2	streifenweise
3	plätzeweise
9	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. III-37

### 3.5.5.9 Kalkungskulisse

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kalk_kulisse	Kalkungswürdigkeit des BZE-Punktes, Einschätzung nach bundeslandspezifischen Kriterien	Text	Code	x_kalkungskulisse. acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter<sup>14</sup>

Methode:

**BZE II:** Es ist anzugeben, ob ein BZE-Punkt Teil der bundeslandspezifischen Kalkungskulisse ist. Der Parameter Kalkungskulisse beschreibt ob ein BZE-Punkt nach bundeslandspezifischen Kriterien als kalkungswürdig eingeschätzt wird, also Teil der sogenannten Kalkungskulisse ist. In den Kalkungsleitfäden der Bundesländer werden die zur Anwendung kommenden Selektionsverfahren ausführlich beschrieben (siehe auch Kapitel 11.4.9).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion

Der Parameter Kalkungskulisse wurde erst im Rahmen der BZE II-Auswertung durch eine Datenabfrage bei den Bundesländern ergänzt (b12kalk\_kulisse.kalk\_kulisse).

BZE	Tabelle	Variable	=	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b12kalk_kulisse	kalk_kulisse			vm_kalkung	kalk_kulisse

Datenbestand:

Die Angaben zur Kalkungskulisse pro BZE-Punkt sind in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Der Datensatz ist vollständig, mit Ausnahme der BZE I-Standorte die bei der BZE II nicht wieder beprobt wurden.

<sup>14</sup> Dieser Parameter wurde im Jahr 2015 ergänzt und war nicht als obligatorischer Parameter in der BZE II-Anleitung (Wellbrock et al. 2006) aufgeführt.

Tabellen:

**Tabelle 3-29: Codierung der Angaben zur bundeslandspezifischen Kalkungskulisse.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
ja	Plot gehört zur Kalkungskulisse und ist zum Zeitpunkt der BZE II gekalkt
nein	Plot gehört zur Kalkungskulisse und ist nicht gekalkt
entfällt	Plot gehört nicht zur Kalkungskulisse
jein	Plot gehört zur Kalkungskulisse, ob gekalkt wurde ist ungewiss

Literatur:

MUNLV 2003, von Wilpert und Schäffer 2000 , Von Wilpert et al. 2013, NW-FVA 2010, LAF Sachsen 2000

## 4 Profilaufnahme

Das Bodenprofil wurde i.d.R. am oder in der Nähe des BZE-Mittelpunktes bzw. zumindest innerhalb des 30 m-Radius der BZE-Fläche angelegt. Die Profilbeschreibung liefert wichtige Informationen zu den Standorteigenschaften (z.B. Bodentyp, Wurzelverteilung, Wasserhaushalt) am BZE-Punkt und dient der Probenahme von Mineralbodenproben für die Untersuchung der Bodenchemie (ab 10 cm Bodentiefe) und der Bodenphysik. Sofern aus der BZE I vollständige Datensätze zur Profilbeschreibung vorlagen, konnten diese für die BZE II fortgeschrieben werden sofern der Datensatz an die zum Teil veränderte Codierungen der BZE II angepasst wurde.

Die Parameter der Profilbeschreibung werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- HU für die allgemeine Beschreibung der organischen Auflage am BZE-Punkt
- HUO für die detaillierte Beschreibung der organischen Auflage differenziert nach Ort/Satellit
- MB für die allgemeine Beschreibung Mineralbodens am Bodenprofil
- MBH für die detaillierte Beschreibung des Mineralbodens differenziert nach Horizonten

### 4.1 Titeldaten

### 4.1.1 Aufnahmeteam der Profilaufnahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
team	Aufnahmeteam der Profilaufnahme	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Namen der Probennehmer werden festgehalten.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 17

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-4

### 4.1.2 Datum der Profilaufnahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
team	Name des Aufnahmeteams Bestockung	Text	-	-
datum	Datum der Profilaufnahme	Datum	TT.MM.JJJJ	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

Das Datum der Aufnahme des Bodenprofils ist anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mb	datum	= year(datum)	vm_minboden_profil_1	erhebjahr
BZE II	b2mb	datum	= year(datum)	vm_minboden_profil_2	erhebjahr

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 17

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-4

### 4.1.3 Fotodokumentation des Profils

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
fotonr	Eindeutige Nummer des Fotodokuments am Profil	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Fakultativer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Eine fotografische Dokumentation des Profils ist wünschenswert.

**BZE II:** Das Profil und die Bestandessituation sind mit Hilfe von fotografischen Aufnahmen zu dokumentieren. Zur eindeutigen Identifizierung sind die Aufnahmen mit einer eindeutigen Nummer zu versehen. Die Fotonummer sollte sich nach folgender Formatierung richten:

Beispiel:

11123; MBH; P;1 (BFH-Nummer des BZE-Punktes; Formular; P=Profilmfoto; laufende Nummer).

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: \_\_\_ Der Parameter Fotonummer ist derzeit nicht in der BZE-Bundesdatenbank abgelegt und wurde demzufolge nicht in die Auswertungdatenbank übernommen.

Datenbestand: Die Fotos der BZE II-Bodenprofile liegen für alle Bundesländer mit Ausnahme von Nordrhein-Westfalen und Saarland vor. Für die BZE I liegen keine Profilmfotos vor.

#### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 30

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-4

## 4.2 Horizontbeschreibung

Die im folgenden Abschnitt beschriebenen Parameter wurden horizontweise am Bodenprofil angesprochen bzw. erhoben.

### 4.2.1 Tiefe der Horizontgrenzen (Mineralboden)

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
othori	Obere Grenze eines Horizontes in Zentimeter zur Mineralbodenoberfläche	Numerisch	cm	-
uthori	Untere Grenze eines Horizontes in Zentimeter zur Mineralbodenoberfläche	Numerisch	cm	-
uz	Zusatzsymbol untere Horizontgrenze	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Der Abstand zwischen Mineralbodenoberfläche d.h. der Grenze zwischen Mineralboden und Auflagehorizont (bei Moorböden die Grenze der Geländeoberfläche) und der unterer Tiefe des Horizonts wird mit einer Genauigkeit von 1 cm gemessen. Gemessen wird die obere Grenze und die untere Grenze eines jeden Horizontes in Zentimeter zur Mineralbodenoberfläche. Falls der unterste Horizont tiefer reicht als die Profilgrube ist das Zeichen „+“ zusätzlich zur unteren Horizontgrenze anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

#### Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	othori	=	vm_minboden_profil_1	ot
BZE I	b1mbh	uthori	=	vm_minboden_profil_1	ut
BZE II	b2mbh	othori	=	vm_minboden_profil_2	ot
BZE II	b2mbh	uthori	=	vm_minboden_profil_2	ut

<b>BZE</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>		<b>Funktion</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>
BZE I und BZEII	b1mbh, b2mbh	othori	=	union	vm_minboden_profil	ot
BZE I und BZEII	b1mbh, b2mbh	uthori	=	union	vm_minboden_profil	ut

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 31

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-9

## 4.2.2 Horizontbezeichnung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
horizont	Horizontbezeichnung	Text	Code	x_horizont_haupt.acode x_horizont_geo_anthro.acode x_horizont_pedogen.acode

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter<sup>15</sup>

BZE II: Obligatorischer Parameter

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Jeder Bodenhorizont wird durch Hauptsymbole (Großbuchstaben) und Zusatzsymbole für geogene, anthropogene und pedogene Horizontmerkmale (Kleinbuchstaben) gekennzeichnet. Geogene und anthropogene Zusatzsymbole werden den Hauptsymbolen vorangestellt. Die pedogenen Zusatzsymbole werden nachgestellt (obligatorisch). Die Zuordnung mehrerer Zusatzsymbole ist zulässig. Vorangestellte römische Ziffern werden bei Schichtwechsel (Wechsel des Bodenausgangssubstrats) verwendet. Übergangshorizonte sind durch die Kombination eines Hauptsymbolen mit mehreren Zusatzsymbolen (z.B. Bvt) oder durch die Kombination von zwei Hauptsymbolen und zugehörigen Zusatzsymbolen getrennt durch Bindestrich (z.B. Bv-Sw) zu kennzeichnen.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die zulässige Horizontkennzeichnung der BZE I lehnte sich an den Datenschlüssel Bodenkunde und die 3. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Bodenkunde 1982) an. In der BZE II wurde die Horizontbezeichnungen aus der 5. Auflage der Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005, S. 83ff) genutzt. Zwischen den verwendeten Kartieranleitungen gibt es einen Unterschied in der Verwendung der Hauptsymbole (Y-Horizont) und eine Vielzahl an Abweichungen bei der Verwendung der Zusatzsymbole für geogene und anthropogene Merkmale (z.B. Zusatzsymbole b, o) und bei den pedogenetischen Merkmalen. Im harmonisierten Bundesdatensatz der BZE wurden die Horizontbezeichnungen der BZE I **nicht** an die Kennzeichnung der BZE II bzw. KA5 angepasst. Zusätzlich dazu enthalten die

<sup>15</sup> Die Angabe von geogenen Horizontsymbolen war fakultativ.

Horizontbezeichnungen aus beiden Inventuren, abweichend von der BZE-konformen Codierung, teilweise sehr detaillierte Bezeichnungen und Freitext. Diese Informationen wurden beibehalten.

Datentransferfunktion:

Keine Umcodierung der BZE I-Daten.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	horizont	=	vm_minboden_profil_1	horizont
BZE II	b2mbh	horizont	=	vm_minboden_profil_2	horizont
BZE I und BZEII	b1mbh	horizont	= union	vm_minboden_profil	horizont
	b2mbh	horizont			

Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen für alle Standorte, ausgenommen 48 Standorte in Bayern, Horizontbezeichnungen in unterschiedlicher Detailschärfe vor.

**BZE II:** Für alle Profile sind Horizontbezeichnung nach der KA 5 vorhanden.

Tabellen:

**Tabelle 4-1: Verschlüsselungstabelle für Hauptsymbole der Bodenhorizonte (Quelle: KA 5, S. 83)**

Code	Beschreibung
L	organischer Horizont, Ansammlung von nicht und wenig zersetzter Pflanzensubstanz an der Bodenoberfläche (L = engl. Litter)
O	organischer Horizont, Ansammlung von stark zersetzten Pflanzenresten (O = organisch)
H	organischer Horizont aus Resten torfbindender Pflanzen (Torf) (H = Humus)
A	mineralischer Oberbodenhorizont mit Akkumulation organischer Substanz und / oder Verarmung an mineralischer Substanz und / oder an Humus
B	mineralischer Unterbodenhorizont mit einer Änderung des Stoffbestandes und der Farbe gegenüber dem Ausgangsgestein sowie weniger als 75 Vol-% Grobskelettanteil (> 2 cm) aus Festgesteinsresten (soweit nicht P, T, S und G) und pedogener Gefügebildung
C	mineralischer Untergrundhorizont, in der Regel das Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstanden ist
F	organ. o mineral. Horizont am Gewässergrund bzw. im Gezeitenbereich mit in der Regel 1 Masse-% organ Substanz, soweit nicht H-Horizont. Im Küstenströmungsbereich in der Regel <=1 Masse-% organ. Substanz und nicht o nur sehr schwach zeichnend
P	mineralischer Unterbodenhorizont aus Tongestein oder Tonmergelgestein (P = Pelosol), Tongehalt außer bei Übergangshorizonten > 45 Masse-%, Prismen- und Polyedergefüge
T	mineralischer Unterbodenhorizont aus dem Lösungsrückstand von Carbonatgesteinen, die 75 Masse-% Carbonat enthalten, Tongehalt 65 Masse-%, in Übergangshorizonten 45 – < 65 Masse-%
S	mineralischer Unterbodenhorizont mit Stauwassereinfluss und bestimmten hydromorphen Merkmalen
G	Semiterrestrischer Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss

Code	Beschreibung
M	Mineralbodenhorizont aus fortlaufend im Holozän sedimentiertem Solummaterial
E	Mineralbodenhorizont aus aufgetragenem Plaggen- oder Kompostmaterial
R	anthropogener Mischhorizont > 4 dm, durch tiefgreifende bodenmischende Meliorationsmaßnahmen oder nicht regelmäßiges, tiefes Pflügen entstanden
Y	durch Reduktgas (z.B. CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S) geprägter Horizont

**Tabelle 4-2: Verschlüsselungstabelle der Zusatzsymbole für geogene und anthropogene Merkmale (Quelle: KA 5, S. 84).**

Code	Beschreibung	Kombination mit Hauptsymbol
a	Auendynamik	A, C, S, M, G
b	braun	E, Ah
c	carbonatisch	IC, mC, xC, G, S
e	mergelig	F, H, Ah, IC, mC, xC, P, S, R, M, G, Y
f	fossil	A, B, T, S, G, H, O, P, F
g	grau	E, Ah
h	Hochmoor	H
i	kieselig, silikatisch	IC, mC, xC
j	anthrop. umgelagert, Natursubstrat	A, H, C, S, G, Y
l	Lockersubstrat	C
m	massives Substrat	A, C
n	Niedermoor	H
o	organisch	A, C, G, Y
q	quellwasserbeeinflusst	G
r	reliktisch	F, H, A, B, P, T, S, G
s	hangwasserbeeinflusst	S, G
tb	brackisch	F, A, C, S, G
tm	marin	F, A, C, S, G
tp	perimarin	F, A, C, S, G
u	Übergangsmoor	H
x	steinig	C aus weitgehend feinerdefreiem (< 5 Vol-% Feinerde) Grobskelett >= 2 cm
y	anthrop. umgelagert, künstl. Substrat	IC, mC, xC, G, Y
z	geogen salzhaltig	alle (ohne L und O)
II, III	weitere	

**Tabelle 4-3: Verschlüsselungstabelle der Zusatzsymbole für pedogene Merkmale (Quelle KA 5, S. 85f).**

Code	Beschreibung	Kombination mit Hauptsymbol
a	anmoorig	A
a	bei Absonderungsgefüge	H
b	gebändert	B, C
c	Carbonatangereichert, sekundär	G, M, B, C, A, T, H
d	wasserstauend, dicht	S,
e	eluvial, ausgewaschen, sauergebleicht	A, nassgebleicht: S
f	vermodert	O
f	lockeres Gefüge (Lockerbraunerde)	Bv
g	haftnässegeprägt	S
h	humushaltig	O, A, B, G, F
i	initial, sehr schwach entwickelt	A, F
j	fersiallitisch	B, C
k	konkretioniert	B, C, G
l	tonverarmt, lessiviert	A
m	massiv, pedogen verfestigt	Bs, Bbs, G
m	vermulmt	H
n	neu, frisch, unverwittert	C
o	oxidiert	F, G, Y
p	bearbeitet, gepflügt	A, H
q	Knickhorizont	S (bei Knickmarsch)
r	reduziert	F, S, G, H, Y
s	sesquioxidangereichert	H, B, G
t	tonangereichert	B, Cv
t	geschrumpft	H
u	rubefiziert	B, T
v	vererdet (bei Torfen)	H, Oh
v	verwittert	B, T, C
w	stauwasserleitend	S
w	zeitweilig grundwassererfüllt	F, H, G
x	biogen gemixt	A, E
z	pedogen salzhaltig	H, G

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 31ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-10ff

### 4.2.3 Bodenart des Feinbodens/Torfart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bodenart	Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (< 2 mm) eines Bodenhorizontes geschätzt am Profil mittels Fingerprobe	Text	Code	x.bodenart.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die Ansprache der horizontbezogenen Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (<2mm) erfolgt mittels Fingerprobe am Profil nach KA 3. Bei organischem Material (> 30 Masse-% organisches Material) erfolgte die Ansprache der Torfart am Profil. Eine Differenzierung nach Hoch-, Niedermoor- und Übergangsmoortorf sowie Torf allgemein war möglich.

**BZE II:** Die Ansprache der horizontbezogenen Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (<2mm) erfolgt mittels Fingerprobe am Profil nach KA 5, beziehungsweise durch Fortschreiben der Labormesswerte der BZE I. Bei organischem Material (> 30 Masse-% organisches Material) wird die Torfart angegeben. Ansprache der bodenkundlichen Torfartengruppe entsprechend deren botanischer Artenzusammensetzung erfolgte nach 5. Auflage der Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005, S. 161). Zusätzlich zur Ansprache am Bodenhorizont erfolgte die tiefenstufenbezogene Ansprache der Bodenart des Feinbodens an der Mischprobe aus den acht Satelliten (Kapitel 5.8.8).

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Kartieranleitungen weisen zwischen der KA 3 (AG Bodenkunde 1982) und der KA 5 (Ad-hoc-AG Boden 2005) sowohl bei den Ansprachemerkmalen für die Fingerprobe (Bindigkeit, Formbarkeit, Körnigkeit) als auch bei der Eingruppierung der Bodenart nach Massenprozentanteilen Unterschiede auf. Trotzdem erfolgte eine Übersetzung der Bodenarten der BZE I durch Zuweisung der Mittelwerte der Fraktionen Ton, Schluff, Sand aus der KA 3 zu dem Wertespektrum der KA 5 (Tabelle 4-4). Für BZE I-Horizonte bei denen die Bodenart lediglich mittels der Bodenartengruppe und nicht der -untergruppe der KA 3 beschrieben wurde, gibt es keine direkte Übersetzung. Die Bezeichnung der Bodenartengruppe der KA 3 wurde in diesen Fällen übernommen. Somit ist auch für diese Horizonte die Zuweisung zur

Bodenartenhauptgruppe der KA 5 als kleinster gemeinsamer Nenner möglich. Um eine Übersetzung der Bodenarten von BZE I (KA 3) in das Format der BZE II (KA 5) durchzuführen, wurde es notwendig im ersten Schritt die gelieferten Codierungen an das Format der BZE I (KA 3) anzupassen, da teilweise stark abweichende Codierungen verwendet wurden. Die Formatanpassung erfolgte gutachterlich.

Die differenzierte Ansprache der Bodenart „reiner Sand“ erfolgte bei der BZE I und BZE II. Reiner Sand liegt vor wenn die Fingerprobe mehrheitlich aus der Kornfraktion Sand besteht und weniger als 5 Masse-% Ton und weniger als 10 Masse-% Schluff enthält. Die Bezeichnungen für die Unterarten sind von KA 3 zu KA 5 beibehalten worden, jedoch unterscheiden sie sich vielfach deutlich in ihrer massenprozentualen Zusammensetzung.

Eine detaillierte Ansprache der Torfarten wurde während der BZE I nicht durchgeführt. Im harmonisierten Bundesdatensatz der BZE sind diese Böden lediglich durch die Bodenart H, d.h. Torf allgemein, gekennzeichnet.

#### Datentransferfunktion:

Die Bodenart des Feinbodens pro Horizont welche im Rahmen der BZE I erhoben wurde, wurde entsprechend

Tabelle 4-4 umcodiert.

<b>BZE</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>	<b>Funktion</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>
BZE I	b1mbh	bodenart	=	vm_minboden_profil_1	bodenart
BZE II	b2mbh	bodenart	=	vm_minboden_profil_2	bodenart
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	bodenart	= union	vm_minboden_profil	bodenart

Datenbestand:

**BZE I:** Für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Berlin, Brandenburg, Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern, liegen BZE I-Daten zur geschätzten Feinbodenart je Bodenhorizont vor. Für das Bundesland Bayern ist der Datensatz unvollständig.

**BZE II:** Für alle Bundesländer liegen BZE II-Daten zur geschätzten Feinbodenart je Bodenhorizont vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-4: Bodenarten des Feinbodens der BZE II (KA5) und BZE I (KA3) im Vergleich (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert). Anteil der Fraktionen Ton, Schluff, Sand in Masse-%.**

Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S	Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S
BZE II	BZE II	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	BZE I	BZE I	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3
KA5	KA5	UG	OG	UG	OG	UG	OG	KA3	KA3	UG	OG	UG	OG	UG	OG
<b>Sande</b>															
Ss	reiner Sand	0	5	0	10	85	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Su2	schwach schluffiger Sand	0	5	10	25	70	90	Su2	schwach schluffiger Sand	0	5	10	25	70	90
Sl2	schwach lehmiger Sand	5	8	10	25	67	85	Sl2	schwach lehmiger Sand	5	8	5	25	67	90
Sl3	mittel lehmiger Sand	8	12	10	40	48	82	Sl3	mittel lehmiger Sand	8	12	7	40	48	85
St2	schwach toniger Sand	5	17	0	10	73	95	St2	schwach toniger Sand	8	12	0	7	81	92
Su3	mittel schluffiger Sand	0	8	25	40	52	75	Su3	mittel schluffiger Sand	0	8	25	40	52	75
Su4	stark schluffiger Sand	0	8	40	50	42	60	Su4	stark schluffiger Sand	0	8	40	50	42	60
Slu	schluffig-lehmiger Sand	8	17	40	50	33	52	Slu	schluffig-lehmiger Sand	8	15	40	50	35	52
Sl4	stark lehmiger Sand	12	17	10	40	43	78	Sl4	stark lehmiger Sand	15	17	13	35	48	72
St3	mittel toniger Sand	17	25	0	15	60	83	St3	mittel toniger Sand	17	25	0	15	60	83
<b>Lehme</b>															
Ls2	schwach sandiger Lehm	17	25	40	50	25	43	Ls2	schwach sandiger Lehm	15	25	40	50	25	45
Ls3	mittel sandiger Lehm	17	25	30	40	35	53	Ls3	mittel sandiger Lehm	17	25	28	40	35	55
Ls4	stark sandiger Lehm	17	25	15	30	45	68	Ls4	stark sandiger Lehm	17	25	15	28	47	68

Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S	Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S
BZE II	BZE II	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	BZE I	BZE I	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3
KA5	KA5	UG	OG	UG	OG	UG	OG	KA3	KA3	UG	OG	UG	OG	UG	OG
	Lehm								Lehm						
Lt2	schwach toniger Lehm	25	35	30	50	15	45	Lt2	schwach toniger Lehm	25	35	35	50	5	40
Lts	sandig-toniger Lehm	25	45	15	30	25	60	Lts	sandig-toniger Lehm	35	45	18	30	25	47
								Ltu	schluffig toniger Lehm	25	35	18	35	30	57
Ts4	stark sandiger Ton	25	35	0	15	50	75	Ts4	stark sandiger Ton	25	35	0	18	47	75
Ts3	mittel sandiger Ton	35	45	0	15	40	65	Ts3	mittel sandiger Ton	35	50	0	18	32	65
<b>Schluffe</b>															
Uu	reiner Schluff	0	8	80	100	0	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Us	sandiger Schluff	0	8	50	80	12	50	Us	sandiger Schluff	0	8	50	80	12	50
Ut2	schwach toniger Schluff	8	12	65	92	0	27	Ul2	schwach lehmiger Schluff	8	12	65	92	0	27
								Ut2	schwach toniger Schluff	8	12	50	92	0	42
Ut3	mittel toniger Schluff	12	17	65	88	0	23	Ul3	mittel lehmiger Schluff	12	17	65	88	0	23
								Ut3	mittel toniger Schluff	12	17	50	88	0	38
Uls	sandig-lehmiger Schluff	8	17	50	65	18	42	Uls	sandig-lehmiger Schluff	8	17	50	65	18	42
Ut4	stark toniger Schluff	17	25	65	83	0	18	Ul4	stark lehmiger Schluff	17	30	70	83	0	13
								Ut4	stark toniger Schluff	12	25	50	83	0	33
Lu	schluffiger Lehm	17	30	50	65	5	33	Lu	schluffiger Lehm	17	30	50	70	0	33

Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S	Code	Bezeichnung	T	T	U	U	S	S
BZE II	BZE II	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	KA5	BZE I	BZE I	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3	KA3
KA5	KA5	UG	OG	UG	OG	UG	OG	KA3	KA3	UG	OG	UG	OG	UG	OG
<b>Tone</b>															
Lt3	mittel toniger Lehm	35	45	30	50	5	35	Lt3	mittel toniger Lehm	35	45	30	50	5	35
Tu3	Mittel schluffiger Ton	30	45	50	65	0	20	Tu3	Mittel-schluffiger Ton	35	45	40	65	0	25
								Tu4	Stark schluffiger Ton	25	35	45	75	0	30
Tu4	Stark schluffiger Ton	25	35	65	75	0	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Ts2	schwach sandiger Ton	45	65	0	15	20	55	Ts2	schwach sandiger Ton	50	65	0	18	17	50
Tl	lehmiger Ton	45	65	15	30	5	40	Tl	lehmiger Ton	45	65	18	55	0	37
Tu2	schwach schluffiger Ton	45	65	30	55	0	25	Tu2	schwach schluffiger Ton	45	65	30	55	0	25
Tt	reiner Ton	65	100	0	35	0	35	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabelle 4-5: Bodenarten des Feinbodens der BZE I (KA3) die in die Bundesdatenbank übernommen wurden, jedoch keine Entsprechung in der KA5 finden. Die Zuordnung der Bodenartenhauptgruppe der KA 5 ist möglich.**

Bodenarten-Hauptgruppe KA 5	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
Sande	S	Sand
	Su	Schluffiger Sand (Bodenartengruppe KA3)
	Sl	Lehmiger Sand (Bodenartengruppe KA3)
Schluffe	U	Schluff
	Ut	toniger Schluff
	Ul	lehmiger Schluff
Lehme	L	Lehm
	Ls	sandiger Lehm (Bodenartengruppe KA3)
	Lt	toniger Lehm (Bodenartengruppe KA3)
Tone	Ts	sandiger Ton (Bodenartengruppe KA3)
	T	Ton
	Tu	schluffiger Ton

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 37ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-17

## 4.2.4 Anteil und Bodenart des Grobbodens

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
grus	Anteil der Grobbodenart Grus (2 bis 63 mm, eckig-kantig), geschätzt am Profil pro Bodenhorizont, Vol-% bezogen auf Gesamtboden	numerisch	Vol-%	-
kies	Anteil der Grobbodenart Kies (2 bis 63 mm, gerundet), geschätzt am Profil pro Bodenhorizont, Vol-% bezogen auf Gesamtboden	numerisch	Vol-%	-
stein	Anteil der Grobbodenart Stein (>63 mm), geschätzt am Profil pro Bodenhorizont, Vol-% bezogen auf Gesamtboden	numerisch	Vol-%	-
grobanteil	Anteil des Gesamtgrobbodens, geschätzt am Profil pro Bodenhorizont, Vol-% bezogen auf Gesamtboden	numerisch	Vol-%	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Definition: Als Grobboden werden alle mineralischen Partikel mit einem Äquivalentdurchmesser von mehr als 2 mm bezeichnet. In Abhängigkeit von der Form wird bei Partikeln zwischen größer 2mm und kleiner 63mm zwischen Kies (gerundet) und Grus (kantig) unterschieden. Grobbodenpartikel  $\geq 63$  mm werden in Abhängigkeit von der Größe als Steine, Blöcke und Großblöcke bezeichnet.

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Zur Bestimmung der Bodenart des Grobbodens werden die jeweiligen Anteile (Vol-%) von Grus (gr), Kies (g) und Steinen (x) bezogen auf den Gesamtboden horizontweise am Profil geschätzt. In der BZE I wurden in der Regel die Kurzzeichen der Klassen oder der Wert des Klassenmittels angegeben (Tabelle 4-6). In der BZE II wurden die Werte des Klassenmittels (Tabelle 4-6) oder geschätzte Einzelwerte angegeben.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Für die BZE I liegen für Bayern und Hessen keine Angaben zu den Grobbodenfraktionen bzw. zum Gesamtgrobbodengehalt vor. Von den Bundesländern Niedersachsen, Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind ausschließlich die an der Profilwand geschätzten Gesamtgrobbodengehalte bekannt.

**BZE II:** In Hessen wurde ausschließlich der Gesamtgrobbodenanteil geschätzt ohne Berücksichtigung der einzelnen Grobbodenfraktionen.

Häufig, aber nicht in allen Fällen wurde der Wert für die Klassenmitte [Vol-%] eingetragen. Sachsen hat seine Schätzung in 5 %-Schritten durchgeführt.

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Der Bodenart des Feinbodens wurden bei der BZE I die Bodenart und der Anteil des Grobbodens als Code hintenangestellt. Für den harmonisierten Bundesdatensatz wurde der BZE I-Code für Grobboden in Klassenmittelwerte übersetzt. Die Klassengrenzen der BZE I und BZE II überschneiden sich für die Kategorien „sehr schwach“, „schwach“ und „mittel“. Für die Klassen „stark“, „sehr stark“ und für Skelettböden sind die Klassenmittelwerte der BZE I und BZE II identisch. Bei der BZE II treten konkrete Schätzwerte sowie Klassenmittelwerte auf.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	grus	=	vm_minboden_profil_1	grus
BZE I	b1mbh	kies	=	vm_minboden_profil_1	kies
BZE I	b1mbh	stein	=	vm_minboden_profil_1	stein
BZE II	b2mbh	grus	=	vm_minboden_profil_2	grus
BZE II	b2mbh	kies	=	vm_minboden_profil_2	kies
BZE II	b2mbh	stein	=	vm_minboden_profil_2	stein
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	grus	= union	vm_minboden_profil	grus
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	Kies	= union	vm_minboden_profil	kies
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	stein	= union	vm_minboden_profil	stein

Die Angaben zum Gesamtgrobbodenanteil (grobanteil) wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Datenbestand:

Für die **BZE I** liegen für Bayern und Hessen keine Angaben zu den Grobbodenfraktionen bzw. zum Gesamtgrobbodengehalt vor. Von den Bundesländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg sind ausschließlich die an der Profilwand geschätzten Gesamtgrobbodengehalte bekannt. Detaillierte Angaben liegen für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Hessen, Baden-Württemberg, Saarland, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen vor. Für einen Großteil der Grobboden haltigen Standorte auch für Rheinland-Pfalz und Sachsen.

Für die **BZE II** wurde, mit Ausnahme von Hessen, die Fraktionen des Grobbodenanteils (Grus, Kies und Steine) in allen Bundesländern geschätzt. In Hessen wurde ausschließlich der geschätzte Gesamtgrobbodenanteil eingetragen.

Tabellen: siehe nächste Seite

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 37ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-27

**Tabelle 4-6: Abschätzung der Grobbodenfraktionen nach Anteilklassen (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Klassengrenzen Vol-% BZE II	Klassenmittelwerte Vol-% BZE II	Werte Masse-% BZE II	Code BZE I	Bezeichnung BZE I	Klassengrenzen Vol-% BZE I	Klassenmittelwerte Vol-% BZE I
x0, g0, gr0	kein Skelett	0	0	0				
x1, g1, gr1	sehr schwach steinig, kiesig, grusig	< 2	1	< 3	x1, g1, gr1	sehr schwach steinig, kiesig, grusig	<1	0,5
x2, g2, gr2	schwach steinig, kiesig, grusig	2 - < 10	6,0	3 - < 15	x2, g2, gr2	schwach steinig, kiesig, grusig	1-10	5,5
x3, g3, gr3	mittel steinig, kiesig, grusig	10 - < 25	17,5	15 - < 40	x3, g3, gr3	mittel steinig, kiesig, grusig	10-30	20
x4, g4, gr4	stark steinig, kiesig, grusig	25 - < 50	37,5	40 - < 60	x4, g4, gr4	stark steinig, kiesig, grusig	30-50	40
x5, g5, gr5	sehr stark steinig, kiesig, grusig	50 - < 75	62,5	60 - < 85	x5, g5, gr5	sehr stark steinig, kiesig, grusig	50-75	62,5
x6, g6, gr6	Steine, Kies, Grus	≥ 75	87,5	≥ 85	X, G, Gr	Steine, Kies, Grus	> 75	87,5

## 4.2.5 Bodenfarbe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
farbe	Bodenfarbe des Horizonts nach Munsell	Text	Code	x_farbe_hori.acode

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Bodenfarbe wird an feldfrischen, feuchten bzw. angefeuchteten Material nach Munsell angesprochen, die Farbtafeln Munsell Colour Chart und Standard Colour Chart sind zugelassen.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

BZE I und BZE II: Bei beiden Inventuren erfolgte die Ansprache der Bodenfarbe mithilfe derselben Farbreferenztafel nach Munsell. In der gewählten Formatierung unterscheiden sich BZE I und BZE II, da die Schrägstriche als Trennzeichen zwischen Grauwert (Value) und Intensität (Chroma) bei der BZE I durch Punkte ersetzt wurden. Eine Umkodierung der Farbansprache der BZE I in das Format der BZE II erfolgte am TI-WO Eberswalde für den Bundesdatensatz. Somit sind die Farbangaben für beide Inventuren vergleichbar.

### Datentransferfunktion:

Die Angaben zur Bodenfarbe wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

### Datenbestand: ---

### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 43

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-30

## 4.2.6 Humusgehalt des Mineralbodens

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
humus	Humusgehalt des Mineralbodens in Klassen	Text	Code	x_humus.acode

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

Definition: Als Humusgehalt im Mineralboden wird der Anteil an organischer Substanz (exklusive Kohle und anthropogenen Kohlenstoffverbindungen) bezeichnet.

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Anhand der Intensität der dunklen Farben wird der Humusgehalt der einzelnen Horizonte geschätzt, grundsätzlich gilt je dunkler die Bodenfarbe desto mehr Humus enthält der Boden. Eine gute Orientierung bildet die nach Munsell bestimmte Bodenfarbe unter Berücksichtigung des Feuchtezustandes des Bodens (feucht bzw. trocken) und der Bodenart. Es ist die geschätzte Gehaltsklasse (h0 bis h7) anzugeben. Die Einstufung erfolgte in Anlehnung an die jeweils gültige Kartieranleitung. Die Klasseneinteilung hat sich innerhalb der Kartieranleitungen kaum geändert (siehe Tabelle 4-7) und ist problemlos von BZE I zu BZE II um zu kodieren.

Eine Einstufung des Humusgehaltes anhand der im Labor ermittelten Gehalte an organischen Kohlenstoff ist ebenfalls nach folgender Formel möglich:

Humusgehalt (Masse-%) =  $C_{org}$  (Masse-%)\*1,72 bzw. für Torfe Auflagehorizonte (Masse-%) =  $C_{org}$  (Masse-%)\*2.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Nach Umkodierung sind die Angaben des Humusgehaltes von BZE I und BZE II vergleichbar.

### Datentransferfunktion:

Umcodierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 4-7.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	humus	=	vm_minboden_profil_1	humus
BZE II	b2mbh	humus	=	vm_minboden_profil_2	humus
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	humus	= union	vm_minboden_profil	humus

Datenbestand:

**BZE I:** Für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Bayern, Berlin, Brandenburg, Hamburg Niedersachsen und Saarland liegen BZE I-Daten zum Humusgehalt der Mineralbodenhorizonte vor.

**BZE II:** Für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Bremen, Niedersachsen und Hessen liegen BZE II-Daten zum Humusgehalt der Mineralbodenhorizonte vor. Für das Bundesland Bayern ist der Datensatz unvollständig.

Tabellen:

**Tabelle 4-7: Einstufung des Humusgehaltes von Waldböden für BZE I und BZE II (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Beschreibung	Humusgehalt in Masse-%	Code BZE I	Beschreibung BZEI
h0	humusfrei	0	h0	kein Humus
h1	sehr schwach humos	< 1	(h)	nur stellenweise humos
h1	sehr schwach humos	< 1	h1	sehr schwach humos
h2	schwach humos	1 - < 2	h2	schwach humos
h3	mittel humos	2 - < 5	h3	(mittel) humos
h4	stark humos	5 - < 10	h4	stark humos
h5	sehr stark humos	10 - < 15	h5	sehr stark humos
h6	extrem humos, anmoorig	15 - < 30	h6	extrem humos, (anmoorig bei Feuchtböden)
h7	organisch, Torf	>= 30	H	Torf

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 43

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-30

## 4.2.7 Carbonatgehalt

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kalk	Geschätzter Carbonatgehalt des Feinbodens pro Horizont	Text	Code	x_kalk.acode

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Der Carbonatgehalt des Feinbodens wird im Gelände mittels Salzsäuretest (HCl) geschätzt. Ausschlaggebend für die Einstufung ist die Intensität der Reaktion des Feinbodens.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Vergleichbar, nach Umcodierung. Eine Differenzierung zwischen carbonatreich, sehr carbonatreich, extrem carbonatreich und Carbonat erfolgte bei der BZE I nicht. Alle Horizonte mit geschätzten Carbonatgehalt > 10 Masse-% wurden als carbonatreich bezeichnet ohne weitere Differenzierung. Damit reicht die Einstufung der BZE I maximal bis Klasse c4.

### Datentransferfunktion:

Umcodierung der BZE I-Daten nach Tabelle 4-8.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	kalk	=	vm_minboden_profil_1	kalk
BZE II	b2mbh	kalk	=	vm_minboden_profil_2	kalk
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	grus	= union	vm_minboden_profil	kalk

### Datenbestand:

**BZE I:** Für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Bayern, Berlin, Brandenburg, Hamburg und Nordrhein-Westfalen liegen BZE I-Daten zum Carbonatgehalt vor.

**BZE II:** Für alle Bundesländer liegen BZE II-Daten zum Carbonatgehalt vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-8: Einstufung des Carbonatgehaltes für BZE I und BZE II (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Carbonatgehalt [Masse-%]	CO <sub>2</sub> -Entwicklung	Code BZE I	Bezeichnung BZE I	Carbonatgehalt BZE I [Masse-%]
c0	carbonatfrei	0	keine Reaktion	cf	Carbonate nicht vorhanden	(0)
c1	sehr carbonatarm	< 0,5	sehr schwache Reaktion, nicht sichtbar, nur hörbar	cd	mit Carbonatkörnern durchsetzt	keine Angabe (<0,2)
c2	carbonatarm	0,5 - < 2	schwache Reaktion, kaum sichtbar	ca	carbonatarm	0,2 - 1
c3	carbonathaltig	2 - < 10	nicht anhaltendes Aufbrausen	ch	carbonathaltig	1 - 10
c4	carbonatreich	10 - < 25	starkes, anhaltendes Schäumen je nach zugegebener HCl-Menge, bei Carbonatgehalten > 10% mit der HCl-Probe keine weitere Unterteilung möglich	cr	carbonatreich	>10
c5	sehr carbonatreich	25 - < 50				
c6	extrem carbonatreich	50 - < 75				
c7	Carbonat	>= 75				

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 45ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-31

## 4.2.8 Hydromorphiemerkmale

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hydrooxid	Auftreten und Färbung oxidativer Hydromorphiemerkmale	Text	Code	x_hydrooxid.acode
hydrored	Auftreten und Färbung reduktiver Hydromorphiemerkmale	Text	Code	x_hydrored.acode
hydrooxidanteil	Flächenanteil oxidativer Hydromorphiemerkmale in Klassen pro Bodenhorizont	Text	Code	y_flaechenanteil9.acode
hydroredanteil	Flächenanteil reduktiver Hydromorphiemerkmale in Klassen pro Bodenhorizont	Text	Code	y_flaechenanteil9.acode

### Aufnahmestatus:

**BZE I:** Obligatorischer Parameter: Auftreten und Farbe, Flächenanteil, Verteilungsmuster und vorherrschender Größe der Hydromorphiemerkmale.

**BZE II:** Obligatorischer Parameter: Auftreten und Flächenanteil der Hydromorphiemerkmale.  
Fakultativer Parameter: Färbung der Hydromorphiemerkmale.

**Definition:** Bodenhorizonte im Einflussbereich von Grund- und Stauwasser zeigen Hydromorphiemerkmale, da in Abhängigkeit vom Wasser- und Sauerstoffgehalt hauptsächlich zweiwertige lösliche Eisen- und Manganverbindungen in dreiwertige überführt werden. Dadurch entstehen Flecken und Konkretionen unterschiedlicher Färbung. Es wird unterschieden zwischen Farben die für oxidative bzw. für reduktive Verhältnisse typisch sind. Die konkrete Farbe ist abhängig von den anwesenden Ionen und dem Milieu.

### Methode:

**BZE I:** Okulare Beschreibung der horizontbezogenen Hydromorphiemerkmale am Profil nach Färbung, Flächenanteil, Verteilungsform und vorherrschender Größe.

**BZE II:** Okulare Beschreibung der horizontbezogenen Hydromorphiemerkmale am Profil nach Färbung (fakultativ) und Flächenanteil (obligatorisch).

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Bei den Hydromorphiemerkmalen ist zu unterscheiden zwischen oxidierten und reduzierten Eisen- und Manganverbindungen. Das Vorliegen von oxidierten bzw. reduzierten Eisen-/Manganverbindungen ist durch ein „e“ bzw. „r“ zu kennzeichnen. Die Farbe der Eisen-/Manganverbindungen wird durch Hinzufügung eines Zusatzes beschrieben. So steht bei den oxidierten Verbindungen „d“ für dunkel-rostfarben, „h“ für hell-rostfarben, „o“ für ockerfarben und „s“ für dunkelbraun bis schwarz. Bei den reduzierten Verbindungen steht „b“ für gebleicht, „g“ für grüngrau bis blaugrau, „t“ für türkisfarben bis grün und „s“ für schwarze Eisenverbindungen. Bis auf zwei Ausnahmen (Tabelle 4-9) gibt es keine Unterschiede in der Codierung der Farbansprache für Hydromorphiemerkmale zwischen BZE I und BZE II. Die Schätzung des Flächenanteils erfolgt entsprechend Tabelle 4-10. Nach Umkodierung sind die Angaben von Farbe und Flächenanteil von BZE I und BZE II vergleichbar. Im harmonisierten Datensatz der BZE erfolgte die Umkodierung durch das TI-WO Eberswalde.

Während bei der BZE II ausschließlich das Auftreten und der Flächenanteil von Hydromorphiemerkmalen sowie fakultativ deren Färbung angesprochen wurde, so geht die Beschreibung der Hydromorphiemerkmale bei der BZE I deutlich weiter. Sie umfasst zusätzlich die Verteilungsform (BML 1994, S. 44) und die vorherrschende Größe (BML 1994, S. 45) der Hydromorphiemerkmale. Diese Merkmale wurden nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE aufgenommen.

Datentransferfunktion:

Umkodierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 4-9 und Tabelle 4-10.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	hydrooxid	=	vm_minboden_profil_1	oxid
	b1mbh	hydrooxidanteil	=	vm_minboden_profil_1	oxid_anteil
	b1mbh	hydrored	=	vm_minboden_profil_1	red
	b1mbh	hydroredanteil	=	vm_minboden_profil_1	red_anteil
BZE II	b2mbh	hydrooxid	=	vm_minboden_profil_2	oxid
	b2mbh	hydrooxidanteil	=	vm_minboden_profil_2	oxid_anteil
	b2mbh	hydrored	=	vm_minboden_profil_2	red
	b2mbh	hydroredanteil	=	vm_minboden_profil_2	red_anteil
BZE I und BZE II	b1mbh	hydrooxid	= union	vm_minboden_profil	oxid
	b2mbh				
	b1mbh b2mbh	hydrooxidanteil	= union	vm_minboden_profil	oxid_anteil
	b1mbh b2mbh	hydrored	= union	vm_minboden_profil	red
	b1mbh b2mbh	hydroredanteil	= union	vm_minboden_profil	red_anteil

Datenbestand:

**BZE I:** Da für das Nicht-Auftreten von Hydromorphiemerkmale in der BZE I-Anleitung keine entsprechende Codierung vorgesehen wurde, bleibt die Interpretation von Fehlwerten schwierig und sollte unter Einbeziehung z.B. des Bodentyps erfolgen.

**BZE II:** Für alle Bundesländer liegen BZE II-Daten zu den Hydromorphiemerkmalen vor. Für die Bundesland Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt ist der Datensatz unvollständig. Wobei es zu beachten gilt, dass auch in der BZE II-Anleitung nicht definiert ist welche Codierung bei Nicht-Auftreten von Hydromorphiemerkmale verwendet werden soll. Die Codierung „c0“ (Hydromorphiemerkmal nicht ausgeprägt) wurde erst im Rahmen der BZE II-Auswertung eingeführt.

Tabellen:

**Tabelle 4-9: Kennzeichnung oxidativer und reduktiver Merkmale in BZE I und BZE II (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
e0	Hydromorphiemerkmal nicht ausgeprägt	-	-
e	oxid. Eisen-/Manganverbindungen liegen vor	e	oxidierte Eisenverbindungen
ed	dunkel-rostfarben	ed	dunkel-rostfarben
eh	hell-rostfarben	eh	hell-rostfarben
eo	ockerfarben	eo	ockerfarben
es	dunkelbraun bis schwarz (mangandioxid-farben)	em	dunkelbraune bis schwarze (mangandioxid-farbene) Eisen-/Manganverbindungen
r0	keine Hydromorphiemerkmale ausgeprägt	-	-
r	red. Eisen-/Manganverbindungen liegen vor	r	reduzierte Eisenverbindungen
rg	grüngrau bis blaugrau	rg	grüngraue bis blaugraue
rs	schwarze Eisenverbindungen	rs	schwarze
rt	türkisfarben bis grün	rt	türkisfarbene bis grüne
rb	gebleicht		

**Tabelle 4-10: Schätzung von Flächenanteilklassen (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Flächenanteil [%]	Code BZE I	Bezeichnung BZE I	Flächenanteil BZE I [%]
f1	sehr gering	< 1			
f2	gering	1 - < 2	1	sehr niedrig	< 5
f3	mittel	2 - < 5			

Code	Bezeichnung	Flächenanteil [%]	Code BZE I	Bezeichnung BZE I	Flächenanteil BZE I [%]
f4	hoch	5 - < 10	2	niedrig	5 - 10
f5	sehr hoch	10 - < 30	3	mittel	10 - 30
f6	extrem hoch	30 - < 50	4	hoch	30 - 50
f7	überwiegend	50 - < 70			
f8	vorherrschend	70 - < 90	5	sehr hoch	>50
f9	fast ausschließlich	>= 90			

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 44

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-32f

### **4.2.9 Bodengefüge**

Während bei der BZE II ausschließlich die Gefügestufe sowie fakultativ dessen Aggregatgröße (bei Aggregatgefüge) angesprochen wurde, so geht die Beschreibung des Bodengefüges bei der BZE I deutlich weiter. Sie umfasst zusätzlich den Verfestigungsgrad des Grundgefüges (BML 1994, S. 48), Rißbreite (bei Riß- und Säulengefüge, BML 1994, S. 49), Ausprägungsgrad (BML 1994, S. 49) und die Lagerungsart des Makrogefüges (BML 1994, S. 50). Diese ergänzenden Merkmale zum Bodengefüge der BZE I wurden nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE übernommen.

### 4.2.9.1 Gefügeformen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
geform	Makroform des Bodengefüges	Text	Code	x_geform.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Okulare Ansprache der Makrogefügeform am Profil erfolgt für jeden einzelnen Horizont nach Tabelle 4-11.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Nach Umkodierung der BZE I-Daten sind die Gefügeformen der BZE I und BZE II vergleichbar.

Datentransferfunktion:

Umkodierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 4-11.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	geform	=	vm_minboden_profil_1	gefuege_form
BZE II	b2mbh	geform	=	vm_minboden_profil_2	gefuege_form
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	geform	= union	vm_minboden_profil	gefuege_form

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 4-11: Einteilung und Bezeichnungen des Bodengefüges (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
		Grundgefüge	
Ein	Einzelkorngefüge	ein	
Kit	Kittgefüge, Hüllengefüge	kit	Kittgefüge, Hüllengefüge
Koh	Kohärentgefüge	koh	Kohärentgefüge
		Aggregatgefüge	
			Makrogrubgefüge (gra)
Ris	Rissgefüge	ris	Rissgefüge
Sau	Säulengefüge	sau	Säulengefüge
Shi	Schichtgefüge	shi	Schichtgefüge
			Makrofeingefüge (gre)
Kru	Krümelfgefüge	kru	Krümelfgefüge
Sub	Subpolyederggefüge	sub	Subpolyederggefüge
Pol	Polyederggefüge	pol	Polyederggefüge
Pri	Prismengefüge	pri	Prismengefüge
Pla	Plattengefüge	pla	Plattengefüge
		fko	Feinkoagulatgefüge
		gri	Feinkoagulatgefüge, grießig
		Bodenfragmente	
Fra	Gefügefragment (allgemein)	fra	Gefügefragment (allgemein)
Bro	Bröckelgefüge	bro	Bröckelgefüge
Klu	Klumpengefüge	klu	Klumpengefüge
Rol	Rollaggregatgefüge		

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 47

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-34f

### 4.2.9.2 Größe der Aggregatgefüge

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
aggroesse	Aggregatgröße des Makrofein- und Makrogrobgefüges in Klassen	Text	Code	x_aggroesse.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

Bei der Ansprache der Gefügeform an der Profilwand stellt das Aggregatgefüge eine von mehreren möglichen Gefügeformen dar. Das Aggregatgefüge wird nach seiner Größe unterteilt in Makrogrob- und Makrofeingefüge. Bei dem Aggregatgefüge wird zur Kennzeichnung der Aggregatgröße die Länge der Querachse der Gefügeelemente bzw. die durchschnittliche Schichtdicke verwendet. Bei der Klassifizierung des Makrofeingefüges gibt es zwischen BZE I und BZE II keine Unterschiede. Unterschiede gibt es dagegen beim Makrogrobgefüge, dies betrifft sowohl die Anzahl der Klassen als auch die Klasseneinteilung (Tabelle 4-12).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Nach Umkodierung der BZE I-Daten sind die Angaben zur Aggregatgröße BZE I und BZE II vergleichbar.

Datentransferfunktion:

Umkodierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 4-12.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	aggroesse	=	vm_minboden_profil_1	gefuege_groesse
BZE II	b2mbh	aggroesse	=	vm_minboden_profil_2	gefuege_groesse
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	aggroesse	= union	vm_minboden_profil	gefuege_groesse

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 4-12: Klassifizierung der Aggregatgröße des Makrofein- und Makrogrobgefüges in BZE I und BZE II (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Größenangaben der Skalen [mm]	Code BZE I	Bezeichnung BZE I	Größenangaben der Skalen [mm] BZE I
Mesoskala für Makrofeingefüge (gre)					
gre1	sehr klein, sehr fein	< 2	1	sehr fein	< 2
gre2	klein, fein	2 - < 5	2	fein	2 - 5
gre3	mittel	5 - < 20	3	mittel	5 - 20
gre4	groß, grob	20 - < 50	4	grob	20 - 50
gre5	sehr groß, sehr grob	>= 50	5	sehr grob	> 50
Mesoskala für Makrogrobgefüge (gra)					
gra1	sehr klein, sehr fein	< 50			
gra2	klein, fein	50 - < 100	2	Fein	<100
gra3	mittel	100 - < 200	3	Mittel	100 - 200
gra4	groß, grob	200 - < 500	4	grob	>200
gra5	sehr groß, sehr grob	>= 500			

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 48

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-36

### 4.2.10 Sonstige pedogene Merkmale

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
pedogen	sonstige pedogene Besonderheiten	Text	Code	x_pedogen.acode

**Aufnahmestatus:**

BZE I: fakultativer Parameter<sup>16</sup>

BZE II: fakultativer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Es bestand die Möglichkeit für jeden Bodenhorizont ausgewählte pedogene Besonderheiten (Tabelle 4-13) bei der Ansprache am Profil zu vermerken. Bei der BZE I wurde keine Auswahl der zulässigen Merkmale vorgegeben, die freie Beschreibung der pedogenen Besonderheiten war möglich.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Bei der BZE I wurde keine Auswahl der zulässigen Merkmale vorgegeben, die freie Beschreibung der pedogenen Besonderheiten war möglich.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	pedogen	=	vm_minboden_profil_1	pedogen
BZE II	b2mbh	pedogen	=	vm_minboden_profil_2	pedogen
BZE I und BZE II	b1mbh b2mbh	pedogen	= union	vm_minboden_profil	pedogen

<sup>16</sup> Der BZE II-Parameter „sonstige pedogene Merkmale“ findet seine Entsprechung allenfalls im Parameter “HSonst“ (Sonstiges Horizontbeschreibung) und „PSonst“ (Sonstiges Profilbeschreibung) in der BZE I-Arbeitsanleitung.

Datenbestand:

Von der Möglichkeit zusätzlich pedologische Merkmale zu erfassen, machten bei der BZE II nahezu alle Bundesländer Gebrauch ausgenommen Niedersachsen, Bremen und Hessen. Bayern und Thüringen trugen neben den Kürzeln auch Bemerkungen ein.

Tabellen:

**Tabelle 4-13 Beschreibung sonstiger pedogener Merkmale (Ad-hoc-AG Boden 2005; verändert).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
Hu	Humusanreicherung
Vw	Wurzelreste
Vr	Rhizomreste
C	Kalkkonkretionen allgemein
Ck	Lösskindel
Cmy	Kalk-Pseudomycel
Kw	Wiesenkalkausfällungen
Sgb	Sandkörner, ausgebleicht
Oh	Einmischung von Auflageresten in den Mineralboden
Oe	Orterde
Ost	Ortstein
M	Manganoxid
Y	Gips (als Beläge)
Z	Salz (als Beläge)
I	SiO <sub>2</sub> (als Beläge)
T	Ton (als Beläge)
Ko	Kohlereste

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 56, 68

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-37

### 4.2.11 Durchwurzelungsintensität Feinwurzeln

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wurzelintfein	Durchwurzelungsintensität der Feinwurzeln pro Horizont in Klassen	Text	Code	x_wurzelintfein.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Unter Durchwurzelungsintensität wird die mittlere Anzahl der Wurzeln pro  $\text{dm}^2$  verstanden. Wurzeln mit einem Durchmesser von  $< 2$  mm werden als Feinwurzeln, solche mit größerem Durchmesser als Grobwurzeln bezeichnet. Die Durchwurzelungsintensität ist an der leicht aufgerauten Profilwand pro Horizont gutachterlich an zu sprechen. Die Klasseneinteilung findet in Anlehnung an die Tabelle 24 der 5. Auflage der Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005; S. 129) statt. In der BZE I wurden ausschließlich die Feinwurzeln betrachtet. Die Anteilsklassen der Durchwurzelungsintensität der Feinwurzeln zeigt die Tabelle 4-14.

#### Länderspezifische Modifikationen:

Für die Länder Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Brandenburg liegen dem TI keine Informationen zur Feinwurzelverteilung während der BZE I vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Feinwurzelintensität (Anzahl Feinwurzeln pro  $\text{dm}^2$ ) wurde bei BZE I und BZE II mit Hilfe identischer Anteilsklassen durchgeführt (Tabelle 4-14). Allein die Codierung veränderte sich. Nach Anpassung der Codierung sind die Angaben zur Feinwurzelverteilung von BZE I und BZE II vergleichbar.

#### Datentransferfunktion:

Umcodierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 4-14.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	wurzelintfein	=	vm_minboden_profil_1	wurzelintfein
BZE II	b2mbh	wurzelintfein	=	vm_minboden_profil_2	wurzelintfein
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	wurzelintfein	= union	vm_minboden_profil	wurzelintfein

Datenbestand:

In der **BZE I** liegen Daten für fast alle Bundesländer ausgenommen Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Brandenburg vor. In der **BZE II** liegen Daten für alle Bundesländer vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-14: Anteilsklassen der Durchwurzelungsintensität der Feinwurzeln für BZE I und BZE II (nach BML 1994 und Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Bezeichnung	Wurzeln [n/dm <sup>2</sup> ]	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
Wf0	keine Wurzeln	0	W0	keine Wurzeln
Wf1	sehr schwach	1 – 2	W1	sehr schwach
Wf2	schwach	3 – 5	W2	schwach
Wf3	mittel	6 – 10	W3	mittel
Wf4	stark	11 – 20	W4	stark
Wf5	sehr stark	21 – 50	W5	sehr stark
Wf6	extrem stark bis Wurzelfilz	> 50	W6	Wurzelfilz

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 46

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-37f

## 4.2.12 Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wurzelIntgrob	Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln pro Horizont in Klassen	Text	Code	x_wurzelIntgrob.acode

### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

### Methode:

**BZE II:** Unter Durchwurzelungsintensität wird die mittlere Anzahl der Wurzeln pro dm<sup>2</sup> verstanden. Wurzeln mit einem Durchmesser von < 2 mm werden als Feinwurzeln, solche mit größerem Durchmesser als Grobwurzeln bezeichnet. Die Durchwurzelungsintensität ist an der leicht aufgerauten Profilwand pro Horizont gutachterlich an zu sprechen. Die Klasseneinteilung findet in Anlehnung an die Tabelle 24 der 5. Auflage der Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005, S. 129) statt. Im Rahmen der BZE I wurden ausschließlich die Feinwurzeln betrachtet. Im Rahmen der BZE II wurde zusätzlich zur Verteilung der Feinwurzeln die Grobwurzelverteilung erhoben. Die Anteilsklassen der Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln zeigt die Tabelle 4-15.

Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Für die BZE I liegen keine Daten zur Grobwurzelverteilung vor.

### Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2mbh	wurzelIntgrob	=	vm_minboden_profil_2	wurzelIntgrob
BZE I und BZE II	b2mbh	wurzelIntgrob	=	vm_minboden_profil	wurzelIntgrob

Datenbestand:

Bei der BZE I erfolgte keine Ansprache der Grobwurzeln. In der BZE II liegen die Daten zur Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln mit der Ausnahme von Baden-Württemberg vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-15: Anteilsklassen der Durchwurzelungsintensität der Grobwurzeln im Rahmen der BZE II (nach Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

<b>Code</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Wurzeln [n/dm<sup>2</sup>]</b>
Wg0	keine Wurzeln	0
Wg1	sehr schwach	1 – 2
Wg2	schwach	3 – 5
Wg3	mittel	6 – 10
Wg4	stark	11 – 20
Wg5	sehr stark	21 – 50
Wg6	extrem stark bis Wurzelfilz	> 50

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-37f

### 4.2.13 Wurzelverteilung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wurzelverteil	Beschreibung der Wurzelverteilung pro Horizont	Text	Code	x_wurzelverteil.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die Wurzelverteilung ist an der aufgerauten Profilwand pro Horizont gutachterlich an zu sprechen. Dieser Parameter beschreibt die Verteilung der Wurzeln im Mineralboden und dient der realistischen Abschätzung des Bodenwasserhaushalts bzw. der Wasserversorgung der Bäume am Standort. Die möglichen Formen der Wurzelverteilung sind in Tabelle 4-16 beschrieben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Für die BZE I liegen keine Daten zur Wurzelverteilung vor.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2mbh	wurzelverteil	=	vm_minboden_profil_2	wurzel_verteil
BZE I und BZE II	b2mbh	wurzelverteil	=	vm_minboden_profil	wurzel_verteil

Datenbestand:

Für die BZE I liegen keine Daten zur Wurzelverteilung vor. Angaben zur Wurzelverteilung aus der BZE II liegen für alle Bundesländer mehr oder weniger vollständig vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-16: Ansprache der Wurzelverteilung im Rahmen der BZE II (nach Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung BZE</b>
z	keine Wurzeln
g	gleichmäßig
u	ungleichmäßig
k	in Klüften, Spalten
n	nesterweise
r	in Wurm- und Wurzelröhren
f	als Wurzelfilz
s	als Wurzelsaum
l	lagenweise

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-38

### 4.3 Profilkennzeichnung

Die im folgenden Abschnitt beschriebenen Parameter wurden pro Bodenprofil angesprochen bzw. erhoben.

#### 4.3.1 Physiologische Gründigkeit

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
gruendigkeit	Tiefe der Durchwurzelung des Bodens (physiologischen Gründigkeit) in Zentimeter	Numerisch	cm	-
gruendigkeitZ	Tiefe der Durchwurzelung des Bodens, Zusatzsymbol	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Definition: Unter der Durchwurzelbarkeit oder physiologischen Gründigkeit wird die Tiefe verstanden, bis zu der die Pflanzenwurzeln unter den gegebenen Verhältnissen tatsächlich in den Boden eindringen können. Die physiologische Gründigkeit ergänzt die Angaben zur Durchwurzelungsintensität von Fein- und Grobwurzeln und stellt eine Abschätzung der potentiellen Durchwurzelbarkeit des Standortes dar.

#### Methode:

**BZE II:** Okulare Ansprache der Durchwurzelbarkeit am Profil in Zentimetern (Schätzwert). Wenn die Durchwurzelbarkeit tiefer reicht als die Tiefe der Profilgrube, so wird der Profiltiefe ein Pluszeichen („+“) angehängt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Für die BZE I liegen keine Daten zur physiologischen Gründigkeit vor.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable		Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2mb	gruendigkeit	=	Verknüpfung von (b2mb.gruendigkeitZ) und b2mb.gruendigkeit)	vm_allgemeintab_	gruendigkeit_2
	b2mb	gruendigkeitZ			2	

Datenbestand:

In der **BZE I** hat Niedersachsen seine Standorte, bei denen die Durchwurzelbarkeit tiefer als die angelegte Profilgrube ist, gekennzeichnet.

In der **BZE II** liegen Tiefenangaben von allen Bundesländern vor, ausgenommen Hessen (dort „0 cm“ und „+“ eingetragen).

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-39

### 4.3.2 Aktueller Grundwasserstand

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
aktuellgrundwstand	aktueller Grundwasserstand, Entfernung des freien Wassers von der Bodenoberfläche in cm unter Flur	Numerisch	cm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen<sup>17</sup>

BZE II: obligatorischer Parameter bei grundwassernahen Böden

#### Methode:

**BZE II:** Oberflächennahes Grundwasser nimmt einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Böden. Der Grundwasserstand entspricht dem Niveau des freien Wassers im Boden. Freies Wasser ist Wasser, das nicht durch Kapillar- oder andere Kräfte im Boden gebunden ist. Die Entfernung des freien Wassers von der Bodenoberfläche wird in cm unter Flur angegeben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Wasserdruckausgleich relativ lange Zeit in Anspruch nehmen kann und das der Grundwasserspiegel jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

#### Datentransferfunktion:

Die Angaben zum aktuellen Grundwasserstand wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

#### Datenbestand:

Länderspezifische Methoden: In der BZE I gibt es Daten für Standorte in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Die Standorte in Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt wurden mit „-2“ gekennzeichnet, was als „es wurde kein Grundwasser angetroffen, obwohl danach gesucht wurde“ zu interpretieren ist. In der BZE II finden sich Standorte mit „hoch“ anstehendem Grundwasser in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt,

<sup>17</sup> Wasserstände in Gräben, Brunnen usw. konnten im Feld „PSONST“ angegeben werden

Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Thüringen.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-39

### 4.3.3 Scheinbarer Grundwasserstand

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
scheinbgrundwstand	Scheinbarer Grundwasserstand, Obergrenze des geschlossenen Kapillarsaumes in Zentimeter unter Flur	Numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE I:** Der scheinbare Grundwasserstand charakterisiert die Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes in Dezimeter unter Flur.

**BZE II:** Der scheinbare Grundwasserstand charakterisiert die Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes in Zentimeter unter Flur. Dieser Parameter wird durch Klopfen am Bohrer ermittelt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

Die Angaben zum scheinbaren Grundwasserstand wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Datenbestand: Für die BZE I liegen keine Daten zum scheinbaren Grundwasserstand vor. In der BZE II wurde dieses Merkmal oftmals untersucht, jedoch häufig ohne messbaren Erfolg (Kennzeichnung mit „-2“). Konkrete Werte liegen für Standorte in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg, Sachsen und Thüringen vor.

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 68

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-39

### 4.3.4 Humositätsgrad von Torfen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
humositaet	Zersetzungsgrad von Torfen	Text	Code	x_humositaet.acode

#### Aufnahmestatus:

**BZE I:** Obligatorischer Parameter (im Rahmen der Schätzung der Trockenraumdichte von Torfen)

**BZE II:** Obligatorischer Parameter

Definition: Der Humositätsgrad oder die Humosität charakterisiert den Zersetzungsgrad von Torfen und gibt Hinweise auf deren physikalische und chemische Eigenschaften. Je stärker ein Torf zersetzt ist, umso größer ist sein Substanzvolumen, sein Trockenraumgewicht und umso kleiner sein Porenvolumen.

#### Methode:

**BZE I:** Der Zersetzungsgrad (von Post) wird abgeschätzt. Schwach zersetzte Torfe weisen ein geringeres Substanzvolumen auf als stark zersetzte. Die Einteilung erfolgte in 3 Klassen.

**BZE II:** Die Einstufung erfolgt mit der Quetschmethode nach von Post. Dabei werden die Breiigkeit nach dem Quetschen und die Farbe des abgepressten Wassers bewertet. Die Einstufung erfolgt in zehn Klassen nach Tabelle 4-18.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE II:** keine Ansprache des Humositätsgrades für Torfhorizonte in Brandenburg

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** kein Vergleich möglich, keine Daten für BZE I.

#### Datentransferfunktion: --

#### Datenbestand:

Angaben zum Zersetzungsgrad von Torfen aus der BZE I wurden nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE übernommen. Grundsätzlich liegen Daten zur Humosität oder Zersetzungsstufe nur dann im Gelände vor wenn Torfhorizonte angetroffen wurden. Böden mit Torfhorizonten und deren Zersetzungsgrad wurden innerhalb der BZE II in den Bundesländern

Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern angesprochen.

Tabellen:

**Tabelle 4-17: Zersetzungsgrad von Torfen nach von Post (nach BML 1994, S. 55).**

Code	TRD [g/cm <sup>3</sup> ]	Substanzvolumen [Vol-%]
1-5	< 0,09	< 5
4-6	0,09 – 0,15	5 – 7,5
7-10	0,15 – 1,0	> 7,5

**Tabelle 4-18: Bestimmungsschlüssel zur Humosität von Torfen (nach Ad-hoc-AG Boden 2005, verändert).**

Code	Beschreibung	Pflanzenstrukturen im Torf	Rückstand nach dem Quetschen
H1	farbloses, klares Wasser beim Quetschen austretend	deutlich	nicht breiartig
H2	schwach, gelbbraunes, fast klares Wasser beim Quetschen austretend	deutlich	nicht breiartig
H3	braunes, deutlich trübes Wasser beim Quetschen austretend	deutlich	nicht breiartig
H4	braunes, stark trübes Wasser beim Quetschen austretend	deutlich	nicht breiartig
H5	stark trübes, Wasser beim Quetschen austretend, daneben etwas Torfsubstanz	deutlich	etwas breiartig
H6	beim Quetschen bis 1/3 der Torfsubstanz austretend	etwas undeutlich	stark breiartig
H7	beim Quetschen etwa 1/2 der Torfsubstanz austretend	noch einigermaßen erkennbar	Pflanzen-Strukturen deutlicher als vorher
H8	beim Quetschen etwa 2/3 der Torfsubstanz austretend	sehr undeutlich	Pflanzenstrukturen deutlicher als vorher
H9	beim Quetschen fast die gesamte Torfsubstanz austretend	fast nicht mehr erkennbar	Pflanzenstrukturen deutlicher als vorher
H10	beim Quetschen die gesamte Torfsubstanz austretend	nicht mehr erkennbar	kein Rückstand

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 55

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-40

## 4.4 Bodenklassifikation

### 4.4.1 Ausgangsgestein der Bodenbildung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
schichtung	Ausgangsgestein der Bodenbildung	Numerisch	Code	x_gestein.icode
gestein1	Ausgangsgestein der Bodenbildung, bei Mischsubstraten	Numerisch	Code	x_gestein.icode
gestein2	Ausgangsgestein der Bodenbildung, bei Mischsubstraten	Numerisch	Code	x_gestein.icode
gestein3	Ausgangsgestein der Bodenbildung, bei Mischsubstraten	Numerisch	Code	x_gestein.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Definition: Mit Ausgangsgestein ist das Fest- oder Lockergestein gemeint, aus dem sich der aktuell am Standort auftretende Boden gebildet hat.

#### Methode:

**BZE I:** Die Ansprache des Ausgangsgesteins erfolgte am Bodenprofil als eine Angabe pro BZE-Standort (Tabelle siehe BML 1994, S.58ff). Bei Mehrschichtprofilen konnten die verschiedenen Ausgangsgesteine der einzelnen Schichten, durch einen Bindestrich getrennt, hintereinander aufgeführt werden. Bei Mischsubstraten konnten die einzelnen Komponenten, durch Schrägstrich getrennt, erfasst werden. Zusätzlich konnte durch nachgestellte Symbole gekennzeichnet werden, in welcher Form das Ausgangsgestein vorliegt (Windsediment, Fließerde, Hangschutt).

**BZE II:** Die Ansprache des Ausgangsgesteins erfolgt am Bodenprofil pro Horizont (mehrere Angaben pro Standort, horizontbezogen). Für die BZE II wurde eine eigene Liste zur Gliederung des Ausgangsgesteins der Bodenbildung erstellt. Die neue Gliederung macht eine deutlich differenziertere Ansprache als bei der BZE I möglich (Tabelle 4-19). Die darin gegebene Gliederung folgt bei den Festgesteinen groben geochemisch-mineralogischen Gesichtspunkten und bei den Lockergesteinen genetisch-geochemischen Gesichtspunkten (carbonathaltig vs. nicht

carbonathaltig). Sie bietet außerdem die Möglichkeit, Mischsubstrate und Schichtungen zu erfassen. Bei Mehrschichtprofilen wurden die Ausgangsgesteine der einzelnen Schichten, bei Mischsubstraten die einzelnen Komponenten separat erfasst. Wobei die Komponenten mit dem höchsten Anteil zuerst angeführt wurden (gestein1, gestein2, gestein3).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Klassifizierung des Ausgangsgesteins hat sich zwischen BZE I und BZE II stark verändert. Die Ausgangsgesteine der BZE I wurden entsprechend Tabellen:

Tabelle 4-19 in die Systematik der BZE II überführt. Die Anpassung erfolgte in drei Arbeitsschritten: (i) Auslesen der einzelnen Codierungen für die Ausgangsgesteine verschiedener geologischer Schichten und Bestimmung der Tiefe des Schichtwechsels aus der Ansprache der Bodenhorizonte (Angabe des Substratwechsels durch vorangestellte römische Zahlen), (ii) Trennung der verschiedenen Komponenten des Mischsubstrats, (iii) Überführung der BZE I-Ausgangsgesteine in die Codierung der BZE II.

Datentransferfunktion:

Die BZE I-Angaben zum Ausgangsgestein der Bodenbildung wurden umcodiert. Aus der Angabe für das Gesamtprofil wurde eine horizontbezogene Angabe entsprechend der Codierung der BZE II generiert.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mbh	schichtung	=	vm_minboden_profil_1	schichtung
BZE I	b1mbh	gestein1	=	vm_minboden_profil_1	gestein1
BZE I	b1mbh	gestein2	=	vm_minboden_profil_1	gestein2
BZE I	b1mbh	gestein3	=	vm_minboden_profil_1	gestein3
BZE II	b2mbh	schichtung	=	vm_minboden_profil_2	schichtung
BZE I	b2mbh	gestein1	=	vm_minboden_profil_2	gestein1
BZE I	b2mbh	gestein2	=	vm_minboden_profil_2	gestein2
BZE I	b2mbh	gestein3	=	vm_minboden_profil_2	gestein3
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	schichtung	= union	vm_minboden_profil	schichtung
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	gestein1	= union	vm_minboden_profil	gestein1
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	gestein2	= union	vm_minboden_profil	gestein2
BZE I und BZE II	b1mbh, b2mbh	gestein3	= union	vm_minboden_profil	gestein3

Datenbestand: Für die **BZE I** liegen für nahezu alle Standorte die Informationen zum Ausgangsgestein vor. In der **BZE II** liegen von allen Bundesländern Angaben zum Ausgangsgestein vor, jedoch in einem unterschiedlichen Umfang bei ihren Standorten.

Tabellen:

**Tabelle 4-19: Codierung des Ausgangsgesteins der Bodenbildung in BZE I und BZE II.**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
100	saure magmatische Gesteine	0	saure, i.d.R. kristalline Gesteine		
110	Plutonite (saure magmatische Gesteine)	05	Plutonite (saure Gesteine)		
110	Plutonite (saure magmatische Gesteine)	05HS	Plutonite (saure Gesteine), Hangschutt		
111	Granit				
112	Granodiorit				
113	Tonalit				
120	Vulkanite (saure magmatische Gesteine)	06	Vulkanite (saure Gesteine)		
121	Rhyolith, Quarzporphyr				
122	Quarzporphyrit				
123	Dazit				
124	Porphyrit				
125	Quarzkeratophyr, Keratophyr				
130	Ganggesteine (saure magmatische Gesteine)	07	Ganggesteine (saure Gesteine)		
131	Pegmatit				
132	Aplit				
133	Granitporphyr				
200	intermediäre magmatische Gesteine	1	intermediäre Gesteine		
210	Plutonite (intermediäre magmatische Gesteine)	14	Plutonite (intermediäre Gesteine)		

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
211	Syenit				
212	Diorit				
213	Monzonit				
214	Monzodiorit				
215	Quarzdiorit				
220	Vulkanite (intermediäre magmatische Gesteine)	15	Vulkanite (intermediäre Gesteine)		
221	Andesit				
222	Latit				
223	Trachyt				
224	Phonolith				
230	Ganggesteine (intermediäre magmatische Gesteine)	16	Ganggesteine (intermediäre Gesteine)		
230	Ganggesteine (intermediäre magmatische Gesteine)	16HS	Ganggesteine (intermediäre Gesteine), Hangschutt		
231	Dioritporphyr				
232	Dioritaplit				
233	Syenitporphyr				
234	Syenitaplit				
300	(ultra)basische magmatische Gesteine	2	basische Gesteine		
300	(ultra)basische magmatische Gesteine	24HS	Foidite, Foiditbasalte, Hangschutt		
310	Plutonite ((ultra)basische magmatische Gesteine)	25	Plutonite (basische Gesteine)		
311	Gabbro				
312	Anorthosit				
313	Peridotit				

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
314	Pyroxenit				
320	Vulkanite ((ultra)basische magmatische Gesteine)				
321	Basalt	21	Basalte		
321	Basalt	21HS	Basalte, Hangschutt		
322	Diabas	23	Diabase		
322	Diabas	23HS	Diabase, Hangschutt		
323	Melaphyr	22	Melaphyre		
324	Tephrit				
325	Basanit				
326	Nephelinit				
327	Pikrit				
330	Ganggesteine ((ultra)basische magmatische Gesteine)				
331	Lamprophyr				
332	Dolerit				
400	saure metamorphe Gesteine				
410	quarzreiche Phyllite, Schiefer				
411	Phyllit	03	Phyllite, Schiefer		
411	Phyllit	03HS	Phyllite, Schiefer, Hangschutt		
412	Quarzphyllit				
413	Quarzglimmerschiefer				
420	Metaquarzite				
430	helle Gneise	04	helle Gneise		
430	helle Gneise	04HS	helle Gneise, Hangschutt		
431	Quarzgneis				
4-55					

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
432	Orthogneis				
433	Granitgneis				
440	Granulit				
450	Migmatit				
460	Hornfels				
470	helle Paragneise				
480	Stoßwellenmetamorphite				
481	Suevit				
500	Intermediäre und (ultra)basische metamorphe Gesteine				
510	Metapelite und Schiefer	13	Schiefer		
510	Metapelite und Schiefer	13HS	Schiefer, Hangschutt		
511	Tonschiefer	54HS	Schiefertone, Hangschutt		
512	Flaserschiefer				
513	Grünschiefer(Chloritschiefer)				
514	Serizitschiefer				
515	Talkschiefer				
520	dunkle Gneise, dunkle Paragneise	11	dunkle Gneise, Paragneise		
521	Hornblendegneis				
530	massige metamorphe Gesteine				
531	Eklogit				
532	Amphibolit	27	Amphibolite, Eklogite, Hornblenden		
533	Serpentinit	28	Serpentine, Specksteine		
540	Hornfels	12	Hornfelse		
600	carbonatische und sulfatische Festgesteine	3	karbonatische Gesteine		
4-56					

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
		<b>BZE I</b>	<b>BZE I</b>	<b>Gestein1</b>	<b>Gestein1</b>
610	Kalksteine, Kalkmarmor	31	Kalksteine		
610	Kalksteine, Kalkmarmor	31HS	Kalksteine, Hangschutt		
620	Dolomitsteine, Dolomitmarmor	32	Dolomite		
620	Dolomitsteine, Dolomitmarmor	32HS	Dolomite, Hangschutt		
620	Dolomitsteine, Dolomitmarmor	38	(Dolomit) Marmor		
630	Mergelsteine				
631	Kalkmergelstein	33	Mergelkalke		
631	Kalkmergelstein	33HS	Mergelkalke, Hangschutt		
632	Dolomitmergelstein				
633	Sandmergelstein				
634	Schluffmergelstein				
635	Tonmergelstein	52	Tonmergel		
635	Tonmergelstein	53	Mergeltone, kalkhaltige Tone		
635	Tonmergelstein	53HS	Mergeltone, kalkhaltige Tone, Hangschutt		
640	Kalksandsteine, Kalkkonglomerate, Kalkbreccien	34	Kalksandsteine, kalkhalt. Konglomerate, Breccien, kalkhalt. Grauwacken		
650	Organokalke	35	Organokalke		
651	Quellkalk				
652	Sinterkalk				
653	Wiesenkalk				
654	Kalkmudde, Lebermudde, Seekreide				
660	Kieselkalke, Kalksilikate, Kalkphyllite	36	Kieselkalke		
660	Kieselkalke, Kalksilikate, Kalkphyllite	37	Kalksilikate, Kalkphyllite, kalkhaltige		

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
			Arkosen		
670	Sulfatgesteine (Evaporite)				
671	Anhydritstein	39	Anhydrite, Gipse		
672	Gipsstein				
700	carbonatfreie silikatische Festgesteine	4	carbonatfreie, sedimentäre Gesteine		
710	Sandsteine	41	Sandsteine		
710	Sandsteine	41HS	Sandsteine, Hangschutt		
711	Sandstein				
712	quarzitischer Sandstein				
713	Quarzit	02	Quarzite		
713	Quarzit	02HS	Quarzite, Hangschutt		
720	Grauwacke	43	Grauwacken		
720	Grauwacke	43HS	Grauwacken, Hangschutt		
730	Arkosen	44	Arkosen		
740	Konglomerate und Breccien	42	Konglomerate; Breccien		
740	Konglomerate und Breccien	42HS	Konglomerate; Breccien, Hangschutt		
750	Kieselgesteine	45	kieselige Sedimentgesteine		
750	Kieselgesteine	45HS	kieselige Sedimentgesteine, Hangschutt		
751	Kieselschiefer, Lydit				
752	Radiolarit				
753	Hornstein, Feuerstein				
760	Schluffsteine	46	Schluffsteine		

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
		<b>BZE I</b>	<b>BZE I</b>	<b>Gestein1</b>	<b>Gestein1</b>
760	Schluffsteine	46HS	Schluffsteine, Hangschutt		
770	Tonsteine	5	Tone und Tonsteine		
770	Tonsteine	55	Tonsteine		
770	Tonsteine	55HS	Tonsteine, Hangschutt		
800	carbonathaltige Lockergesteine	6	karbonathaltige Lockergesteine		
800	carbonathaltige Lockergesteine	61	Lehme, Schluffe		
800	carbonathaltige Lockergesteine	61HS	Lehme, Schluffe, Hangschutt		
800	carbonathaltige Lockergesteine	62	Sande		
800	carbonathaltige Lockergesteine	63	Schotter		
800	carbonathaltige Lockergesteine	64	Mergel		
800	carbonathaltige Lockergesteine	65	Moränen		
810	Meeres- und Küstenablagerungen (carbonathaltiges Lockergestein)				
811	carbonathaltige Wattablagerungen				
812	carbonathaltige Strandablagerungen				
813	carbonathaltige marine Ablagerungen (allgemein)				
820	Fluss-, Bach- und Seeablagerungen (carbonathaltiges Lockergestein)				
821	Seedeltaablagerungen				
822	Seemergel				
823	Bändermergel				
824	carbonathaltige Mudden, Kalkmudden				
825	carbonathaltige Terrassenablagerungen				
826	Flussmergel				
827	Hochflutmergel				
828	Auenmergel				
829	carbonathaltige Schmelzwasserablagerungen				

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
830	Gletscherablagerungen (carbonathaltiges Lockergestein)				
831	Geschiebemergel				
840	Windablagerungen (carbonathaltiges Lockergestein)				
841	carbonathaltiger Flugsand				
842	carbonathaltiger Sandlöss				
843	Löss				
850	Quellbildungen, subaerische Ausfällungen				
851	Quellenkalk				
852	Sinterkalk				
853	Wiesenkalk, Alm				
854	Wiesenmergel				
855	Seekreide				
860	Umlagerungsbildungen (carbonathaltige Lockergesteine)	81	umgelagertes karbonathaltiges Material untersch. geolog. Herkunft		
860	Umlagerungsbildungen (carbonathaltige Lockergesteine)	81FL	umgelagertes karbonathaltiges Material untersch. geolog. Herkunft, Fließerde		
861	Kalksteinschutt, Kalksteinrutschmasse				
862	polygenet. carbonathalt. Talbildungen				
863	carbonathaltige Hangablagerungen und Verschwemmungsablagerungen				
864	carbonathaltige Kolluvien				
865	carbonathaltige Fließerden allgemein	31FL	Kalksteine	0610	Kalksteine, Kalkmarmor
865	carbonathaltige Fließerden allgemein	34FL	Kalksandsteine, kalkhalt. Konglomerate,	0640	Kalksandsteine, Kalkkonglomerate, Kalkbreccien

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
			Breccien, kalkhalt. Grauwacken		
865	carbonathaltige Fließerden allgemein	53FL	Mergeltone, kalkhaltige Tone	0635	Tonmergelstein
865	carbonathaltige Fließerden allgemein	61FL	Lehme, Schluffe		
866	carbonathaltige Fließerden - Basislage				
867	carbonathaltige Fließerden - Mittellage				
868	carbonathaltige Fließerden - Hauptlage				
869	carbonathaltige Fließerden - Oberlage				
870	Verwitterungs- und Rückstandsbildungen (carbonathaltige Lockergesteine)				
871	carbonathaltiger Residuallehm und -ton				
872	carbonathaltiger Zersatz				
873	sulfathaltiger Zersatz (aus Gipsstein)				
880	vulkanogene, vulkanoklastische Bildungen (Fest- und Lockergestein) (carbonathaltige Lockergesteine)				
881	carbonathaltige Tuffite				
890	anthropogene Bildungen (carbonathaltige Lockergesteine)				
891	carbonathaltiger Bauschutt				
892	carbonath. Aschen				
893	carbonathaltige Schlacken				
894	carbonathaltiges Haldenmaterial				
895	carbonathaltige Bodenverbesserungsmittel				
896	carbonath. Anthrop. Festgestein (Beton)				
897	carbonathaltiger Müll				
898	Klärschlamm und carbonathaltige Industrieschlämme				
899	carbonath. natürliches Material				
900	carbonatfreie Lockergesteine	7	kalkfreie		

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
			Lockersedimente		
900	carbonatfreie Lockergesteine	71	Lehme, Schlufflehme		
900	carbonatfreie Lockergesteine	72	Schluffe		
900	carbonatfreie Lockergesteine	73	Sande		
900	carbonatfreie Lockergesteine	74	Schotter		
910	Meeres- und Küstenablagerungen (carbonatfreie Lockergesteine)				
911	Strandablagerungen				
912	Wattablagerungen				
913	marine Ablagerungen (allgemein)				
920	Fluss-, Bach- und Seeablagerungen (carbonatfreie Lockergesteine)				
921	Seedeltaablagerungen				
922	mineral. Seeablagerungen				
923	Beckenablagerungen				
924	kalkfreie organo-mineralische Mudden				
925	Terrassen- und Flussablagerungen				
926	Hochflutablagerungen				
927	Auenablagerungen				
928	Schmelzwasserablagerungen				
930	Gletscherablagerungen (carbonatfreie Lockergesteine)				
931	Moränenablagerungen	75	Moränen		
931	Moränenablagerungen	75FL	Moränen, Fließerde		
940	Windablagerungen (carbonatfreies Lockergestein)	71WS	Lehme, Schlufflehme		
940	Windablagerungen (carbonatfreies Lockergestein)	72WS	Schluffe		
940	Windablagerungen (carbonatfreies Lockergestein)	73WS	Sande		
941	äolischer Sand, Flugsand				
942	äolische Schluffsande, Lösssande				
943	Sandlöss				
4-62					

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
944	äolische Schluffe, Lösslehm				
950	Ausfällungsbildungen				
951	Raseneisenstein				
960	Umlagerungsbildungen (carbonatfreies Lockergestein)	82	umgelagertes karbonatfreies Material untersch. geolog. Herkunft, Fließerde		
960	Umlagerungsbildungen (carbonatfreies Lockergestein)	82FL	umgelagertes karbonatfreies Material untersch. geolog. Herkunft		
960	Umlagerungsbildungen (carbonatfreies Lockergestein)	82HS	umgelagertes karbonatfreies Material untersch. geolog. Herkunft, Hangschutt		
961	Gesteinsschutt, Gesteinsrutschungsmassen				
962	polygenet. Talbildungen				
963	Hangablagerungen und Verschwemmungsablagerungen	71HS	Lehme, Schlufflehme, Hangschutt		
963	Hangablagerungen und Verschwemmungsablagerungen	72HS	Schluffe, Hangschutt		
963	Hangablagerungen und Verschwemmungsablagerungen	73HS	Sande, Hangschutt		
964	Kolluvien	83	Kolluvien		
965	Fließerden allgemein	03FL	Phyllite, Schiefer	0411	Phyllit
965	Fließerden allgemein	04FL	helle Gneise	0430	helle Gneise
965	Fließerden allgemein	05FL	Plutonite	0110	Plutonite (saure magmatische Gesteine)
965	Fließerden allgemein	06FL	Vulkanite	0120	Vulkanite (saure magmatische Gesteine)
965	Fließerden allgemein	11FL	dunkle Gneise,	0520	dunkle Gneise, dunkle Paragneise

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
			Paragneise		
965	Fließerden allgemein	13FL	Schiefer	0510	Metapelite und Schiefer (schwach metamorph)
965	Fließerden allgemein	14FL	Plutonite	0210	Plutonite (intermediäre magmatische Festgesteine )
965	Fließerden allgemein	15FL	Vulkanite	0220	Vulkanite (intermediäre magmatische Gesteine)
965	Fließerden allgemein	21FL	Basalte	0321	Basalt
965	Fließerden allgemein	41FL	Sandsteine	0711	Sandstein
965	Fließerden allgemein	55FL	Tonsteine	0770	Tonsteine
965	Fließerden allgemein	56FL	alte Verwitterungslehme		
965	Fließerden allgemein	71FL	Lehme, Schlufflehme		
965	Fließerden allgemein	72FL	Schluffe		
965	Fließerden allgemein	73FL	Sande		
965	Fließerden allgemein	77FL	Bimsüberschüttungen	0981	Tuff, Tuffstein (inkl. Bims)
966	Fließerde - Basislage				
967	Fließerde - Mittellage				
968	Fließerde - Hauptlage und Oberlage				
969	Geschiebedecklehm und -sand				
970	Verwitterungs- und Rückstandsbildungen (carbonatfreie Lockergesteine)	56	alte Verwitterungslehme		
970	Verwitterungs- und Rückstandsbildungen (carbonatfreie Lockergesteine)	56HS	alte Verwitterungslehme, Hangschutt		
971	Zersetzungsbildungen allgemein				
972	Saprolith				
973	Residualbildungen (allgemein)				
974	Residuallehm und -ton				
4-64					

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
		<b>BZE I</b>	<b>BZE I</b>	<b>Gestein1</b>	<b>Gestein1</b>
980	vulkanogen, vulkanoklastisch (Fest- und Lockergestein) (carbonatfreie Lockergesteine)				
981	Tuff, Tuffstein (incl. Bims)	77	Bimsüberschüttungen		
982	Tuffit				
983	Tephra				
990	anthropogene Bildungen (carbonatfreie Lockergesteine)	89	künstliche Aufschüttungen		
991	Bauschutt				
992	Aschen				
993	Schlacken				
994	Haldenmaterial				
995	Bodenverbesserungsmittel				
996	anthropogenes Festgestein				
997	Müll				
998	Schlamm				
999	natürliches Material				
1000	organische Bildungen	9	Organische Substrate		
1000	organische Bildungen	93	Anmoore		
1010	Torfe	97	Trockentorfe		
1011	Kalkniedermoortorf				
1012	Niedermoortorf	94	Niedermoore		
1013	Übergangsmoortorf	95	Übergangsmoore		
1014	Hochmoortorf	96	Hochmoore		
1030	organische Mudden				
1031	Lebermudde				
1032	Torfmudde				
1033	Detritusmudde				

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I	Code Gestein1	Beschreibung Gestein1
1040	Komposte				
1050	Kohlegesteine				
1051	Steinkohle				
1052	Braunkohle				
-9	sonstiges	51	Tone (kalkfrei)		
-9	sonstiges	51HS	Tone (kalkfrei), Hangschutt		
-9	sonstiges	54	Schiefertone		
-9	sonstiges	57	sonstiges, unbekannt		
-9	sonstiges	57FL	sonstiges, unbekannt		
-9	sonstiges	-9	sonstiges, unbekannt		
-9	sonstiges	FL	Fließerde		

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 58ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-42ff

## 4.4.2 Stratigrafie / Geologische Kartiereinheit

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
stratigrafie	stratigraphische Kennzeichnung des Substrates pro Horizont	Text	-	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

### Methode:

**BZE I:** Anzugeben ist immer die stratigraphische Kennzeichnung aus der verwendeten geologischen Karte.

**BZE II:** Anzugeben ist die stratigraphische Kennzeichnung des Substrates der einzelnen Horizonte. Es werden die Symbole der Kartiereinheiten der verwendeten geologischen Karte übernommen oder/und eine Einschätzung im Gelände vorgenommen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

### Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2mbh	stratigrafie	=	vm_minboden_profil_2	stratigrafie
BZE I und BZE II	b2mbh	stratigrafie	=	vm_minboden_profil	stratigrafie

### Datenbestand:

Es liegen keine Angaben zur Stratigraphie aus der BZE I vor.

Für alle Bundesländer liegen BZE II-Daten zur Stratigrafie vor. Für die BZE II haben die Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, das Saarland, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen die Kürzel aus der geologischen Karte übernommen.

Brandenburg, Bremen, Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt haben eine Einschätzung im Gelände vorgenommen. Bayern hat sowohl Kürzel aus der geologischen Karte übernommen als auch eigene Einschätzungen vorgenommen. Für das Bundesland Thüringen ist der Datensatz unvollständig.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 62

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-51

### 4.4.3 Maßstab der geologischen Karte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
gk_masstab	Maßstab der geologischen Karte	numerisch	Code	x_masstab.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Der Maßstab der geologischen Karte aus welcher die Angaben zur stratigraphischen Einordnung des Standortes entstammen, ist in verkürzter Schreibweise anzugeben (z.B. 1:25 000 = 25).

#### Länderspezifischen Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** vergleichbar

Datentransferfunktion: Die Angaben zum Maßstab der geologischen Karte wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Datenbestand: **BZE I:** BZE I-Angaben zum Maßstab der geologischen Karte liegen nur für einen Teil der niedersächsischen Punkte vor.

In der **BZE II** ist Angabe zum Maßstab der geologischen Karte für alle Bundesländer vorhanden mit Ausnahme von Bremen, Hessen und Sachsen-Anhalt. Dort entfällt die Angabe, da eine Einschätzung der Stratigrafie im Gelände vorgenommen wurde.

#### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 62

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-51

#### 4.4.4 Nummer der geologischen Karte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
gk_nr	Nummer der geologischen Karte	Numerisch	-	-

##### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

##### Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Nummer der geologischen Karte aus welcher die Angaben zur stratigraphischen Einordnung des Standortes entstammen, ist an zu geben.

##### Länderspezifische Modifikationen: ---

##### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** vergleichbar

Datentransferfunktion: Die Angaben zur Nummer der geologischen Karte wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Datenbestand: **BZE I:** BZE I-Angaben zur Nummer der geologischen Karte liegen nur für einen Teil der niedersächsischen Punkte vor.

In der **BZE II** ist die Angabe zur Nummer der geologischen Karte vorhanden für Schleswig-Holstein, Hamburg, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen. Nur teilweise vorhanden ist sie bei den Bundesländern Bayern, Sachsen, Saarland. Für die Bundesländer Brandenburg, Bremen, Hessen und Sachsen-Anhalt entfällt die Angabe, da eine Einschätzung der Stratigrafie im Gelände vorgenommen wurde.

##### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 62

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-51

### 4.4.5 Bodentyp

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bodentyp	Bodentyp des Standortes nach KA 5	Text	Code	x.bodentyp.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I:** In der BZE I wurden die möglichen Bodentypen in der Arbeitsanleitung zur bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald in Anlehnung an den Datenschlüssel Bodenkunde (Oelkers 1984) vorgegeben. Aus heutiger Sicht fand diese Klassifikation auf dem Niveau des Typs bzw. Subtyps statt.

**BZE II:** Grundlage für die Klassifizierung der Bodentypen im Rahmen der nationalen BZE II ist die bodensystematische Gliederung der KA 5 (Ad-hoc-AG Boden 2005). Obligatorisch ist die Einstufung der Böden auf dem Niveau des Bodentyps. Empfohlen wird jedoch die Angabe auf dem Niveau des Subtyps.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I - BZE II:** Die Bodentypen der BZE I wurden entsprechend Tabelle 4-20 in die Bodentypen der BZE II (KA 5) übersetzt. Um die Übersetzung durchzuführen, wurde es notwendig im ersten Schritt die gelieferten Codierungen an das Format der BZE I anzupassen, da teilweise stark abweichende Codierungen verwendet wurden. Die Formatanpassung erfolgte gutachterlich. Nach der Umcodierung sind die Bodentypen für beide Inventuren vergleichbar.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable	
BZE I	b1mb	bodentyp	=	vm_allgemeintab	bodentyp_1	
BZE I	b1mb	bodentyp	=	vm_allgemeintab_1	bodentyp_1	
BZE I	b1mb	bodentyp	=	x_bodentyp.zu_bodentypgr1	vm_allgemeintab	bodentypgr_1
BZE I	b1mb	bodentyp	=	x_bodentyp.zu_bodentypgr1	vm_allgemeintab_1	bodentypgr_1

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodenklasse	vm_allgemeintab	bodenklasse_1
BZE I	b1mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodenklasse	vm_allgemeintab_1	bodenklasse_1
BZE II	b2mb	bodentyp	=	vm_allgemeintab	bodentyp_2
BZE II	b2mb	bodentyp	=	vm_allgemeintab_2	bodentyp_2
BZE II	b2mb	bodentyp	=	vm_minboden_bodenphysik_2	bodentyp_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodentypgr1	vm_allgemeintab	bodentypgr_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodentypgr1	vm_allgemeintab_2	bodentypgr_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodentypgr1	vm_straten_2	bodentypgr_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodenklasse	vm_allgemeintab	bodenklasse_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= x_bodentyp.zu_bodenklasse	vm_allgemeintab_2	bodenklasse_2
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek_eg
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek_eg_d
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek_4
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek4_d
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek8
BZE II	b2mb	bodentyp	= siehe Kapitel 11.4.2	vm_straten_2	buek8_d

Datenbestand:

In der BZE I wurde für nahezu alle Standorte der Bodentyp erhoben. In der BZE II ist der Bodentyp des jeweiligen Standortes für alle Bundesländer vorhanden, oftmals auf dem Niveau des Subtyps.

Tabellen:

**Tabelle 4-20: Codierung der Bodentypen in BZE I und BZE II.**

Code	Beschreibung	BZE I Code	Beschreibung BZE I
F	O/C-Böden		
FF	Felshumusboden		
FFn	Normfelshumusboden		
FS	Skeletthumusboden		
FSn	Normskeletthumusboden		
O	Terrestrische Rohböden		
OO	Syrosem		
OOn	Normsyrosem		
OOp	Protosyrosem		
OL	Lockersyrosem	OL	Lockersyrosem
OLn	Normlockersyrosem		
R	Ah/C-Böden		
RN	Ranker	N	Ranker

Code	Beschreibung	BZE I Code	Beschreibung BZE I
RNn	Normranker		
RNr	Euranker		
OO-RN	Syrose-Ranker		
OL-RN	Lockersyrose-Ranker		
BB-RN	Braunerde-Ranker	B-N	Braunerde-Ranker
BB-RN	Braunerde-Ranker	L-N	Parabraunerde-Ranker*
PP-RN	Podsol-Ranker		
<b>RQ</b>	<b>Regosol</b>	Q	Regosol
<b>RQ</b>	<b>Regosol</b>	F-Q	Fahlerde-Regosol
RQn	Normregosol		
RQr	Euregosol		
OL-RQ	Lockersyrose-Regosol		
BB-RQ	Braunerde-Regosol	B-Q	Braunerde-Regosol
BB-RQ	Braunerde-Regosol	KA/B-Q	Äolium über Braunerde-Regosol
PP-RQ	Podsol-Regosol	P-Q	Podsol-Regosol
SS-RQ	Pseudogley-Regosol		
GG-RQ	Gley-Regosol		
<b>RR</b>	<b>Rendzina</b>	R	Rendzina
<b>RR</b>	<b>Rendzina</b>	CF-B-R	Terra fusca-Braunerde-Rendzina
RRn	Normrendzina		
RRs	Sauerrendzina		
OO-RR	Syrose-Rendzina		
OL-RR	Lockersyrose-Rendzina		
BB-RR	Braunerde-Rendzina	B-R	Braunerde-Rendzina
CF-RR	Terra fusca-Rendzina	CF-R	Terra fusca-Rendzina
GG-RR	Gley-Rendzina		
RZ	Pararendzina	Z	Pararendzina
RZn	Normpararendzina		
RZs	Sauerpararendzina		
OO-RZ	Syrose-Pararendzina		
OL-RZ	Lockersyrose-Pararendzina		
BB-RZ	Braunerde-Pararendzina	B-Z	Braunerde-Pararendzina
SS-RZ	Pseudogley-Pararendzina		
GG-RZ	Gley-Pararendzina		
T	Schwarzerden		
TT	Tschernosem		
TTn	Normtschernosem		
DD-TT	Pelosol-Tschernosem		
BB-TT	Braunerde-Tschernosem		

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
LL-TT	Parabraunerde-Tschernosem		
SS-TT	Pseudogley-Tschernosem		
GG-TT	Gley-Tschernosem		
TC	Kalktschernosem		
TCn	Normkalktschernosem		
DD-TC	Pelosol-Kalktschernosem		
BB-TC	Braunerde-Kalktschernosem		
LL-TC	Parabraunerde-Kalktschernosem		
GG-TC	Gley-Kalktschernosem		
D	Pelosole		
DD	Pelosol	D	Pelosol
DDn	Normpelosol		
DDh	Humuspelosol		
RN-DD	Ranker-Pelosol		
RQ-DD	Regosol-Pelosol		
RZ-DD	Pararendzina-Pelosol		
BB-DD	Braunerde-Pelosol	B-D	Braunerde-Pelosol
SS-DD	Pseudogley-Pelosol		
GG-DD	Gley-Pelosol		
B	Braunerden		
BB	Braunerde	AG-B	Auengley-Braunerde
BB	Braunerde	B	Braunerde
BB	Braunerde	CF-B	Terra fusca-Braunerde
BB	Braunerde	N-B	Ranker-Braunerde
BB	Braunerde	Q-B	Regosol-Braunerde
BB	Braunerde	Q/B	Regosol über Braunerde
BB	Braunerde	R-B	Rendzina-Braunerde
BB	Braunerde	VB-B	Gelbplastosol-Braunerde
BB	Braunerde	WR-B	Rotlatosol-Braunerde
BB	Braunerde	WR-L-B	Rotlatosol-Parabraunerde-Braunerde
BBn	Normbraunerde		
BBv	Normbraunerde		
sBBn	Normbraunerde		
BBc	Kalkbraunerde		
BBh	Humusbraunerde		
BBi	Lockerbraunerde		
DD-BB	Pelosol-Braunerde	D-B	Pelosol-Braunerde
LL-BB	Parabraunerde-Braunerde	L-B	Parabraunerde-Braunerde
LL-BB	Parabraunerde-Braunerde	sLL-BB	pseudovergleyte

Code	Beschreibung	BZE I Code	Beschreibung BZE I
			Parabraunerde-Braunerde
LF-BB	Fahlerde-Braunerde		
PP-BB	Podsol-Braunerde	P-B	Podsol-Braunerde
SS-BB	Pseudogley-Braunerde	S-B	Pseudogley-Braunerde
SS-BB	Pseudogley-Braunerde	S-F-B	Pseudogley-Fahlerde-Braunerde*
GG-BB	Gley-Braunerde	G-B	Gley-Braunerde
GG-BB	Gley-Braunerde	NG-B	Hanggley-Braunerde
RN-BB	Ranker-Braunerde		
RQ-BB	Regosol-Braunerde		
L	Lessivés		
LL	Parabraunerde	L	Parabraunerde
LLn	Normparabraunerde		
LLd	Bänderparabraunerde		
LLh	Humusparabraunerde		
TT-LL	Tschernosem-Parabraunerde		
BB-LL	Braunerde-Parabraunerde	B-L	Braunerde-Parabraunerde
PP-LL	Podsol-Parabraunerde	P-L	Podsol-Parabraunerde
CF-LL	Terra fusca-Parabraunerde		
SS-LL	Pseudogley-Parabraunerde	S-L	Pseudogley-Parabraunerde
SS-LL	Pseudogley-Parabraunerde	S-B-L	Pseudogley-Braunerde-Parabraunerde*
GG-LL	Gley-Parabraunerde		
LF-LL	Fahlerde-Parabraunerde		
YK-LL	Kolluvisol-Parabraunerde		
LF	Fahlerde	F	Fahlerde
LFn	Normfahlerde		
LFd	Bänderfahlerde		
BB-LF	Braunerde-Fahlerde		
PP-LF	Podsol-Fahlerde		
SS-LF	Pseudogley-Fahlerde		
GG-LF	Gley-Fahlerde		
P	Podsole		
PP	Podsol	H-P	Moor-Podsol
PP	Podsol	P	Podsol
PPn	Normpodsol		
PPe	Eisenpodsol		
PPh	Humuspodsol		
PPd	Bändchenpodsol		
BB-PP	Braunerde-Podsol	B-P	Braunerde-Podsol
LL-PP	Parabraunerde-Podsol		

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
SS-PP	Pseudogley-Podsol	S-P	Pseudogley-Podsol
SG-PP	Stagnogley-Podsol		
GG-PP	Gley-Podsol	G-P	Gley-Podsol
GG-PP	Gley-Podsol	GA-P	Anmoorgley-Podsol*
GG-PP	Gley-Podsol	P (rG-P)	Podsol (reliktischer Gley-Podsol)
YK-PP	Kolluvisol-Podsol		
YE-PP	Plaggenesch-Podsol		
C	Terrae calcis		
CF	Terra fusca	CF	Terra fusca
CF	Terra fusca	S-CF	Pseudogley-Terra fusca
CFn	Normterra fusca		
CFc	Kalkterra fusca	R-CF	Rendzina-Terra fusca
BB-CF	Braunerde-Terra fusca	B-CF	Braunerde-Terra fusca
LL-CF	Parabraunerde-Terra fusca	L-CF	Parabraunerde-Terra fusca
SS-CF	Pseudogley-Terra fusca		
CR	Terra rossa		
CRn	Normterra rossa		
V	Fersiallitische und ferrallitische Paläoböden		
VV	Fersiallit	VG	Grauplastosol
VV	Fersiallit	S-VG	Pseudogley-Grauplastosol
VW	Ferrallit	B-WG	Braunerde-Gelblatosol
S	Stauwasserböden		
SS	Pseudogley	S	Pseudogley
SS	Pseudogley	CF-S	Terra fusca-Pseudogley
SS	Pseudogley	WG-S	Gelblatosol-Pseudogley
SSn	Normpseudogley		
SSc	Kalkpseudogley		
SSg	Hangpseudogley		
SSh	Humuspseudogley		
SSm	Anmoorpseudogley		
TT-SS	Tschernosem-Pseudogley		
DD-SS	Pelosol-Pseudogley	D-S	Pelosol-Pseudogley
BB-SS	Braunerde-Pseudogley	B-S	Braunerde-Pseudogley
LL-SS	Parabraunerde-Pseudogley	L-S	Parabraunerde-Pseudogley
LF-SS	Fahlerde-Pseudogley		
PP-SS	Podsol-Pseudogley	P-S	Podsol-Pseudogley
CF-SS	Terra fusca-Pseudogley		
YK-SS	Kolluvisol-Pseudogley		
YE-SS	Plaggenesch-Pseudogley		
GG-SS	Gley-Pseudogley	G-S	Gley-Pseudogley

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
RQ-SS	Regosol-Pseudogley		
SH	Haftpseudogley		
SHn	Normhaftpseudogley		
SHh	Humushaftpseudogley		
BB-SH	Braunerde-Haftpseudogley	B-SH	Braunerde-Haftnässepseudogley
LL-SH	Parabraunerde-Haftpseudogley	L-SH	Parabraunerde-Haftnässepseudogley
LF-SH	Fahlerde-Haftpseudogley		
GG-SH	Gley-Haftpseudogley		
SG	Stagnogley	PS	Staupodsol
SG	Stagnogley	SS	Stagnogley
SG	Stagnogley	S-SS	Pseudogley-Stagnogley
SGn	Normstagnogley		
SGd	Bändchenstagnogley		
SGm	Anmoorstagnogley		
GG-SG	Gley-Stagnogley	NG-SS	Hanggley-Stagnogley
HN-SG	Niedermoor-Stagnogley		
HH-SG	Hochmoor-Stagnogley		
X	Reduktosole		
XX	Reduktosol		
XXn	Normreduktosol		
XXt	Rohreduktosol		
XXx	Ockerreduktosol		
XXu	Fahlreduktosol		
Y	Terrestrische Kultosole	G-YY	Gley-Auftragsboden*
Y	Terrestrische Kultosole	YY	Auftragsboden
YK	Kolluvisol	K	Kolluvium (fluvial)
YKn	Normkolluvisol		
PP-YK	Podsol-Kolluvisol		
SS-YK	Pseudogley-Kolluvisol		
GG-YK	Gley-Kolluvisol	G-K	Gley-Kolluvium
GG-YK	Gley-Kolluvisol	NG-K	Hanggley-Kolluvium
YE	Plaggenesch	E	Plaggenesch
YEn	Normplaggenesch		
PP-YE	Podsol-Plaggenesch		
SS-YE	Pseudogley-Plaggenesch		
GG-YE	Gley-Plaggenesch		
YO	Hortisol		
YOn	Normhortisol		
YY	Rigosol	Y	Rigosol

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
Yn	Normrigosol		
YU	Tiefumbruchboden	U	Tiefumbruchboden
PP-YU	Tiefumbruchboden aus Podsol		
LL-YU	Tiefumbruchboden aus Parabraunerde		
LF-YU	Tiefumbruchboden aus Fahlerde		
GG-YU	Tiefumbruchboden aus Gley		
BB-YU	Tiefenumbruchboden aus Braunerde		
	Semiterrestrische Böden		
A	Auenböden		
AO	Rambla		
AOn	Normrambla		
GG-AO	Gley-Rambla		
AQ	Paternia		
AQn	Normpaternia		
GG-AQ	Gley-Paternia		
AZ	Kalkpaternia		
AZn	Normkalkpaternia	AR	Auenrendzina
GG-AZ	Gley-Kalkpaternia		
AT	Tschernitza		
ATn	Normtschernitza		
GG-AT	Gley-Tschernitza		
AB	Vega	A	Allochtone Vega
AB	Vega	AB	Autochtone Vega
AB	Vega	B-AZ	Braunerde-Vega
ABn	Normvega		
AQ-AB	Paternia-Vega		
SS-AB	Pseudogley-Vega		
GG-AB	Gley-Vega	AG-A	Auengley-Brauner Auenboden
G	Gleye		
GG	Gley	G	Gley
GGn	Normgley		
GGx	Oxigley		
GGe	Brauneisengley		
GGi	Bleichgley		
GGw	Wechselgley		
GGc	Kalkgley		
GGh	Humusgley		
GGg	Hanggley	NG	Hanggley
GGq	Quellengley		
GGa	Auengley	AG	Auengley
GGa	Auengley	AG-AZ	Auengley-Auenpararendzina

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
GGa	Auengley	AS-AG	Auenpseudogley-Auengley
RQ-GG	Regosol-Gley	Q-G	Regosol-Gley
RR-GG	Rendzina-Gley		
RZ-GG	Pararendzina-Gley		
TT-GG	Tschernosem-Gley		
DD-GG	Pelosol-Gley		
BB-GG	Braunerde-Gley	B-G	Braunerde-Gley
LL-GG	Parabraunerde-Gley		
LF-GG	Fahlerde-Gley		
PP-GG	Podsol-Gley	P-G	Podsol-Gley
PP-GG	Podsol-Gley	P-NG	Hanggley
SS-GG	Pseudogley-Gley	S-G	Pseudogley-Gley
YK-GG	Kolluvisol-Gley		
YE-GG	Plaggenesch-Gley	E-G	Plaggenesch-Gley
AO-GG	Rambra-Gley		
AQ-GG	Paternia-Gley		
AZ-GG	Kalkpaternia-Gley		
AT-GG	Tschernitza-Gley		
AB-GG	Vega-Gley	A-AG	Brauner Auenboden-Auengley
GN	Nassgley	GN	Nassgley
GNn	Normnassgley		
GNc	Kalknassgley		
GNh	Humusnassgley		
GNg	Hangnassgley		
GNq	Qellennassgley		
GM	Anmoorgley	GA	Anmoorgley
GMn	Normanmoorgley		
GMc	Kalkanmoorgley		
GMg	Hanganmoorgley	NA	Anmoorhanggley
GMq	Quellenanmoorgley		
GH	Moorgley	GH	Moorgley
GHn	Niedermoorgley		
GHh	Hochmoorgley		
GHg	Hangmoorgley		
GHq	Quellenmoorgley		
M	Marschen		
MR	Rohmarsch		
MRn	Normrohmarsch		
MRb	Brackrohmarsch		
MRf	Flussrohmarsch		
MC	Kalkmarsch		

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>BZE I Code</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
MCn	Normkalkmarsch		
MCb	Brackkalkmarsch		
MCf	Flusskalkmarsch		
MN	Kleimarsch		
MNn	Normkleimarsch		
MNb	Brackkleimarsch		
MNf	Flusskleimarsch		
MH	Haftnässemarsch		
MHn	Normhaftnässemarsch		
MHb	Brackhaftnässemarsch		
MHf	Flusshaftnässemarsch		
MD	Dwogmarsch		
MDn	Normdwogmarsch		
MK	Knickmarsch		
MKn	Normknickmarsch		
MO	Organomarsch		
MOn	Normorganomarsch		
Ü	Strandböden		
ÜA	Strand		
ÜAn	Normstrand		
ÜAb	Brackstrand		
ÜAf	Flussstrand		
I	Semisubhydrische Böden		
IA	Nasstrand		
IW	Watt		
IWn	Normwatt		
IWb	Brackwatt		
IWf	Flusswatt		
J	Subhydrische Böden		
JP	Protopedon		
JG	Gyttja		
JS	Sapropel		
JD	Dy		
	Moore		
H	Naturnahe Moore		
HN	Niedermoor	HN	Niedermoor
HNn	Normniedermoor		
HNc	Kalkniedermoor		
HNu	Übergangsmoor	HU	Übergangsmoor
YE-HN	Plaggenesch-Niedermoor		
HH	Hochmoor	HH	Hochmoor

Code	Beschreibung	BZE I Code	Beschreibung BZE I
HHn	Normhochmoor		
K	Erd- und Mulmmoore		
KV	Erdniedermoor		
KVn	Normerdniedermoor		
KVc	Kalkerdniedermoor		
KVu	Übergangserdmoor		
KM	Mulmniedermoor		
KMn	Normmulmniedermoor		
KMc	Kalkmulmniedermoor		
KMu	Übergangsmulmooor		
KV-KM	Erdniedermoor-Mulmniedermoor		
KH	Erdhochmoor		
KHn	Normerdhochmoor		
-9	sonstiges	B-CF-R	Braunerde-Terra fusca-Rendzina
-9	sonstiges	DD-LL	Pelosol-Parabraunerde
-9	sonstiges	D-L	Pelosol-Parabraunerde
-9	sonstiges	G-B-Q	Gley-Braunerde-Regosol
-9	sonstiges	G-B-Q/G-P	Gley-Braunerde-Regosol
-9	sonstiges	G-P3-Q	Gley-Braunerde-Regosol
-9	sonstiges	H-SS	Moorstagnogley
-9	sonstiges	L-S-B	Parabraunerde-Pseudogley-Braunerde
-9	sonstiges	P-B-G	Podsol-Braunerde-Gley
-9	sonstiges	P-G-SH	Podsol-Gley-Haftnässepseudogley

\* Gutachterliche Umcodierung, aufgrund Angaben aus der Profilsprache

**Tabelle 4-21: Verschlüsselungstabelle der BZE-Bodentypengruppe, entspricht Bodentypen nach KA5.**

Code	Beschreibung
FF	Felshumusboden
FS	Skeletthumusboden
OO	Syrosem
OL	Lockersyrosem
RN	Ranker
RQ	Regosol
RR	Rendzina
RZ	Pararendzina
TT	Tschernosem
TC	Kalktschernosem

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
DD	Pelosol
BB	Braunerde
LL	Parabraunerde
LF	Fahlerde
PP	Podsol
CF	Terra fusca
CR	Terra rossa
VV	Fersiallit
VW	Ferrallit
SS	Pseudogley
SH	Haftpseudogley
SG	Stagnogley
XX	Reduktosol
YK	Kolluvisol
YE	Plaggenesch
YO	Hortisol
YY	Rigosol
YU	Tiefumbruchboden
AO	Rambla
AQ	Paternia
AZ	Kalkpaternia
AT	Tschernitza
AB	Vega
GG	Gley
GN	Nassgley
GM	Anmoorgley
GH	Moorgley
MR	Rohmarsch
MC	Kalkmarsch
MN	Kleimarsch
MH	Haftnässemarsch
MD	Dwogmarsch
MK	Knickmarsch
MO	Organomarsch
ÜA	Strand
IA	Nasstrand
IW	Watt
JP	Protopedon
JG	Gyttja
JS	Sapropel
JD	Dy

Code	Beschreibung
HN	Niedermoor
HH	Hochmoor
KV	Erdniedermoor
KM	Mulmniedermoor
KH	Erdhochmoor

**Tabelle 4-22: Verschlüsselungstabelle der Bodenklassen nach KA5.**

Code	Beschreibung
F	O/C-Böden
O	Terrestrische Rohböden
R	Ah/C-Böden
T	Schwarzerden
D	Pelosole
B	Braunerden
L	Lessivés
P	Podsole
C	Terrae calcis
V	Fersiallitische und ferrallitische Paläoböden
S	Stauwasserböden
X	Reduktosole
Y	Terrestrische Kultosole
A	Auenböden
G	Gleye
M	Marschen
Ü	Strandböden
I	Semisubhydrische Böden
J	Subhydrische Böden
H	Naturnahe Moore
K	Erd- und Mulmmoore

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 62ff

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-52ff

### 4.4.6 Podsoligkeit

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
podsoligkeit	Podsoligkeitsmerkmale im Oberboden	Text	Code	x.podsoligkeit.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter<sup>18</sup>

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Bodentypen der deutschen Klassifikation, die im Oberboden podsolig sind, werden durch folgender Bezeichnungen gekennzeichnet (

Tabelle 4-23).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** vergleichbar

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1mb	podsoligkeit	=	vm_allgemeintab	podsoligkeit_1
BZE I	b1mb	podsoligkeit	=	vm_allgemeintab_1	podsoligkeit_1
BZE II	b2mb	podsoligkeit	=	vm_allgemeintab	podsoligkeit_2
BZE II	b2mb	podsoligkeit	=	vm_allgemeintab_2	podsoligkeit_2

Datenbestand:---

---

<sup>18</sup> Die Podsoligkeit wurde im Rahmen der Ansprache des Bodentypes aufgenommen, nicht als separater Parameter

Tabellen:

**Tabelle 4-23: Verschlüsselungstabelle für Einstufungen zum Grad der Podsoligkeit eines Standortes (Ad-hoc-AG Boden 2005, S. 377, verändert).**

Code	Bezeichnung	Kriterien
p1	ohne Podsoligkeitsmerkmale	
p2	schwach podsolig (O-Aeh)	vertikal ungleichmäßig humoser Mineralhorizont mit häufig plattigem Gefüge; Farbwerte zwischen 7,5 YR bis 7,5 R, vorwiegend im Bereich 3/2-4/2 Munsell-Farbtafel
p3	mäßig podsolig (O-Ahe)	zunehmend horizontale Differenzierung mit diffus-wolkigen Marmorierungen und eingestreuten Bleichflecken; überwiegend zwischen 7,5 YR und 7,5 R im Bereich 3/2-6/2 (Munsell-Farbtafel)
p4	stark podsolig (O-Ahe+Ae)	im unteren Bereich überwiegend sauergebleichter Auswaschungshorizont; Struktur ist häufig plattig; Farbwerte zwischen 10 YR und 2,5 YR im Bereich zwischen 4/1-2 bis 6/1-2 (Munsell-Farbtafel)

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 66f

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-58

### 4.4.7 World Reference Base (WRB)

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wrb	Bodentyp nach World Reference Base	Numerisch	Code	x.wrb.icode
wrb_soil_group	Referenzbodengruppe (Hauptbodengruppe) nach World Reference Base	Text	Code	x.wrb1.icode
wrb_horizonts	diagnostische Horizonte nach World Reference Base	Text	Code	x.wrb23.icode
wrb_adj_code	adjective code nach World Reference Base	Text	Code	x.wrb23.icode
wrb_spec_code	specifier code nach World Reference Base	Text	Code	x.wrb4.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter für BioSoil-Punkte

Methode

**BZE II:** An den BioSoil-Punkten ist der Bodentyp nach internationaler Klassifikation der World Reference Base for Soil Resources zu beschreiben (Tabelle 4-24). Es müssen alle diagnostischen Horizonte beschrieben werden (Tabelle 4-26). Außerdem ist die Haupt-Bodengruppe (Tabelle 4-25) sowie alle zu dazugehörigen Merkmale (Tabelle 4-27) zu bestimmen. Bei den Merkmalen sind Mehrfachnennungen zulässig und durch Semikolon zu trennen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Für die BZE I liegen keine Bodentypen nach internationaler Klassifikation der World Reference Base for Soil Resources vor.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	= datentransfer	tabelle.extern	variable.extern
BZE II	b2mb	wrb wrb_soil_group wrb_horizonts wrb_adj_code wrb_spec_code	Zusammenführung der folgenden Variablen getrennt durch Querstrich (wrb/ wrb_soil_group/ wrb_horizonts/ wrb_adj_code/ wrb_spec_code)	vm_allgemeintab_2	wrb

BZE	Tabelle	Variable	=	datentransfer	tabelle.extern	variable.extern
BZE II	b2mb	wrb wrb_soil_group wrb_horizonts wrb_adj_code wrb_spec_code	=	Zusammenführung der folgenden Variablen getrennt durch Querstrich (wrb/ wrb_soil_group/ wrb_horizonts/ wrb_adj_code/ wrb_spec_code)	v_allgemeintab	wrb

Datenbestand:---

Tabellen:

**Tabelle 4-24: Bodentyp nach World Reference Basefor Soil Resources (FAO 1998, verändert).**

Code	Beschreibung	Code	Beschreibung	Code	Beschreibung
101	Eutric Fluvisols	127	Lithic Leptosols	153	Gleyic Cambisols
102	Calcaric Fluvisols	128	Gelic Leptosols	154	Gelic Cambisols
103	Dystric Fluvisols	129	Haplic Arenosols	155	Haplic Calcisols
104	Mollic Fluvisols	130	Cambic Arenosols	156	Luvic Calcisols
105	Umbric Fluvisols	131	Luvic Arenosols	157	Petric Calcisols
106	Thionic Fluvisols	132	Ferralic Arenosols	158	Haplic Gypsisols
107	Salic Fluvisols	133	Albic Arenosols	159	Calcic Gypsisols
108	Eutric Gleysols	134	Calcaric Arenosols	160	Luvic Gypsisols
109	Calcic Gleysols	135	Gleyic Arenosols	161	Petric Gypsisols
110	Dystric Gleysols	136	Haplic Andosols	162	Haplic Solonetz
111	Andic Gleysols	137	Mollic Andosols	163	Mollic Solonetz
112	Mollic Gleysols	138	Umbric Andosols	164	Calcic Solonetz
113	Umbric Gleysols	139	Vitric Andosols	165	Gypsic Solonetz
114	Thionic Gleysols	140	Gleyic Andosols	166	Stagnic Solonetz
115	Gelic Gleysols	141	Gelic Andosols	167	Gleyic Solonetz
116	Eutric Regosols	142	Eutric Vertisols	168	Haplic Solonchaks
117	Calcaric Regosols	143	Dystric Vertisols	169	Mollic Solonchaks
118	Gypsic Regosols	144	Calcic Vertisols	170	Calcic Solonchaks
119	Dystric Regosols	145	Gypsic Vertisols	171	Gypsic Solonchaks
120	Umbric Regosols	146	Eutric Cambisols	172	Sodic Solonchaks
121	Gelic Regosols	147	Dystric Cambisols	173	Gleyic Solonchaks
122	Eutric Leptosols	148	Humic Cambisols	174	Gelic Solonchaks
123	Dystric Leptosols	149	Calcaric Cambisols	175	Haplic Kastanozems
124	Rendzic Leptosols	150	Chromic Cambisols	176	Luvic Kastanozems
125	Mollic Leptosols	151	Vertic Cambisols	177	Calcic Kastanozems
126	Umbric Leptosols	152	Ferralic Cambisols	178	Gypsic Kastanozems

Code	Beschreibung
179	Haplic Chernozems
180	Calcic Chernozems
181	Luvic Chernozems
182	Glossic Chernozems
183	Gleyic Chernozems
184	Haplic Phaeozems
185	Calcic Phaeozems
186	Luvic Phaeozems
187	Stagnic Phaeozems
188	Gleyic Phaeozems
189	Haplic Greyzems
190	Gleyic Greyzems
191	Haplic Luvisols
192	Ferric Luvisols
193	Chromic Luvisols
194	Calcic Luvisols
195	Vertic Luvisols
196	Albic Luvisols
197	Stagnic Luvisols
198	Gleyic Luvisols
199	Haplic Lixisols
200	Ferric Lixisols
201	Plinthic Lixisols
202	Albic Lixisols
203	Stagnic Lixisols
204	Gleyic Lixisols
205	Eutric Planosols
206	Dystric Planosols
207	Mollic Planosols
208	Umbric Planosols
209	Gelic Planosols
210	Eutric Podsoluvisols
211	Dystric Podsoluvisols
212	Stagnic Podsoluvisols
213	Gleyic Podsoluvisols
214	Gelic Podsoluvisols
215	Haplic Podzols
216	Cambic Podzols
217	Ferric Podzols
218	Carbic Podzols

Code	Beschreibung
219	Gleyic Podzols
220	Gelic Podzols
221	Haplic Acrisols
222	Ferric Acrisols
223	Humic Acrisols
224	Plinthic Acrisols
225	Gleyic Acrisols
226	Haplic Alisols
227	Ferric Alisols
228	Humic Alisols
229	Plinthic Alisols
230	Stagnic Alisols
231	Gleyic Alisols
232	Haplic Nitisols
233	Rhodic Nitisols
234	Humic Nitisols
235	Haplic Ferralsols
236	Xanthic Ferralsols
237	Rhodic Ferralsols
238	Humic Ferralsols
239	Geric Ferralsols
240	Plinthic Ferralsols
241	Eutric Plinthosols
242	Dystric Plinthosols
243	Humic Plinthosols
244	Albic Plinthosols
245	Folic Histosols
246	Terric Histosols
247	Fibric Histosols
248	Thionic Histosols
249	Gelic Histosols
250	Aric Anthrosols
251	Fimic Anthrosols
252	Cumulic Anthrosols
253	Urbic Anthrosols

**Tabelle 4-25: Referenzbodengruppe (Hauptbodengruppe) nach World Reference Base for Soil Resources (FAO 1998, verändert).**

Code	Beschreibung
AC	Acrisol
AB	Albeluvisol
AL	Alisol
AN	Andosol
AT	Anthrosol
AR	Arenosol

**Tabelle 4-26: diagnostische Horizonte nach World Reference Base und adjective code nach World Reference Base for Soil Resources (FAO 1998, verändert).**

Code	Beschreibung
ap	Abruptic
ae	Aceric
ac	Acric
ao	Acroxic
ab	Albic
ax	Alcalic
al	Alic
au	Alumic
an	Andic
aq	Anthraquic
am	Anthric
ah	Anthropic
ar	Arenic
ai	Aric
ad	Aridic
az	Arzic
ca	Calcaric

Code	Beschreibung
CL	Calcisol
CM	Cambisol
CH	Chernozem
CR	Cryosol
DU	Durisol
FR	Ferralsol
FL	Fluvisol
GL	Gleysol
GY	Gypsisol
HS	Histosol
KS	Kastanozem
LP	Leptosol
LX	Lixisol

Code	Beschreibung
cc	Calcic
cb	Carbic
cn	Carbonatic
ch	Chernic
cl	Chloridic
cr	Chromic
cy	Cryic
ct	Cutanic
dn	Densic
du	Duric
dy	Dystric
et	Entic
eu	Eutric
fl	Ferralic
fr	Ferric
fi	Fibric
fv	Fluvic
fo	Folic
fg	Fragic
fu	Fulvic
ga	Garbic
ge	Gelic
gt	Gelistagnic
gr	Geric
gi	Gibbsic

Code	Beschreibung
LV	Luvisol
NT	Nitisol
PH	Phaeozem
PL	Planosol
PT	Plinthosol
PZ	Podzol
RG	Regosol
SC	Solonchak
SN	Solonetz
UM	Umbrisol
VR	Vertisol
ST	Stagnosol
TC	Technosol

Code	Beschreibung
gc	Glacic
gl	Gleyic
gs	Glossic
gz	Greyic
gm	Grumic
gy	Gypsic
gp	Gypsic
ha	Haplic
hi	Histic
ht	Hortic
hu	Humic
hg	Hydragric
hy	Hydric
hk	Hyperskeletal
ir	Irragric
ll	Lamellic
le	Leptic
li	Lithic
lx	Lixic
lv	Luvic
mg	Magnesian
mz	Mazic
me	Melanic
ms	Mesotrophic
mo	Mollic

Code	Beschreibung
na	Natric
ni	Nitic
oh	Ochric
om	Ombric
or	Orthic
oa	Oxyaquic
ph	Pachic
pe	Pellic
pt	Petric
pc	Petrocalcic
pd	Petroduric
pg	Petrogypsic
pp	Petroplinthic
ps	Petrosalic
pi	Placic
pa	Plaggic
pn	Planic
pl	Plinthic
po	Posic
pf	Profondic
pr	Protic
rd	Reductic
rg	Regic
rz	Rendzic
rh	Rheic
ro	Rhodic
ru	Rubic
rp	Ruptic
rs	Rustic
sz	Salic
sa	Sapric
si	Silic
sl	Siltic
sk	Skeletal
so	Sodic
sd	Spodic
sp	Spolic
st	Stagnic
su	Sulphatic
ty	Takyric

Code	Beschreibung
tf	Tephric
tr	Terric
ti	Thionic
tx	Toxic
tu	Turbic
um	Umbric
ub	Urbic
vm	Vermic
vr	Vertic
vt	Vetic
vi	Vitric
xa	Xanthic
ye	Yermic
aa	Aluandic
br	Brunic
cm	Cambic
ce	Clayic
co	Colluvic
dr	Drainic
ek	Ekranic
ec	Escalic
es	Eutrosilic
ft	Floatic
fp	Fractipetric
fa	Fractiplinthic
gb	Glossalbic
hm	Hemic
hf	Hydrophobic
la	Laxic
lg	Lignic
lm	Limnic
lc	Linic
mf	Manganiferic
mi	Molliglossic
nv	Novic
nt	Nudilithic
oc	Ornithic
os	Ortsteinic
py	Petrogleyic
px	Pisoplinthic

Code	Beschreibung
pu	Puffic
ra	Reductaquic
sn	Silandic
sc	Solodic
sm	Sombric
te	Technic
ba	Thaptandic
bv	Thaptovitric
tp	Thixotropic
td	Tidalic
tn	Transportic
ug	Umbriglossic
vo	Voronic
nd	Endoduric
ny	Endodystric
ne	Endoeutric
nf	Endofluvic
ng	Endogleyic
nl	Endoleptic
ns	Endosalic
ed	Epidystric
ee	Epieutric
el	Epileptic
ea	Episalic
hb	Hyperalbic
hl	Hyperallic
hc	Hypercalcic
hd	Hyperdystric
he	Hypereutric
hp	Hypergypsic
ho	Hyperochric
hs	Hypersalic
wc	Hypocalcic
wg	Hypogypsic
wl	Hypoluvic
ws	Hyposalic
wn	Hyposodic
sq	Subaquatic

**Tabelle 4-27: Specifier code nach World Reference Base for Soil Resources (FAO 1998, verändert).**

Code	Beschreibung
c	Cumuli
n	Endo
p	Epi
h	Hyper
w	Hypo
r	Para
t	Proto
b	Thapto
d	Bathy
o	Ortho

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-59

### **4.4.8 Organische Auflage**

Die Ansprache der organischen Auflage erfolgte bei BZE I im Rahmen der Profilsprache. Bei der BZE II erfolgte die Ansprache hingegen im Rahmen der Probenahme an den acht Satellitenpunkten.

### 4.4.8.1 Humusform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
humusform	Makroskopische Erscheinungsform des Humus, Humusform am Satellit 1-8	Text	Code	x_humusform.acode
domhumusform	Makroskopische Erscheinungsform des Humus, dominante Humusform des Standortes	Text	Code	x_humusform.acode
ahumusform	Makroskopische Erscheinungsform des Humus, untergeordnete Humusform des Standortes	Text	Code	x_humusform.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Ansprache der makroskopischen Erscheinungsform der organischen Auflage am Profil. Pro BZE-Standort wird eine Humusform angegeben. Es wird zwischen semiterrestrischen (Anmoor, Feuchtmull, Feuchtmoder, Feuchtrohumus) und terrestrischen Humusformen (Mull, Moder, Rohhumus, Tangelhumus, Sonderhumusformen und deren Subtypen) unterschieden. Übergänge zwischen zwei Humusformen konnten durch die Kombination der Symbole getrennt durch einen Bindestrich dargestellt werden. Bei Übergangsformen liegt die Betonung auf dem nachgestellten Symbol.

**BZE II:** Ansprache der makroskopischen Erscheinungsform der organischen Auflage an jedem der acht Satellitenpunkte. Aus diesen acht Humusformen wird gutachterlich die Humusform des Standortes ermittelt. Da die Humusformen von Satellitenpunkte zu Satellitenpunkte entsprechend der standörtlichen Heterogenität unterschiedlich sein können, kann eine dominante (domhumusform) und eine untergeordnete Humusform (ahumusform) für jeden BZE-Punkt angegeben werden. Bei relativ homogenen Standorten fällt die untergeordnete Humusform weg oder entspricht der dominanten Humusform.

Grundlage für die Ansprache der Humusform ist die Humusformengliederung der KA 5 einschließlich der dort verwendeten Kurzzeichen, Definitionen und Kurzbeschreibungen. Auf die Varietäten „feinhumusarm“ und „feinhumusreich“ wird verzichtet, diese ergeben sich aus der Mächtigkeit des Oh-Horizontes. Die bei der BZE II verwendete Gliederung der Humusformen weißt Unterschiede zur von der AG Humusformen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft entwickelten Systematik auf.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Angaben zur Humusform der einzelnen Satellitenpunkte waren in der BZEI nicht gefordert. Bei der BZE I existiert demnach lediglich die Angabe der Humusform des Standortes welche mit der dominanten Humusform der BZE II gleichgesetzt wird. Die BZE I-Humusformen wurden entsprechend Tabelle 4-28 umcodiert. Bei Übergängen zwischen zwei Humusformen (durch Bindestrich getrennt) wurde die nachgestellte Humusform als Haupthumusform interpretiert und die Daten dieser Codierung zugeordnet.

Datentransferfunktion:

Die BZE I-Humusformen wurden entsprechend Tabelle 4-28 umcodiert.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1huo	humusform <sup>19</sup>	=	vm_humus_profil_huo_1	humusform
BZE I	b1hu	domhumusform	=	vm_humus_profil_1	domhumusform
BZE I	b1hu	domhumusform	=	vm_allgemeintab	humusform_1
BZE I	b1hu	domhumusform	=	vm_allgemeintab_1	humusform_1
BZE I	b1hu	domhumusform	= x_humusform.hu_typ	vm_humus_profil_1	domhutyp
BZE I	b1hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_humus_profil_1	agghu_typ
BZE I	b1hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_allgemeintab	agghu_typ_1
BZE I	b1hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_allgemeintab_1	agghu_typ_1
BZE I	b1hu	ahumusform	=	vm_humus_profil_1	ahumusform
BZE I	b1hu	ahumusform	= x_humusform.hu_typ	vm_humus_profil_1	ahutyp
BZE II	b2huo	humusform	=	vm_humus_profil_huo_2	humusform
BZE II	b2hu	domhumusform	=	vm_humus_profil_2	domhumusform
BZE II	b2hu	domhumusform	=	vm_allgemeintab	humusform_2
BZE II	b2hu	domhumusform	=	vm_allgemeintab_2	humusform_2
BZE II	b2hu	domhumusform	= x_humusform.hu_typ	vm_humus_profil_2	domhutyp
BZE II	b2hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_humus_profil_2	agghu_typ
BZE II	b2hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_allgemeintab	agghu_typ_2
BZE II	b2hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_allgemeintab_2	agghu_typ_2
BZE II	b2hu	domhumusform	= x_humusform.agghu_typ	vm_straten_2	agghu_typ_2
BZE II	b2hu	ahumusform	=	vm_humus_profil_2	ahumusform
BZE II	b2hu	ahumusform	= x_humusform.hu_typ	vm_humus_profil_2	ahutyp

<sup>19</sup> Die Ansprache der Humusform erfolgte bei der BZE I am Profil, und nicht an den einzelnen Satelliten; demnach gibt es lediglich eine Angabe pro BZE-Standort

### Datenbestand:

Angaben zur dominanten Humusform des Standortes liegen für alle Bundesländer sowohl von der BZE I als auch der BZE II vor. Dabei ist anzumerken, dass bei der BZE I die Angaben zu relativ vielen Brandenburgischen Standorten fehlen. In der BZE I liegen Angaben zur untergeordneten Humusform des Standortes in der Regel nicht vor, ausgenommen viele niedersächsische Standorte. Sporadisch sind Angaben zu Standorten in Hessen und Sachsen-Anhalt zu finden. In der BZE II liegen Daten zur untergeordneten Humusform ausführlich bei allen Bundesländern vor. Die entsprechende Angabe liegt für alle Sattelitenpunkte vor, es sei denn die Humusform war nicht ermittelbar, nicht ausgeprägt.

### Tabellen:

**Tabelle 4-28 Verschlüsselungstabelle Humusform für die Variablen Humusform, dominante Humusform und untergeordnete Humusform. Zuordnung zu Humustyp, -Subtyp und zu aggregierten Humusform der Auswertung. Zuordnung zur Verschlüsselung der BZE I.**

Code	Bezeichnung	Humustyp	Humussubtyp	Aggregierte Humustyp der Auswertung	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
MU	Mull	MU				
MUT	L-Mull	MU	MUT	MU	mu	Mull
					mut	Typischer Mull (L-Mull)
					mup	Kryptomull
					muw	Wurmmull
					muk	Kalkmull
MUO	F-Mull	MU	MUO	MU	muf	F-Mull
					mus	Sandmull
MO	Moder	MO			mo	Moder
MOM	mullartiger Moder	MO	MOM	MOM	mou	Mullartige Moder
MOT	typischer Moder	MO	MOT	MOT	mot	Typischer Moder
MOA	typischer Moder - feinhumusarm (Oh < 2 cm)	MO	MOT	MOT	mota	typischer Moder-feinhumusarm
MOR	typischer Moder - feinhumusreich (Oh >= 2 cm)	MO	MOT	MOT	motr	typischer Moder-feinhumusreich
GMO	Graswurzelfilz-Moder (Sonderform)	MO	GMO	MOT	SHGM	Graswurzelfilz-Moder (Sonderform)
TA	Tangel	MO	TA	TA	ta	Tangelhumus (Sonderform)
MR	rohhumusartiger Moder (Oh	MO	MR	MR	mor	Rohhumusartiger Moder

Code	Bezeichnung	Humustyp	Humussubtyp	Aggregierte Humustyp der Auswertung	Code BZE I	Bezeichnung BZE I
	unscharf brechbar)					
MRA	rohhumusartiger Moder - feinhumusarm (Oh < 3 cm)	MO	MR	MR		
MRR	rohhumusartiger Moder - feinhumusreich (Oh >= 3 cm)	MO	MR	MR		
RO	Rohhumus	RO			ro	Rohhumus
ROT	typischer Rohhumus (Oh scharfkantig brechbar)	RO	ROT	RO	rot	Typischer Rohhumus
ROA	typischer Rohhumus - feinhumusarm (Oh < 4 cm)	RO	ROT	RO	rota	Typischer Rohhumus-feinhumusarm
ROR	typischer Rohhumus - feinhumusreich (Oh >= 4 cm)	RO	ROT	RO	rotr	Typischer Rohhumus-feinhumusreich
HMO	Hagerhumus (Sonderform)	RO	HMO	RO	SHHA	Hagerhumus
HMO	Hagerhumus (Sonderform)	RO	HMO	RO	SHMO	Streunutzungs-Moder
SRO	Streunutzungs-Rohhumus (Sonderform)	RO	SRO	RO	SHRO	Streunutzungs-Rohhumus
MUF	Feuchtmull	MUF	MUF	MUF	amu	Feuchtmull
MOF	Feuchtmoder	MOF	MOF	MOF	amo	Feuchtmoder
ROF	Feuchtrohhumus	ROF	ROF	ROF	aro	Feuchtrohhumus
AMO	Anmoor	AMO	AMO	AMO	am	Anmoor
					a	Anmoorige Humusformen
					SH	Sonderhumusformen

### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 67

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-62

### 4.4.8.2 Streuart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
streuart	Art des Materials der L- und O-Horizonte an Satellit 1-8	Text	Code	x_streuart.acode
domstreuart	Art des Materials der L- und O-Horizonte , dominante Streuart des Standortes	Text	Code	x_streuart.acode
astreuart	Art des Materials der L- und O-Horizonte , untergeordnete Streuart des Standortes	Text	Code	x_streuart.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter im Rahmen der Bestimmung der Bodenart

BZE I: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Der L- und der Of-Horizont der Humusaufgabe werden hinsichtlich ihrer Hauptbestandteile (Vegetationsreste), d.h. ihrer Streuart, unterteilt. Bei der BZE I erfolgte die Ansprache im Rahmen der Bestimmung der Bodenart am Profil. Bei der BZE II erfolgte die Ansprache der Streuart an jedem der acht Satellitenpunkte. Aus diesen acht Ansprachen wurden gutachterlich die dominante Streuart (domstreuart) und die untergeordnete Streuart (astreuart) des Standortes ermittelt.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Angaben zur Streuart der einzelnen Satellitenpunkte waren in der BZE I nicht gefordert. Bei der BZE I existiert demnach lediglich die Angabe der Streuart des Standortes welche mit der dominanten Streuart der BZE II gleichgesetzt wird. Die Verschlüsselung ist, mit Ausnahme der Codierung Gras-/Nadel-/ Blattstreugemisch (Vgbn) und Moosaufgabe (Vm) identisch.

#### Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1hu	domstreuart <sup>20</sup>	=	vm_humus_profil_1	domstreuart

<sup>20</sup> Die Ansprache der Streuart erfolgte bei der BZE I am Profil, und nicht an den einzelnen Satelliten; demnach gibt es lediglich eine Angabe pro BZE-Standort, diese wird mit der dominanten Streuart der BZE II gleichgesetzt

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2huo	streuart	=	vm_humus_profil_huo_2	streuart
BZE II	b2hu	domstreuart	=	vm_humus_profil_2	domstreuart
BZE II	b2hu	astreuart	=	vm_humus_profil_2	astreuart

Datenbestand:

Angaben zur Streuart der BZE I liegen lediglich für die Bundesländer Niedersachsen und Hessen vor. Die Ansprache der Streuart erfolgte bei der BZE I am Profil, und nicht an den einzelnen Satelliten. Demnach gibt es lediglich eine Angabe pro BZE Standort, diese wird mit der dominanten Streuart der BZE II gleichgesetzt. Für alle Satellitenpunkte der BZE II liegen Angaben zur Streuart vor, sofern dort eine organische Auflage vorhanden war. BZE II-Angaben zur dominanten und untergeordneten Streuart sind vollständig.

Tabellen:

**Tabelle 4-29: Verschlüsselungstabelle Streuart. Vergleich BZE I-Codierung und BZE II-Codierung.**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I
V	Streuauflage	V	Streuauflage
Vb	Blattstreu	Vb	Blattstreu
Vn	Nadelstreu	Vn	Nadelstreu
Vg	Grasauflage	Vg	Grasauflage
Vbg	Blatt-/Grasstreugemisch	Vbg	Blatt-/Grasstreugemisch
Vbn	Blatt-/Nadelstreugemisch	Vbn	Blatt-/Nadelstreugemisch
Vgn	Gras-/Nadelstreugemisch	Vgn	Gras-/Nadelstreugemisch
Vw	Wurzelfilz	Vw	Wurzelfilz
Vgbn	Gras-/Nadel-/ Blattstreugemisch	-	-
Vm	Moosauflage	-	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 42

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-63

### 4.4.8.3 Mächtigkeit der Lagen des Auflagehumus

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
maechtig_l	Mächtigkeit von L-Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8	Numerisch	cm	-
maechtig_of	Mächtigkeit von Of-Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8	Numerisch	cm	-
maechtig_oh	Mächtigkeit von Oh-Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8	Numerisch	cm	-
maechtig_ah	Mächtigkeit des Ah-Horizontes an Satellit 1-8	Numerisch	cm	-
maechtig_l_of <sup>21</sup>	Mächtigkeit von L- und Of- Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8, nur BZE I	Numerisch	cm	-
maechtig_of_oh <sup>21</sup>	Mächtigkeit von Of und Oh-Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8, nur BZE I	Numerisch	cm	-
maechtig_l_of_oh <sup>21</sup>	Mächtigkeit von L-, Of- und Oh-Lage der organischen Auflage an Satellit 1-8, nur BZE I	Numerisch	cm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Mächtigkeit der einzelnen Auflagehorizonte (L, Of, Oh) und des Ah-Horizontes ist mit dem Maßband mit einer Genauigkeit von 0,5 cm anzugeben. Bei der BZE I wurde der Abstand zwischen der Geländeoberfläche und der oberen Grenze der einzelnen Auflagehorizonte am Profil gemessen. Aus diesen Angaben wurde die Horizontmächtigkeit abgeleitet. Bei der BZE II erfolgte die Bestimmung der Mächtigkeit der einzelnen Auflagehorizonte an jedem der acht Satellitenpunkte. Aus diesen acht Messwerten wurde für die Auswertung eine mittlere Mächtigkeit (Mittelwert) pro Horizont der organischen Auflage abgeleitet.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

<sup>21</sup> Parameter wurden nur für die BZE I eingeführt da nicht überall Mächtigkeiten der Einzelhorizonte verfügbar waren.

**BZE I und BZE II:** Direkter Vergleich zwischen den Inventuren möglich. Es ist zu beachten, dass ein Vergleich zwischen einer Einmalmessung bei der BZE I und einem Mittelwert aus acht Wiederholungen (Satelliten) bei der BZE II stattfindet (siehe Datentransferfunktion).

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variab le	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	maechtig_l	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_of	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_oh	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_l_of	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_of_oh	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_l_of_oh	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE I	maechtig_ah	b1huo	=	vm_humus_profil_huo_1	maechtigkeit
BZE II	maechtig_l	b2huo	= avg( maechtig_l) group by bfhnr	vm_humus_profil_huo_2	maechtigkeit
BZE II	maechtig_of	b2huo	= avg( maechtig_of) group by bfhnr	vm_humus_profil_huo_2	maechtigkeit
BZE II	maechtig_oh	b2huo	= avg( maechtig_oh) group by bfhnr	vm_humus_profil_huo_2	maechtigkeit
BZE II	maechtig_ah	b2huo	= avg( maechtig_ah) group by bfhnr	vm_humus_profil_huo_2	maechtigkeit

Datenbestand:

Die **BZE I und BZE II**-Angaben zu den Mächtigkeiten der Lagen der organischen Auflage sind vollständig.

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 31

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-64

### 4.4.8.4 Lagerungsart des Auflagehumus

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
lagerung_l	Lagerungsart von L-Lage der Humusauflage an Satellit 1-8	Text	Code	x_lagerung.acode
lagerung_of	Lagerungsart von Of-Lage der Humusauflage an Satellit 1-8	Text	Code	x_lagerung.acode
lagerung_oh	Lagerungsart von Oh-Lage der Humusauflage an Satellit 1-8	Text	Code	x_lagerung.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die einzelnen Auflagehorizonte (L, Of, Oh) werden hinsichtlich der Eigenschaften und Formen ihrer Humuspartikel angesprochen. Die Ansprache erfolgt an allen 8 Satelliten.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Keine Daten zur BZE I, ein Vergleich zwischen den Inventuren ist nicht möglich.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variab le	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	lagerung_l	b2huo	=	vm_humus_profil_huo_2	lagerung
BZE II	lagerung_of	b2huo	=	vm_humus_profil_huo_2	lagerung
BZE II	lagerung_oh	b2huo	=	vm_humus_profil_huo_2	lagerung

Datenbestand:

Es liegen keine Angaben zur Lagerungsart aus der BZE I vor. Die BZE II-Angaben zur Lagerungsart von L-, Of- und Oh-Lage der Humusauflage sind vollständig.

Tabellen:

**Tabelle 4-30: Verschlüsselungstabelle zur Lagerungsart von L-, Of- und Oh-Lage der Humusauflage.**

<b>Code</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Beschreibung</b>
lo	locker	Förnareste ohne Zusammenhalt, bei Nadelförna auch mit geringem Zusammenhalt
ve	verklebt	Förnareste deutlich aneinanderhängend, miteinander verklebte Blattspreiten (nur bei Laubstreu zu verwenden)
si	schichtig	nur stellenweise abhebbare, in schichtiger Lagerung miteinander vernetzte Nadelreste (nur bei Nadelstreu zu verwenden)
vn	vernetzt	Nadelreste stärker aneinanderhängend (nur bei Nadelstreu zu verwenden)
ta	stapelartig	dicht übereinanderliegend zu Paketen verpappt (nur bei Laubstreu zu verwenden)
sp	sperrig	partienweise abhebbare, in wirrer Lagerung miteinander verfilzte Nadelreste (stärkerer Zusammenhalt durch höheren Feinsubstanzanteil oder stärkere Verpilzung hervorgerufen)
bi	biegefähig	gesamte F-Lage abhebbar
vz	verfilzt	Nadelreste stärker miteinander verbacken (nur bei Nadelstreu zu verwenden)
ls	lose	zerfällt überwiegend kleinkörnig oder pulverig
br	bröckelig	locker gelagerte, leicht kantengerundet zerfallende, mehr oder weniger große Stücke aus organischer Feinsubstanz
ks	kompakt, scharfkantig brechbar	dicht gelagerte organische Feinsubstanz mit geringen Anteilen an makroskopisch erkennbaren Pflanzenresten, bei Biegebeanspruchung brechend
ku	kompakt, unscharf brechbar	dicht gelagerte organische Feinsubstanz mit geringen Anteilen an makroskopisch erkennbaren Pflanzenresten, bei Biegebeanspruchung brechend

**Literatur:**

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-64f

### 4.4.8.5 Durchwurzelung des Auflagehumus

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
durchwurz_of	Anteil der Feinwurzeln in Of- Lage in Anteilsklassen	Numerisch	Code	x_durchwurz.icode
durchwurz_oh	Anteil der Feinwurzeln in Oh-Lage in Anteilsklassen	Numerisch	Code	x_durchwurz.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Der volumetrische Anteil der Feinwurzeln in den Auflagehorizonten Of und Oh wird geschätzt. Es findet eine Klassifizierung in 4 Stufen statt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Keine Daten zur BZE I, ein Vergleich zwischen den Inventuren ist nicht möglich.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2huo	durchwurz_of	=	vm_humus_profil_huo_2	durchwurzelung
BZE II	b2huo	durchwurz_oh	=	vm_humus_profil_huo_2	durchwurzelung

Datenbestand:

Keine Daten zur BZE I. Sofern ein Of bzw. Oh-Horizont bei der BZE II vorhanden ist, liegt auch eine Einstufung der Durchwurzelung vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-31:Verschlüsselungstabelle zur Durchwurzelung der Of- und Oh-Humusauflage.**

<b>Code</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Anteil in Vol-%</b>
1	nicht vorhanden	0
2	gering	>0-<10
3	mittel	10-<30
4	Hoch	>=30

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-65

### 4.4.8.6 Gefüge im Ah-Horizont

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
gefuege_ah	Makrogefügeform des Ah-Horizontes	Text	Code	x_gefuege.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Bestimmung der Makrogefügeform des Ah-Horizontes im Rahmen der Humusansprache. Der Parameter dient der differenzierten Ansprache und Dokumentation der Humusform. Bei der BZE I erfolgte die Bestimmung der Gefügeform des Ah-Horizontes am Profil. Bei der BZE II erfolgte die Bestimmung der Gefügeform des Ah-Horizontes an den acht Satellitenpunkten.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** vergleichbar

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1huo	gefuege_ah	=	vm_humus_profil_huo_2	gefuege
BZE II	b2huo	gefuege_ah	=	vm_humus_profil_huo_2	gefuege

Datenbestand:

**BZE I:** In der BZE I liegen Daten für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Bayern, Berlin, Brandenburg, Hamburg und Nordrhein-Westfalen vor.

**BZE II:** Wenn die Mächtigkeit des Ah-Horizontes im Rahmen der BZE II ermittelt wurde, liegt in der Regel auch eine Einstufung der Gefügeform vor.

Tabellen:

Verschlüsselung erfolgt nach Tabelle 4-11.

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 47

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-65

### 4.4.8.7 Internationale Klassifikation der Humusform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
eu_humusform	Internationale Klassifizierung der Humusform	Text	Code	x_eu_humusform.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter für BioSoil-Punkte

Methode:

**BZE II:** Ansprache der internationalen Humusform im Gelände nach ICP Forests-Manual (2006) oder hilfsweise durch Ableitung aus der Humusform nach BZE bzw. KA5.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Keine Daten zur BZE I, ein Vergleich zwischen den Inventuren ist nicht möglich.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2hu	eu_humusform	=	vm_allgemeintab	eu_humusform
BZE II	b2hu	eu_humusform	=	vm_allgemeintab_2	eu_humusform
BZE II	b2hu	eu_humusform	=	vm_humus_profil_2	eu_humusform

Datenbestand:

**BZE I:** keine Daten

**BZE II:** Für die BioSoil-Punkte liegt in der Regel auch eine Einstufung der EU-Humusform vor.

Tabellen:

**Tabelle 4-32: Verschlüsselungstabelle EU-Humusformen.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Zuordnung Humusform BZE/KA5</b>
1	Mull	Mull
2	Moder	Moder
3	Mor	Rohhumus
4	Amphiehumus	-
5	Histomull	Feuchtmull
6	Histomoder	Feuchtmoder
7	Histomor	Feuchtrohumus
8	Anmoor	Anmoor
9	Histoamphi	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-66

## 5 Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens

Das zentrale Element der BZE ist die Gewinnung von Humus- und Bodenproben. Ergänzend dazu werden Nadel- und Blattproben entnommen. Das folgende Kapitel führt detailliert die einzelnen Schritte der Probenahme auf. Der Begriff Probenahme umfasst dabei sowohl das Aufschlussverfahren, also die Freilegung des Probenahmeortes als auch die Gewinnung der Bodenprobe inklusive des Probentransportes (Meiler et al. 2003). Die Probenahmen die im Rahmen der BZE durchgeführt werden, werden innerhalb des 30 m Kreises realisiert (siehe Kapitel 2.2). Die Beprobung der organischen Auflage und des Mineralbodens erfolgt an den acht Satellitenpunkten. Dazu werden in einem Abstand von 10 m, ausgehend vom BZE-Mittelpunkt, in allen acht Himmelsrichtungen Markierungen angebracht. Sofern eine Probenahme bis in 90 cm Tiefe an den acht Satelliten nicht möglich ist, wird jeweils eine Mischprobe aus den drei Wänden der Profilgrube gewonnen. Die Entnahme erfolgt nach Auflagehorizonten bzw. nach Tiefenstufen (0-5, 5-10, 10-30, 30-60, 60-90, 90-140 und 140-200 cm) getrennt. Die Beprobung bis 90 cm Bodentiefe ist obligatorisch, die Tiefenbohrung ab 90 cm optional durchzuführen. Die gewonnen Proben werden tiefenstufenweise zu Mischproben vereinigt um der kleinräumige Variabilität der Standorte Rechnung zu tragen. Oberhalb von 30 cm Bodentiefe besteht die BZE-Mischprobe aus acht Einzelproben. Unterhalb davon wird eine Mischprobe aus mindestens vier Einzelproben gebildet. Sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II wurden gestörte Bodenprobe zur Bestimmung der bodenchemischen Kennwerte entnommen. Bei der BZE I und/oder der BZE II erfolgte ebenfalls die Gewinnung einer volumengerechten Probe zur Bestimmung bodenphysikalischer Parameter wie Trockenrohddichte, Bodenart, Feinbodenmenge. Zusätzlich dazu wurden bei der BZE II Proben zur Ermittlung der Schwermetallgehalte im Mineralboden, zur Ermittlung der Belastung mit persistenten organischen Stoffen in Auflage und Oberboden, für die Teilnahme am EU-Demonstrationsvorhaben „BioSoil“ und für die Probenbanken des Bundes und der Länder genommen.

## 5.1 Probenahme der organischen Auflage

### Aufnahmestatus:

BZE I: Entnahme obligatorisch

BZE II: Entnahme obligatorisch

### Methode:

Die Probenahme der organischen Auflage erfolgte bei **BZE I und BZE II** an 8 Satelliten. Die acht Einzelproben wurden (getrennt nach Horizonten) zu Mischproben vereinigt. An den gewonnen Humusproben werden physikalische und chemische Untersuchungen durchgeführt.

**BZE I:** An 8 Satelliten (Achsen der Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen) wird mittels Stechrahmen, Stechzylinder oder Murach'schen Wurzelbohrer die Beprobung der organischen Auflage durchgeführt. Die 8 Satellitenproben der Horizonte L+Of werden zu einer Mischprobe vereinigt. Äste, Zapfen sowie grüne Vegetationsanteile werden aus der Mischprobe entfernt. Eine zweite Mischprobe wird aus den 8 Proben des Oh-Horizontes (sofern vorhanden) gebildet.

**BZE II:** An 8 Satelliten (Achsen der Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen) wird mittels Stechrahmen, Stechzylinder oder Murach'schen Wurzelbohrer die Beprobung der organischen Auflage durchgeführt. Alle Horizonte der organischen Auflage sind wenn möglich getrennt zu beproben. Alle 8 Satellitenproben jedes einzelnen Horizontes werden zu Mischproben vereinigt. Grüne Vegetationsanteile und lebende Wurzeln werden aus der Mischprobe entfernt, wohin gegen Äste, Zweige und Fruchtschalen in der Probe verbleiben.

### Länderspezifische Modifikationen:

**Tabelle 5-1: Details zur Probenahme der organischen Auflage im Rahmen der BZE I und BZE II.**

BL	Art der Probenahme BZE I	Art der Probenahme BZE II	Horikombi BZE I	Horikombi BZE II	Quelle
BW	Beprobung der Humusaufgabe an repräsentativ erscheinenden Stellen in Profildnähe	8 Satelliten	L+Of, Oh	L+Of, Oh	BZE I: Buberl et al. 1994, S. 5 BZE II: Bundes-DB
BY	Probenahme der Humusaufgabe an 10 gleichmäßig über jeden BZE-Bestand verteilte Entnahmepunkte (n=10)	8 Satelliten	L+Of+Oh	L+Of, Oh	BZE I: Gulder & Kölbl 1993, S. 13 BZE II: Schubert et al. 2015
BE+BB	Beprobung der Humusaufgabe an	8 Satelliten	L+Of, Oh	Of+Oh	BZE I: Höhle 2010

BL	Art der Probenahme BZE I	Art der Probenahme BZE II	Horikombi BZE I	Horikombi BZE II	Quelle
	repräsentativ erscheinenden Stellen in Profilnähe (n=3)				BZE II: Riek et al. 2015, 26f
HB	8 Satelliten + 1x Profil	8 Satelliten	L+Of, Oh	L+Of, Oh L+Of+Oh	BZE I: Büttner 1993, S.2 BZE II: Bundes-DB
HH	nicht rekonstruierbar	8 Satelliten	L+Of L+Of+Oh	L+Of	BZE II: Bundes-DB
HE	Beprobung der Humusaufgabe an i.d.R. an vier Satelliten in den Haupthimmelsrichtungen in 10 m Abstand vom Profil (n=4)	8 Satelliten	Of, Oh	L+Of, Oh L+Of+Oh	BZE I: Hocke 1995, S. 6 BZE II: Paar et al. 2016, S. 84
MV	Beprobung der Humusaufgabe an repräsentativ erscheinenden Stellen in Profilnähe (n=3)	8 Satelliten	L+Of, Oh	alle Kombinationen	BZE I: Wolff und Riek 1996, S. 12f BZE II: Bundes-DB
NI	8 Satelliten (n=8)	8 Satelliten	L+Of; Oh	alle Kombinationen	Riedel 2007
NW	9 Satelliten (8 Satelliten + 1 Satellit, vor der zentralen Profilwand) (n=9)	8 Satelliten	L+Of; Oh	L+Of, Oh (L+Of+Oh)	BZE I: Riedel 2007, Höhle 2010 BZE II: Bundes-DB, Riedel 2007
RP	8 Satelliten (n=8)	8 Satelliten	L+Of+Oh	L+Of+Oh (L+Of, Oh)	BZE I: Riedel 2007 BZE II: Bundes-DB, Block & Gauer 2012
SL	Beprobung der Humusaufgabe an repräsentativ erscheinenden Stellen, mit mindestens 3 Parallelproben (Wiederholungen) (n=mind. 3)	8 Satelliten	L; Of; Oh	L, Of, Oh	BZE I: Länderbericht, Riedel 2007 BZE II: Riedel 2007
SN	8 Satelliten (n=8)	8 Satelliten	L+Of; Oh	L+Of, Oh	BZE I: Raben et al. 2004 BZE II: Bundes-DB
ST	Beprobung der Humusaufgabe an repräsentativ erscheinenden Stellen in Profilnähe (n=3)	8 Satelliten	L+Of; Oh	L+Of, Oh L, Of, Oh	BZE I: Konopatzky & Kallweit 1996, S. 6, Riedel 2007
SH	8 Satelliten	8 Satelliten	L+Of, Oh	L+Of, Oh	BZE I und BZE II: Riedel 2007, Bundes-DB
TH	Beprobung der Humusaufgabe an repräsentativ erscheinenden Stellen in Profilnähe	8 Satelliten	L, Of, Oh	L, Of, Oh	BZE I und BZE II: Riedel 2007

BundesDB=Bundesdatenbank. Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen

**BZE II:** BE, BB: Mischprobe aus Of- und Oh-Lage, keine Beprobung der L-Lage

## 5.2 Volumengerechte Probenahme des Mineralbodens

### Aufnahmestatus:

BZE I: bis 90cm obligatorisch, Schätzung der TRD möglich

BZE II: bis 30cm obligatorisch; ab 30cm ist die Schätzung von TRD und GBA bzw. die Fortschreibung der BZE I-Werte möglich

### Methode:

**BZE I:** Die volumengerechte Beprobung zur Ermittlung der Trockenrohichte erfolgt für alle BZE-Tiefenstufen bis 90 cm mittels Stechzylinder an der Stirnwand der Profilgrube (fünffach). Falls die Entnahme von volumengerechten Proben nicht möglich ist, ist auch die Schätzung der TRD zulässig.

**BZE II:** Die Ermittlung der bodenphysikalischen Parameter Feinbodenvorrat, Trockenrohichte und Grobbodenanteil ist bei der BZE II für die Tiefenstufen 0-5, 5-10 und 10-30cm obligatorisch und erfolgt entweder durch eine volumengerechte Beprobung oder durch die Fortschreibung der gemessenen BZE I-Werte. Eine Fortschreibung von BZE I-Schätzwerten ist nicht zulässig. Die volumengerechte Beprobung erfolgt für die ersten beiden Tiefenstufen (0-5 und 5-10cm) an den acht Satellitenpunkten. Eine Profilbeprobung der oberen zwei Tiefenstufen ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Für Tiefenstufe 10-30cm kann die Probenahme an Satelliten oder am Profil durchgeführt werden. Die Probenahme wird je nach Grobbodenanteil nach einem kombinierten Verfahren entsprechend HFA 2.8 durchgeführt. Für die Tiefenstufen unterhalb 30 cm können die TRD und der Skelettanteil hilfsweise geschätzt werden. Eine Messung ist jedoch zu bevorzugen. Mess- und Schätzwerte der BZE I können fortgeschrieben werden.

Für die Ermittlung der Skelettvolumina ist es erforderlich, die Grobbodendichte zu bestimmen. Dies erfolgt vorzugsweise analytisch z.B. mittels Tauchwägung im Labor. Zu diesem Zwecke ist eine Probe des Grobbodens zu entnehmen. Zusammen mit dem Grobbodenanteil wird daraus das Grobbodenvolumen errechnet.

**Tabelle 5-2: Herkunft der volumengerechten Proben zur Ermittlung der bodenphysikalischen Parameter im Rahmen der BZE I und BZE II (BML 1994; BMELV 2006).**

TS	Methode		BZE I	BZE II
	BZE I	BZE II		
0-5	Schätzung oder Probenahme an der Stirnwand des Profils	Probenahme an den Satelliten oder Fortschreibung der BZE I-Messwerte	5	8
5-10	Schätzung oder Probenahme an der Stirnwand des Profils	Probenahme an den Satelliten oder Fortschreibung der BZE I-Messwerte	5	8
10-30	Schätzung oder Probenahme an der Stirnwand des Profils	Probenahme an den Satelliten oder am Profil oder Fortschreibung der BZE I-Messwerte	5	8
30-60	Schätzung oder Probenahme an der Stirnwand des Profils	Schätzung oder Probenahme an den Satelliten oder am Profil oder Fortschreibung der BZE I-Messwerte oder -Schätzwerte	5	mind. 5
60-90	Schätzung oder Probenahme an der Stirnwand des Profils	Schätzung oder Probenahme an den Satelliten oder am Profil oder Fortschreibung der BZE I-Messwerte oder -Schätzwerte	5	mind. 5

Länderspezifische Modifikationen:

Die einzelnen Probenahmeverfahren der Bundesländer zur Bestimmung der bodenphysikalischen Parameter sind Kapitel 10.6.5 zu entnehmen.

Literatur: Riek et al. 2006

### 5.3 Gestörte Probenahme des Mineralbodens

#### Aufnahmestatus:

BZE I: bis 90cm obligatorisch; ab 90cm fakultativ

BZE II: bis 90cm obligatorisch; ab 90cm fakultativ

#### Methode:

**BZE I:** Für die chemischen Analysen wird pro beprobte Tiefenstufe eine Mischprobe gebildet. Dazu werden die ersten drei Tiefenstufen (0-5, 5-10 und 10-30 cm) an den acht Satelliten und der Profilgrube beprobt. Die darunterfolgenden Tiefenstufen bis 90cm Bodentiefe werden an den 4 Satelliten der Haupthimmelsrichtungen und der Profilgrube beprobt. Die darunterliegenden Tiefenstufen (90-140 und 140-200cm) sind fakultativ zu beproben. Die Probenahme ab 90cm erfolgt als Tiefenbohrung in der Profilgrube.

**BZE II:** Für die chemischen Analysen wird pro beprobte Tiefenstufe eine Mischprobe gebildet. Dazu werden die ersten beiden Tiefenstufen (0-5 und 5-10cm) an den acht Satelliten beprobt. Die darunterfolgenden Tiefenstufen bis 90cm Bodentiefe werden wahlweise an den 8 Satelliten beprobt oder als Profilbeprobung an jeweils 3 Profilwänden durchgeführt. Bis 30cm Bodentiefe ist eine Mischprobe aus 8 Teilproben zu bilden. Unterhalb von 30cm bis 90cm ist die Mischprobe aus mindestens 4 Teilproben zu bilden. Die Beprobung bis 90cm Bodentiefe ist obligatorisch vorzunehmen. Die darunterliegenden Tiefenstufen (ab 90cm) sind fakultativ zu beproben und bei einer Erstaufnahme des BZE Punktes dringend empfohlen. Die Probenahme ab 90cm erfolgt als Tiefenbohrung in der Profilgrube.

**Tabelle 5-3: Herkunft der Proben Mineralboden (Bodenchemie) BZE I und BZE II.**

Tiefen- stufen	Methode BZE I Probenahme an ...	Methode BZE II Probenahme an ...	Anzahl BZE I	Anzahl BZE II
0-5	acht Satelliten	acht Satelliten	8	8
5-10	acht Satelliten	acht Satelliten	8	8
10-30	acht Satelliten	acht Satelliten oder am Profil aus drei Profilwänden	8	8
30-60	vier Satelliten der Haupthimmels- richtungen und der Profilgrube	acht Satelliten oder am Profil aus drei Profilwänden	5	mind. 4
60-90	vier Satelliten der Haupthimmels- richtungen und der Profilgrube	acht Satelliten oder am Profil aus drei Profilwänden	5	mind. 4
90-140	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	-	-
140-200	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	-	-

Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** BW, HE, TH: Keine Satellitenbeprobung. Die Beprobung des Mineralbodens erfolgte im Auswahlbereich der WZE-Probeebäume durch Mischproben aus den drei Profilwänden.

SN: Probenahme an 8 Satelliten, keine zusätzliche Beprobung der Profilgrube

BY: Probenahme an 10 gleichmäßig über jeden BZE-Bestand verteilte Entnahmepunkte. An allen 10 Entnahmestellen wurde Probenmaterial für jede Tiefenstufe mittel 5 Bohrstockeinschlägen gezogen (Nmin-Bohrer). Aus den 10 Einzelproben (bestehend aus jeweils 5 Einstichen) wurden tiefenstufenweise Mischproben gebildet. Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Unterhalb von 30cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor (Gulder & Kölbl 1993, S. 13).

MV, ST, BB: Keine Satellitenbeprobung. Beprobung erfolgte mit Ausnahme der ersten Tiefenstufe (0-5cm) horizontbezogen. Die Entnahme der Mineralbodenhorizonte erfolgte aus den Stirn- bzw. Seitenwänden des Profils. Das Material für die Tiefenstufe 0-5 cm wurde als Mischprobe aus jeweils 3 volumengleichen Teilproben an repräsentativen Stellen in Profilnähe (max. 3 m Entfernung) entnommen.

**BZE II:** BW: Keine Satellitenbeprobung. Probenahme Mineralboden erfolgte für alle Tiefenstufen aus der Profilgrube aus 3 Profilwänden.

BB: Beprobung erfolgte mit Ausnahme der ersten beiden Tiefenstufe (0-5 und 5-10cm) horizontbezogen.

**Tabelle 5-4: Art und Ort der Beprobung des Mineralbodens im Rahmen der BZE I und BZE II nach Bundesländern.**

BL	Methode Probenahme BZE I	Ort der Probenahme BZE I	Methode Probenahme BZE II	Ort der Probenahme BZE II
BW	PTS	Profil, Tiefenstufen, Mischprobe aus drei Profilwänden, Tiefenbohrung ab 90 cm	PTS	Profil, Tiefenstufen
BY	-	10 Entnahmestellen (je 5 Einstiche mit Nmin-Bohrer), 2 Tiefenstufen (0-10, 10-30 cm)	FTG	8 Satelliten, Tiefenstufen bis 10 cm Murach'scher Wurzelbohrer, ab 10 cm Rammkernsonde
BE+BB	PHG (>5 cm)	3 Entnahmestellen für TS 0-5 cm in Profilnähe, ab 5 cm Entnahme am Profil, Horizont	FTG (≤10 cm) PHG (>10 cm)	0-5 und 5-10cm, 8 Satelliten, Tiefenstufen unterhalb von 10 cm Profil, Horizonte
HB	-	8 Satelliten + 1x Profil, Tiefenstufen	FTG (≤90 cm) PTS (>90 cm)	bis 90 cm 8 Satelliten, Tiefenstufen unterhalb von 90 cm Profil, Tiefenstufen
HH	-	nicht rekonstruierbar	FTG	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen
HE	PTS	Profil, Tiefenstufen	PTS	Profil, Tiefenstufen
MV	PHG	3 Entnahmestellen für TS 0-5 cm in Profilnähe, ab 5 cm Entnahme am Profil, Horizont	FTG	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen
NI	-	bis 30 cm: 8 Satelliten + 1x Profil, Tiefenstufen unterhalb 30 cm: 4 Satelliten + 1x Profil, Tiefenstufen	FTG (≤90 cm) PTS (>90 cm)	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen (in Ausnahmefällen am Profil) ab 90 cm: Profil, Tiefenstufen
NW	-	bis 90 cm: 9 Satelliten (8 Satelliten + 1 Profilnähe, vor der zentralen Profilwand), Tiefenstufen ab 90 cm: Profil	FTG (PTS)	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen (in Ausnahmefällen am Profil)
RP	-	bis 30 cm: 8 Satelliten + 1x Profil, Tiefenstufen ab 30 cm: 4 Satelliten + 1x Profil, Tiefenstufen	FTG (≤30 cm) PTS (>30 cm)	8 Satelliten bis 30 cm, Tiefenstufen unterhalb von 30 cm am Profil aus drei Profilwänden (in Ausnahmefällen Probenahme über Kleinschurfe), Tiefenstufen
SL	PTS	Profil, 3 Profilwände, Tiefenstufen	FTG (≤10 cm) PTS (>10 cm)	bis 10 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen unterhalb von 10 cm: Profil, 3 Profilwände, Tiefenstufen unter

<b>BL</b>	<b>Methode Probenahme BZE I</b>	<b>Ort der Probenahme BZE I</b>	<b>Methode Probenahme BZE II</b>	<b>Ort der Probenahme BZE II</b>
SN	FTG ( $\leq 90$ cm) PTS ( $> 90$ cm)	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen unterhalb von 90 cm: Profil, Tiefenstufen	FTG ( $\leq 90$ cm)  PTS ( $> 90$ cm)	Berücksichtigung von Horizontwechseln bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen (in Ausnahmefällen auch am Profil) unterhalb von 90 cm: Profil, Tiefenstufen
ST	PHG	3 Entnahmestellen für TS 0-5 cm in Profilnähe ab 5 cm Entnahme am Profil, Horizont	FTG (PTS)	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen (in Ausnahmefällen auch am Profil)
SH	FTG	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen	FTG	bis 90 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen
TH	PHG	Profil, Horizont	FTG ( $\leq 10$ cm) FTG, PTS (10-90 cm)  PTS ( $> 90$ cm)	bis 10 cm: 8 Satelliten, Tiefenstufen unterhalb von 10 cm: an 8 Satelliten oder am Profil, Tiefenstufen  unterhalb von 90 cm: Profil, Tiefenstufen

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE+BB: Berlin und Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen. Probenahme: FTG= Satellitenproben-Mischprobe aus einer Tiefenstufe; PHG= Probe eines Horizontes aus Profil, Aufschluss; PTS= Tiefenstufenprobe aus Profil, Aufschluss; TS=Tiefenstufen.

## 5.4 Vergleich Herkunft der Proben Mineralboden

**Tabelle 5-5: Herkunft der Proben: Bodenphysik versus Bodenchemie.**

<b>TS</b>	<b>Probenahme BZE II, Bodenchemie</b>	<b>Probenahme BZE II, Bodenphysik</b>
0-5	8 Satelliten	8 Satelliten (oder Fortschreibung BZE I-Messwert)
5-10	8 Satelliten	8 Satelliten (oder Fortschreibung BZE I-Messwert)
10-30	8 Satelliten oder am Profil (drei Profilwänden)	8 Satelliten oder Profil (oder Fortschreibung BZE I-Messwert)
30-60	8 Satelliten oder am Profil (drei Profilwänden)	Schätzung oder Probenahme an den Satelliten oder am Profil oder Fortschreibung der BZE I- Messwerte oder -Schätzwerte
60-90	8 Satelliten oder am Profil (drei Profilwänden)	Schätzung oder Probenahme an den Satelliten oder am Profil oder Fortschreibung der BZE I- Messwerte oder -Schätzwerte
90-140	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	
140-200	fakultativ: Tiefenbohrung in der Profilgrube	

## 5.5 Probennahme Mineralboden für die Bestimmung der AKe Skelett

### Aufnahmestatus:

BZE I: Probenahme nicht vorgesehen

BZE II: Probenahme fakultativ

### Methode:

**BZE II:** Fakultativ kann an Böden mit nährstoffarmen Ausgangsgestein (saure magmatische, intermediär magmatische oder saure metamorphe Festgesteine, Metapelite, Schiefer, dunkle Gneise und Paragneise sowie carbonatfreie silikatische Festgesteine (ohne Tonstein)) und einem Grobodenanteilen von größer 15 Vol-% die Probenahme zur Bestimmung der AKe-Skelett erfolgen. Dazu wird eine Probe mit dem Volumen 5 – 6 dm<sup>3</sup> aus der Tiefe 10 - 30 cm entnommen. Wenn möglich sollte eine weitere Probe aus der Tiefe 60 – 90 cm oder ggf. 30 - 60 cm entnommen werden. Die Probe kann als Spaten- / Schippenprobe aus dem Profil oder als Mischprobe aus der Satellitenbeprobung hervorgehen.

Die Bundesländer Baden-Württemberg und Rheinland Pfalz führten die Probenahme zur Bestimmung der AKeSkelett bei der BZE II durch. Nähere Informationen zur Bestimmung der AKe-Skelett sind Kapitel 10.5.7 zu entnehmen.

Literatur: Hildebrand (2003)

## 5.6 Probennahme zur Bestimmung von Schwermetallen im Mineralboden

### Aufnahmestatus:

BZE I: Probenahme nicht vorgesehen

BZE II: Probenahme bis 10cm Bodentiefe obligatorisch, ab 10-200cm obligatorisch an BZE-Unterstichprobe

### Methode:

**BZE II:** Die Beprobung des Oberbodens bis 10 cm erfolgt nach Tiefenstufen (0-5 und 5-10cm) an den 8 Satelliten, es wird pro Tiefenstufe eine Mischprobe gebildet. An einer Unterstichprobe von ca. 620 BZE-Punkten wird unterhalb von 10 cm horizontbezogen beprobt. Dabei sollen jeweils die Haupthorizonte (> 2 cm) erfasst werden. Die Entnahme unterhalb von 10cm kann am Profil oder an einem Bodenschurf erfolgen.

Am Profil wird an mehreren Stellen der drei Profilwände über die gesamte Profilbreite und Horizontmächtigkeit hinweg, beginnend an der Basis der Profilgrube nach oben fortführend, beprobt. Die Beprobung erfolgt bis 200cm unter Geländeunterkante

Ist keine Profilgrube vorhanden, wird an repräsentativer Stelle des BZE-Standortes ein Bodenschurf angelegt. Ab 10 bis 60cm werden Proben entsprechend den Vorgaben oben erstellt. Die Unterbodenhorizonte ab 60 bis 200cm werden mittels großvolumiger Bohrung durchgeführt.

## 5.7 Probennahme Mineralboden zur Bestimmung von Organika

### Aufnahmestatus:

BZE I: Probenahme nicht vorgesehen

BZE II: Probenahme organische Auflage bis 10 cm Bodentiefe an BioSoil-Punkten und 50 weiteren BZE-Standorten

### Methode:

**BZE II:** Die Proben zur Bestimmung organischer Schadstoffe werden an bzw. in unmittelbarer Nähe der 8 Satellitenpunkte entnommen. Die Probenahme erfolgt entweder im Rahmen der regulären BZE-Beprobung oder im Rahmen einer eigenen Beprobungskampagne. Beprobt werden die organische Auflage (Of / Oh-Lage, ohne L-Lage) und die Mineralbodentiefenstufen 0-5 und 5-10 cm. Zur Gewinnung der Mineralbodenproben werden zylindrische Bodensäulen aus den zuvor freipräparierten Auflagehumusentnahmestellen ausgestochen. Lebende Pflanzenteile und Tiere werden aussortiert. Die Proben der 8 Satelliten/Entnahmestellen werden für die Humusauflage und die zwei Mineralbodentiefenstufen jeweils zu einer Mischprobe vereinigt und in vorbereitete Braunglasflaschen gefüllt und müssen unmittelbar nach der Probennahme gekühlt werden. Der Kontakt der Proben mit Kunststoffmaterialien ist zu vermeiden (Kontamination). Deshalb muss für die Probennahme auf Geräte und Werkzeuge aus Edelstahl zurückgegriffen werden.

## 5.8 Parameter der Probenahme

Im folgenden Kapitel sind die Parameter die im Rahmen der Probenahme erhoben werden, dargestellt. Der Steckbrief der Parameter beziehungsweise Parametergruppen ist - abweichend von den im Kapitel 1.2 dargestellten Ausführungen - nach folgenden Konventionen aufgebaut:

Die Statustabelle enthält die Angaben zur technischen Spezifikation des Parameters in der BZE-Bundesdatenbank:

- Variablenname: Bezeichnung des Parameters
- Beschreibung: Definition des Parameters
- Typ: Datentyp des Parameters
- Einheit: Maßeinheit des Parameters
- Codetabelle Bundesdatenbank: Name der Verschlüsselungstabelle

Es folgen die methodischen Spezifikationen:

- Aufnahmestatus
- Methode
- Tabellen: Verschlüsselungs-, Umcodierungs-, Zuordnungstabellen
- Literatur

Die Parameter zur Probenahme werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- HUP für die Probennahme von organischer Auflage
- MBTP für die Probennahme von Mineralbodenproben zur Untersuchungen der Bodenphysik
- MBTC für die Probennahme von Mineralbodenproben zur Untersuchung der Bodenchemie
- MBTAKE für die Probennahme von Mineralbodenproben zur Untersuchungen der Ak<sub>e</sub>-Skelett

### 5.8.1 Art der Probenahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hu_methode	Methode der Humusprobenahme	Text	Code	x_hu_methode.acode
pr_art	Methode der Probenahme des Mineralbodens, Bodenchemie	Text	Code	x_pr_art.acode
trd_methode	Art der Probenahme zur Bestimmung der Trockenrohddichte	Numerisch	Code	x_trd_methode.acode
grob_methode	Art der Probenahme zur Bestimmung des Grobodenanteils	Numerisch	Code	x_grob_methode.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die Art der Probenahme ist zu dokumentieren. Die Codierung richtet sich nach Tabelle 5-6

**BZE II:** Die Art der Probenahme ist zu dokumentieren. Die Codierung richtet sich nach Art der entnommenen Probe:

- organischen Auflage nach Tabelle 5-7
- Mineralbodenprobe Bodenchemie nach Tabelle 5-8
- Mineralbodenprobe zur Bestimmung der Trockenrohddichte nach Tabelle 5-9
- Mineralbodenprobe zur Bestimmung des Grobodenanteils nach Tabelle 5-10.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** siehe Datenbestand

#### Datentransferfunktion:

Die Angaben zur Art der Probenahme wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

#### Datenbestand:

**BZE I:** Differenzierte Angaben über die Art der Probenahme (pro Probe und Entnahmetiefe) liegen für die BZE I in der BZE-Bundesdatenbank nicht vor. Zur Beprobung im Rahmen der BZE I liegen vergleichsweise wenige Informationen vor. Die vorhandenen Informationen sind meist sehr allgemein und stammen aus Befragungen oder externen Quellen (Länderberichten). Informationen zur Methode der Humusprobenahme (hu\_methode) liegen in der Bundesdatenbank für die Bundesländern Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt vor.

**BZE II:** Informationen zur Methode der Humusprobenahme (hu\_methode) sind für die BZE II für alle Bundesländer aus der Bundesdatenbank ersichtlich. BZE II-Angaben zur Art der Probenahme für Bodenchemieprobe (pr\_art) und für die Probe zur Bestimmung der Trockenrohddichte (trd\_methode) sind für alle Bundesländer, mit Ausnahme von Rheinland-Pfalz und Thüringen (unvollständig), vorhanden. BZE II-Angaben zur Art der Probenahme zur Bestimmung des Grobbodenanteils (grob\_methode) sind für alle Bundesländer vorhanden.

#### Tabellen:

**Tabelle 5-6: Verschlüsselungstabelle zur Codierung der Art der Probenahme im Rahmen der BZE I. Die Symbole waren entsprechend der angewendeten Methode zu kombinieren.**

Code	Beschreibung
B	Bohrung: Die Probenahme erfolgt mittels Bohrstock. Die Probe wird dem Bohrstock entnommen. Das Material aus den jeweiligen Bohrungen wird für jede Tiefenstufe in einer Mischprobe vereinigt.
P	Profil: Die Probenahme erfolgt an den Profilwänden.
S	Schicht: Die Proben werden den jeweiligen Schichten, also den festen Tiefenstufen entnommen, welche bei Tiefe und Entnahmetiefe genauer beschrieben sind.
H	Die Proben werden den jeweiligen Horizonten entnommen, welche bei Tiefe und Entnahmetiefe genauer beschrieben sind.

**Tabelle 5-7: Verschlüsselungstabelle zur Codierung der Art der Humusprobenahme.**

Code	Beschreibung
FHA	Probe von Horizonten des Auflagehumus (mit Stechrahmen an 8 Stellen entnommen)
FHG	Gesamtprobe eines Horizontes (mit Probenbohrer an 8 Stellen horizontbezogen entnommen)
PHA	Probe von Horizonten des Auflagehumus am Profil (nicht BZE-Standard)

**Tabelle 5-8: Verschlüsselungstabelle zur Codierung der Art der Probenahme des Mineralbodens.**

Code	Beschreibung
FTG	Satellitenproben: Mischprobe aus einer Tiefenstufe (mit Probenbohrer an acht Stellen und ggf. zusätzlich am Profil nach Tiefenstufen entnommen)
FHG	Satellitenproben: Mischprobe eines Horizontes (mit Probenbohrer an acht Stellen und ggf. zusätzlich am Profil nach Horizonten entnommen)
PTS	aus Profilgrube bzw. Aufschluss: Tiefenstufenprobe von drei Profilwänden entnommen i. d. R. mehrere vertikale Schlitzproben pro Profilwand
PHG	aus Profilgrube bzw. Aufschluss: Probe eines Horizontes i. d. R. mehrere vertikale Schlitzproben von drei Profilwänden entnommen
PSS	aus Profilgrube bzw. Aufschluss: Schwermetallbestimmung: Beprobung am Profil für die BGR
PKS	Kleinschurf

**Tabelle 5-9: Verschlüsselungstabelle der Probenahmeart zur Bestimmung der Trockenrohdichte**

Code	Beschreibung
1	Keine Probennahme: TRD aus BZE 1
2	Keine Probennahme: TRD im Gelände geschätzt
3	Keine Probennahme: TRD aus Pedotransferfunktionen
4	Stechzylinder
5	Murachscher Wurzelbohrer
6	Rammkernsonde
7	Nmin-Bohrer
8	AMS Core Sampler mit Liner
9	Stechkappe Profilwand

**Tabelle 5-10: Verschlüsselungstabelle der Probenahmeart zur Bestimmung des Grobbodenanteils (GB= Grobboden).**

Code	Beschreibung
1	Werte aus BZE 1
2	Schätzung (GB > 2 mm) an Profilwand
3	Stechzylinder
4	Murachscher Wurzelbohrer
5	Rammkernsonde
6	Nmin-Bohrer
7	Anteil des GB 2 - 20 mm aus volumengerechter Beprobung; GB > 20 mm aus Schätzung an der Profilwand
8	Anteil des GB 2 - 20 mm aus volumengerechter Beprobung; Anteil des GB 20-63 mm aus Schippen / Spaten-Beprobung; Anteil des GB > 63 mm aus Schätzung an der Profilwand, Stechzylinder
9	Anteil des GB 2 - 63 mm aus Schippen / Spaten-Beprobung; Anteil des GB > 63 mm aus Schätzung an der Profilwand (i. A. nur bei Stechkappenbeprobung)

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
10	Volumenersatzverfahren
11	Viro Methode

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 82f

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. V-15ff

### 5.8.2 Beprobungstiefe bzw. beprobter Horizonte des Auflagehumus

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
horikombi	Horizontkennzeichnung der beprobten Humushorizonte	Text	Code	x_horikombi.acode
otprobe	obere Tiefe der Probenahme im Mineralboden (jeweils für Probe Bodenchemie, Bodenphysik oder A <sub>ke</sub> -Skelett)	Numerisch	cm	-
utprobe	untere Tiefe der Probenahme im Mineralboden (jeweils für Probe Bodenchemie, Bodenphysik oder A <sub>ke</sub> -Skelett)	Numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Es ist anzugeben welche Horizonte der organischen Auflage (Tabelle 5-11) bzw. welche Tiefenstufe des Mineralbodens beprobt wurden.

Tabellen:

**Tabelle 5-11: Verschlüsselung der Horizonte der organischen Auflage.**

Code	Beschreibung
L	L-Lage
Of	Of-Lage
Oh	Oh-Lage
L+Of	Mischprobe aus L- und Of-Lage
Of+Oh	Mischprobe aus Of- und Oh-Lage
L+Of+Oh	Mischprobe aus L-, Of- und Oh-Lage

### 5.8.3 Anzahl der Proben

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
anzahl	Anzahl der insgesamt gewonnen Proben des Auflagehumus	Numerisch	-	-
trd_anz	Anzahl der entnommenen Proben zur Bestimmung der Trockenrohddichte	Numerisch	-	-
grob_anz	Anzahl der entnommenen Proben zur Bestimmung des Grobbodenanteils	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen, Angaben zur Anzahl der Stechzylinder obligatorisch

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die Anzahl der entnommen Stechzylinderproben zur Bestimmung der Trockenrohddichte ist anzugeben.

#### **BZE II:**

Organische Auflage. Es ist die Anzahl der insgesamt gewonnenen Proben des Auflagehumus, die zu einer Mischprobe vereinigt wurden, anzugeben. In der Regel sind dies acht Satellitenproben.

Mineralboden. Die Anzahl der verwendeten Einschläge des Beprobungsgerätes (z. B. Stechzylinder) je Tiefenstufe ist anzugeben. Diese Angabe wird benötigt, um die Trockenrohddichte bzw. den Skelettanteil im Mineralboden zu berechnen. Anzugeben ist:

- Anzahl der entnommenen Proben zur Bestimmung der Trockenrohddichte
- Anzahl der entnommenen Proben zur Bestimmung des Grobbodenanteils

#### Tabellen: ---

### 5.8.4 Volumen oder Innenfläche des Beprobungsgerätes

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
flaeche	Innenfläche des Probenahmegerätes (Stechrahmen, Stechzylinder)	Numerisch	cm <sup>2</sup>	-
trd_vol	Volumen des Beprobungsgerätes zur Bestimmung der Trockenrohddichte	Numerisch	cm <sup>3</sup>	-
grob_vol	Volumen des Beprobungsgerätes zur Bestimmung des Grobbodenanteils	Numerisch	cm <sup>3</sup>	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

#### **BZE I und BZE II:**

Organische Auflage: Die Innenfläche des jeweils verwendeten Probenahmegeräts (z.B. Stechrahmen) ist in cm<sup>2</sup> anzugeben. Die Angabe wird benötigt um den Humusvorrat zu berechnen.

Mineralboden: Angabe zum Volumen jedes verwendeten Beprobungsgerätes (z. B. Stechzylinders / Innenvolumen Wurzelbohrer). Diese Angabe wird benötigt, um die Trockenrohddichte bzw. den Skelettanteil im Mineralboden zu berechnen. Anzugeben ist:

- Volumen des Beprobungsgerätes zur Bestimmung der Trockenrohddichte
- Volumen des Beprobungsgerätes zur Bestimmung des Grobbodenanteils

#### Tabellen: ---

### 5.8.5 Proben- und Labornummer

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
probennrhu	Probennummer der Humusprobe	Text	-	-
labornrhu	Labornummer der Humusprobe	Text	-	-
probennrbtrd	Probennummer der Probe zur Bestimmung der Trockenrohddichte	Text	-	-
labornrbtrd	Labornummer der Probe zur Bestimmung der Trockenrohddichte	Text	-	-
probennrmbc	Probennummer der Mineralbodenprobe Bodenchemie	Text	-	-
labornrmbc	Labornummer der Mineralbodenprobe Bodenchemie	Text	-	-
probennrmbgrob	Probennummer der Probe zur Bestimmung des Grobbodenanteils	Text	-	-
labornrmbgrob	Labornummer der Probe zur Bestimmung des Grobbodenanteils	Text	-	-
probennrake	Probennummer der Mineralbodenprobe Ak <sub>e</sub> Skelett	Text	-	-
labornrake	Labornummer der Mineralbodenprobe Ak <sub>e</sub> Skelett	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

Die Probennummer (Beschriftung des Probenbehältnisses) bzw. die Labornummer ist anzugeben separat pro Medium und Mischprobe.

- organischen Auflage
- Mineralbodenprobe Bodenchemie
- Mineralbodenprobe zur Bestimmung der Trockenrohddichte
- Mineralbodenprobe zur Bestimmung des Grobbodenanteils
- Mineralbodenprobe zur Bestimmung von Ak<sub>e</sub>-Skelett

#### Tabellen: ---

### 5.8.6 Schätzung der Trockenrohdichte pro Tiefenstufe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
trd_geschaetzt	Geschätzte Trockenrohdichte pro Tiefenstufe	Numerisch	g/cm <sup>3</sup>	-

Definition: Der Begriff Trockenrohdichte (TRD) und Trockenraumdichte wird nachfolgend synonym verwendet und ist definiert als die Masse der Bodenfestsubstanz pro Volumeneinheit nach Trocknung bei 105°C in g/cm<sup>3</sup> (AK Standortskartierung 2003).

#### Aufnahmestatus

BZE I: Obligatorischer Parameter, falls nicht analytisch bestimmt

BZE II: Fakultativer Parameter, bzw. obligatorisch ab 30 cm Tiefe falls nicht analytisch bestimmt

#### Methode:

**BZE I:** Die Trockenrohdichte wird anhand des Eindringwiderstandes beim Eintreiben eines Messers an der Profilwand und anhand der Zerteilbarkeit bzw. dem Zerfall der Bodenprobe bei der Probenahme abgeschätzt. In Abhängigkeit der Zerfallsneigung bzw. des Kraftaufwandes wird anhand der Hauptbodenart (Lehm, Ton, Sand und Schluff) ein konkreter Wert zugeordnet (Tabelle 5-12). Die Einteilung erfolgt in fünf Abstufungen. Bei Humusgehalten von mehr als 2 % ist die geschätzte TRD pro Prozent Humus um 0,03 g cm<sup>-3</sup> zu verringern.

**BZE II:** Die Schätzung der Trockenrohdichte (TRD) erfolgt (in fünf Abstufungen) einzeln für jede Tiefenstufen, im Rahmen der volumengerechten Probenahme nach Tabelle 5-13. Die Schätzung erfolgt unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Makrogrob- und Makrofeingefüges, des Eindringwiderstandes und des Tongehaltes. Ist kein Aggregatgefüge ausgebildet z.B. bei jungen Sedimenten oder Sedimenten im Grundwasserbereich so erfolgt die Schätzung der TRD anhand des Wassergehaltes.

#### Länderspezifische Modifikationen:

siehe Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmungsschlüssel zur Schätzung der TRD im Gelände unterscheiden zwischen BZE I (Tabelle 5-12) zu BZE II (Tabelle 5-13). Es erfolgte keine Umcodierung der TRD-Werte. Die Abstufungen der TRD entsprechend der Bewertungsstufen „sehr gering“, „gering“,

„mäßig dicht/mittel“, „dicht/hoch“, „sehr dicht/sehr hoch“ sind zwischen beiden Inventuren nicht übertragbar.

Datentransferfunktion:

Die geschätzte TRD wurde i. d. R. nicht zur Auswertung verwendet. Lagen beispielweise für die BZE I lediglich TRD-Werte aus Schätzungen vor, wurden diese durch Messwerte aus der BZE II ersetzt. Detaillierte Angaben liefert dazu Kapitel 10.6.5, Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2mbtp	trd_geschaetzt	= coalesce(TRD aus Messung, trd_geschaetzt) <sup>22</sup>	vm_minboden_bodenphysik_2	m_trd_trd2

Datenbestand:

**BZE I:** Geschätzte TRD-Werte wurden in die Labordatenbank der BZE I eingepflegt sofern keine TRD-Messung aus der BZE I vorlagen.

**BZE II:** In der BZE II wurden die fünf Klassenwerte oder geschätzte Einzelwerte angegeben. Angaben zu geschätzten TRD liegen für die Bundesländer Bayern und Nordrhein-Westfalen unabhängig von einer Entnahme von Proben zur Bestimmung der TRD vor. In Baden-Württemberg, Berlin und Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Saarland, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurde an den BZE-Punkten und Tiefenstufen an denen Proben zur Bestimmung der TRD entnommen wurden, keine Schätzung der TRD durchgeführt bzw. in die BZE-Bundesdatenbank eingetragen.

In Sachsen erfolgte die Probenahme zur Bestimmung der Bodenphysik nur an einzelnen BZE-Punkten. Nur zu diesen Punkten sind Metadaten bezüglich der Probenahme Bodenphysik in der BZE-Bundesdatenbank hinterlegt. Die geschätzte TRD wurde nicht angegeben.

Für Rheinland-Pfalz liegen keinerlei Metadaten bezüglich der bodenphysikalischen Probenahme in der BZE-Bundesdatenbank vor.

---

<sup>22</sup> Die geschätzte Trockenrohdichte wurde lediglich dann in die Datenauswertung mit einbezogen, wenn keine TRD aus Messungen zur Verfügung standen.

**Tabellen:**
**Tabelle 5-12: BZE I-Bestimmungsschlüssel zur Abschätzung der Trockenraumdichte an der Profilwand (BML 1994, S. 55, verändert).**

TRD S,U	TRD, L	TRD, T	Bezeichnung	Merkmal
<1,1	<1,0	<1,0	sehr gering	Probe zerfällt schon bei der Probenahme, an der Profilwand sind sehr viele Grobporen sichtbar
1,3	1,2	1,1	gering	Probe zerfällt bereits bei leichtem Druck in zahlreiche Bruchstücke oder in ihre Einzelteile. Messer ist mit sehr wenig Kraft in den Boden zu drücken.
1,5	1,4	1,2	mäßig dicht	Probe zerfällt in wenige Bruchstücke, die von Hand weiter zerteilt werden können; Messer ist mit wenig Kraft in den Boden zu drücken
1,7	1,6	1,4	dicht	Probe zerfällt nur noch in sehr wenige Bruchstücke, die kaum noch von Hand weiter zerteilt werden können (außer Sande); Messer ist nur schwer ca. 1 – 2 cm in den Boden zu drücken
>1,8	>1,7	>1,4	sehr dicht	Probe zerfällt kaum (außer Sande); Messer ist nur sehr schwer in den Boden zu treiben

**Tabelle 5-13: BZE II Bestimmungsschlüssel für die Ansprache der geschätzten Trockenrohdichte (Wellbrock et al. 2006, S. V-21).**

TRD			Grundgefüge und Makrogrobfüge		Makrofeingefüge und Gefügefragmente				
Ton < 17 %	Ton ≤ 17 - ≤ 45 %	Ton > 45 %	TRD Bezeichnung	Form	Verfestigungsgrad	Rissbreite [mm]	Form	Größenklasse	Lagerungsart
1,0	0,8	0,6	sehr gering	ein	Vf1	–	–	–	–
				koh	Vf1	–	–	–	–
				–	–	–	kru	1 bis 2	o
				–	–	–	pol	1 bis 2	o
				–	–	–	fra, rol*	4 bis 5	o
				–	–	–	bro klu	5	o
1,3	1,1	0,9	gering	ein	Vf2	–	–	–	–
				koh	Vf2	–	–	–	–
				–	–	–	sub	2 bis 3	o
				–	–	–	pol	2 bis 3	o
				ris	Vf4	2	pri	2 bis 3	o
				–	–	–	fra, rol	3 bis 4	o
1,6	1,4	1,2	mittel	–	–	–	bro	3	o
				koh	Vf3	–	–	–	–
				ein / kit	Vf3	–	–	–	–
				–	–	–	(sub)	4	o
–	–	–	ris	Vf3 bis Vf4	3	pri	4	o	

TRD				Grundgefüge und Makrogroßgefüge		Makrofeingefüge und Gefügefragmente			
Ton < 17 %	Ton ≤ 17 - ≤ 45 %	Ton > 45 %	TRD Bezeichnung	Form	Verfestigungsg rad	Rissbreite [mm]	Form	Größenklasse	Lagerungsart
				ris	Vf3 bis Vf4	3	(pol)	4	o
				–	–	–	(pla)	3	o
				–	–	–	fra, rol	2 bis 3	o
				–	–	–	bro	2	o
1,8	1,6	1,4	hoch	kit	Vf4	–	–	–	–
				ris	Vf3	4	pri	5	g
				ris	Vf3	4	(pol)	5	g
							pla	1 bis 3	h
				koh	Vf4	–	–	–	–
2,0	1,8	1,6	sehr hoch	kit	Vf5	–	–	–	–
				ris	Vf2	5	(pri)	5	g
				sau	Vf2	5	–	–	–
				–	–	–	pla	3 bis 5	g

\* Da Rollaggregate durch anthropogen bedingte Umlagerungen von Bodenmaterial entstehen und damit ihre Größe sowohl < wie auch > 50 mm betragen kann, werden sie zur Bestimmung der TRD wie Gefügefragmente allgemein (fra) behandelt.

### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 54

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. V-20

### 5.8.7 Schätzung des Grobbodenanteils pro Tiefenstufe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
grobb_anteil	Geschätzter Anteil der Grobbodenfraktion	Numerisch	Vol-%	-
grobb_fraktion	Grobbodenfraktion auf welche sich Schätzung bezieht	Numerisch	mm	-

#### Aufnahmestatus

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode

**BZE I:** Der Anteil der Grobbodenfraktion (> 2mm) innerhalb einer Tiefenstufe wird in Vol-% geschätzt.

**BZE II:** Für die Berechnung des Feinbodenvorrates ist der Prozentanteil (Vol-%) der Fraktion des Grobbodens so genau wie möglich zu bestimmen. Je nach angewendetem Verfahren bei der volumengerechten Probennahme und Fraktion des Grobbodens in der Tiefenstufe (kann ab einer definierten Fraktion der Grobbodenanteil geschätzt werden kombiniertes Verfahren zur Berechnung des Feinbodenvorrates siehe HFA A2.8). Unterhalb von 30 cm Bodentiefe kann generell am Profil geschätzt werden. Beträgt der Grobbodenanteil einer Tiefenstufe weniger als 5 Vol-% dann ist keine Probenahme bzw. Schätzung des Grobbodens erforderlich. Bei Grobbodenanteilen über 5 Vol-% muss der Grobboden berücksichtigt werden. Ohne zusätzliche Entnahme einer Schippen-/Spatenprobe ist die Erfassung des Grobbodenanteils ab der Grobbodenfraktion >20 mm (Grobgrus bzw. -kies) nicht mehr möglich und erfolgt deshalb durch Schätzung des Grobbodenanteils am Profil (HFA A2.8.7.1). Wird eine zusätzlicher Schippen-/Spatenprobe entnommen, muss der Grobbodenanteil erst ab der Grobbodenfraktion >63 mm am Profil geschätzt werden (HFA A2.8.7.2 und A2.8.7.3).

Zusätzlich zum geschätzten Grobbodenanteil erfolgt die Angabe auf welchen Äquivalentdurchmesser, d.h. welche Grobbodenfraktion, sich die Schätzung bezieht.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

<b>BZE</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>	<b>Funktion</b>	<b>Tabelle</b>	<b>Variable</b>
BZE II	b2mbtp	grobb_anteil	=	vm_minboden_bodenphysik_2	m_trd_gba2

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 43

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. V-22

### 5.8.8 Bodenart pro Tiefenstufe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bodenart	Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (< 2 mm) pro Tiefenstufe geschätzt an der Mineralbodenprobe (Bodenchemie) mittels Fingerprobe	Text	Code	x.bodenart.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter, wenn nicht analytisch bestimmt

Methode:

**BZE II:** Die tiefenstufenbezogene Ansprache der Bodenart des Feinbodens (< 2 mm) erfolgt an der Mischprobe aus der Satellitenbeprobung bzw. Mischprobe aus dem Profil mittels Fingerprobe nach KA 5.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion:

Die Korngrößenverteilung wird näherungsweise aus der tiefenstufenbezogenen Bodenart mittels Korngrößendreieck nach KA 5 abgeleitet.

Datenbestand: ---

Tabellen: siehe Kapitel 4.2.3

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-23ff

## 6 Probenahme von Nadeln und Blättern

### Aufnahmestatus:

BZE I: Fichte, Kiefer: obligatorisch; Buche, Eiche: fakultativ

BZE II: Fichte, Kiefer, Buche, Eiche: obligatorisch; Nebenbaumarten: fakultativ

### Methode:

**BZE I:** Nach einem systematischen Verfahren werden mindestens drei vorherrschende oder herrschende Bäume der Kraftschen Klassen 1 oder 2 für die Probenahme ausgewählt. Die Beprobung kann am stehenden Baum oder durch Fällung erfolgen. Die Probenahme an Bäume der WZE ist möglich, diese Bäume dürfen allerdings nicht gefällt werden. Bei Laubbäumen wird die Probe aus der vollbelichteten Oberkrone entnommen. Bei Fichte werden getrennte Proben für den 1. und 3. Nadeljahrgang des 7. (in Ausnahmefällen des 8.) Quirls entnommen, wohingegen bei der Kiefer der 1. Nadeljahrgang möglichst des 2. Quirls, in jedem Falle aber aus der Oberkrone, beprobt wird. Die Probenahme an Kiefer und Fichte ist obligatorisch an Buche und Eiche fakultativ. Die Probenahme an Laubbäumen sowie Lärche wurde zwischen Mitte Juli bis Mitte August, vor dem Einsetzen der Herbstverfärbung bzw. Rückverlagerung von Nährstoffen, durchgeführt. Entnommen wurden Blätter der vollbelichteten Oberkrone, bei der Lärche die Kurztriebneln der Vorjahrestriebe. Bei immergrünen Baumarten erfolgte die Probenahme während der Winterruhe je nach Orographie und Klimazone zwischen Oktober und Februar, rechtzeitig vor Neuaustrieb im Frühjahr. Die Einzelproben von jeweils drei Probestämmen einer Baumart (getrennt nach Nadeljahrgang) wurden entweder im Feld oder im Labor zu einer Mischprobe vereinigt. Dazu wurden die feldfrischen oder die aufbereiteten, getrockneten und gemahlten Proben von jedem Einzelbaum jahrgangsweise zu gleichen Mengenanteilen gemischt und homogenisiert. Sofern die Einzelbäume getrennt analysiert wurden, entspricht der Mischprobenwert dem statistischen Mittelwert der Einzelanalysen (Wolff & Riek 1996; BML 1994).

**BZE II:** Innerhalb des 30 m-Radius um den Mittelpunkt des BZE-Stichprobenpunktes werden mindestens drei vorherrschende oder herrschende Bäume der Kraftschen Klassen 1 oder 2 beprobt. Nadeln und Blätter müssen immer aus der vollbesonnten Lichtkrone bzw. aus dem oberen Kronendrittel eines Baumes gewonnen werden. Die Nadelproben werden aus dem Bereich zwischen dem 7. und 15. Quirl unterhalb der Kronspitze gewonnen (keinesfalls aus der Schattenkrone). Die Proben sollen von mindestens zwei Ästen unterschiedlicher Exposition in der Baumkrone stammen. Bei der BZE II wurden alle vier Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche obligatorisch beprobt. Die Beprobung von Nebenbaumarten war fakultativ. Die Probenahme an Laubbäumen sowie Lärche wurde zwischen Mitte Juli bis Mitte August, vor dem

Einsetzen der Herbstverfärbung bzw. Rückverlagerung von Nährstoffen, durchgeführt. Entnommen wurden Blätter der vollbelichteten Oberkrone, bei der Lärche die Kurztriebneln der Vorjahrestriebe. Bei immergrünen Baumarten erfolgte die Probenahme während der Winterruhe je nach Orographie und Klimazone zwischen Oktober und Februar, rechtzeitig vor Neuaustrieb im Frühjahr. Die Einzelproben von jeweils drei Probebäumen einer Baumart (getrennt nach Nadeljahrgang) wurden entweder im Feld oder im Labor zu einer Mischprobe vereinigt. Dazu wurden die feldfrischen oder die aufbereiteten, getrockneten und gemahlten Proben von jedem Einzelbaum jahrgangsweise zu gleichen Mengenteilen gemischt und homogenisiert. Sofern die Einzelbäume getrennt analysiert wurden, entspricht der Mischprobenwert dem statistischen Mittelwert der Einzelanalysen (Wellbrock et al. 2006).

#### Länderspezifische Modifikationen:

##### **BZE I** (Zitat aus Wolff & Riek 1996):

In Bayern wurden vier möglichst gesunde Probebäume der Kraftschen Klasse 2 (herrschend) ausgewählt. Die Probennahme erfolgte bei den Nadelbaumarten Fichte und Kiefer für den 1. Nadeljahrgang getrennt nach 1. bzw. 7. Quirl, wobei der Leittrieb unberücksichtigt blieb. In die bundesweite Auswertung fließen nur die Proben des 7. Quirls ein. Bei den Baumarten Eiche und Buche wurde Material aus allen Expositionen der Baumkrone zu einer Mischprobe vereinigt.

In Rheinland-Pfalz wurden die Nadelproben immer aus dem nördlich exponierten Kronenbereich entnommen.

In Hessen und im Saarland wurden im Rahmen der BZE I keine Nadel-/ Blattproben entnommen.

In den Ländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg wurde bei der Baumart Kiefer zusätzlich zum 1. auch der 2. Nadeljahrgang beprobt.

**Tabelle 6-1: Zeitraum der Nadel- und Blattprobenahme im Rahmen der BZE I und BZE II nach Bundesländern**

BL	BZE I - Zeitraum	BZE I - Baumart	BZE II – Zeitraum	BZE II - Baumart
BW	keine Blattprobenahme	-	August 2007	Buche, Eiche, Ahorn, Esche, Linde
	Winter 1988/1989	Fichte, Tanne	Okt., Nov. 2006	Kiefer, Fichte, Lärche, Tanne, Douglasie
BY	Sommer 1987	Buche, Eiche u.a.	Aug. 2006; Jul., Aug., 2007	Buche, Eiche, Erle, Ahorn, Esche
	Winter 1986/1987	Fichte, Kiefer	Okt., Nov., Dez. 2006 Feb., Okt., Nov., Dez. 2007 Feb. 2008	Kiefer, Fichte, Tanne, Douglasie
BE	keine Blattprobenahme	-		
	Winter 1992/1993	Kiefer		
BB/BE	Sommer 1993	Buche, Eiche u.a.	Jul., Aug. 2007	Buche, Eiche, Erle
	Winter 1992/1993	Kiefer	Jan., Feb. 2008	Kiefer
HB			Juli 2007	Buche, Eiche
			Dez. 2007	Kiefer
HH	Sommer 1992	Buche	Jul. 2007	Buche, Eiche
	Winter 1992/1993	Kiefer		
HE	keine Blattprobenahme	-	Juli 2007	Buche, Eiche
	keine Nadelprobenahme	-	Jan., Nov., Dez., 2007 Jan., 2008	Fichte, Kiefer
MV	keine Blattprobenahme	-	Aug. 2006 (Juli 2007)	Ahorn, Buche, Eiche, Erle, Esche
	Winter 1992/1993	Fichte, Kiefer	Feb., Dez. 2006	Douglasie, Fichte, Kiefer, Lärche
NI	Juli, Aug. 1990; Juli 1991	Buche, Eiche, Birke, Erle	Jul., Aug. 2007	Buche, Eiche
	Dez. 1990; Jan., Feb. 1991	Fichte, Kiefer, Douglasie	Jan., Nov., Dez. 2007; Jan., Feb. 2008	Fichte, Kiefer
NW	keine Blattprobenahme	-	Juli 2007, Juli 2008	Buche, Eiche, Erle, Pappel, Birke, Ahorn, Esche
	Winter 1988/1989	Fichte, Kiefer	Nov., Dez. 2006; Nov. 2008; Jan. 2009	Kiefer, Fichte, Lärche, Tanne, Douglasie
	Winter 1992/1993			
RP	keine Blattprobenahme	-	Juli, August 2007	Buche, Eiche
	Winter 1988/1989	Fichte, Kiefer	Nov., Dez. 2006 Jan., Feb., März, April, Nov. 2007	Kiefer, Fichte

<b>BL</b>	<b>BZE I - Zeitraum</b>	<b>BZE I - Baumart</b>	<b>BZE II – Zeitraum</b>	<b>BZE II - Baumart</b>
SL	keine Blattprobenahme	-	Juli, August 2007; Juni, Juli 2008	Buche, Eiche, Ahorn, Esche, Hainbuche
	keine Nadelprobenahme	-	Jan. 2008	Douglasie, Fichte, Kiefer, Lärche
SN	keine Blattprobenahme	-	Juli 2007	Buche, Birke, Eiche, Esche
	Winter 1992/1993	Fichte, Kiefer	Nov., Dez., 2007; Jan., Feb. 2008	Fichte, Kiefer, Lärche
ST	keine Blattprobenahme	-	Aug., 2007	Buche, Eiche
	Herbst 1992	Fichte, Kiefer	Nov., Dez. 2007	Fichte, Kiefer
SH	Sommer 1990	Buche, Eiche	Jun., Jul. 2007	Ahorn, Birke, Buche, Eiche, Erle, Esche
	Winter 1989/1990	Fichte	Jan. 2007	Douglasie, Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne
TH	keine Blattprobenahme	-	Juli 2006; Juni, Juli 2007; Juli, August 2008	Buche, Ahorn, Eiche, Esche, Hainbuche, Birke,
	Herbst 1992	Fichte, Kiefer, Lärche	Jan., Feb., Dez. 2007; Jan. 2008	Vogelbeere, Vogel-Kirsche Fichte, Kiefer, Lärche

Bundesländer-Abkürzungen: SH: Schleswig-Holstein; HH: Hamburg; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; HE: Hessen; RP: Rheinland-Pfalz; BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; SL: Saarland; BE: Berlin; BB: Brandenburg; MV: Mecklenburg-Vorpommern; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; TH: Thüringen.

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Methode zur Nadel- und Blattprobenahme zwischen BZE I und BZE II unterscheidet sich nicht. Die Nadel- und Blattbeprobung im Rahmen der BZE I wurde in den Jahren zwischen 1987 und 1993 durchgeführt. Die Nadel- und Blattbeprobung der BZE II fand in den einzelnen Bundesländern zwischen 2006 und 2008, überwiegend jedoch im Jahr 2007, statt.

### Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen lediglich für eine Unterstichprobe Nadel- und Blattproben aus der BZE I vor. Diese umfasst 609 Fichten-, 364 Kiefern-, 92 Buchen-, 31 Eichen- sowie 54 anderweitig bestockte Flächen (alle Nadeljahrgänge).

**BZE II:** Die BZE II-Daten umfassen 796 Fichten-, 610 Kiefern-, 577 Buchen-, 319 Eichen- sowie 176 anderweitig bestockte Flächen (alle Nadeljahrgänge).

Ein direkter Vergleich von BZE I und BZE II-Nadelblattspiegelwerten konnte für die Fichte (1. Nadeljahrgang) auf 265, für die Kiefer (1. Nadeljahrgang) auf 193, für die Buche auf 40 und für die Eiche auf 19 BZE-Punkten vorgenommen werden (Riek et al. 2016, S. I-263)

Tabelle: ---

### Literatur:

Paar et al. 2006, S. 86 Tabelle 3 – weiterführende Informationen zur Entnahme von Nadel- und Blattproben im Rahmen der BZE II in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt

## 6.1 Parameter der Probenahme Nadel- und Blattprobe

Die Parameter die im Rahmen der Beprobung von Nadeln und Blättern aufgenommen werden, werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- NB für die allgemeine Titeldaten
- NBB für Baumart und Lageparameter der einzelnen Probebäume
- NBP für die Parameter der Probennahme an Nadeln und Blättern

### 6.1.1 Aufnahmeteam

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
team	Name des Probenahmeteams zur Nadel- und Blattprobenahme	Text	-	-

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 82

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-10

### 6.1.3 Datum der Nadel-, Blattprobenahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
datum	Datum der Nadel- und Blattprobenahme	Datum	-	-

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 80

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-10

### 6.1.5 Lage der Probebäume

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hori	Horizontalfentfernung	Numerisch	m	-
azimut	Azimut	Numerisch	Gon	-
x	Position auf der x-Achse, positive Werte: östlich, negative Werte westlich des Bze-Mittelpunktes	Numerisch	m	-
y	Position auf der y-Achse, positive Werte: nördlich, negative Werte südlich des Bze-Mittelpunktes	Numerisch	m	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Die Lage der beprobten Bäume ist im Beprobungsprotokoll eindeutig zu vermerken bzw. zu skizzieren.

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-4, IV-16

### 6.1.6 Baumart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bart	Baumart	Text	Code	x_bart.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Die Baumart des beprobten Baumes ist anzugeben. Die Codierung entspricht jener der Kronenzustandserhebung (WZE).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Nach Anpassung der Codierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 6-2 sind die Angaben zur Baumart des Probebaumes von BZE I und BZE II vergleichbar.

Datentransferfunktion:

Umcodierung nach Tabelle 6-2.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1nb	bart	=	vm_nb_gehalte_1	bart
	b1nb	bart	= x_bart. zu_bartgr_bze	vm_nb_gehalte_1	bartgr
BZE II	b2nb	bart	=	vm_nb_gehalte_2	bart
	b2nb	bart	= x_bart. zu_bartgr_bze	vm_nb_gehalte_2	bartgr

Datenbestand: Für den Parameter Baumart des beprobten Baumes liegen vollständige Angaben aus BZE I und BZE II vor.

Tabellen:

**Tabelle 6-2: Verschlüsselungstabelle Baumart.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Lateinischer Name</b>
Ah	Ahorn	Acer spp.
As	Aspe/Zitterpappel	Populus tremula
AsH	Aspenhybriden	Populus hybridus
BAh	Berg-Ahorn	Acer pseudoplatanus
Bi	Birke	Betula spp.
BKi	Bergkiefer	Pinus mugo
BPa	Balsampappel	Populus balsamifera
BUI	Bergulme	Ulmus glabra
BWe	Bruchweide	Salix fragilis
CTa	Kilikische Tanne	Abies cilicica
Dgl	Douglasie	Pseudotsuga menziesii
DKi	Drehkiefer	Pinus contorta
Edl	Edellaubholz	alii frons liberalis
Ei	Eiche	Quercus robur x petraea
Eib	Eibe	Taxus baccata
Eis	Eiche	Quercus spp.
EKa	Edel-Kastanie	Castanea sativa (C. vesca)
ELa	Europäische Laerche	Larix decidua
Els	Elsbeere	Sorbus torminalis
Er	Erle	Alnus spp.
Es	Esche	Fraxinus excelsior
ETa	Edeltanne	Abies procera
FAh	Feldahorn	Acer campestre
Fi	Fichte	Picea spp.
FiS	Stechfichte	Picea pungens
FLu	Flatterulme	Ulmus effusa
FrA	Französische Ahorn	Acer monspessulanum
FTk	Fruehbl. Traubenkirsche	Prunus padus
FUI	Feldulme	Ulmus campestris
GEr	Gruenerle	Alnus viridis
GES	Gewöhnliche Esche	Fraxinus excelsior
GFi	Gewöhnliche Fichte	Picea abies (P. excelsa)
GKi	Gewöhnliche Kiefer	Pinus sylvestris
GPa	Graupappel	Populus x canescens
GWa	Griechische Wacholder	Juniperus excelsa
HBi	Hybridbirke	Betula x hybrida
HBu	Hainbuche	Carpinus betulus
Hi	Hickory	Carya spp.
HLä	Hybridlaerche	Larix eurolepis

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Lateinischer Name</b>
HPa	Hybrid Pappel	<i>Populus hybridus</i>
HTa	Hemlocktanne	<i>Tsuga</i> spp.
JBi	Japanbirke	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>Japonica</i>
JLa	Japanische Laerche	<i>Larix kaempferi</i> (L. <i>leptolepis</i> )
JLä	Japantanne	<i>Araucaria araucana</i>
KAp	Kulturapfel	<i>Malus domestica</i>
KBi	Kulturbirne	<i>Pyrus communis</i>
KFi	Kaukasus-Fichte	<i>Picea orientalis</i>
Ki	Kiefer	<i>Pinus</i> spp.
KiB	Bankskiefer	<i>Pinus banksiana</i>
Kir	Vogel-Kirsche	<i>Prunus avium</i>
KTa	Kuesten-Tanne	<i>Abies grandis</i>
Lae	Laerche	<i>Larix</i> spp.
Le	Lebensbaum	<i>Thuja</i> spp.
Li	Linde	<i>Tilia</i> spp.
LTa	Lowes Tanne	<i>abies</i> ...
LZe	Libanon-Zeder	<i>Cedrus libani</i>
MBi	Moor-Birke	<i>Betula pubescens</i>
Me	Mehlbeere	<i>Sorbus aria</i>
Mes	Metasequoia	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>
Mi	Mispel	<i>Mespilus germanica</i>
NTa	Nordmannstanne	<i>Abies nordmanniana</i>
Nu	Walnussbaum	<i>Juglans regia</i>
OFi	Omorika Fichte	<i>Picea omotirka</i>
Pa	Pappel	<i>Populus</i> spp.
PKi	Pechkiefer	<i>Pinus rigida</i>
Pl	Platane	<i>Platanus x hybrida</i>
PTa	Purpurtanne	<i>Abies amabilis</i>
RBu	Rot-Buche	<i>Fagus sylvatica</i>
REi	Rot-Eiche	<i>Quercus rubra</i>
RFi	Rotfichte	<i>Picea abies</i>
RKa	Rosskastanie	<i>Aesculus hippocastanum</i>
Rob	Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>
RZy	Rauchzypresse	<i>Calocedrus decurrens</i>
SAh	Spitz-Ahorn	<i>Acer platanoides</i>
SbA	Schneeball-Ahorn	<i>Acer opalus</i>
SBi	Sand-Birke	<i>Betula pendula</i>
Se	Sequoia	<i>Sequoiadendron giganteum</i>
SEi	Stiel-Eiche	<i>Quercus robur</i> (Q. <i>pedunculata</i> )
SEr	Schwarz-Erle	<i>Alnus glutinosa</i>
SFi	Sitka-Fichte	<i>Picea sitchensis</i>

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Lateinischer Name</b>
SKi	Schwarz-Kiefer	<i>Pinus nigra</i>
SLä	Sumpflaerche	<i>Larix ...</i>
sLb	sonstige Laubbaeume	<i>alii frons</i>
SLi	Sommer-Linde	<i>Tilia platyphyllos</i>
sNd	sonstige Nadelbaeume	<i>alii acus</i>
SNu	Schwarznuß	<i>Juglans nigra</i>
Sp	Speierling	<i>Sorbus domestica</i>
SPa	Schwarzpappel	<i>Populus nigra</i>
SPi	Spirke	<i>Pinus uncinata</i>
STa	Silbertanne	<i>Abies concolor</i>
STk	Spaetbl. Traubenkirsche	<i>Prunus serotina</i>
Str	Strobe	<i>Pinus strobus</i>
SuE	Sumpfeiche	<i>Quercus palustris</i>
SWa	Stinkende Wacholder	<i>Juniperus foetidissima</i>
SWe	Salweide	<i>Salix caprea</i>
SZy	Scheinzypresse	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
Ta	Tanne	<i>Abies spp.</i>
TaS	Sicheltanne	<i>Cryptomeria japonica</i>
TEi	Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>
Tu	Tulpenbaum	<i>Liriodendron tulipifera</i>
Ul	Ulme	<i>Ulmus spp.</i>
Vbe	Vogelbeere	<i>Sorbus aucuparia</i>
VTa	Veits Tanne	<i>Abies veitchii</i>
WAp	Wildapfel	<i>Malus sylvestris</i>
WBi	Wildbirne	<i>Pyrus pyraeter</i>
WDe	Eingriffeliger Weißdorn	<i>Crataegus monogyna</i>
WDs	Weißdorn	<i>Crataegus Spp.</i>
Wei	Weide	<i>Salix spp.</i>
WEr	Grau-Erle	<i>Alnus incana</i>
WEs	Weißesche	<i>Fraxinus americana</i>
WFi	Weißfichte	<i>Picea glauca</i>
WLi	Winter-Linde	<i>Tilia cordata</i>
WPa	Weisspappel	<i>Populus alba</i>
WTa	Weiß-Tanne	<i>Abies alba</i>
WWE	Weißweide	<i>Salix alba</i>
WZw	Wildzwetschge	<i>Prunus cerasifera</i>
Z Ei	Zerreiche	<i>Quercus cerris</i>
ZKi	Zirbelkiefer	<i>Pinus cembra</i>

**Tabelle 6-3: Gegenüberstellung der Baumarten-Verschlüsselung BZE I und BZE II.**

Code	Beschreibung	Lateinischer Name	Code BZE I	Beschreibung BZE I
As	Aspe/Zitterpappel	Populus tremula	035	Zitterpappel, Aspe
Dgl	Douglasie	Pseudotsuga menziestii	136	Douglasie
ELa	Europäische Lärche	Larix decidua	116	Europäische Lärche
GFi	Gewöhnliche Fichte	Picea abies (P. excelsa)	118	Gemeine Fichte
GKi	Gewöhnliche Kiefer	Pinus sylvestris	134	Gemeine Kiefer
RBu	Rot-Buche	Fagus sylvatica	020	Rotbuche
Rob	Robinie	Robinia pseudoacacia	056	Robinie
SBi	Sand-Birke	Betula pendula	010	Hängebirke
SEi	Stiel-Eiche	Quercus robur (Q. pedunculata)	051	Stieleiche
SEr	Schwarz-Erle	Alnus glutinosa	007	Roterle
SPa	Schwarzpappel	Populus nigra	034	Schwarzpappel
TEi	Trauben-Eiche	Quercus petraea	048	Traubeneiche
WTa	Weiß-Tanne	Abies alba	100	Tanne

**Tabelle 6-4: Verschlüsselung der Baumartengruppen.**

Code	Beschreibung
sLb	sonstige Laubbäume
sNb	sonstige Nadelbäume
Ei	Eiche
Fi	Gemeine Fichte
Ki	Gemeine Kiefer
Bu	Rotbuche
Ta	Tanne
Dgl	Douglasie
La	Lärche

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-4, IV-11f

### 6.1.7 Baumnummer

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bnr	landesspezifische Baumnummer, -bezeichnung	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Für jeden beprobten Baum wird eine Nummer vergeben. Bei Einzelproben ermöglicht diese Nummer die Zuordnung des Einzelbaumes zu den Ergebnissen der chemischen Analyse der Nährelemente in den Nadeln bzw. Blättern.

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 80

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-12

### 6.1.8 Quirl

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
quirl	Quirl bzw. Quirlbereich, von dem die Probe entnommen wird	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: obligatorischer Parameter

BZE II: obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Bei Nadelbäumen wird der Quirlnummerbereich oder der Quirl vermerkt, von dem die Proben stammen. Bei Laubbäumen bleibt dieses Feld leer.

Beispiel:

7-15: Entnahme erfolgte aus dem Bereich zwischen dem siebten und 15ten Quirl (Regelfall).

4: Entnahme erfolgte aus dem vierten Quirl.

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 80

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-13

### 6.1.9 Nadeljahrgang

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
nadeljg	Alter des Nadeljahrganges	Text	Code	x_nadel_jg.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: obligatorischer Parameter

BZE II: obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und BZE II:** Bei Nadelbäumen wird der Nadeljahrgang der beprobten Nadeln dokumentiert. Unterschiedliche Nadeljahrgänge sind getrennt zu beproben und dementsprechend zu beschriften.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

**BZE I und BZE II:** Nach Anpassung der Codierung der BZE I-Daten entsprechend Tabelle 6-5 sind die Angaben zum Nadeljahrgang von BZE I und BZE II vergleichbar.

Datentransferfunktion:

Umcodierung der BZE I-Daten nach Tabelle 6-5.

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1nbp	nadeljg	=	vm_nb_gehalte_1	nadeljg
BZE II	b2nbp	nadeljg	=	vm_nb_gehalte_2	nadeljg

Datenbestand:

Für den Parameter Nadeljahrgang liegen vollständige Angaben für BZE I und BZE II vor.

Tabellen:

**Tabelle 6-5: Verschlüsselungstabelle Nadeljahrgang.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code BZE I</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
0	diesjährig, in der letzten Vegetationsperiode gebildet	1	1-jährige Nadeln
+1	vorjährig, in der vorletzten Vegetationsperiode gebildet	2	2-jährige Nadeln (Sonderfall)
+2	zweijährig, 2 Jahre vor der letzten Vegetationsperiode gebildet	3	3-jährige Nadeln
+3	dreijährig, 3 Jahre vor der letzten Vegetationsperiode gebildet		
+4	vierjährig, 4 Jahre vor der letzten Vegetationsperiode gebildet		

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 80

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-13

### 6.1.10 Trieb

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
trieb	Art des beprobten Triebes	Numerisch	Code	x_trieb.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Bei allen Baumarten, an denen mehrmaliger Austrieb innerhalb eines Jahres auftritt (insbesondere bei Eiche, Buche, möglich auch bei Esche, Ahorn, Fichte, Douglasie) sind grundsätzlich nur die Blätter der am weitesten entwickelten Triebe (Maitriebe) zu beproben. Johannis- oder Regenerationstriebe sind nur in Ausnahmefällen zu beproben (z. B. Totalfraß). Proben von Regenerationstriebe (inkl. Johannistriebe) dürfen nicht mit Maitriebe in einer Mischprobe vereint werden, da sich diese im Hinblick auf Habitus und Inhaltsstoffe deutlich unterscheiden. Bei allen Bäumen, die zusätzlich Johannistriebe (Regenerationstriebe) bilden können, ist die Triebart mit anzugeben. Standard ist ausschließlich die Beprobung der Maitriebe.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Der Parameter Triebart wurde erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II aufgenommen.

Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE II	b2nbp	trieb	=	vm_nb_gehalte_2	trieb

Datenbestand:

**BZE I:** Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Tabellen:

**Tabelle 6-6: Verschlüsselungstabelle der Triebart.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Maitriebe
2	Regenerationstriebe (inkl. Johannistriebe)

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-14

### 6.1.11 Probennummer

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
probennrnbp	Probennummer der Nadel-, Blattprobe	Text	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Es wird entweder die Beschriftung der Probenhülle oder, wenn die Labornummer bekannt ist, diese eingetragen.

#### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 80

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-14

## 6.1.12 Zusatzinformationen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
notizennb	Allgemeine Bemerkungen zur Nadel-, Blattprobenahme	Text	-	-
notizennbp	Detaillierte Zusatzinformationen zur Nadel-, Blattprobe	Text	-	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

### Methode:

**BZE II:** Wichtige allgemeine Bemerkungen zur Probenahme (notizennb) oder detaillierte Zusatzinformationen zur Nadel-, Blattprobe (notizennbp) können aufgenommen werden. Dies wären beispielsweise auffällige Verfärbungen, Krankheiten, Insektenbefall oder Angaben zu Nadel- oder Blattverlusten am Probenbaum.

### Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. -

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IV-14

## 7 Erfassung des Kronenzustands

Der Kronenzustand von Waldbäumen wird im Rahmen der jährlichen WZE erhoben, welche Teil des Forstlichen Umweltmonitorings ist. Der Kronenzustand gilt als wichtiger Indikator für die Vitalität von Wäldern. Die WZE erfolgte erstmalig im Jahr 1984 und wird seit 1990 jährlich im gesamten Bundesgebiet durchgeführt, um die Wirkung von Umweltveränderungen auf den Wald feststellen und bewerten zu können. Die WZE-Aufnahmeverfahren sind zwischen den Bundesländern abgestimmt und es werden Qualitätskontrollen durchgeführt.

Die Beurteilung des Kronenzustands beruht im Wesentlichen auf der Kronenverlichtung. Die Bewertung der Kronenverlichtung geschieht visuell mit Hilfe von Ferngläsern in 5 %-Stufen von 0 % (keine Kronenverlichtung) bis 100 % (Baum ist abgestorben). Die bundesweite Aufnahme wird auf den ca. 430 Level I-Stichprobenpunkten (europaweites systematisches 16×16 km Raster) durchgeführt. In Bayern (2006) und Brandenburg (2009) fand eine Verschiebung des Level I-Rasters im Rahmen von Harmonisierungsprozessen auf das BWI-Raster statt. Von 2006 bis 2008 erfolgte die WZE bundesweit auf dem verdichteten Raster der BZE.

Bei dem Stichprobendesign handelt es sich in der Regel um einen Kreuztrakt. Der Kreuztrakt besteht aus vier Satelliten (jeweils in eine Himmelsrichtung). An jedem Satellitenmittelpunkt werden die sechs Bäume, die sich am nächsten zum Mittelpunkt befinden beurteilt. Neben dem Kreuztrakt findet der Linientrakt (Nordrhein-Westfalen) Anwendung sowie der Quadratrakt bzw. Quadranten für nicht einsehbare Bestände. Die Bäume der Stichprobe werden dauerhaft markiert oder ihre Lage festgehalten. Ausgefallene Bäume werden dokumentiert und ersetzt.

Die Erhebung von Kronenzustand und Schadursachen erfolgt jährlich im gleichen Zeitraum in den Sommermonaten. Zu den betrachteten Parametern gehören u.a. Aufnahmedatum, Aufnahmeteam, Baumart, Baumalter, Kronenverlichtung, Fruktifikation, Entnahme und Mortalität sowie die Ansprache von biotischen und abiotischen Schäden. Bis 2009 wurde das Ausmaß des Befalls z.B. mit Insekten oder Pilzen angegeben (nationale Ansprache) und seit 2010 erfolgt eine europaweit einheitliche Schadansprache nach Wellbrock et al. (2018). Bei dieser Ansprache werden das Symptom, der betroffene Baumteil, das Alter des Schadens sowie der ursächliche Erreger/Faktor dokumentiert. Eine ausführliche Beschreibung der WZE befindet sich in dem Dokument „Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland“ (Wellbrock et al. 2018). In diesem Dokument werden auch Länderspezifikationen und Abweichungen berichtet.

## 8 Bestandesaufnahme

Die Waldbestände an den Inventurpunkten wurden im Rahmen der ersten bundesweiten Bodenzustandserhebung (BZE I) von 1987 bis 1993, der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung (BZE II) von 2004 bis 2008 und der harmonisierten Bestandesaufnahme an den BZE II-Punkten von 2011 bis 2012 beschrieben. Die forstlichen Daten der BZE I geben einen allgemeinen Überblick über den Waldbestand (Bestockung). Im Zuge der BZE II wurden vergleichbare und darüber hinaus gehende Informationen aufgenommen. Hierbei konnte kein bundeseinheitliches Aufnahmeverfahren vereinbart und durchgeführt werden. Die Spanne der vorliegenden Daten reicht von Informationen der Forsteinrichtung bis hin zu Einzelbaummessungen. Eine einheitliche und ausführliche Bestandesinventur einschließlich der Verjüngung und des Totholz wurde mit der harmonisierten Bestandesaufnahme (hBI-BZE II) an den Punkten der BZE II im Jahr 2012 durchgeführt. Die Aufnahmevorschrift für die harmonisierte Bestandesaufnahme ist in Hilbrig et al. (2014) veröffentlicht.

*BZE I:* Die erfassten forstlichen Daten die im Rahmen der BZE I erhoben wurden, lassen sich in zwei Hauptkategorien teilen. Es wurden sieben Parameter zur Dokumentation von forstlichen Einflüssen auf den Waldboden und sieben Parameter zur Erfassung der Bestockung aufgenommen. Darüberhinaus wurde die "forstliche Standortseinheit" notiert. In allen Bundesländern wurde ergänzend zur Anweisung der "Bestockungstyp" erfasst.

Zur allgemeinen Beschreibung der Bestockung am BZE-Punkt wurden "Baumart und Anteile der Baumarten des Hauptbestandes" und dazugehörig das "Begründungsjahr" und die "Begründungsart" aufgenommen. Aussagen zum Aufbau der Bestockung treffen zwei Parameter. Die "Bestandesstruktur" beschreibt die Vertikalschichtung (einschichtig bis stufige). Der Parameter "Mischungsform" zeigt wie sich die Nebenbaumarten im Hauptbestand verteilen (z.B. einzelbaumweise). Der "Bestockungstyp" fasst die zahlreichen Bestockungskombinationen in Bestockungstypen zusammen. Darüber hinaus wurde die "potentielle, natürliche Waldgesellschaft" Vorort, anhand der summarischen Einschätzung von Standortseigenschaften und Weiserpflanzen abgeleitet (BML 1994, S. 28, 135ff). In den Bundesländern liegen zum Teil detailliertere Bestandesinformationen vor.

*Harmonisierte Bestandesaufnahme.* Im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme an den BZE II-Punkten (hBI - BZE II) im Jahr 2012 wurden die allgemeine Bestockungssituation, Einzelbäume der vorratsreichen Bestockung ( $BHD \geq 7\text{cm}$ ), die vorratsarme Bestockung ( $BHD < 7\text{cm}$ ) und das Totholz dokumentiert.

Die *Bestandesaufnahme* fand innerhalb von drei konzentrischen Probekreisen um den Bezugspunkt der Bestandesaufnahme (magnetische Markierung) statt. Die Kluppschwelle bezeichnet einen Brusthöhendurchmesser (BHD) von lebenden Bäumen als Grenzwert, die im

jeweiligen Probekreis erfasst wurden. Grundsätzlich wurden alle Bäume erst ab  $\geq 7$  cm BHD aufgenommen. Im ersten Probekreis ( $r = 5,64$  m,  $100$  m<sup>2</sup>) wurden alle Bäume  $\geq 7$  cm BHD aufgenommen. Im zweiten Probekreis ( $r = 12,62$  m,  $500$  m<sup>2</sup>) wurden Bäume mit einem BHD  $\geq 10$  cm erfasst. Und im dritten Probekreis ( $r = 17,84$  m,  $1000$  m<sup>2</sup>) wurden Bäume mit einem BHD  $\geq 30$  cm erfasst. Das Verfahren der Winkelzählprobe findet in der Bundeswaldinventur (BWI) Verwendung. Um sicher zu stellen, dass alle Bäume des BWI-Aufnahmeverfahrens auch bei der hBI-BZE II erfasst wurden, wurde im Anschluss an die Probekreisaufnahme eine Winkelzählprobe mit dem Zählfaktor vier durchgeführt. Dabei wurden nur Bäume außerhalb der Probekreise berücksichtigt. Es wurden auch liegende Bäume erhoben. Wurden mit der Winkelzählprobe zusätzliche Bäume identifiziert, so wurde an diesen das gleiche Merkmalspektrum wie in den Probekreisen erhoben. Ließ sich ein Baum anhand der Winkelzählprobe nicht eindeutig der Stichprobe zuordnen, so wurde die Grenzstammkontrolle durchzuführen.

Die Aufnahme der *Verjüngung* wurde ausgehend vom Bezugspunkt der Bestandesinventur (magnetische Markierung) an vier Satelliten (= Verjüngungsprobekreis) vorgenommen. Die vierfache Wiederholung der Aufnahme ist geeignet eine mögliche Heterogenität in der Verjüngungsschicht zu erfassen. Die Mittelpunkte der Satelliten befinden sich in einem Abstand von  $10$  m auf den zwei Achsen der Haupthimmelsrichtungen. Die Verjüngung wurde auch auf Blößen erfasst, jedoch nicht auf Nichtholzboden. Jeder Satellit wird durch einen Probekreis von max.  $5$  m Radius gebildet. Innerhalb dieses Probekreises wurden die zehn nächsten Pflanzen zum Mittelpunkt aufgenommen. Befanden sich weniger als zehn Pflanzen in dem Probekreis, so wurden nur diese erhoben. Der Vorteil einer Baumstichprobe liegt im überschaubaren Arbeitsaufwand auch bei sehr dichten Naturverjüngungen.

Das *Totholz* (Durchmesserschwelle  $\geq 10$  cm) wurde an jedem Inventurpunkt in zwei parallelen Verfahren erfasst. Es wurde nach dem modifizierten BioSoil-Verfahren (Neville et al. 2006) auf einem Radius von  $12,62$  Metern aufgenommen. Dieses Verfahren ist geeignet die Diversität und den Umfang dieser Sonderstrukturen wiederzugeben. Parallel dazu wurde in einer nochmaligen Erhebung das Totholz auf einem Radius von fünf Metern nach den Vorschriften der BWI 2012 (BMELV 2011) erfasst. Dieses Verfahren ist auf die Erfassung des Totholzvolumens optimiert. Die BioSoil-Aufnahmen und die BWI-Aufnahmen unterscheiden sich aber nicht nur in der Bezugsfläche. Bei beiden Verfahren werden identische Parameter aufgenommen, die jedoch unterschiedlich definiert sein können. Die Datenstruktur ermöglicht es das modifizierte BioSoil-Verfahren getrennt vom BWI-Verfahren auszuwerten. Es werden liegende und stehende Totholzstücken sowie Wurzelstöcke, in der Totholzart, der Lage, dem Zersetzungsgrad und in den Ausmaßen (Durchmesser, Länge / Höhe) erfasst. Durch die Lageparameter (Azimut, Entfernung) kann die Verteilung des Totholzes (auch in Bezug auf den lebenden Bestand) dargestellt werden. Je höher der Zersetzungsgrad eines Stückes ist, desto schwieriger ist seine Vermessung.

Damit die Verschneidung von Boden-, Humus-, Bestandes-, Verjüngungs-, Totholz-, Bodenvegetations- und Ernährungsdaten am selben Punkt möglich ist, wurde bei der Entwicklung des Aufnahmeverfahren zur harmonisierte Bestandeserhebung auf die Erfahrungen von BZE I,

BZE II und auf die BioSoil-Erhebungen zurückgegriffen. Als Ergebnis liegt ein bundeseinheitlicher Datensatz (nicht für Bayern) zur ökologischen und ertragskundlichen Bestockungssituation an den Inventurpunkten vor, der auch mit Daten anderer europäischer Ländern vergleichbar ist. Des Weiteren wurde das Verfahren mit der Bundeswaldinventur abgestimmt. So ergeben sich Möglichkeiten die Verfahren zu vergleichen und die Ergebnisse zu validieren. Die Aufnahmen der BZE II erstreckten sich von 2004 bis 2008, die hBI - BZE II fand von 2011 bis 2012 statt. Man geht davon aus, dass die zur hBI-BZE II erfassten ökologischen Verhältnisse schon zur BZE II herrschten. Eine Überprüfung ist im Einzelfall an Hand der Bestockungsaufnahmen der BZE II (2004 - 2008) möglich. Je nach Datenlage können Veränderungen anhand der Ergebnisse der BZE I (1987 - 1993) und der Ergebnisse der hBI - BZE II (2011 - 2012) betrachtet werden. Insbesondere ist hierfür ein Vergleich über den Parameter Bestockungstyp geeignet.

## 8.1 Parameter der Bestandesaufnahme

Im Folgenden werden die Parameter der Bestandesaufnahme aus der BZE I und der harmonisierten Bestandesaufnahme auf den BZE II-Punkten (hBI-BZE II) detailliert dargestellt. Grundlage hierfür bilden die Arbeitsanleitung der BZE I (BML 1994) und die Arbeitsanleitung der harmonisierten Bestandesaufnahme (Hilbrig et al. 2014). Die Parameter aus der Arbeitsanleitung der BZE II (Wellbrock et al. 2006) werden, sofern diese nicht in Bestandteil der harmonisierten Bestandesaufnahme waren, nicht gesondert aufgeführt.

Die Parameter der Bestandesaufnahme werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- b2be für die Bestockungsbeschreibung allgemein
- b2be\_waldraender für die Beschreibung der Bestandesgrenzen
- b2beab für Einzelbaumdaten des Bestandes ( $\geq 7$  cm BHD)
- b2bej für die Bestockungsbeschreibung, Jungbestand ( $< 7$  cm BHD), allgemein
- b2\_bejb für die Bestockungsbeschreibung, Jungbestand ( $< 7$  cm BHD), Detail
- b2\_totholz\_plot für die Totholzaufnahme, allgemein
- b2\_totholz\_liste für die Totholzaufnahme der einzelnen Totholzelemente

### 8.1.1 Titeldaten

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
team	Name des Aufnahmeteams Bestockung	Text	-	-
datum	Datum der Bestockungsaufnahme	Datum	TT.MM.JJJJ	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Das Aufnahmeteam und das Datum der Bestockungsaufnahme werden festgehalten.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 8

### **8.1.2 Beschreibung der Bestockung**

Für jeden Inventurpunkt werden sowohl im Rahmen der BZE I als auch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme 2012 (hBI-BZE II) Parameter zur Erfassung der allgemeinen Beschreibung der Bestockung aufgenommen. Erstmals im Rahmen der hBI-BZE II aufgenommen wurden die Parameter Betriebsart, Kronenschlussgrad für eine zweite Bestandesschicht, Bestandesgrenzen und der Waldentscheid. Wobei der Waldentscheid als Brücke zu den BWI - Aufnahmen und für statistische Berechnungen nötig ist. Hier lassen sich auch unbestockte Waldflächen herausfiltern. Der Parameter Bestandesstruktur der BZE I wird durch den Parameter Vertikalstruktur in der hBI-BZE II detaillierter fortgesetzt. Er unterscheidet zusätzlich zweischichtige Bestockung nach ihrer Bewirtschaftungsstrategie. Der Parameter Mischungsform wird ebenfalls fortgeführt und ergänzt. Im Rahmen der BZE I (nachträglich zur Aufnahme) und der hBI-BZE II wurden die Bestände der Inventurpunkte einheitlichen Bestockungstypen zugeordnet.

### 8.1.2.1 Waldentscheid

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wallddef	Vorgefundene Landnutzungsform (Wald/Nichtwald) am BZE-Punkt	Numerisch	Code	x_wallddef.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Einordnung des BZE-Punktes nach Wald im Sinne der Bundeswaldinventur (BWI) oder Nichtwald (Tabelle 8-1).

Länderspezifische Modifikationen: -

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Der Waldentscheid erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der hBI-BZE II (2011/2012). Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-1: Codierung des Waldentscheids im Rahmen der harmonisierten Bestandesinventur BZE II (Hilbrig et al. 2014, verändert).**

Code	Beschreibung	Erläuterung
0	Nichtwald	In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestockte Flächen unter 1000 m<sup>2</sup></li> <li>• Gehölzstreifen unter 10 m Breite</li> <li>• Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen</li> <li>• gewerbliche Forstbaumschulen</li> <li>• zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen</li> </ul>

Code	Beschreibung	Erläuterung
3	Wald, Blöße	vorübergehend unbestockte Holzbodenflächen
4	Wald, Nichtholzboden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waldwege, Schneisen und Schutzstreifen ab 5 m Breite</li> <li>• Holzlagerplätze</li> <li>• nichtgewerbliche zum Wald gehörige Forstbaumschulen</li> <li>• Saat- und Pflanzkämpe</li> <li>• Wildwiesen und Wildäcker</li> <li>• der forstlichen Nutzung dienende Hof- und Gebäudeflächen</li> <li>• mit dem Wald verbundene Erholungseinrichtungen</li> <li>• im Wald gelegene Felsen, Blockhalden, Kiesflächen und Gewässer</li> <li>• nicht zugewachsen Sümpfe und Moore (natürlich aufkommende Vegetation &lt; 5 Jahre alt, &lt; 50 % Bestockungsgrad)</li> </ul>
5	Wald, bestockter Holzboden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Forstpflanzen bestockte Fläche</li> <li>• zugewachsene Heiden und Moore, zugewachsene ehemalige Weiden, Almflächen und Hutungen sowie Latschen- und Grünerlenflächen (natürlich aufkommende Vegetation ≥ 5 Jahre alt, ≥ 50 % Bestockungsgrad)</li> <li>• Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen im Wald</li> </ul>

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 8

### **8.1.2.2 Fotodokumentation der Bestockung**

Ausgehend vom Bezugspunkt ist ein digitales Foto je Haupthimmelsrichtung (Nord, Ost, Süd, West) anzufertigen. Zur Identifizierung sind die Aufnahmen mit einer eindeutigen Nummer zu versehen. Die Nummer ist identisch mit dem Dateinamen (.jpg oder .tif). Der Dateiname ergibt sich aus der BFH-Nummer, der Abkürzung „hB“ (Harmonisierte Bestandesinventur) und der laufenden Nummer (bei Nord beginnend, im Uhrzeigersinn).

### 8.1.2.3 Bestandesgrenzen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
randtyp	Waldrandtyp	Numerisch	Code	x_wrtyp.icode
randform	Geometrie des Waldrandes	Numerisch	Code	x_wrform.icode
anfang_dist	Horizontaldistanz des Anfangspunktes der Bestandesgrenze vom BZE-Mittelpunkt	Numerisch	cm	-
anfang_azi	Azimuth des Anfangspunktes der Bestandesgrenze	Numerisch	Gon	-
end_dist	Horizontaldistanz des Endpunktes der Bestandesgrenze vom BZE-Mittelpunkt	Numerisch	cm	-
end_azi	Azimuth des Endpunktes der Bestandesgrenze	Numerisch	Gon	-
knick_dist	Horizontaldistanz des Knickpunktes der Bestandesgrenze vom BZE-Mittelpunkt	Numerisch	cm	-
knick_azi	Azimuth des Knickpunktes der Bestandesgrenze	Numerisch	Gon	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Bestandesgrenzen, die den 30 m-Bezugskreis der BZE-Fläche schneiden, werden mit Horizontaldistanz und Azimuth eingemessen. Mindestens zwei auf der Grenzlinie befindliche Punkte (Mindestabstand=10 m), bei nicht geradlinigem Grenzverlauf zusätzlich dazu der Knickpunkt, werden eingemessen. Pro Inventurpunkt können maximal zwei Grenzen eingetragen werden. Zwei separat eingemessene Grenzlinien dürfen sich zwischen den eingemessenen Anfangs- und Endpunkten nicht kreuzen und nicht berühren. Die Grenzlinie verläuft normalerweise am äußeren Kronenrand (Trauf). Wenn die angrenzende Landnutzungsform eindeutig abgegrenzt ist (z.B. Zaun, Straße), ist das die Grenzlinie. Bei Wegen unter 5 m Breite (zum Wald gehörender Holzboden) wird die Wegemitte als Grenzlinie eingemessen.

Zusätzlich dazu sind die Parameter Waldrandart (Tabelle 8-2) und Waldrandform (Tabelle 8-3) anzugeben. Ein Waldrand ist auch zu erfassen, wenn dem Waldbestand Nichtholzboden (lt. Walddefinition zum Wald gehörig) vorgelagert ist oder wenn der Inventurpunkt auf einer Blöße liegt. Grenzt die Blöße an einen Nichtwald, dann ist der Waldrand mit der Waldrandart 1 oder 2 zu bezeichnen. Grenzt die Blöße an einen Baumbestand, wird die Bestandesgrenze mit der Waldrandart 3 oder 4 gekennzeichnet.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Ansprache der Waldrand-/Bestandesgrenzen erfolgte erstmals obligatorisch an den BZE II-Punkten im Rahmen der hBI (2011/2012). Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-2: Art des Waldrandes (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Beschreibung
1	Waldaußenrand. Abstand zur Grenzlinie des gegenüberliegenden Waldrandes mindestens 50 m
2	Waldinnenrand. Abstand zur Grenzlinie des gegenüberliegenden Waldrandes zwischen 30 m und 50 m
3	Bestandesgrenze zwischen unmittelbar aneinandergrenzenden Beständen (bis 30 m Abstand) mit mindestens 20 m geringerer Bestandeshöhe des vorgelagerten Bestandes (das kann auch eine Blöße oder Nichtholzboden sein)
4	sonstige eingemessene Bestandesgrenze

**Tabelle 8-3: Form des Waldrandes (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Beschreibung
1	Waldränder und Bestandesgrenzen ohne Knickpunkt
2	Waldränder und Bestandesgrenzen mit Knickpunkt

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 10

### 8.1.2.4 Betriebsart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
beart	Dominierende Betriebsart am BZE-Punkt	Numerisch	Code	x_bear.icode

#### Aufnahmestatus

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Ansprache der dominierenden Betriebsart am BZE-Punkt (30 m-Radius). Betriebsarten sind Bewirtschaftungsformen, die sich durch ihre Nutzungs- und Verjüngungsstrategien unterscheiden.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Ansprache der Betriebsart erfolgte erstmals obligatorisch an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:---

#### Tabellen:

**Tabelle 8-4: Verschlüsselung der Betriebsart (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Betriebsart	Beschreibung
0	Blöße	zur Zeit keine Bestockung (eine Charakterisierung der Bestockung entfällt)
1	Hochwald	ein aus Pflanzung, Kernwüchsen oder Stockausschlag bzw. Wurzelbrut hervorgegangener Wald, der auf Grund seines Alters (> 40 Jahre) nicht mehr zum Niederwald gehört, ganze Bestände oder Teilflächen eines Bestandes werden durch Abtrieb oder während eines Verjüngungs-zeitraumes genutzt
2	Plenterwald	eine Form des Hochwaldes, in der Bäume unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Dimension kleinflächig und auf Dauer gemischt sind
3	Mittelwald	eine Mischform aus Niederwald und Hochwald, mit Oberholz aus aufgewachsenen Stockausschlägen und Kernwüchsen sowie Unterholz aus

<b>Code</b>	<b>Betriebsart</b>	<b>Beschreibung</b>
		Stockausschlag, Wurzelbrut und Kernwuchs
4	Niederwald	ein aus Stockausschlag oder Wurzelbrut hervorgegangener Wald mit einem Alter bis 40 Jahre
5	Kurzumtriebsplantagen	sind ausschließlich mit schnellwachsenden Baumarten bestockt, Umtriebszeiten bis 20 Jahre, nicht dazu zählen auf Grund ihres Wuchsverhaltens und ihrer Struktur historische Bewirtschaftungsformen wie Niederwald und Mittelwald

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 13

### 8.1.2.5 Bestockungstyp

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
besttyp	Dominierender Bestockungstyp am BZE-Punkt	Numerisch	Code	x_besttyp.icode

#### Aufnahmestatus

BZE I: Obligatorischer Parameter, abgeleitet aus Baumart und Baumartenanteil

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE I:** Die Baumartenanteile werden in 5 % Stufen als Grad der überschirmten Fläche angegeben. Die Bezugsfläche ist der 30 m-Probekreis. Die Baumartenanteile werden zu Bestockungstypen zusammengefasst.

**hBI-BZE II:** Ansprache des Bestockungstyps des Bestandes in dem sich die BZE-Fläche (30 m Radius) überwiegend befindet.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und hBI-BZE II:** Angaben vergleichbar

#### Datentransferfunktion:

BZE	Tabelle	Variable	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1be	besttyp	=	vm_allgemeintab	bestandestyp_1
BZE I	b1be	besttyp	=	x_besttyp.langd	besttyp_1d
BZE I	b1be	besttyp	=	vm_allgemeintab_1	bestandestyp_1
BZE I	b1be	besttyp	=	x_besttyp.langd	besttyp_1d
BZE II	b2be	besttyp	=	vm_allgemeintab	bestandestyp_2
BZE II	b2be	besttyp	=	x_besttyp.langd	besttyp_2d
BZE II	b2be	besttyp	=	vm_allgemeintab_2	bestandestyp_2
BZE II	b2be	besttyp	=	x_besttyp.langd	besttyp_2d
BZE II	b2be	besttyp	=	vm_straten_2	bestandestyp_2
BZE II	b2be	besttyp	=	x_besttyp.langd	bestandestyp_2d

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-5: Verschlüsselung des Bestockungstyps (Hilbrig et al. 2014).**

<b>Code</b>	<b>Kurzzeichen</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Fi-Rein	Fichten(rein)bestand ( $\geq 70$ % Fichte)
2	Ki-Rein	Kiefern(rein)bestand ( $\geq 70$ % Kiefer)
3	sonst-Nd	sonstige Nadelbaumarten ( $\geq 70$ % sonstiges Nadelholz)
4	Bu-Rein	Buchen(rein)bestand ( $\geq 70$ % Buche)
5	Ei-Rein	Eichen(rein)bestand ( $\geq 70$ % Eiche)
6	Nd-Lb-Misch	Laubholzreiche Nadelmischbestände ( $> 30$ % Laubholz)
7	Lb-Nd-Misch	Nadelholzreiche Laubholzmischbestände ( $> 30$ % Nadelholz)
8	sonst-Lb	sonstige Laubbaumarten ( $\geq 70$ % sonstiges Laubholz)
91	Lb	Laubbestand (nicht näher spezifizierbar)
92	Nb	Nadelbestand (nicht näher spezifizierbar)
99	unbekannt	unbekannt

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 23

Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 14

### 8.1.2.6 Vertikalstruktur

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
struktur	Bestockungsaufbau (Vertikalstruktur) am BZE-Punkt	Numerisch	Code	x_struktur.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I und hBI-BZE II: Ansprache des vertikalen Bestockungsaufbaus am BZE-Punkt (30 m-Radius). Durch die Baumkronen bilden sich vertikale Schichten im Bestand, deren Anzahl hier angegeben wird. Der Parameter Bestandesstruktur der BZE I wird durch den Parameter Vertikalstruktur in der BZE II leicht verändert übernommen (siehe**

Tabelle 8-6)

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und hBI-BZE II: vergleichbar**

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Die Angaben zur Vertikalstruktur der BZE I liegen dem Thünen-Institut nicht vor und sind nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Die Angaben zur Vertikalstruktur der BZE II wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Tabellen:

**Tabelle 8-6: Einstufung des Vertikalstruktur für BZE I und BZE II (BML 1994 und Hilbrig et al. 2014, verändert).**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I
1	einschichtig	ES	einschichtig
2	zweischichtig	ZS	zweischichtig
3	zweischichtig: Oberschicht = Überhälter oder Nachhiebsrest	-	-
4	zweischichtig: Unterschicht = Vorausverjüngung	-	-
5	zweischichtig: Unterschicht = Unterbau	-	-
6	mehrschichtig oder plenterartig	MS	mehrschichtig
-	-	ST	stufig

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 25

Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 15

### 8.1.2.7 Schlussgrad der Baumschichten

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
schlussgrad_schi1	Kronenschlussgrad des Hauptbestandes	Numerisch	Code	x_schlussgrad.icode
schlussgrad_schi2	Kronenschlussgrad der zweiten Bestandesschicht	Numerisch	Code	x_schlussgrad.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter, nicht aufgenommen für zweite Bestandesschicht bzw. keine Differenzierung

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I:** Der Kronenschlussgrad wird am BZE-Punkt gutachterlich geschätzt.

**hBI-BZE II:** Der Kronenschlussgrad wird am BZE-Punkt (30 m-Radius) gutachterlich geschätzt. Es werden zwei Schlussgrade unterschieden: der Schlussgrad des Hauptbestandes und der Schlussgrad einer zweiten Bestandesschicht (Ober- oder Unterstand). Bei mehrschichtigen Beständen (plenterartig) ist ab der zweiten Schicht ein zusammenfassender Schlussgrad anzugeben. Der Kronenschlussgrad bestimmt die Lichtverhältnisse am Boden.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und hBI-BZE II:** Das Bezugskollektiv auf das sich der Parameter Schlussgrad zur BZE I bezog, ist nicht näher eingeschränkt. Es kann somit nicht eindeutig dem Parameter Schlussgrad des Hauptbestandes der BZE II zugeordnet werden. Der Kronenschlussgrad für eine zweite Bestandesschicht wurde erstmalig bei der BZE II obligatorisch angesprochen.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Die Angaben zur Schlussgrad der BZE I liegen dem Thünen-Institut nicht vor.

Tabellen:

**Tabelle 8-7: Einstufung Kronenschlussgrad für BZE I und BZE II (BML 1994 und Hilbrig et al. 2014, verändert). Die Definition der Codierung der BZE I ist identisch mit der Spalte Beschreibung.**

Code	Beschreibung	Code BZE I
1	gedrängt: Kronen greifen tief in- und übereinander	GD
2	geschlossen: Kronen berühren sich an den Zweigspitzen	GS
3	locker: Kronen haben Abstand, ohne daß eine weitere Krone dazwischen Platz findet	LO
4	licht: Kronen haben Abstand, daß eine weitere Krone dazwischen Platz findet	LI
5	räumdig: Kronen haben Abstand, daß mehrere Baumkronen dazwischen Platz finden	RA
6	lückig: durch Bestandeslücken unterbrochener Kronenschluss	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 26

Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 16

### 8.1.2.8 Mischungsform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
mischung	Dominierende Mischungsform am BZE-Punkt	Numerisch	Code	x_mischung.icode

Aufnahmestatus

BZE I: Obligatorischer Parameter

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE I:** Angegeben wird die Mischungsform in der Hauptbestockung am BZE-Punkt (30 m-Radius).

**hBI-BZE II** Ansprache der Mischungsform am BZE-Punkt. Abgeschätzt wird die Flächengröße, die die Nebenbaumarten einnehmen (einzeln, trupp-, gruppen- oder horstweise).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und hBI-BZE II:** Die Mischungsform aus der BZE I wird in der hBI-BZE II detaillierter fortgesetzt.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:

Die Angaben zur Mischungsform der BZE I liegen dem Thünen-Institut nicht vor und sind nicht in den harmonisierten Bundesdatensatz der BZE integriert. Die Angaben zur Mischungsform der BZE II wurden nicht in den Auswertungsdatensatz der BZE übernommen.

Tabellen:

**Tabelle 8-8: Einstufung der Mischungsform für BZE I und BZE II (BML 1994 und Hilbrig et al. 2014, verändert).**

Code	Beschreibung	Code BZE I	Beschreibung BZE I
1	Reinbestand: keine Mischung (eine Baumart zu 100 %)	-	-

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Code BZE I</b>	<b>Beschreibung BZE I</b>
2	stammweise: Einzelmischung	EIN	einzel
3	truppweise: bis 0,5-fache der derzeitigen Bestockungshöhe	TRU	truppenweise
4	gruppenweise: 0,5- bis 1-fache der derzeitigen Bestockungshöhe	GRU	gruppenweise
5	horstweise: 1- bis 2-fache der derzeitigen Bestockungshöhe	HOR	horstweise
6	flächenweise: > 2-fache der derzeitigen Bestockungshöhe	-	-
7	reihen- / streifenweise: Breite bis 2-fache der derzeitigen Bestockungshöhe	-	-

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 25

Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 17

### 8.1.2.9 Probekreisradien und Kluppschwellen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
alt_radius1	Radius des inneren Probekreis	Numerisch	m	-
alt_radius2	Radius des mittleren Probekreis	Numerisch	m	-
alt_radius3	Radius des äußeren Probekreis	Numerisch	m	-
alt_kluppschwelle1	Kluppschwelle des inneren Probekreis	Numerisch	cm	-
alt_kluppschwelle2	Kluppschwelle des mittleren Probekreis	Numerisch	cm	-
alt_kluppschwelle3	Kluppschwelle des äußeren Probekreis	Numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: vorinitialisierte Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Die Radien und Kluppschwellen der einzelnen Probekreise sind festgelegt. Diese Daten werden vorinitialisiert und sind nicht zu editieren.

- Probekreis 1: Radius: 5,64 m (100 m<sup>2</sup>) ; Kluppschwelle: ≥ 7 cm
- Probekreis 2: Radius: 12,62 m (500 m<sup>2</sup>) ; Kluppschwelle: ≥ 10 cm
- Probekreis 3: Radius: 17,84 m (1000 m<sup>2</sup>) ; Kluppschwelle: ≥ 30 cm

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 20

### 8.1.3 Bestandesaufnahme

An allen Inventurpunkten wurden im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (hBI-BZE II) für die Derbholtzbäume ( $BHD \geq 7\text{cm}$  = vorratsreich) Parameter zur detaillierten Erfassung aufgenommen. Die Einzelbäume wurden hierfür in drei konzentrischen Probekreisen erfasst. Dieses Verfahren spiegelt sehr gut die unterschiedlichen Strukturen der Wälder wider. Parallel dazu wurden die Bestände noch einmal mit der Winkelzählprobe (Zählfaktor 4) erfasst. Dieses Verfahren wird auch in der BWI 2012 (BMELV 2011) angewandt. Aus den Einzelbaumdaten (Baumart, BHD, Baumhöhe, Bezugsfläche) lassen sich zusammenfassend die üblichen Bestandeskennwerte (Volumen / Stammzahl pro Hektar, Mittelwerte von BHD und Höhe) berechnen. Mit den Daten aus den Parametern Baumhöhe, Kronenansatz und Bestandesschichten sind Aussagen zum standardisierten vertikalen Bestockungsaufbau möglich. Über die Lageparameter, die Kraft'sche Baumklasse, ggf. Zwiesel und die Schlussgrade spiegeln sich horizontale Beziehungen innerhalb der Bestandesschichten wider.

### 8.1.3.2 Status der Bestandesaufnahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
pk1_aufnahme	Status der Bestandesaufnahme für jeden konzentrischen Probekreis	Numerisch	Code	-
pk2_aufnahme	Status der Bestandesaufnahme für jeden konzentrischen Probekreis	Numerisch	Code	-
pk3_aufnahme	Status der Bestandesaufnahme für jeden konzentrischen Probekreis	Numerisch	Code	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für die Probekreise ist anzugeben, ob eine Aufnahme durchgeführt wurde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-9: Status der Bestandesaufnahme (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Beschreibung
1	Aufnahme wurde erfolgreich durchgeführt
2	Aufnahme war nicht möglich, keine Objekte vorhanden
3	Aufnahme war nicht möglich, sonst. Gründe (Störung etc.)

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 22

### 8.1.3.3 Status der Winkelzählprobe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wzp_aufnahme	Status der Winkelzählprobe	Numerisch	Code	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für die Winkelzählprobe ist anzugeben, ob eine Aufnahme durchgeführt wurde

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-10: Status der Winkelzählprobe (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Aufnahme
1	Aufnahme wurde erfolgreich durchgeführt
2	Aufnahme war nicht möglich, keine Objekte vorhanden
3	Aufnahme war nicht möglich, sonst. Gründe (Störung etc.)

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 23

### 8.1.3.4 Aufnahmeort

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
ort	Aufnahmeort der Bestandesaufnahme	Numerisch	Code	x_ort.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: vorinitialisierter Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Der Aufnahmeort für die Bestandesaufnahme ist anzugeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-11: Codierung des Aufnahmortes.**

Code	Beschreibung
9	Mitte/Profil: von BZE-Mittelpunkt aus

Literatur: ---

### 8.1.3.5 Baumnummer

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
lfdnr	Laufende Nummerierung der erfassten Bäume pro BZE-Punkt	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

hBI-BZE II: Jeder erfasste Baum erhält eine Nummer. Die Nummerierung wird je Plot fortlaufend geführt. Unter Brusthöhe (130 cm) gezwieselte Bäume werden als zwei Bäume erfasst. Diese Fälle werden zudem gesondert vermerkt. Ihre Zusammengehörigkeit kennzeichnet man mit der gleichen laufenden Nummer in der Spalte „Zwiesel (ZW)“.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: --

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 23

### 8.1.3.6 Baumart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bart	Baumart des erfassten Baums	Text	Code	x_bart.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen<sup>23</sup>

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Die Baumart des zu erfassenden Baumes wird bis auf die Artebene angesprochen und gemäß Tabelle 6-2 codiert.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: Tabelle 6-2

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 23

---

<sup>23</sup> Baumarten und Baumartenanteile wurden im Rahmen der BZE I erhoben, im Sinne einer allgemeinen Beschreibung der Bestockung am Standort (BML 1994, Seite 23f). Eine Bestandesaufnahme wurde nicht durchgeführt.

### 8.1.3.7 Baumalter

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
alter	Baumalter des erfassten Baums	numerisch	Jahre (a)	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Das Alter der Bäume ist möglichst genau zu ermitteln. Dies kann anhand von Daten der Forsteinrichtung, Auskunft von zuständigen Forstbediensteten, anhand von Quirlzählungen bei Nadelholz, Auszählung der Jahrringe an frischen Stöcken oder im ungünstigsten Fall durch Schätzung erfolgen. Mit Einverständnis des Waldbesitzers können auch Altersbohrungen durchgeführt werden. Altersbohrungen an den Bäumen der Winkelzählprobe oder der Probekreise in Brusthöhe sind jedoch unzulässig. Der Stichtag ist der 1. Januar 2011.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand: ---

#### Tabellen: ---

#### Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 24

### 8.1.3.8 Methode zur Bestimmung des Baumalters

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
alter_methode	Art der Altersbestimmung pro Baumart	numerisch	Code	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Das Baumalter kann anhand von Daten der Forsteinrichtung, Auskunft von zuständigen Forstbediensteten, anhand von Quirlzählungen bei Nadelholz, Auszählung der Jahrringe an frischen Stöcken oder im ungünstigsten Fall durch Schätzung erfolgen. Auch Altersbohrungen sind möglich (nicht in Brusthöhe). Die Methode zur Altersbestimmung ist entsprechend

Tabelle 8-12 zu codieren.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-12: Methode zur Altersbestimmung (Hilbrig et al. 2014).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Forsteinrichtung
2	Quirlzählung
3	Jahrringzählung an frischen Stubben
4	Jahrringzählung an Bohrkern
5	Schätzung
6	Angabe aus Vorklärung übernommen

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 24

### 8.1.3.9 Brusthöhendurchmesser

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
d_mess	gemessener Brusthöhendurchmesser in Messhöhe	numerisch	mm	-
bhd_hoehe	Messhöhe, in der der Brusthöhendurchmesser bestimmt wurde	numerisch	cm	-
zwiesel	laufende Nummer der Zwiesel pro BZE-Standort	numerisch	-	-
bhd	abgeleiteter Brusthöhendurchmesser in 130 cm Höhe	numerisch	mm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Der Baumdurchmesser in Brusthöhe (130 cm; d\_mess) wird mit dem Durchmessermaßband auf Millimeter genau ermittelt. Die Messung erfolgt rechtwinklig zur Stammachse. Das Messband wird straff angezogen. Lose Rindenteile, Flechten, Moos etc. werden entfernt. Die Brusthöhe wird durch Anlegen eines nach unten stumpfen Messstockes ermittelt. Dazu wird dieser fest auf dem Boden aufgesetzt, so dass Auflage und Bodenbewuchs zusammengedrückt werden. Die Messhöhe (bhd\_hoehe) ist anzugeben. Der BHD in 130 cm (bhd) wird zentral im Thünen-Institut für Waldökosysteme abgeleitet. Bei Stammverdickungen in Brusthöhe wird ober- oder unterhalb der Verdickung gemessen. Es wird der Durchmesser gewählt, der die Stammachse am besten repräsentiert. Unter Brusthöhe (130 cm) gezwieselte Bäume werden als zwei Bäume erfasst. Ihre Zusammengehörigkeit kennzeichnet man mit der gleichen laufenden Nummer in der Spalte Zwiesel.

#### Länderspezifische Modifikationen: -

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 24

### 8.1.3.10 Baumhöhe

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hoehe	Baumhöhe der inventarisierten Bäume	numerisch	dm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Messung der Baumhöhen an einem Teilkollektiv der inventarisierten Bäume auf Dezimeter genau mittels Ultraschall-Baumhöhen- und Entfernungsmesser. Die Auswahl der Bäume erfolgt nach Durchmesserstufen (

Tabelle 8-13) und Baumart. Die Messung der Baumhöhe wird an jeweils einem Baum aus jeder belegten Durchmesserstufe erfasst. Mindestens fünf Bäume je Baumart sind zu vermessen, sofern diese Anzahl Bäume im Plot erreicht wird.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-13: Durchmesserstufen für die Baumhöhenmessung.**

Stufe	Untere Grenze [cm]	Obere Grenze [cm]
1	7	< 10
2	10	< 15
3	15	< 20
4	20	< 25
5	25	< 30
6	30	< 35
7	35	< 40
8	40	< 45
9	45	< 50
10	50	< 55
11	55	< 60
12	60	< 65
13	65	< 70
14	70	< 75
15	75	< 80
16	≥ 80	

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 27

### 8.1.3.11 Kronenansatz

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kransatz	Kronenansatz der inventarisierten Bäume	numerisch	dm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

hBI-BZE II: Messung des Kronenansatzes an einem Teilkollektiv der inventarisierten Bäume auf Dezimeter genau mittels Ultraschall-Baumhöhen- und Entfernungsmesser. Der Kronenansatz bei Laubbäumen und Kiefern ab 80 Jahren beginnt mit dem ersten lebenden Starkast. Der Kronenansatz bei Nadelbäumen beginnt am ersten Astquirl mit mindestens drei lebenden Ästen. Die Auswahl der Bäume erfolgt nach Durchmesserstufen (

Tabelle 8-13) und Baumart. Der Kronenansatz wird an jeweils einem Baum aus jeder belegten Durchmesserstufe erfasst. Mindestens fünf Bäume je Baumart sind zu vermessen, sofern diese Anzahl Bäume im Plot erreicht wird.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 27

### 8.1.3.12 Lage der Bäume

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
azi	Azimet des inventarisierten Baumes vom Bezugspunkt der Bestandesinventur	numerisch	Gon	-
hori	Horizontalfentfernung des inventarisierten Baumes vom Bezugspunkt der Bestandesinventur	numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Die Lage der Einzelbäume wird mit Horizontalfentfernung und Azimet vom Bezugspunkt der Bestandesinventur (magnetische Markierung) ausgehend mittels Ultraschall-Baumhöhe- und Entfernungsmessers vermessen. Dabei wird für die Entfernungsmessung ein

Tangentenschnittpunkt am Baumstamm anvisiert und der Winkel zur Stammachse angepeilt. Die Nadelabweichung wird dabei nicht berücksichtigt. Wie bei der Messung der Horizontalentfernung wird die Lotrechte Achse durch den Brusthöhenquerschnitt anvisiert. Bei Verwendung eines Maßbandes ist die schräg gemessene Entfernung entsprechend der Hangneigung zu korrigieren.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 28

### 8.1.3.13 Kraft'sche Baumklasse

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kraft	Soziale Stellung und Kronenausbildung nach KRAFT pro Probebaum	numerisch	Code	x_kraft.icode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Ansprache der sozialen Stellung und der Kronenausbildung jedes Probebaumes im Hauptbestand nach KRAFT. Für Probebäume, die nicht im Hauptbestand stehen, wird immer die Null vergeben.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:---

Tabellen:

**Tabelle 8-14: Codierung der Baumklassen nach Kraft (verändert).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	nicht Hauptbestand
1	vorherrschender Baum
2	herrschender Baum
3	gering mitherrschender Baum
4	beherrschter Baum

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 29

### 8.1.3.14 Bestandesschicht

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
schi	Bestandesschicht in der der Stichprobenbaum liegt	numerisch	Code	x_schi.icode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Ansprache der Bestandesschicht in der der Stichprobenbaum liegt. Die Bestandesschichten bilden die vertikale Gliederung des Bestandes. Innerhalb einer Bestandesschicht haben die Bäume ihren Kronenraum in der gleichen Höhe über dem Boden. Verschiedene Bestandesschichten eines Bestandes haben im Kronenraum keinen Kontakt zueinander. Der Hauptbestand ist die Bestandesschicht, auf der das wirtschaftliche Hauptgewicht liegt. Wenn der Deckungsgrad der obersten Bestandesschicht mindestens 5/10 beträgt, ist diese stets Hauptbestand. Der Unterstand ist die Bestandesschicht unter dem Hauptbestand. Der Oberstand ist die Bestandesschicht über dem Hauptbestand. Werden Stichprobenbäume aus verschiedenen Beständen erfasst, werden die Bestandesschichten für jeden Bestand separat festgelegt.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand: ---

#### Tabellen:

**Tabelle 8-15: Codierung der Bestandesschichten (Hilbrig et al. 2014).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	keine Zuordnung möglich (Plenterwald)
1	Hauptbestand
2	Unterstand
3	Oberstand
9	liegender Baum

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 30

### **8.1.4 Verjüngung**

Zur BZE I wurden keine Aussagen über die Waldbaumverjüngung getroffen. In der hBI - BZE II wird die Verjüngung (BHD < 7 cm = vorratsarm) an allen Inventurpunkten erfasst. Die Bezugsfläche wird aus vier, 10 m vom Mittelpunkt entfernten, Satelliten gebildet. Der Radius jedes Satelliten entspricht dem Abstand zur n-ten oder letzten Pflanze und beträgt maximal 5 m. Das Bezugskollektiv sind Bäume ab 20 cm Höhe entsprechend der Baumartenliste.

### 8.1.4.1 Status der Verjüngung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
pk_aufnahme	Status der Verjüngungsaufnahme pro Probekreis	Numerisch	Code	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für die Probekreise der Verjüngungsaufnahme ist anzugeben, ob eine Aufnahme durchgeführt wurde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-16: Status der Verjüngungsaufnahme (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Aufnahme
1	Aufnahme wurde erfolgreich durchgeführt
2	Aufnahme war nicht möglich, keine Objekte vorhanden
3	Aufnahme war nicht möglich, sonst. Gründe (Störung etc.)

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 33

### 8.1.4.2 Lage der Verjüngungsprobekreises

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
pk_richtung	Himmelsrichtung des Verjüngungsprobekreises	Numerisch	Code	x_richtung.icode
pk_dist	Entfernung des Probekreises vom Bezugspunkt der Bestandesinventur	Numerisch	cm	-
pk_maxradius	Maximaler Radius des Verjüngungsprobekreises	Numerisch	cm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Angabe der Lage des Probekreises mit der Himmelsrichtung vom Bezugspunkt der Bestandesinventur. Angabe der Entfernung des Probekreises vom Bezugspunkt der Bestandesinventur. Der maximale Radius des Probekreises ist auf fünf Meter festgelegt (vorinitialisierter Parameter).

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandsaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandsaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand: ---

#### Tabellen:

**Tabelle 8-17: Lage des Verjüngungsprobekreises, Himmelsrichtung der Achse für die Verschiebung des Probekreismittelpunktes (Hilbrig et al. 2014).**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	Nord
2	Nord-Ost
3	Ost
4	Süd-Ost
5	Süd
6	Süd-West
7	West
8	Nord-West

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 33f

### 8.1.4.3 Nummer der Pflanze im Verjüngungsprobekreis

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
lfdnr	Laufende Nummerierung der erfassten Pflanzen pro Verjüngungsprobekreis	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Jede erfasste Pflanze im Verjüngungsprobekreis erhält eine fortlaufende Nummer.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 34

### 8.1.4.4 Baumarten der Verjüngung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
art	Baumarten der 10 ausgewählten Pflanzen im Verjüngungsprobekreis	Text	Code	x_bart.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Die Baumarten der ausgewählten Pflanzen im Verjüngungsprobekreis sind zu bestimmen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand:---

Tabellen: siehe Tabelle 6-2

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 34

### 8.1.4.5 Höhe der Verjüngung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
hoehe	Gewachsene Höhe ( $\geq 2$ dm) der ausgewählten Pflanzen im Verjüngungsprobekreis	Numerisch	dm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Messung der gewachsenen Höhe ( $\geq 2$  dm) der ausgewählten Pflanzen im Verjüngungsprobekreis.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 34f

### 8.1.4.6 Größenklassen der Verjüngung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
grklasse	Größenklassen des Brusthöhendurchmessers für Pflanzen im Verjüngungsprobekreis	numerisch	Code	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Einteilung der Pflanzen im Verjüngungsprobekreis in Größenklassen des Brusthöhendurchmessers. Bei mehreren Sprossachsen, die aus einem Stock erwachsen, geht nur der Stärkste in die Erfassung ein.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-18: Codierung der Größenklassen der Verjüngung (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Beschreibung
0	Kein BHD (Höhe < 130 cm)
1	≤ 4,9 cm
2	5 cm ≤ 5,9 cm
3	6 cm ≤ 6,9 cm

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 35

### 8.1.4.7 Maximale Entfernung zur 10. oder letzten Pflanze

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
pk_maxdist	Entfernung der 10. oder der letzten Pflanze zum Mittelpunkt des Verjüngungsprobekreises	numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Angabe der Entfernung der 10. beziehungsweise der letzten Pflanze zum Mittelpunkt des Verjüngungsprobekreises.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 35

## 8.1.5 Totholz

### 8.1.5.1 Status der Totholzaufnahme

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
aufnahme	Status der Totholzaufnahme	Numerisch	Code	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für die Erhebung des Totholzes ist anzugeben, ob eine Aufnahme durchgeführt wurde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-19: Status der Verjüngungsaufnahme (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Aufnahme
1	Aufnahme wurde erfolgreich durchgeführt
2	Aufnahme war nicht möglich, keine Objekte vorhanden
3	Aufnahme war nicht möglich, sonst. Gründe (Störung etc.)

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 36

### 8.1.5.2 Aufnahmeverfahren

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
verfahren	Aufnahmeverfahren für Totholzaufnahme	Numerisch	Code	x_totholz_verfahren

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für die Erhebung des Totholzes ist anzugeben, welches Aufnahmeverfahren durchgeführt wurde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-20: Aufnahmeverfahren Totholz.**

Code	Beschreibung
1	Totholzerhebung nach BWI-Verfahren
2	Totholzerhebung nach (mod.) BioSoil-Verfahren

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 36

### 8.1.5.3 Lage von Totholzelementen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
azimut	Azimut des inventarisierten Totholzelements	numerisch	Gon	-
entfernung	Entfernung des inventarisierten Totholzelements	numerisch	cm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Die Lage aller Totholzelemente wird am wurzelseitigem Ende mit Horizontalentfernung und Azimut vermessen. Der Azimut wird stets vom Bezugspunkt zur Grenzlinie bestimmt. Bei liegendem Totholz ist zu beachten, dass abzweigende Äste mit einem Durchmesser  $\geq 10$  cm am dickeren Ende separat erfasst werden.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand: ---

#### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 37

### 8.1.5.4 Baumartengruppen von Totholz

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
c_dwspe	Baumartengruppe des erfassten Totholzes	numerisch	Code	x_totholz_baumgruppe

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Die Baumarten des zu erfassenden Totholzes werden nach Artengruppen unterschieden.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-21: Baumartengruppen des Totholzes (Hilbrig et al. 2014).**

Code	Beschreibung
1	Laubholz (außer Eiche)
2	Nadelholz
3	Eiche
4	Unbekannt

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 35

### 8.1.5.5 Totholztyp

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
c_dwtype	Art des erfassten Totholzes	numerisch	Code	x_totholz_typ

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**hBI-BZE II:** Der Typ des zu erfassenden Totholzes ist näher zu bestimmen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

#### Tabellen:

**Tabelle 8-22: Totholztyp und Aufnahmeschwelle im BWI-Verfahren und im BioSoil-(EU)-Verfahren.**

Code	Beschreibung	Aufnahmeschwelle	Verfahren
1	liegend; starkes Totholz (umfasst Stamm, Äste, Zweige, abgebrochene Kronen)	$D \geq 10$ cm am dickeren Ende	BioSoil
2	stehend, ganzer Baum (stehendes Totholz mit Ästen)	$BHD \geq 10$ cm	BioSoil
3	stehend, Bruchstück (Baumstumpf ohne Äste)	$BHD \geq 10$ cm, Höhe $\geq 13$ dm	BioSoil
4	Wurzelstock	$\varnothing$ Schnittflächendurchmesser $\geq 10$ cm, Höhe $< 13$ dm	BioSoil
5	liegend, ganzer Baum	$BHD \geq 10$ cm	BioSoil
11	liegend, ganzer Baum mit Wurzelanlauf	$BHD \geq 10$ cm	BWI

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Aufnahmeschwelle</b>	<b>Verfahren</b>
12	liegend, Stammstück mit Wurzelanlauf	a) Länge: $\geq 13$ dm, BHD $\geq 10$ cm b) Länge: $< 13$ dm, D $\geq 10$ cm am dickeren Ende	BWI
13	liegend, Teilstück ohne Wurzelanlauf	D $\geq 10$ cm am dickeren Ende	BWI
20	stehend, ganzer Baum (mit Ästen)	BHD $\geq 10$ cm	BWI
30	stehend, Bruchstück (ohne Äste)	BHD $\geq 10$ cm, Höhe $\geq 13$ dm	BWI
40	Wurzelstock	max. Schnittflächendurchmesser $\geq 10$ cm, Höhe $< 13$ dm	BWI
50	Abfuhrrest (aufgeschichtet)		BWI

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 39f

### 8.1.5.6 Höhe/Länge von Totholz

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
dwlen	Höhe von stehendem bzw. Länge von liegendem Totholz	numerisch	dm	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Bei stehendem Totholz und Wurzelstöcken wird die Höhe und bei liegendem Totholz die Länge in Dezimeter [dm] gemessen. Die Mindestlänge/Mindesthöhe beträgt  $\geq 1$  dm.

Beim BWI-Verahren wird die gesamte Länge von liegenden Totholzstücken erfasst sofern deren wurzelseitiges Ende im Probekreis liegt. Hingegen beim BioSoil-Verfahren wird die Länge von liegenden Totholzstücken vom dicken Ende bis Ende bzw. bis zum Schnittpunkt mit dem Probekreis gemessen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 40

### 8.1.5.7 Durchmesser von Totholz

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
dwdia	Durchmesser 1 von erfasstem Totholz	numerisch	cm	-
dwdia2	Durchmesser 2 von erfasstem Totholz	numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Für Totholz werden verschiedene Durchmesser (BHD, oberer Durchmesser, unterer Durchmesser, Schnittflächendurchmesser), in Abhängigkeit vom Totholztyp und dem Erhebungsverfahren, ermittelt. Eine Übersicht ist Tabelle 8-23 zu entnehmen. Die Durchmesser werden in Zentimetern [cm] angegeben. Die Messung erfolgt wie vorgefunden mit oder ohne Rinde.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-23: Totholztyp und zu messender Durchmesser nach BioSoil und BWI-Verfahren (nach Hilbrig 2014, verändert).**

Code	Totholztyp	zu messender Durchmesser	Vefahren
2, 3	stehend; ganzer Baum und Bruchstück	Brusthöhendurchmesser	BioSoil
5	liegend; ganzer Baum	Brusthöhendurchmesser	BioSoil

<b>Code</b>	<b>Totholztyp</b>	<b>zu messender Durchmesser</b>	<b>Vefahren</b>
1	liegend; starkes Totholz	Mittendurchmesser	BioSoil
4	Wurzelstock	durchschnittlicher Schnittflächendurchmesser	BioSoil
20, 30	stehend; ganzer Baum und Bruchstück	Brusthöhendurchmesser	BWI
11, 12a	liegend; ganzer Baum und Stammstück mit Wurzelanlauf ( $\geq 13$ dm Länge)	Brusthöhendurchmesser	BWI
12b, 13	liegend; Stammstücke mit Wurzelanlauf (Länge $< 13$ dm) und Teilstücke ohne Wurzelanlauf	Durchmesser an beiden Enden	BWI
40	Wurzelstock	maximaler Schnittflächendurchmesser (einschließlich Wurzelanläufen, ohne Rinde gemessen)	BWI
50	Abfuhrrest	durchschnittlicher Mittendurchmesser	BWI

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 40

### 8.1.5.8 Zersetzungsgrad von Totholz

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
c_decay	Zersetzungsgrad des erfassten Totholzes	numerisch	Code	x_totholz_zersetzung

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

hBI-BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**hBI-BZE II:** Das erfasste Totholz wird nach dessen Zersetzgrad eingeordnet. Beim BWI-Verfahren wird Totholz in vier Zersetzungsgrade, beim BioSoil-(EU)-Verfahren wird Totholz in fünf Zersetzungsgrade unterteilt (Tabelle 8-24).

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

Die Bestandesaufnahme nach einheitlicher Methodik erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der harmonisierten Bestandesaufnahme (2011/2012) an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 8-24: Zersetzungsgrad nach BioSoil und BWI-Verfahren (Hilbrig 2014, verändert)**

Code	Beschreibung	Verfahren
1	keine Zersetzung keine Anzeichen von Zersetzung	BioSoil
2	kaum Zersetzung festes Holz, weniger als 10 % des Holzes zeigen eine veränderte Struktur. Das Holz hat eine feste Oberfläche. Das Totholzobjekt ist nur zu einem sehr geringen Anteil von holzzersetzenden Organismen besiedelt	BioSoil
3	leichte Zersetzung leichte Zersetzung; 10-25 % des Holzes zeigen aufgrund der Zersetzungsprozesse eine veränderte Struktur. Dies kann durch das Hereinstecken eines scharfen Gegenstandes in das Totholzobjekt	BioSoil

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>		<b>Verfahren</b>
		getestet werden	
4	mittlere Zersetzung	zersetztes, angerottetes Holz; 26 %-75 % des Holzes sind weich bis sehr weich	BioSoil
5	starke Zersetzung	stark zersetztes, angerottetes Holz; 76 %-100 % des Holzes sind weich	BioSoil
10	frisch abgestorben	frisch abgestorben, Rinde noch am Stamm	BWI
20	beginnende Zersetzung	Rinde in Auflösung bis fehlend, Holz noch beilfest, bei Kernfäule < 1/3 des Durchmessers	BWI
30	fortgeschrittene Zersetzung	Splint weich, Kern nur noch teilweise beilfest, bei Kernfäule > 1/3 des Durchmessers	BWI
40	stark vermodert	Holz durchgehend weich, beim Betreten einbrechend, Umrisse aufgelöst	BWI

Literatur: Arbeitsanleitung Harmonisierte Bestandesaufnahme BZE (Hilbrig et al. 2014), S. 42

## 9 Vegetationsaufnahme

Zur BZE I (1987 - 1993) fand im Rahmen der bundesweiten Erhebung<sup>24</sup> keine obligatorische Aufnahme der Waldbodenvegetation statt. Der aufstockende Waldbestand wurde angesprochen. Die entsprechenden Parameter sind im Kapitel 8 beschrieben.

Zur BZE II (2006-2008) war die Vegetation in vier Schichten (Mooschicht, Krautschicht, Strauchschicht, Baumschicht) auf einer ungestörten Fläche von 400 m<sup>2</sup> im Bereich der Bodenzustandserhebung (30 m Radius) obligatorisch zu erfassen. Die Erfassung sollte im Zeitraum der maximalen phänologischen Ausprägung (i.d.R. von Mitte Juli bis Ende August) stattfinden. Fakultativ konnten zusätzliche Aufnahmen im Frühjahr angefertigt werden. Es wurden die üblichen vegetationskundlichen Parameter dokumentiert. Detailliert erfasst wurden die geschätzten Deckungsgrade (senkrechte Projektion aller lebenden Teile) jeder Pflanzenart in jeder Vegetationsschicht und der Schichtdeckungsgrad.

Zur Qualitätssicherung wurde zwischen Juli und September 2008 eine Kontrollstichproben der Vegetationsaufnahmen an 120 ausgewählten BZE II-Punkten durchgeführt. Diese Vegetationsaufnahmen wurden auf Flächen erhoben, die in Form und Lage mit denen der länderseitigen Vorerhebung identisch sind. In Fällen, in denen die Lage der Aufnahmefläche nicht exakt reproduzierbar war, wurde eine höchstmögliche Übereinstimmung zwischen den Kontrollflächen und den Flächen der länderseitigen Erfassung angestrebt. Ein Ergebnis dieser Bewertung durch unabhängige Gutachter ist die Zusammenstellung länderspezifische Besonderheiten in Bezug auf die Lage der Vegetationsaufnahmefläche innerhalb des Bereiches der Bodenzustandserhebung (Kompa 2008). Diese sind im Folgenden unter den Stichpunkt „Länderspezifische Modifikationen“ aufgeführt.

### 9.1 Parameter der Vegetationsaufnahme

Die Parameter die im Rahmen der Vegetationsaufnahme aufgenommen werden, werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- b2veg für Titeldaten und Deckungsgrade der Vegetationsschichten
- b2vegart für Deckungsgrade der Pflanzenarten, Frequenz bzw. Artenzahl, Flechte/Moose, Sprosslängen

---

<sup>24</sup> Umfassende Vegetationsaufnahmen während der BZE I wurden von einzelnen Bundesländer durchgeführt, liegen aber im BZE-Bundesdatensatz nicht vor

### 9.1.1 Aufnahmeteam

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
team	Name des Aufnahmeteams Vegetationsaufnahme	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Das Aufnahmeteam der Vegetationsaufnahme ist zu notieren.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-4

### 9.1.2 Aufnahme datum

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
datum	Datum der Vegetationssaufnahme	Datum	TT.MM.JJJJ	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Zu dokumentieren ist das Datum der Vegetationssaufnahme. Damit wird ersichtlich, ob eine Fläche mehrfach oder gar nicht vegetationskundlich erfasst ist. Das Datum kann nur einmal pro Plot vergeben werden (TT.MM.JJJJ). Die ergänzenden Frühjahrsaufnahmen gehen zunächst als eigenständiger Datensatz in die Datenbank ein.

Länderspezifische Modifikationen:

Bundesland	BZE-Standort	Bemerkung
BW	80197, 80214, 80309	keine Vegetationsaufnahme
BB	120065, 120108	keine Vegetationsaufnahme
HH	20001, 20002	kein Vegetationsaufnahme
NW	50047	die Aufnahme aus 2006 wurde 2007 wiederholt
RP	70127	keine Vegetationsaufnahme
	70013, 70015, 70018, 70026, 70030, 70032, 70033, 70036, 70038, 70039, 70041, 70042, 70047, 70050, 70053, 70059, 70065, 70076, 70084, 70094, 70098, 70103, 70133, 70145, 70151, 70152, 70157, 70163	an den basenreichen Standorten (28) wurde der Frühjahrsaspekt (nur Krautschicht) in 2007 nachträglich aufgenommen, während die Sommeraufnahme bereits in 2005 erfolgte
SN	140001	im Mai 2006 vollständig aufgenommen, im September wurde die Krautschicht und die Strauchschicht erneut aufgenommen
	140002	im Mai 2006 vollständig aufgenommen, im September wurde die Krautschicht erneut aufgenommen
TH	160005, 160015, 160035, 160047, 160053, 160063, 160069, 160073, 160078, 160083, 160085, 160087, 160091, 160096	keine Vegetationsaufnahme (160005-es gab keine Vegetation, an den restlichen BZE II-Punkten war keine Vegetationsflächenanlage möglich)

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BB: Brandenburg; HH: Hamburg; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SN: Sachsen; TH: Thüringen.

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

### Datentransferfunktion:

In allen Bundesländern wurde der Frühjahrsaspekt an den basenreichen Standorten aufgenommen und mit der Sommeraufnahme vereinigt, sofern beide Erhebungen im selben Jahr stattgefunden haben. Das Datum des Plots entspricht dem Datum des letzten Überarbeitungsstandes, wenn die Flächen mehrfach aufgenommen wurden.

Nordrhein - Westfalen: Plot: 50047: Die Vegetationsaufnahme aus 2006 wurde 2007 wiederholt. Sie wurden vereinigt. Bei doppelt vorkommenden Arten wurde der höheren Deckungsgrad akzeptieren. Das gilt auch für die Schichtdeckungsgrade. Es wird das Datum des letzten Überarbeitungsstands (2007) übernommen.

Rheinland - Pfalz: an den basenreichen Standorten (28) wurde der Frühjahrsaspekt (nur Krautschicht) 2007 nachträglich aufgenommen (70013, 70015, 70018, 70026, 70030, 70032, 70033, 70036, 70038, 70039, 70041, 70042, 70047, 70050, 70053, 70059, 70065, 70076, 70084, 70094, 70098, 70103, 70133, 70145, 70151, 70152, 70157, 70163). Diese Aufnahmen sind in der Bundesdatenbank getrennt abrufbar. Sie wurden für die Auswertung mit den regulären Sommeraufnahmen in einer weiteren Tabelle vereinigt. Bei doppelt vorkommenden Arten wurde der höheren Deckungsgrad akzeptieren. Das gilt auch für die Schichtdeckungsgrade. Es wird das Datum des letzten Überarbeitungsstandes übernommen.

Sachsen: Plot 140001, 140002: wurde im Mai 2006 vollständig aufgenommen, im September wurde die Kraut- bzw die Strauchsicht erneut aufgenommen. Die Vegetationsaufnahmen wurden vereinigt: bei doppelt vorkommenden Arten wurde der höheren Deckungsgrad akzeptieren. Das gilt auch für die Schichtdeckungsgrade. Es wird das Datum des letzten Überarbeitungsstands übernommen.

### Datenbestand:

### Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-4

### 9.1.3 Fotodokumentation

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
foto_nr	Dateiname des Fotos der Vegetationsaufnahme	Text	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Ein digitales oder analoges (gescanntes) Foto der Vegetationsaufnahme am BZE-Punkt ist anzufertigen. Die Fotodokumentation ergänzt die vegetationskundlichen Aufnahmen. Der Dateiname ergibt sich aus der BFH-Nummer, der Nummer der Vegetationsaufnahme (VEG1/VEG2), der Abkürzung „V“ (Vegetationsaufnahme) und der laufenden Nummer.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-4f

### 9.1.4 Form und Größe der Vegetationsaufnahme­fläche

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
form	Form der Aufnahme­fläche der Vegetationskartierung	Text	-	x_form.acode
laengex	Länge der X-Seite des Quadrates oder Rechteckes bzw. Radius des Kreises	Numerisch	m	-
laengy	Länge der Y-Seite des Quadrates oder Rechteckes	Numerisch	m	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die gewählte geometrische Form (Kreis, Quadrat, Rechteck o.ä.) der Vegetationsaufnahme­fläche ist anzugeben. Kantenlängen des Quadrats oder Rechteckes beziehungsweise Radius des Kreises sind zu notieren. Unabhängig von der Form muss die die Flächengröße 400 m<sup>2</sup> betragen.

Länderspezifische Modifikationen:

Bundesland	BZE-Standort	Modifikation
BW	80141	es gibt Angaben aus 2 Teilflächen (je 200m <sup>2</sup> )
	80211	es gibt Angaben aus 2 Teilflächen (je 400m <sup>2</sup> )
	80281	es gibt Angaben aus 2 Teilflächen (je 200m <sup>2</sup> ) aus 2007, die Aufnahme wurde in 2008 auf einer Teilfläche (400m <sup>2</sup> ) wiederholt
SN	alle Flächen	Die Vegetationsaufnahme­fläche für die Kraut- und Moos­schicht (Quadrat = 400 m <sup>2</sup> ) unterscheidet sich von der Vegetationsaufnahme­fläche für die Baumschicht (Kreis = 1000 m <sup>2</sup> )
SH	10022, 10029, 10031	es handelt sich um eine vereinigte Artenliste von je zwei Teilflächen mit besonderen geometrischen Flächenformen und Flächengröße

Bundesländer-Abkürzungen: BW: Baden-Württemberg; SN: Sachsen; SH: Schleswig-Holstein.

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: Die Parameter wurden in den Auswertungsdatensatz übernommen. Die vegetationskundlichen Ergebnisse sind trotz unterschiedlichen geometrischen Formen der

Aufnahme­fläche vergleichbar. Die geometrische Form der Aufnahme­fläche wird flexibel gehalten, da nur so eine Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten vollzogen werden kann. Auch die wenigen Ausnahmen sind nach der im Folgenden beschriebenen Transformation vergleichbar.

Baden - Württemberg (8): Plot 80141: Es gibt Angaben aus 2 Teil­flächen (je 200m<sup>2</sup>). Beide Teil­flächen müssen einbezogen werden (verbindliche Vorgabe der Flächengröße). Die Artenlisten beider Teil­flächen wurden vereinigt und die Pflanzenarten-Deckungsgrade jeweils halbiert. Die Schichtdeckungsgrade wurden ebenfalls vereinigt und halbiert. Ungewöhnlich ist, dass keine Art in beiden Teil­flächen vorkommt. Das ist nach Geländeerfahrungen unwahrscheinlich. Es wird dennoch vereinigt. Die Präsenz der Arten ist in der Regel wichtiger als die Deckungsgrade.

Plot 80211: Es gibt Angaben aus 2 Teil­flächen (je 400m<sup>2</sup>). Die Artenlisten beider Teil­flächen wurden vereinigt. Bei doppelt vorkommenden Arten wurden die Deckungsgradsummen aus beiden Teil­flächen halbiert, bei einfach vorkommenden Arten wurde nur der Deckungsgrad halbiert. Die Schichtdeckungsgrade werden ebenfalls vereinigt und halbiert. Bei dieser Fläche wäre es konsequent, entweder beide getrennt zu akzeptieren oder eine der beiden Flächen zu verwerfen. Wegen der dann fehlenden Eindeutigkeit der Zuordnung zu den Standortdaten werden beide Varianten verworfen.

Plot 80281: Es gibt Angaben aus 2 Teil­flächen (je 200m<sup>2</sup>) aus 2007, die Aufnahme wurde in 2008 auf einer Teil­fläche (400m<sup>2</sup>) wiederholt. Es wird empfohlen, die Aufnahme aus 2008 zu nutzen.

Schleswig - Holstein: Plots 10022, 10029, 10031 es handelt sich um eine vereinigte Artenliste von je zwei Teil­flächen mit besonderen geometrischen Flächenformen und Flächengröße.

Sachsen: Die Unterschiede in der Form und Größe der Bezugsflächen für die Kraut- und Moosschicht (Quadrat = 400 m<sup>2</sup>) gegenüber der Bezugsfläche für die Baumschicht (Kreis = 1000 m<sup>2</sup>) müssen ignoriert werden.

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 9-1: Verschlüsselung der Form der Vegetationsfläche.**

Code	Beschreibung
1	Quadrat
2	Kreis
3	Rechteck

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-5

### 9.1.5 Lage der Vegetationsaufnahme­fläche

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
entfernung	Entfernung der Aufnahme­fläche zum BZE-Mittelpunkt	Numerisch	m	-
azimut	Winkel der Entfernungslinie zum BZE-Mittelpunkt	Numerisch	Gon	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Die Entfernung des Bezugspunktes der Vegetationsaufnahme­fläche zum Mittelpunkt der BZE-Fläche ist anzugeben. Der Lagebezugspunkt der Kartierungsfläche ist bei kreisförmigen Aufnahme­flächen der Mittelpunkt des Kreises und bei rechteckigen bzw. quadratischen Aufnahme­flächen der südwestliche Eckpunkt. Desweiteren ist der Winkel (Azimut) zwischen den gedachten Linien „BZE-Mittelpunkt-Nordrichtung“ und „südwestlicher Eckpunkt-BZE-Mittelpunkt“ (Quadrat / Rechteck) bzw. „Kreismittelpunkt-BZE-Mittelpunkt“ (Kreisfläche) zu vermerken. Die Parameter zur Lage der Vegetationsaufnahme­fläche sind für die eindeutige Wiederauffindbarkeit der vegetationskundlichen Aufnahme­fläche erforderlich. Die Aufnahme­fläche (400 m<sup>2</sup>) liegt innerhalb des 30 m-Radius der BZE-Fläche und sollte frei von Störungen oder geländemorphologischen Besonderheiten sein.

#### Länderspezifische Modifikationen:

Von den 120 aufgenommen Flächen der Kontrollstichprobe 2008 stellen viele keine homogenen Aufnahme­flächen im vegetationskundlichen Sinn dar. So werden viele von Rückegassen oder Wegen durchquert, was insbesondere in dicht erschlossenen Nadelholzbeständen oftmals nicht vermeidbar ist. Weitere Faktoren, die zur Inhomogenität beitragen, sind: Windwurf (direkt in der Aufnahme­fläche oder randlich angrenzend), nahe liegende Bestandesränder, kürzlich durchgeführte Durchforstungen, Wälle, Bäche, Fuchs- und Dachsbau, alte militärische Stellungen und ebenso das Bodenprofil mit seinem Erdaushub. Laut BZE-Arbeitsanleitung sind neben natürlichen Störungen auch Rückegassen als typische Strukturen genutzter Wirtschaftswälder in der Vegetationsaufnahme­fläche tolerabel. Gleiches gilt für Durchforstungen. Hingegen stellen Bestandesränder, Bestandeswechsel und aktuell genutzte Fahrwege/Straßen sowie das Bodenprofil mit seinem Erdaushub eine zu starke, nicht tolerable Störung in der Vegetationsaufnahme­fläche dar (Weckesser 2008; Kompa 2008). Alle

Informationen zur Lage der Vegetationsaufnahmeflächen aus der Kontrollstichprobe sind in Tabelle 9-2 zusammengefasst.

Die Überschneidungen von Bodenprofil und Vegetationsaufnahmefläche geht meist mit dem Verlust an Kartierungsfläche (6 - 7 m<sup>2</sup> durch Grube und Erdaushub) einher. Außerdem ist davon auszugehen, dass die auf dem Erdaushub wachsenden Pflanzen vom Kartierer ignoriert wurden. Diese Problematik ist relevant für die Bundesländer Brandenburg und Berlin, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland sowie Sachsen.

Die strikte Einhaltung des Lagemusters in Bayern führt in einigen Fällen zu sehr starken Inhomogenitäten. In die Vegetationskartierungen wurden Fahrwegen, Bestandesrändern sowie Bestandeswechsel einbezogen.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen in der Bundesdatenbank keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Keine Angaben zu den Lageparametern für die Bundesländer Bayern, Brandenburg und Berlin (vereinzelte Angaben fehlen), Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen (vereinzelte Angaben fehlen) im Bundesdatensatz.

Tabellen: siehe Tabelle 9-2

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-6

Weckesser 2008

Kompa 2008

**Tabelle 9-2: Form, Einmessungsmethode und Lage der Vegetationsaufnahme­fläche nach Bundesland. Angaben aus vegetationskundlicher Kontrollstichprobe. KS=Krautschicht, MS=Moosschicht, BS=Baumschicht. Anzahl der BZE-Punkte (n Kontrolle= Anzahl der BZE II-Punkte der Kontrollstichprobe, n VA=Anzahl der BZE II Punkte mit Vegetationsaufnahme (Weckesser 2008; Kompa 2008, verändert).**

Bundesland	n Kontrolle	n VA	Form der Vegetationsaufnahme­fläche	Ausgangspunkt zur Einmessung der Vegetationsaufnahme­fläche	Markierung des BZE-Mittelpunkts	Lage der Vegetationsaufnahme­fläche gegenüber dem Bodenprofil
BW	15	302	Kreis	BZE-Mittelpunkt; BZE-Mittelpunkt=Mittelpunkt der Profilstirnwand	BZE-Mittelpunkt ist identisch mit Mittelpunkt der Profilstirnwand	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht
BY	25	372	Kreis	BZE-Mittelpunkt identisch mit Mittelpunkt der Vegetationsaufnahme	Markierungsstab, markierter Mittelpunktbaum	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht
BE+BB	15	167	Kreis	BZE-Mittelpunkt	Mitte der Profilstirnwand, versenkter Metallstab, nicht sichtbar	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche oft (meist randlich angeschnitten)
HE	8	139	Quadrat	BZE-Mittelpunkt	Holzpflöck mit darunter versenktem Magnet; Vegetationsfläche durch Pflöcke markiert	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht
MV	5	47	Quadrat	BZE-Mittelpunkt identisch mit Mittelpunkt Vegetationsaufnahme	Metallstab mit Platte (meist nicht sichtbar)	mittig in der Vegetationsaufnahme­fläche
NI+HB	10	173	Quadrat	BZE-Mittelpunkt	Holzpflöck mit darunter versenktem Magnet; Vegetationsfläche durch Pflöcke markiert	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht
NW	10	146	Quadrat (Kreis, Rechteck)	BZE-Mittelpunkt; BZE-Mittelpunkt = Profil	Holzpflöck	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht
RP	8	164	Quadrat	BZE-Mittelpunkt; Profil liegt nicht im BZE-Mittelpunkt, sondern maximal 5 m entfernt in	Markierungsplatten	schneidet Vegetationsaufnahme­fläche nicht

Bundesland	n Kontrolle	n VA	Form der Vegetations- aufnahme- fläche	Ausgangspunkt zur Einmessung der Vegetationsaufnahme- fläche	Markierung des BZE-Mittelpunkts	Lage der Vegetationsaufnahme- fläche gegenüber dem Bodenprofil
SL	1	50	Quadrat	beliebiger Richtung BZE-Mittelpunkt identisch mit Mittelpunkt der Vegetationsaufnahme	Profilstirnwand ohne extra Markierung , Vegetationsfläche durch Pflöcke markiert	mittig in der Vegetationsaufnahme- fläche
SN	6	77	Quadrat (KS, MS); Kreis (BS)	BZE-Mittelpunkt identisch mit Mittelpunkt der Vegetationsaufnahme	Festmarkierung des BZE - Mittelpunktes nicht sichtbar	mittig in der Vegetationsaufnahme- fläche
ST	5	76	Quadrat	BZE-Mittelpunkt	weißer Holzpflöck mit darunter versenktem Magnet, Ausnahmefall: markierter WZE-Mittelpunktbaum, Vegetationsfläche durch Pflöcke markiert	schneidet Vegetationsaufnahme- fläche nicht
SH+HH	3	41	Quadrat (Rechteck)	BZE-Mittelpunkt	Holzpflöck	keine Angaben
TH	9	84	Quadrat (Rechteck)	BZE-Mittelpunkt	weißer Metall- und Plastikklötz nahe der Profilstirnkante (meist sichtbar)	schneidet Vegetationsaufnahme- fläche nicht

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI+HB: Niedersachsen und Bremen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH+HH: Schleswig-Holstein und Hamburg; TH: Thüringen.

### 9.1.6 Schicht

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
schichten	Zugehörigkeit der Pflanzenart zu einer Vegetationsschicht	Text	-	x_schichten.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die Zugehörigkeit der Pflanzenart zu einer Vegetationsschicht ist anzugeben. Die Kletterpflanzen wurden entsprechend ihrer Wuchshöhe der jeweiligen Vegetationsschicht zugeordnet.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion:

Zusätzlich zur Darstellung der Pflanzenarten-Deckungsgrade für jede vorkommende Vegetationsschicht werden die Angaben zur oberen und unteren Baumschicht nach folgender Formel 9-1 zusammengeführt.

$$BS = 100 \times \left( \frac{(B1 + B2)}{100} - \frac{B1}{100} \times \frac{B2}{100} \right) \tag{9-1}$$

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 9-3: Verschlüsselung der Vegetationsschichten.**

<b>Code</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Definition</b>
BS	Baumschicht	Gehölze $\geq$ 5 m Wuchshöhe
B1	1. Baumschicht	Gehölze $\geq$ 5 m Wuchshöhe
B2	2. Baumschicht	Gehölze $\geq$ 5 m Wuchshöhe aber niedriger als die obere Baumschicht
SS	Strauchschicht	Gehölze, $>$ 0,5 m und $<$ 5,0 m Wuchshöhe
KS	Krautschicht	krautige Gewächse unabhängig von der Wuchshöhe und Gehölze $<$ 0,5 m Wuchshöhe
MS	Moosschicht	epigäische Moose
EM	Epiphytische Moose	
EF	Epiphytische Flechten	

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-7

### 9.1.7 Methode der Deckungsgradschätzung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
methodedeckung	Methode der Deckungsgradabschätzung	Numerisch	-	x_methode_deckung.lcode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Die Methode zur Bestimmung der Deckungsgrade ist zu notieren.

#### Länderspezifische Modifikationen:

Baden – Württemberg: Verschiedene Plots (n=51) sind im Gelände mit der Schätzskala Braun - Blanquet erfasst worden. In der Datenbank stehen transformierte Werte. Diese weichen teilweise vom Klassenmittelwert ab.

Bayern: Alle Plots sind im Gelände mit der Schätzskala Braun - Blanquet erfasst worden. In der Dominanzklasse 1 wurde teilweise mit Unterdominanz (1a, 1b) gearbeitet. Die Klasse 5 wurde in 82,5% transformiert.

Nordrhein - Westfalen: Verschieden Plots (n=14) sind ohne Angaben zur Methode der Deckungsgradschätzung.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

Für die 51 baden-württembergischen BZE-Punkte auf denen eine Schätzung nach Braun-Blanquet durchgeführt wurde, sind die Deckungsgrade unter 10 % Deckung für die Auswertung wie folgt transformiert worden: Klasse "r" = 0,1 %, Klasse "+" = 0,5 %, Klasse "1a" = 3 %, Klasse "1b" = 3 %.

Die Deckungsgradklasse 5 wurde in Bayern in 82,5% transformiert. Für die Bundesauswertung wurde jedoch die Transformation von Klasse 5 = 87,5 % aus Baden - Württemberg übernommen. Damit sind die Listen von Bayern und Baden - Württemberg einheitlich transformiert.

Für die 14 nordrhein-westfälischen BZE-Punkte ohne Angaben zur Methode der Deckungsgradabschätzung ist davon auszugehen, dass an allen Plots die Deckungsgrade in Prozent geschätzt wurden.

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 9-4: Verschlüsselung der Methode zur Deckungsgradschätzung.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
0	Transformation
1	Schätzung der Deckungsgrade in Prozent im Gelände

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-8

### 9.1.8 Deckungsgrade

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
b1	Deckungsgrad der höheren Baumschicht	Numerisch	%	-
b2	Deckungsgrad der niedrigeren Baumschicht	Numerisch	%	-
ss	Deckungsgrad der Strauchschicht	Numerisch	%	-
ks	Deckungsgrad der Krautschicht	Numerisch	%	-
ms	Deckungsgrad der Mooschicht	Numerisch	%	-
deckung	Deckungsgrad der Pflanzenart	Numerisch	%	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Der Deckungsgrad der obersten Baumschicht (b1), der unteren Baumschicht (b2), der Strauchschicht (ss), der Krautschicht (ks) sowie der Deckungsgrad der epigäischen Moose in der Mooschicht (ms) wird in Prozent geschätzt. Bezugsfläche ist die Aufnahme­fläche der Vegetation. Der Deckungsgrad der obersten und unteren Baumschicht kann aus den Angaben der Bestandesaufnahme übertragen werden. Außerdem ist der Deckungsgrad (senkrechte Projektion aller lebenden Teile) sämtlicher jeweils vorhandener Pflanzenarten (deckung) in Prozent zu schätzen. Bezugsfläche ist auch hier die Aufnahme­fläche der Vegetation. Wird der Deckungsgrad nach Braun-Blanquet (1964) oder einer modifizierten Schätzskala geschätzt, so sind diese Deckungsgrade in entsprechende Klassen­mittelwerte zu transformieren.

#### Länderspezifische Modifikationen:

Baden-Württemberg: Für einige Punkte wurden keine Schichtdeckungsgrade erfasst. Die Pflanzenarten-Deckungsgrade wurden teilweise nur auf die Baumschicht (ohne Trennung in obere/untere Baumschicht) bezogen.

Bayern: Die Schichtdeckungsgrade und Pflanzenarten-Deckungsgrade für Baumschicht wurden teilweise nicht erfasst. Die fehlenden Angaben wurden den BWI-Aufnahmen entnommen werden.

Brandenburg, Berlin, Nordrhein-Westfalen: Die Schichtdeckungsgrade wurden für die obere und die untere Baumschicht erfasst. Die Pflanzenarten-Deckungsgrade wurden hingegen teilweise nur auf die Baumschicht (ohne Trennung in obere/untere Baumschicht) bezogen.

Rheinland-Pfalz: Die Schichtdeckungsgrade und die Pflanzenarten-Deckungsgrade wurden für die Baumschicht (ohne Trennung in obere/untere Baumschicht) angegeben.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion:

- Arten mit Deckungsgradangabe "0" wurden als "0,1" angenommen
- Arten mit Deckungsgradangabe "-9" (= fehlende Werte) wurden als "1" angenommen
- Arten mit Deckungsgradangabe ">100" wurden auf "100" zurückgesetzt

Zusätzlich zur Darstellung der Pflanzenarten-Deckungsgrade für jede vorkommende Vegetationsschicht werden die Angaben zur oberen und unteren Baumschicht nach folgender Formel 9-2 zusammengeführt.

$$BS = 100 \times \left( \frac{(B1 + B2)}{100} - \frac{B1}{100} \times \frac{B2}{100} \right) \quad 9-2$$

Baden-Württemberg: Für die BZE-Punkte ohne Angaben von Schichtdeckungsgraden für die Baumschicht, werden die Werte aus den Angaben zu den Pflanzenarten-Deckungsgraden der Baumschicht berechnet.

Bayern: Die Schichtdeckungsgrade und Pflanzenarten-Deckungsgrade für die Baumschicht wurden teilweise nicht erfasst. In Bayern finden die ertragskundlichen Erfassungen der Bundeswaldinventur (Ecke A) an den Punkten der BZE II statt. Deshalb wurde entschieden, an den betroffenen Punkten ersatzweise die Grundflächenmischprozent der BWI 2 in die Spalte „Baumschicht aus Grundflächenmischprozent“ zu integrieren. Diese Spalte ist in den anderen Bundesländern leer.

Brandenburg, Berlin, Nordrhein-Westfalen: Die Schichtdeckungsgrade wurden für die obere und die untere Baumschicht erfasst. Aus diesen Angaben wurde entsprechend Formel 9-2 der Schichtdeckungsgrad für die Baumschicht (ohne Trennung in obere/untere Baumschicht) berechnet. Die Pflanzenarten-Deckungsgrade werden übernommen.

#### Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-8ff

### 9.1.9 Pflanzenart

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
arten	Gefäßpflanzen-, Moos- bzw. Flechtenart	Text	Code	x_arten.acode

#### Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Obligatorischer Parameter

#### Methode:

**BZE II:** Für jede Vegetationsschicht werden die darin vorgefundenen Pflanzen-, Moos-, und Flechtenarten notiert. Die Gefäßpflanzenarten werden nach der Flora Europaea (Tutin et al. 1968-80 und Tutin et al. 1993), die Moosarten nach Frey et al. (1995) bzw. Frahm & Frey (2004) und die Flechtenarten nach Wirth et al. (1995) verschlüsselt. Die Erfassung der epiphytischen Moose und Flechten erfolgt nach Stofer et al (2003).

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

BZE I und BZE II: Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

#### Datentransferfunktion: ---

Die Schreibweise der Artenliste der BZE-II und der Waldartenliste (Schmidt et al. 2011) bzw. der eodbase der GermanSL wurden folgendermaßen aneinander angeglichen:

- Aggregat-Angaben ("agg.") wurden so weit wie möglich auf die wahrscheinlichste Art zurückgeführt.
- Bezieht sich die Angabe zu einer ökologischen Artengruppe auf das übergeordnete Aggregat oder auf eine bestimmte Unterart, so wurde die Schreibweise in der Artenliste der BZE-II entsprechend geändert.

Folgende Ableitungen wurden durchgeführt:

- Umcodierung der taxonomischen Referenz zur GermanSL (Jansen & Dengler 2008).
- Zuordnung von Ellenberg-Zeigerwert (Ellenberg 2003), Mittelwerte sowie Anteile und Deckungsgradsummen der Zeigerwerte
- Zuordnung der Kategorie der Waldbindung (Schmidt et al. 2011)
- Zuordnung des Rote Liste Status in Deutschland (Ludwig und Schnittler 1996); siehe Kapitel 11.4.14
- Zuordnung des Rote Liste Status der Bundesländer, siehe Kapitel 11.4.14
- Zuordnung des floristischen Status (BfN 2015, Jäger & Werner 2005, Wisskirchen & Haeupler 1998), siehe Kapitel 11.4.13
- Ableitung der pflanzensoziologischen Einheit (Jäger & Werner 2005, Oberdorfer 2001, Schubert et al. 2001), siehe Kapitel 11.4.12
- Abschätzung des Gefährdungsgrades nach BArtSchV (Ludwig & Schnittler 1996), Schutzstatus D nach BArtSchV (2013) aus: "Bundesartenschutzverordnung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95) geändert worden ist".

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-10

### 9.1.10 Frequenz der epiphytischen Moose und Flechten

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
moos	Frequenz der epiphytischen Moose und Flechten	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Werden epiphytische Moose und Flechten an Bäumen als eigene Schicht erfasst, wird deren qualitatives Vorkommen (presence-absence) innerhalb des zu verwendenden Schätzrahmens erfasst und als baumbezogener Frequenzwert notiert (siehe STOFER et al. 2003); als flächenbezogener Wert wird pro gefundener Flechtenart die Summe der baumbezogenen Frequenzen gebildet, durch die Anzahl der Bäume geteilt und auf zwei Kommastellen gerundet.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Es liegen dem Thünen-Institut keine Angaben zur Frequenz von epiphytischen Moosen und Flechten der BZE II vor.

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-10

### 9.1.11 Anzahl der epiphytischen Flechtenarten

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
flechten	Anzahl der epiphytischen Flechtenarten	Numerisch	-	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Falls epiphytische Flechten an Bäumen erhoben werden, sind mindestens zwölf Bäume zu untersuchen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Es liegen dem Thünen-Institut keine Angaben zur Artenanzahl von epiphytischen Flechten aus der BZE II vor.

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-11

### 9.1.12 Sprosslänge

Variablen- name	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle
sproso1	Sprosslänge des ersten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso2	Sprosslänge des zweiten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso3	Sprosslänge des dritten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso4	Sprosslänge des vierten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso5	Sprosslänge des fünften der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso6	Sprosslänge des sechsten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso7	Sprosslänge des siebenten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso8	Sprosslänge des achten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso9	Sprosslänge des neunten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sproso10	Sprosslänge des zehnten der 10 Exemplare einer Art mit überdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu1	Sprosslänge des ersten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu2	Sprosslänge des zweiten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu3	Sprosslänge des dritten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu4	Sprosslänge des vierten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu5	Sprosslänge des fünften der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu6	Sprosslänge des sechsten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu7	Sprosslänge des siebenten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu8	Sprosslänge des achten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu9	Sprosslänge des neunten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-
sprossu10	Sprosslänge des zehnten der 10 Exemplare einer Art mit unterdurchschnittlicher Sprosslänge	Numerisch	cm	-

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Die mittleren oberirdischen Sprosslängen von allen Pflanzenarten mit  $\geq 1$  % Deckungsgrad werden erfasst. Pro Pflanzenart wird die oberirdische, gestreckte Sprosslänge von je 10 Exemplaren mit über- und je 10 Exemplaren mit unterdurchschnittlichen Sprosslängen vermessen. Der Parameter Sprosslänge dient zur Abschätzung der Biomasse- und Elementvorräte in der Krautschicht.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion:

Datenbestand: ---

Tabellen: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-12

### 9.1.13 Generativer Zustand

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kenn	generativer Zustand der jeweiligen Pflanzenart zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme	Text	Code	x_kenn.acode

Aufnahmestatus:

BZE I: nicht aufgenommen

BZE II: Fakultativer Parameter

Methode:

**BZE II:** Pro Pflanzenart wird angegeben, ob die Art zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme blüht (generativ) oder nicht (vegetativ). Der Parameter dient zur Abschätzung der Biomasse- und Elementvorräte in der Krautschicht.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die vegetationskundliche Aufnahme der Waldbodenvegetation erfolgte erstmals obligatorisch im Rahmen der BZE II. Es liegen keine Angaben aus der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Tabellen:

**Tabelle 9-5: Codierung des generativen Zustands.**

Code	Beschreibung
g	generativ
v	vegetativ

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), S. IX-12

## 10 Laboranalytische Untersuchungsmethoden

Das folgende Kapitel informiert über die bodenchemischen und -physikalischen Analysemethoden, die im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE) eingesetzt wurden. Seit Beginn der praktischen Arbeiten zur BZE (1987) bis heute haben sich die Laboranalysen hinsichtlich ihrer Durchführung, der Elementbestimmung verändert und weiterentwickelt, andere wurden speziell für die BZE (z.B.  $A_{ke}$  Skelett) entwickelt. Welche Konsequenzen dies für die Auswertung der Daten hat, ist Gegenstand der folgenden Ausführungen.

### 10.1 Qualitätsmanagement

Mit den Zielen der Methodenweiterentwicklung und Qualitätskontrolle wurde im Rahmen der BZE am 24.08.1988 die Arbeitsgruppe Bodenanalyse gegründet (König & Wolff 1993). Diese war zuständig für die Präzisierung alter und für die Entwicklung neuer BZE-Methoden, für die Qualitätskontrolle und für die Koordinierung der Qualitätssicherungsmaßnahmen (Ringanalysen, Methodencode etc.).

In Vorbereitung auf die BZE II wurde 2002 der Gutachterausschuss für forstliche Analytik (GAFA) vom BMELV als Zusammenschluss von Vertretern aller im forstlichen Umweltmonitoring tätigen Laboratorien eingesetzt. Der Zuständigkeitsbereich des GAFA umfasst:

- (i) die Vereinheitlichung und Festlegung der Standardmethoden der BZE II - veröffentlicht im Handbuch der forstlichen Analytik (GAFA 2005)
- (ii) die Koordinierung, Partizipierung und Durchführung von Ringanalysen - umgesetzt in 3 Boden- und 2 Humusringanalysen (im Vorfeld, während und im Nachgang zur BZE II) sowie die Verpflichtung zur Teilnahme an den europäischen ICP Forests-Pflanzenringanalysen und
- (iii) die Verpflichtung aller Laboratorien zum Mitführen von standardisierten Proben über die gesamte Messperiode BZE II.

Im Folgenden soll detaillierter auf die verschiedenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung eingegangen werden.

### **10.1.1 Handbuch forstliche Analytik**

Im Handbuch forstliche Analytik (HFA) werden sämtliche Analysenmethoden der BZE I und BZE II sowie des deutschen und des europäischen forstlichen Umweltmonitoring-Programms und die Methoden der Bundesländer zusammengefasst. Das HFA wurde erstmalig 2005 veröffentlicht (GAFA 2005), mehrfach ergänzt und liegt in der neusten Version von 2014 vor (GAFA 2014). Die neuste Version, in der auch mehrere Methodenvergleiche, die die BZE betreffen, aufgenommen wurden, steht auf der Website des BMEL zum Download bereit. Integriert in das Handbuch ist der Methodencode als zentrales Instrument zur detaillierten Dokumentation der angewendeten laboranalytischen Verfahren. Auf der Grundlage des Codes kann die Vergleichbarkeit von verschiedenen Analyseverfahren beurteilt werden, außerdem erleichtert er den Datenaustausch zwischen den Ländern und dem Bund. Der Code besteht aus 3 Sequenzen welche die Probenaufbereitung (Code 1), das Untersuchungsverfahren (Code 2) und die Elementbestimmung (Code 3) beschreiben. Die ursprünglich 25 Stellen umfassende Codierung (2005) wurde im Handbuch 2009 durch einen 21-stelligen Code ersetzt. Die Codierungen für die BZE I-Daten wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern rekonstruiert und sind in der BZE-Bundesdatenbank gespeichert.

### **10.1.2 Ringanalysen**

Zentrales Instrument der bundesweiten Qualitätssicherung sind die Ringanalysen, diese sind zentral koordinierte bundesweit durchgeführte Laboranalysen von standardisiertem Probenmaterial unter Vorgabe der zulässigen Untersuchungsmethoden. Die teilnehmenden Länderlabore führen hierbei ihre Analysen eigenständig durch. Das zentrale Ziel ist es, die statistische Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Analyseergebnisse der Labore untereinander zu untersuchen, um Empfehlungen zur Auswertung auf Bundesebene zu geben. Neun Ringanalysen zu chemischen Methoden sind im Rahmen der BZE bis dato durchgeführt worden (Tabelle 10-1).

**Tabelle 10-1: Übersicht der BZE-Ringanalysen mit Jahr der Ringanalyse, Material, Anzahl der untersuchten Proben (nProben), Anzahl der teilgenommenen Labore (nLabore), Methoden und der Quelle. M=Mineralbodenproben; H=Humusproben; NB=Nadel- und Blattproben.**

Jahr	Material	nProben (Wiederholungen)	nLabore	Methoden	Quelle
1989	Mineralboden, Humus, Nadel-Blatt	M: 5 (3); H: 1 (3) NB: 5 (3)		Ak <sub>e</sub> , Ak <sub>t</sub> , H <sub>2</sub> O-Extrakt, pH, Gesamtgehalte	König & Wolff 1993
1992	Mineralboden, Humus, Nadel-Blatt	M: 10 (3); H: 10 (3) NB: 10 (3)	13	Ak <sub>e</sub> , Ak <sub>t</sub> , H <sub>2</sub> O-Extrakt, pH, Gesamtgehalte	König & Wolff 1993
1993	Humus	7 (3)	13	Gesamtgehalte	König & Wolff 1993
2005	Mineralboden	6 (4)	20	pH, Ak <sub>e</sub> (NH <sub>4</sub> Cl), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> ), Elementaranalyse C, N, S; CO <sub>3</sub> -C, Königswasser	Blum & Heinbach 2005a
2005	Mineralboden	6 (4)	17	Ak <sub>t</sub> , Gesamtaufschluss, H <sub>2</sub> O-Extrakt, Reaktives Fe/Al, Korngröße, Wassergehalt	Blum & Heinbach 2005b
2006	Humus	6 (4)	18	pH, Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Perkolat), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Extrakt), Elementaranalyse C, N, S; CO <sub>3</sub> -C, Königswasser, Wassergehalt	Blum & Heinbach 2006
2007	Mineralboden	6 (4)	15	pH, Ak <sub>e</sub> (NH <sub>4</sub> Cl), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> ), Ak <sub>t</sub> , Elementaranalyse C, N, S; CO <sub>3</sub> -C, Königswasser	Blum & Heinbach 2007a
2007	Mineralboden	6 (4)	16	Gesamtaufschluss, H <sub>2</sub> O-Extrakt, Reaktives Fe/Al, Korngröße, Wassergehalt	Blum & Heinbach 2007b
2008	Humus	6 (4)	17	pH, Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Perkolat), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Extrakt), Elementaranalyse C, N, S; CO <sub>3</sub> -C, Königswasser, Wassergehalt	Blum & Heinbach 2008
2009	Mineralboden	6 (4)	14	pH, Ak <sub>e</sub> (NH <sub>4</sub> Cl), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> ), Elementaranalyse C, N, S, Königswasser, H <sub>2</sub> O-Extrakt, Reaktives Fe/Al	Blum & Heinbach 2009
2010	Gesamtauswertung Ringanalysen 2005 - 2009			fasst die Ergebnisse der Ringanalysen 2005-2009 zusammen	Blum & Heinbach 2010
2011	Mineralboden	6 (4)	14	pH, Ak <sub>e</sub> (NH <sub>4</sub> Cl), Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> ), Elementaranalyse C, N, S, H <sub>2</sub> O- Extrakt, Korngröße	Blum & Heinbach 2011
2015	Humus	6 (4)	14	pH, Ak <sub>e</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Perkolat), Ak <sub>e</sub> EU (BaCl <sub>2</sub> -Extrakt), Elementar- analyse C, N, Königswasser	-
2017	Mineralboden	6 (4)	13	pH, Ak <sub>t</sub> (BaCl <sub>2</sub> -Perkolat), Ak <sub>e</sub> EU (BaCl <sub>2</sub> -Extrakt), Elementaranalyse C, N, S, Königswasser, Reaktives Fe/Al	-

In den Ringanalysen begleitend zur BZE I (1992-1993) wurde die relative Standardabweichung als Maß zur Beurteilung der Reproduzierbarkeit der Messwerte zwischen den Laboren ermittelt (Formel 10-1). Die Ausreißerbereinigung erfolgte gutachterlich (König & Wolff, 1993). Die im Rahmen der Ringanalyse von 2005-2009 ermittelten Messwerte wurden nach Methode DIN 38402 A42 unter Annahme einer Normalverteilung statistisch ausgewertet. Die Eliminierung von Ausreißern erfolgte in 4 Schritten (i) Grubbs-Test der 4 Messwiederholungen auf Einzelausreißer, (ii) Chorán-Test zum Vergleich der Varianz der Einzellabore im Vergleich zum Gesamtkollektiv, (iii) Grubbs-Test zur Lage der Labormittelwerte und (iv) gutachterlich. Anschließend werden die relative Standardabweichung als Maß für die Reproduzierbarkeit zwischen den Laboren (Formel 10-1) und die parameterspezifischen Toleranzgrenzen berechnet (Formel 10-2). Die innerhalb dieser Toleranzgrenzen liegenden Labormittelwerte gelten im Rahmen der Laborbewertung als tolerabel.

$$s\% = \frac{s}{\mu} \times 100 \quad 10-1$$

$$TG = \mu \pm 2 \times s \quad 10-2$$

mit: s% = relative Standardabweichung (Variationskoeffizient), s = Standardabweichung,  $\mu$  = Mittelwert aller Labormittelwerte und TG = Toleranzgrenze.

In der Ringanalyse 2011 wurden erstmal feste Toleranzgrenzen zur Beurteilung der Qualität der Labore angewendet, diese entsprechen zum Teil den Toleranzgrenzen aus den Vorgaben der EU bzw. sind aus Ergebnissen der bisherigen Ringanalysen abgeleitet. In Einzelfällen (z.B. Schwefel mittels Elementaranalyse) kommt - aufgrund einer zu kleinen Datenbasis - das alte Verfahren (Formel 10-2) zur Anwendung. Die festgelegten Toleranzgrenzen sind im Bericht zur Gesamtauswertung (Blum & Heinbach, 2010) nachzulesen.

### 10.1.3 Auswertung der Standardmessungen

Details zu den folgenden Auswertungsergebnissen der BZE II-Standardmessungen sind der Publikation König et al. 2013 zu entnehmen.

Alle an der BZE II beteiligten Labore waren verpflichtet, über den gesamten Zeitraum der BZE-Analytik für jede Methode und jeden Parameter einen festgelegten Kontrollstandard mitzuführen, der mindestens alle 20 Proben mit zu messen war (mindestens 10-mal) und Kontrollkarten für diese Standards und Parameter zu führen. Die Mitführung eines festgelegten Kontrollstandards je Methode und Parameter diente dazu, Trends und Streuungen der Analytik des jeweiligen Labore und zwischen den Laboren festzustellen. Die Kontrollstandards stammten aus dem ersten Ringversuch vor der BZE II im Jahre 2005. Für diesen Ringversuch wurden sechs

Bodenproben in großen Mengen gesammelt und homogenisiert, damit genügend Material für die spätere Standard-Mitführung zur Verfügung stand.

Leider stellte sich heraus, dass nicht alle Labore die entsprechenden Standards mitgemessen hatten, stattdessen andere oder gar keine Kontrollstandards untersucht hatten. Außerdem waren teilweise die Daten in den Laboren wegen Datenhaltungsproblemen nicht (mehr) verfügbar oder konnten aus Zeitgründen nicht rechtzeitig geliefert werden.

Die gelieferten Daten wurden jeweils auf Fehler (falsche Einheiten, Vertauschungen, Faktor-Fehler etc.) geprüft und ggf. in Absprache mit dem jeweiligen Labor korrigiert bzw. eine Neu- oder Nachlieferung erbeten.

Ausgewertet und verglichen wurden zum einen die Streuungen innerhalb eines Labors und zum anderen die Mittelwerte aller Standardmessergebnisse pro Labor und Parameter (von 2005 bis 2012) und ob ein signifikanter zeitlicher linearer Trend bei den Messergebnissen festzustellen ist.

Darüber hinaus wurden aus den Daten der die BZE II begleitenden Ringversuche die Mittelwerte der Z-Scores aller Mittelwerte aus allen Ringversuchen (maximal 3) für jede Einzelprobe (maximal 6 pro Ringversuch) für jedes Labor ermittelt und verglichen. Der Z-Score (Formel 10-3) wird berechnet aus dem Quotienten der Differenz des jeweiligen Labormittelwertes ( $MW_{Lab}$ ) zum Mittelwert aller Labore ( $MW_{ges}$ ) und der Standardabweichung aller Labore ( $SD_{ges}$ ):

$$Z - Score = \frac{MW_{Lab} - MW_{ges}}{SD_{ges}} \quad 10-3$$

Er ist ein Maß für die Abweichung des Labormittelwertes vom Mittelwert aller Labore in Abhängigkeit von der Streuung unter den Laboren. Ist der Mittelwert der Z-Scores für ein Labor von Null verschieden, deutet das auf eine bedeutsame Abweichung zu Mehr- (Mittelwert positiv) oder Minderbefunden (Mittelwert negativ) im Vergleich zu den anderen Laboren hin.

Ziel dieser Auswertung war es, zu prüfen, ob Labore, bei denen stark abweichende Ergebnisse für bestimmte Parameter der Standardmessungen festgestellt wurden, auch bei den Ringversuchen auffällig abweichende Ergebnisse hatten. Findet nämlich ein Labor für einen Parameter bei dem über einen längeren Zeitraum mit gemessenen Standard deutlich niedrigere Werte als die anderen Labore, so kann dies im günstigen Fall an der speziellen Zusammensetzung des Standards liegen und somit standardprobenspezifisch sein. Allerdings ist es auch möglich, dass die verwendete Messmethode abweichende Ergebnisse im Vergleich zu den anderen Laboren liefert. Dies würde bedeuten, dass auch die Messergebnisse für die im Rahmen der BZE II gemessenen Proben nicht mit denen der anderen Labore/Länder vergleichbar sind. Dies müsste sich dann auch in den Ringversuchsergebnissen der betroffenen Labore niederschlagen, das heißt, es müsste ein Trend zu Mehr- oder Minderbefunden wie beim Standard erkennbar sein. Die Überprüfung eines solchen Trends erfolgte anhand der Z-Scores wie oben beschrieben.

Bezüglich der Streuungen innerhalb der Labore ist festzustellen, dass sich unterschiedliche Streuungen innerhalb der Labore bei den verschiedenen Methoden zeigen. So liegen die laborinternen relativen Standardabweichungen bei der CN-Bestimmung in der Regel unter 5 %; nur bei niedrigen N-Gehalten haben zwei Labore relative Standardabweichungen über 10 %. Auch bei Gesamtaufschlüssen und dem Oxalat-Extrakt sind die laborinternen Streuungen gering; die relativen Standardabweichungen liegen in der Regel unter 10 %. Nur bei einigen Parametern mit niedrigen Gehalten liegen die relativen Standardabweichungen über 10 %. Dies gilt ähnlich für Königswasser-Aufschlüsse von Boden- und Humusproben. Hier fallen nur die Na-Ergebnisse mit relativen Standardabweichungen zwischen 20 und 40 % auf. Dies liegt sicherlich auch an den geringen Gehalten und der Problematik hoher Blindwerte für Na. Ansonsten sind nur bei Parametern mit niedrigen oder sehr niedrigen Gehalten die relativen Standardabweichungen über 10 %.

Bei allen Austauschkapazitätsbestimmungsmethoden in Boden und Humus fällt auf, dass jeweils die Na-Gehaltsbestimmungen mit relativen Standardabweichungen zwischen 20 und 50 % bei den meisten Laboren problematisch sind. Alle übrigen Parameter haben häufig relative Standardabweichungen zwischen 10 und 15 %, die bei niedrigen oder sehr niedrigen Gehalten auch bis 20 % gehen können.

Bei den pH-Wert-Messungen fällt auf, dass insbesondere beim pH-Wert  $H_2O$  in Bodenproben die relativen Standardabweichungen hoch sind; 5 Labore haben relative Standardabweichungen von 20 bis 40 %. Hier muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass es sich nicht direkt um die pH-Werte, sondern die daraus durch Entlogarithmierung berechneten Protonen-Konzentrationen ( $H^+$ ) handelt, die natürlich deutlich mehr streuen als die pH-Werte.

Bei den übrigen pH-Wert-Methoden fallen 2 Labore mit hohen relativen Standardabweichungen im Vergleich zu 2 Laboren mit relativen Standardabweichungen unter 10 % auf. Auch bei der Korngrößenbestimmung differenziert sich die Streuung eher nach Laboren als nach Parametern. Ein Labor hat besonders hohe relative Standardabweichungen.

Bezüglich der laborübergreifenden Auswertung der Standardmessungen kommt die Studie zu dem Schluss, dass mit wenigen Ausnahmen die BZE II-Datensätze der Labore/Länder unter Berücksichtigung vertretbarer Streuungen gemeinsam auswertbar sind. Nur in 12 Einzelfällen (Kombination Labor-Parameter) muss damit gerechnet werden, dass für den jeweiligen Parameter die Daten eines Labore/Landes gerichtet von den Daten der übrigen Labore/Länder abweichen. In der Tabelle 10-2 sind diese Parameter und Labore aufgelistet. Dabei ist angegeben, um wieviel Prozent im Mittel die Ergebnisse dieser Labore von dem Mittelwert der übrigen Labore abweichen können.

**Tabelle 10-2: Parameter, bei denen die genannten Labore sowohl bei den Standardmessungen als auch bei den Ringversuchen gleichgerichtete Abweichungen zum Mittelwert der übrigen Labore haben (nach König et al. 2013, verändert).**

Parameter (Material)	Element	Anzahl Labore, die zu diesem Parameter Standard-Daten geliefert haben	Trend Standards = Trend Ringversuche	Mittlere Abweichung vom Mittel (%)
Elementaranalyse (B)	Stickstoff	10	L14 (n)	- 10
A <sub>ke</sub> (H)	Kalium	8	L14 (n)	- 10
A <sub>ke</sub> (H)	Natrium	8	L18 (h)	+ 20
Königswasser (B)	Kalium	11	L13 (h)	+ 30
Königswasser (H)	Aluminium	7	L15 (h)	+ 20
Königswasser (H)	Calcium	7	L15 (sh)	+ 15
Königswasser (H)	Eisen	7	L15 (h)	+ 20
Königswasser (H)	Mangan	7	L15 (h)	+ 15
Königswasser (H)	Zink	7	L15 (sh)	+ 20
pH (H <sub>2</sub> O) (H)	H <sup>+</sup>	7	L6 (h)	+ 50 (*)
pH (KCl) (H)	H <sup>+</sup>	7	L6 (h)	+ 20 (**)
Korngröße (B)	Feinsand	5	L0 (n)	- 25

B=Mineralboden; H=Humus; h = hoch; sh = sehr hoch; n = niedrig); (\*) = entspricht -0,18 pH-Einheiten; (\*\*) = entspricht 0,08 pH-Einheiten

Bei der Auswertung dieser Parameter sollte deshalb jeweils entschieden werden, ob die Daten der genannten Länder/Labore entweder unberücksichtigt bleiben oder mit einem Faktor korrigiert werden oder zumindest bei der Ergebnisdarstellung auf die Problematik der möglichen gerichteten Abweichung der Daten dieser Länder/Labore hingewiesen wird.

Für einige Parameter, deren Daten bei den Standardmessungen und bei den Ringversuchen sehr stark streuen, sollte auf eine vergleichende Auswertung der BZE-Daten verzichtet werden. Zum Glück betrifft dies fast ausschließlich Parameter, die für die BZE unbedeutend sind: Na in der AKED (B), AKED (H) und AKT (B) sowie Na im KW (B) und KW (H). Wirklich problematisch sind die K-Werte im Königswasseraufschluss (KW (B) und KW (H)); hier zeigt sich, dass einzelne Labore große gerichtete Abweichungen haben, die zumindest für ein Labor so groß sind, dass die Daten nicht mit denen der anderen Labore verglichen werden können. Die Ursache ist vermutlich die unterschiedliche Mahlung der Proben. Das zeigt aber auch, dass die Bewertung des Parameters Kalium im Königswasseraufschluss in jedem Fall schwierig ist, da die K-Verfügbarkeitsbewertung nicht von der Probenvorbereitungsmethode abhängen darf. Aus diesem Grund sieht z. B. das ICP Forests Manual den Königswasseraufschluss nur an gesiebten Proben vor.

Bei allen übrigen Parametern und Untersuchungsmethoden kann unseres Erachtens grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die BZE II-Daten aller Labore/Länder gemeinsam ausgewertet werden können. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass für manche Parameter

die laborinternen und die Streuungen zwischen den Laboren recht groß sind und daher z. B. bei der Bewertung von zeitlichen Veränderungen oder räumlichen Verteilungen geringe Änderungen oder Unterschiede auf ihre Signifikanz zu prüfen sind.

Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass die Variation sowohl innerhalb als auch zwischen den Laboren mindestens  $\pm 10\%$  beträgt; nur bei wenigen Parametern ist die Variation etwas geringer (z. B. EA (B) C, KW (B) Ca, GA (B) Ca), bei vielen jedoch größer. Tabelle 10-3 stellt eine grobe Übersicht dar, welche mittleren Variationen sich bei den Standardmessungen und bei den Ringversuchen zusammengefasst für die jeweiligen Untersuchungsmethoden zeigen und welche einzelnen Parameter innerhalb einer Untersuchungsmethode deutlich stärker variieren.

**Tabelle 10-3: Zusammenfassung der tabellarischen Auswertungen für die einzelnen Untersuchungsmethoden (Parameter-Gruppen) (nach König et al. 2013, verändert).**

Untersuchungs- methode/ Parameter- gruppe	Mittlere Variation der Mittelwerte der Standard- messungen [%]	Mittlere Variation der mittleren Abweichung vom Mittelwert bei den Ringversuchen [%]	Parameter mit größeren Variationen	Bemerkungen
Elementar- analyse (C,N)	$\pm 10$	$\pm 5$	N bei geringen Gehalten	
A <sub>ke</sub> (B)	$\pm 10$	$\pm 10 - 15$	Na	Na nicht vergleichbar
AK (H)	$\pm 20$	$\pm 10 - 15$	H <sup>+</sup> , Na	Na nicht vergleichbar
AK <sub>i</sub> (B)	$\pm 20$	$\pm 10 - 15$	Mg, Na	Na nicht vergleichbar
pH (H, B)	$\pm 20$	$\pm 40 - 50$		Achtung: nicht pH, sondern Parameter H <sup>+</sup>
Königswasser- aufschluss (B), Hauptelemente	$\pm 10$	$\pm 10$	K, Na	K, Na nicht vergleichbar
Königswasser- aufschluss (B), Schwermetalle	$\pm 10$	$\pm 10$		
Königswasser- aufschluss (H), Hauptelemente	$\pm 10-15$	$\pm 15$	Na, Al, K	Na nicht vergleichbar
Königswasser- aufschluss (H), Schwermetalle	$\pm 20$	$\pm 15$	Cr	
NO <sub>3</sub> im wässr. 1:2-Extrakt	$\pm 15$	$\pm 20$		
Korngröße	$\pm 20$	$\pm 20$	GU, MS, GS	
Gesamt- aufschluss (B), Hauptelemente	$\pm 10 - 20$	$\pm 5 - 15$		
Oxalat-Extrakt	$\pm 10$	$\pm 15$		
AK EU-Methode	$\pm 15 - 20$	$\pm 15$	H <sup>+</sup> , Na	

B=Mineralboden; H=Humus

Auf eine Bewertung der zeitlichen Trends der einzelnen Labore wurde verzichtet, da dafür erheblich mehr Informationen (Methodenwechsel, Standardänderungen etc.) nötig wären, die leider nicht zur Verfügung standen. Aus den vorliegenden Daten und Grafiken kann jedoch jedes Labor/Land, bei dem auffällige zeitliche Trends gefunden wurden, für sich durch interne Nachforschungen eine Ursachenermittlung durchführen.

## 10.2 Aufbau der Labordatenbank

Die Parameter die im Rahmen der BZE analytisch bestimmt werden, werden in folgenden Tabellen in der BZE-Bundesdatenbank abgespeichert:

- Tabelle b1lb für die Analysedaten aus der BZE I unabhängig vom Medium (Humus, Mineralboden, Pflanze)
- Tabelle b2lb für die Analysedaten aus der BZE II unabhängig vom Medium (Humus, Mineralboden, Pflanze)
- Tabelle b1hup\_labnr, b1mbt\_labnr und b1nbp\_labnr definiert über die Labornummer die Zugehörigkeit zum Medium und Horizont, Tiefenstufe oder Baumart für die BZE I
- Tabelle b2hup\_labnr, b2mbt\_labnr und b2nbp\_labnr definiert über die Labornummer die Zugehörigkeit zum Medium und Horizont, Tiefenstufe oder Baumart für die BZE II

Der Aufbau der Tabellen zur Speicherung der Messwerte unterscheidet sich von den Tabellen zur Speicherung der reinen Anspracheparameter (Profilaufnahme, Bestandes- und Vegetationsaufnahme). Jeder Messwert wird innerhalb einer Datenbankzeile abgespeichert und über die Spalten Methode und Parameter eindeutig definiert. Im Rahmen der Auswertung werden die Methoden zu Methodengruppen zusammengefasst. Eine Methodengruppe fasst verschiedene Untersuchungsmethoden zusammen deren Ergebnisse zur gleichen ökologischen Aussage führen sollen. In der Datenbank sind mit der Zuordnung zu Methodengruppen die Beurteilung der Vergleichbarkeit der verschiedenen Messungen innerhalb einer Methodengruppe sowie die Speicherung von Umrechnungsfaktoren und Referenzen verbunden.

## 10.3 Nachweisgrenzen

Problematik: BZE I-Messwerte die unter der Bestimmungsgrenze bzw. unter der Nachweisgrenze liegen, sind in der Datenbank durch den Wert 0 ausgewiesen, die Bestimmungsgrenzen bzw. Nachweisgrenzen liegen meist nicht vor und sind nicht rekonstruierbar. Bei der BZE II wurde für Werte unter der Bestimmungsgrenze bzw. unter der Nachweisgrenze jedoch ein Wert größer 0 und kleiner gleich Bestimmungsgrenze bzw. Nachweisgrenze (z.B. 2/3 der Bestimmungsgrenze) eingetragen. Durch den unterschiedlichen Umgang mit den Bestimmungsgrenzen bzw. Nachweisgrenzen kann es zu rechnerischen (künstlichen) Zuwächsen in den Bodenvorräten der BZE II kommen. Außerdem ist in der Datenbank nicht klar trennbar ob die Nachweisgrenzen oder

Bestimmungsgrenzen angegeben wurden. Der Term Nachweisgrenze und der Term Bestimmungsgrenze werden im Folgenden synonym verwendet.

Zum Umgang mit den Nachweisgrenzen wurde am 26./27.11.2013 auf der Bund-Länder-Sitzung der BZE in Gotha folgendes beschlossen:

"Es wurde beschlossen, dass als Wert im harmonisierten Datensatz 2/3 der Bestimmungsgrenze eingesetzt wird, wenn der Messwert kleiner als die angegebene Bestimmungsgrenze ist. Das Vorgehen wird bei BZE I und BZE II gleich gehandhabt. Falls die Bestimmungsgrenzen im BZE I-Datensatz fehlen werden mittlere Bestimmungsgrenzen gruppiert nach Methodengruppe, Parameter, (+ eventuell weitere Gruppierungsmerkmale wie Bundesland, Labor) aus der BZE II auf die BZE I übertragen. Diese Anpassung wird im harmonisierten Datensatz durchgeführt, die Originaldaten der BZE I bleiben unberührt." (Protokoll BL-Sitzung BZE vom 06.01.2014)

Im harmonisierten BZE-Datensatz erfolgte eine Anpassung der Daten entsprechend der Bestimmungsgrenzen bzw. Nachweisgrenzen wie folgt:

1. Fall: alle Werte der Bodenphysik (Grobbodenanteil, Korngrößenverteilung, Wassergehalt usw.), pH-Werte und berechnete Werte wie  $A_{k_e}$ , Basensättigung,  $CCO_3$  wurden gegenüber dem Originaldatensatz im harmonisierten Datensatz nicht verändert. Das heißt 0-Werte sind möglich.
2. Fall: für alle Messwerte aus  $A_{k_e}$ ,  $A_{k_t}$ , Aufschlüssen, Extrakten, RFA und Elementaranalyse die kleiner der Bestimmungs- oder Nachweisgrenze sind, wurden im harmonisierten Datensatz 2/3 Bestimmungsgrenze (wenn der Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt) bzw. 1/6 der Bestimmungsgrenze (wenn der Wert unterhalb der Nachweisgrenze liegt) eingesetzt. Für Datensätze deren Wert 0 ist jedoch keine Angaben zur Bestimmungs- oder Nachweisgrenzen vorliegen, wurde entweder die Bestimmungs-/Nachweisgrenze aus den Ringanalysen (Ringanalysen parallel zur jeweiligen Inventur; d.h. BZE I-Datensatz wurden mit BZE I-Ringanalysen abgeglichen, Gruppierung nach Labor, Medium, Methode, Parameter) verwendet oder es wurde die Bestimmungs-/Nachweisgrenze der BZE I oder BZE II auf die jeweils andere Inventur übertragen (Gruppierung nach Bundesland, Medium, Methodengruppe, Parameter). Die Zuordnung der Bestimmungs-/Nachweisgrenzen erfolgte gruppiert nach Bundesland, Medium (Humus, Mineralboden, Nadel-Blatt), Methodengruppe und Parameter. Die übertragene NWG aus Ringanalyse bzw. der jeweils anderer Inventur wurde abgeglichen mit dem kleinsten Wert (Minimum, >0) aus dem jeweiligen Bundesland, Medium (Humus, Mineralboden, Nadel-Blatt), Methodengruppe und Parameter. Die übertragene NWG muss demnach zwischen 0 und Minimum liegen. Ist die NWG größer als das Minimum wird das Minimum als neue NWG eingesetzt.

## **10.4 Probenaufbereitung und Lagerung**

Im Folgenden werden die Methoden zur Probenaufbereitung der BZE dargestellt. Der Steckbrief enthält - abweichend von den im Kapitel 1.2 dargestellten Ausführungen – Angaben zur Methode der Probenaufbereitung, zu länderspezifischen Modifikationen und zur Vergleichbarkeit zwischen den Inventuren.

### 10.4.1 Lagerung der Proben vor der Probenaufbereitung

#### Methode:

**BZE I und BZE II:** Auflage und Mineralbodenproben (HFA A1.1.1): Feldfrischen Auflage- und Mineralbodenproben werden bei kühlen ( $4 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) und dunklen Bedingungen gelagert bzw. eingefroren ( $-20^\circ\text{C}$ ) um mikrobielle Umwandlungsprozesse zu minimieren.

Nadel- und Blattproben (HFA B1.1.1): Frische Nadel- und Blattproben werden unverpackt bei  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  im Kühlraum aufbewahrt.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Methoden beider Inventuren unterscheiden sich nicht und sind demnach vergleichbar.

## 10.4.2 Trocknung der Proben

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Auflage und Mineralbodenproben (HFA A1.2.1): Für chemische und bodenphysikalische Untersuchungen vorgesehene Proben aus der Humusaufgabe werden mindestens 48 h bei 60 °C getrocknet. Zur chemischen Analyse vorgesehene Mineralbodenproben werden mindestens 48 h bei 40 °C, Bodenphysikproben aus dem Mineralboden bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Nadel- und Blattproben (HFA B1.2.1): Vor der Trocknung werden die Blätter inklusive ihrer Blattstiele (bzw. das gesamte Fiederblatt) vom Zweig getrennt. Bei den Nadelproben werden die Triebe jahrgangsweise getrennt und getrocknet. Nach der Trocknung werden die Nadeln (nach Jahrgang getrennt) von den Trieben getrennt. Für chemische Untersuchungen vorgesehene Nadel- und Blattproben werden in geöffneten Leinen-, Kunststoff- oder Papiertüten mindestens 48 h bei 60 °C getrocknet.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Methoden beider Inventuren unterscheiden sich nicht und sind demnach vergleichbar.

### 10.4.3 Siebung von Auflage- und Mineralbodenproben

#### Methode:

**BZE I** (HFA 1.3.1): An den für chemische Untersuchungen vorgesehenen getrockneten Bodenproben bzw. Humusproben erfolgt nach Zerkleinerung und Homogenisierung die manuelle oder maschinelle Siebung auf 2 mm.

**BZE II** (HFA 1.3.2): An den für chemische Untersuchungen vorgesehenen getrockneten Bodenproben erfolgte nach Zerkleinerung und Homogenisierung die manuelle oder maschinelle Siebung auf 2 mm. Aus den getrockneten Humusproben (Chemieprobe) werden Steine und organisches Material > 2 cm mit einem 2 cm-Sieb abgeseibt oder manuell aussortiert und die bereinigte Probe durch ein 2 mm-Sieb gerieben. Die Siebrückstände < 2 cm werden mit einer geeigneten Mühle zerkleinert und der geseibten Probe zugeführt.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen (harte unverwitterte Holzstücke und Steine händisch aussortiert) - gesamte Humusprobe zerkleinert, keine Siebung

Thüringen - Siebvorgang nicht rekonstruierbar

**BZE II:** Schleswig-Holstein, Thüringen (Steine händisch aussortiert) - gesamte Humusprobe zerkleinert, keine Siebung

7 Bundesländer veränderten ihre Siebvorschrift gegenüber der BZE I nicht.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

##### **BZE I und BZE II:**

Mineralboden: Für Mineralbodenproben wurden bei BZE I und BZE II jeweils die Fraktion kleiner 2 mm chemisch analysiert. Hinsichtlich des Siebvorganges sind somit beide Verfahren gleich.

Organische Auflage - Siebung der Proben zur Bestimmung des Humusvorrates: Im Fall der Humusproben haben sich sowohl Probenahme- als auch Siebvorschrift verändert. Bei der BZE I sollten Äste, Zapfen sowie grüne Vegetationsteile aus der Humusprobe entfernt werden (BML 1994). Bei der Probenahme der BZE II wurden grüne Vegetationsteile und lebende Wurzeln aus der Humusprobe entfernt - Äste, Zweige und Fruchtschalen verblieben jedoch in der Probe (BMELV 2006). Bei der Erstbeprobung wurde demnach tendenziell die Humusfraktion größer 2 cm (Äste und Zapfen) im Feld zurückgelassen, wogegen bei der Folgeinventur diese Fraktion Teil der Probe ist. Für die Bestimmung des Humusvorrates stellt dieser Fakt bei Einhaltung der

HFA-Anleitung (A1.3.2) jedoch kein Problem dar. An den getrockneten Humusproben der BZE II wurde der organische Rückstand (> 20 mm) händisch aussortiert bzw. mittels 20 mm-Sieb abgeseibt. Im Anschluss erfolgte die Bestimmung des Vorrats an organischem Rest und die Bestimmung des Humusvorrats (0-20 mm) separat. Bei Einhaltung der Probenahme- und Siebvorschrift der BZE I und BZE II sind die Humusvorräte der BZE I somit mit den Humusvorräten BZE II (Fraktion 0-20 mm) vergleichbar auszuwerten (siehe Kapitel 9.7.2).

Organische Auflage - Siebung der Proben für chemische Analysen: Oftmals ist der Siebvorgang der BZE I nicht lückenlos rekonstruierbar. Für zwei Bundesländer ist bekannt, dass die gesamte Humusprobe ohne Siebung zerkleinert wurde. Für die verbleibenden Bundesländer ist nicht auszuschließen, dass nach händischer Eliminierung grober Bestandteile (im Feld oder Labor) die restliche Humusprobe komplett durch ein 2 mm-Sieb gerieben wurde. Welche Fraktion letztlich chemisch analysiert wurde ist individuell vom Grad der Vorzerkleinerung und Homogenisierung sowie von der Intensität des Durchreibens abhängig.

Die Humusproben der BZE II sollten so aufbereitet werden, dass die Fraktion größer 2 cm als organischer Rest von der Fraktion kleiner 2 cm getrennt wurde. Letztere wurde chemisch analysiert. Bei einer Umfrage gaben 6 Bundesländer an, diese Siebvorschrift eingehalten zu haben, 7 Bundesländer veränderten ihre Siebvorschrift gegenüber der BZE I nicht (Höhle 2010). Im Fall der Siebung ergibt sich zusammenfassend folgende Problematik. Zum einen ist nicht lückenlos rekonstruierbar, welches Bundesland welche Humusfraktion für die chemischen Analysen der BZE I und BZE II verwendet hat. Zum anderen zeigen Untersuchungen der NW-FVA, dass durch Beimischung der Fraktion 2-20 mm - einer Fraktion mit hohem Holzanteil - die BZE II-Probe geringere Gehalte an Nährstoffen, Schwermetallen, aber höhere Gehalte an Kohlenstoff aufweist als die BZE I-Probe (< 2 mm). Im L- und Of-Horizont sind die Gehalte an Ca, Mg, K sowie den Schwermetallen in Proben < 2 cm geringer, die Gehalte an Kohlenstoff jedoch höher als in Proben < 2 mm. Dieser Effekt ist am stärksten im L-Horizont der Auflage ausgeprägt, da dessen Fraktion zwischen 2 cm und 2 mm massenprozentual am größten ist gegenüber dem Of- und Oh-Horizont. Im Oh-Horizont kehrt sich der Effekt je nach aufstockender Baumart sogar teilweise um. Durch die Berechnung der Vorräte werden die Verdünnungs- und Anreicherungseffekte stark abgeschwächt ( $\leq 10\%$ ), da der Humusvorrat der L-Lage gegenüber der Of- und Oh-Lage deutlich geringer ist (Fortmann, H. und König, N.; 2014; in: GAFA 2014, Methode A1.3.2, Anhang 1). Demnach wird empfohlen, um Veränderungen zwischen BZE I und BZE II darzustellen, Vorräte und weniger Gehalte mit einander zu vergleichen und die Auswertungen auf die gesamte Humusaufgabe, weniger auf einzelne Auflagehorizonte zu beziehen.

## 10.4.4 Mahlung der Proben

### Methode:

**BZE I und BZE II:** Auflage und Mineralbodenproben (HFA A1.4.1): Zur Bestimmung der Element(gesamt)gehalte wird je ein Aliquot der getrockneten und gesiebten Boden- und Humusproben mittels Achat- oder Scheibenschwingmühle analysefein ( $< 60 \mu\text{m}$ ) gemahlen.

Nadel- und Blattproben (HFA B1.3.1): Ein Aliquot der getrockneten Nadel- oder Blattprobe wird mittels Kugel- oder Zentrifugalmühle analysefein (80 % des Materials  $< 60 \mu\text{m}$ ) gemahlen.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Grundsätzlich sollten die Daten der BZE I und BZE II vergleichbar sein. Allerdings hängen die Ergebnisse stark davon ab, ob für die Mahlung einer Probe eine repräsentative Teilprobe des gesiebten Materials verwendet wurde. Untersuchungen an der NW-FVA zeigen am Beispiel von Nachanalysen von Humusproben der BZE I, dass Abweichungen von bis zu 100 % an einzelnen Proben auftreten können, wenn keine repräsentative Teilprobe aus dem Probengefäß für das Mahlen verwendet wurde (König, N.; 2014; in: GAFA 2014, Methode A1.4.1, Anhang 1). Ebenfalls Untersuchungen der NW FVA (Fortmann, H. und König, N.; 2014; in: GAFA 2014, Methode A3.3.3, Anhang 2) für Mineralbodenproben zeigen, dass sich die Gehalte an Kalium, Natrium und Aluminium von gemahlene und gesiebte Proben gemessen im Königswasseraufschluss deutlich unterscheiden. In gemahlene Proben werden für diese Elemente bis zu 30 %-höhere Messwerte erzielt als in gesiebte Proben. Vereinzelt treten auch bei Ca, P und Cr Mehrbefunde in gemahlene Proben auf.

### 10.4.5 Lagerung der Proben nach der Probenaufbereitung

Methode:

**BZE I und BZE II:** Auflage und Mineralbodenproben (HFA A1.1.2): Die getrockneten und gesiebten oder gemahlene Boden- und Humusproben werden in luftdichten Weithalspolyethylenflaschen oder Gefrierdosen aufbewahrt.

Nadel- und Blattproben (HFA B1.1.2): Die getrockneten und gemahlene Nadel- und Blattproben werden in luftdichten Weithalspolyethylenflaschen oder Gefrierdosen aufbewahrt.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

## 10.5 Bodenchemische Untersuchungsmethoden

Im folgenden Kapitel sind die Parameter die im Rahmen der laboranalytischen Untersuchung erhoben werden, dargestellt. Der Steckbrief der Parameter beziehungsweise Parametergruppen ist - abweichend von den im Kapitel 1.2 dargestellten Ausführungen - nach folgenden Konventionen aufgebaut:

Die Statustabelle enthält die Angaben zur technischen Spezifikation des Parameters in der BZE-Bundesdatenbank:

- Methodengruppe: Codierung der Methodengruppe in der Labordatenbank (siehe Kapitel 10.2)
- Parameter: Codierung der Parameter in der Labordatenbank
- Beschreibung: Definition der Methodengruppe und Parameter
- Typ: Datentyp der Parameter
- Einheit: Maßeinheit der Parameter
- Codetabelle Bundesdatenbank: Name der Verschlüsselungstabelle

Es folgen die methodischen Spezifikationen (Erläuterungen siehe Kapitel 1.2):

- Aufnahmezustand
- Methode
- Länderspezifische Modifikationen
- Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren
- Datentransferfunktion
- Datenbestand
- Tabellen
- Literatur

### 10.5.1 pH-Wert in H<sub>2</sub>O

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
1	60	negativ dekadische Logarithmus der Hydroniumionenkonzentration der Humus- bzw. Mineralboden-Wasser-Lösung	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage und Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

#### Methode:

**BZE I** (HFA A3.1.1.1): Die gesiebten Humusproben werden mit Wasser im Volumenverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 die Mineralbodenproben im Gewichtsverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 versetzt. Die Suspension muss mindestens 1 Stunden in einem abgedeckten Gefäß stehen und zwischendurch mehrfach umgerührt werden. Im Überstand der Lösung erfolgt die Messung des pH-Wertes mittels einer pH-Glaselektrode.

**BZE II** (HFA A3.1.1.2): Zur Herstellung der Suspension werden mind. 5 ml Volumen der gesiebten Humus- oder Bodenprobe mit der 5-fachen Menge (Volumen) H<sub>2</sub>O<sub>demin.</sub> versetzt. Die Suspension wird ca. 5 min geschüttelt und für 2 bis max. 24 h stehen lassen. Im Überstand der Lösung erfolgt die Messung des pH-Wertes mittels einer pH-Glaselektrode.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Saarland in der Auflage - abweichendes Probe-Lösungsverhältnis 1:10

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I – BZE II:** Untersuchungen zum Vergleich der BZE I mit der BZE II-Methode zur Messung der pH-Werte (Fortmann H. und König N.2014; in: GAFA 2014 Methode A3.1.1.1 Anhang 1) haben gezeigt dass die Ergebnisse beider Methoden einen engen linearen Zusammenhang ( $r^2 > 0,98$ ) aufweisen jedoch nicht als gleichwertig betrachtet werden können. Die Gegenüberstellung der Differenzen mit dem Mittelwert beider Messungen zeigt dass die BZE I-Methode meist geringere pH-Werte liefert als die BZE II-Methode. In der Auflage weichen die Werte im Mittel um 0,03 bis 0,07 pH-Einheiten und im Mineralboden um 0,04 bis 0,06 pH-Einheiten ab. In der Auflage weisen die Messung in KCl- und CaCl<sub>2</sub> und im Mineralboden in CaCl<sub>2</sub>-Suspension die größten Übereinstimmungen zwischen BZE I und BZE II auf. Die Unterschiede in den Messungen werden auf den systematischen Verdünnungseffekt zurückgeführt da bei der BZE II-Methode im Verhältnis zur Einwaage mehr Analyselösung zugegeben wird und demnach niedrigere H<sup>+</sup>-Konzentrationen und höhere pH-Werte gemessen werden. Da ein systematischer Unterschied vorliegt werden die pH-Werte der BZE I mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-4).

Hinsichtlich der pH-Werte im Saarland der BZE I die mit einem modifizierten Proben-Lösungsverhältnis von 1:10 gearbeitet haben liegen keine Untersuchungen zwecks Vergleichbarkeit mit der BZE II-Methode vor.

Datentransferfunktion:

Die pH-Werte der BZE I wurden mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-4).

**Tabelle 10-4: Konstanten zur Umrechnung der pH-Werte in H<sub>2</sub>O aus BZE I.**

Methoden	Parameter	Methoden	Basismethode	Tabellenspalte	Berechnung	Konstanten
1	60	HFA A3.1.1.1	HFA A3.1.1.2	h_ph_h2o	Addition	0,071
1	60	HFA A3.1.1.1	HFA A3.1.1.2	m_ph_h2o	Addition	0,061

BZE	Tabelle	Methoden- gruppe	Parameter	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1lb b1hup_labnr	1	60	= Tabelle 10-4	vm_humus_element_gehalte_1 vm_humus_element_vorrat_1	h_ph_h2o1
BZE I	b1lb b1mbt_labnr	1	60	= Tabelle 10-4	vm_minboden_element_gehalte_1 vm_minboden_element_vorrat_1	m_ph_h2o1
BZE II	b2lb b2hup_labnr	1	60	= Tabelle 10-4	vm_humus_element_gehalte_2 vm_humus_element_vorrat_2	h_ph_h2o2
BZE II	b2lb b2mbt_labnr	1	60	= Tabelle 10-4	vm_minboden_element_gehalte_2 vm_minboden_element_vorrat_2	m_ph_h2o2

Für die Berechnung des Mittelwertes und der Streuung wird der arithmetische Mittelwert sowie die Standardabweichung (Standardfehler) des pH-Wertes berechnet. Die pH-Werte werden somit nicht delogarithmiert.

Anmerkung: Das arithmetische Mittel bzw. die Standardabweichung des pH-Wertes entsprechen dem geometrischen Mittel bzw. der geometrischen Standardabweichung der delogarithmierten pH-Werte (H<sup>+</sup>-Konzentration). Aufgrund der log-normal Verteilung der H<sup>+</sup>-Konzentrationen sollten hier das geometrische Mittel und die geometrische Standardabweichung Anwendung finden und nicht das arithmetische Mittel (Normalverteilung).

Die pH-Werte werden nicht delogarithmieren für die Mittelwertbildung bei der Auswertung (aber für die Aggregierung).

Datenbestand: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 91,101

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-30

## 10.5.2 pH-Wert in KCl

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
2	60	negativ dekadische Logarithmus der Hydroniumionenkonzentration der Humus- bzw. Mineralboden-KCl-Lösung	Numerisch	-	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage und Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

### Methode:

**BZE I** (HFA A3.1.1.3): Die gesiebten Humusproben werden mit 1 M KCl-Lösung im Volumenverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 die Mineralbodenproben im Gewichtsverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 versetzt. Die Suspension muss mindestens 1 Stunden in einem abgedeckten Gefäß stehen und zwischendurch mehrfach umgerührt werden. Im Überstand der Lösung erfolgt die Messung des pH-Wertes mittels einer pH-Glaselektrode.

**BZE II** (HFA A3.1.1.4): Zur Herstellung der Suspension werden mind. 5 ml Volumen der gesiebten Humus- oder Bodenprobe mit der 5-fachen Menge (Volumen) 1 M-KCl-Lösung versetzt. Die Suspension wird ca. 5 min geschüttelt und für 2 bis max. 24 h stehen lassen. Im Überstand der Lösung erfolgt die Messung des pH-Wertes mittels einer pH-Glaselektrode.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Saarland in der Auflage - abweichendes Probe-Lösungsverhältnis 1:10

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I – BZE II:** Untersuchungen zum Vergleich der BZE I mit der BZE II-Methode zur Messung der pH-Werte (Fortmann H. und König N.2014; in: HFA (2014) Methode A3.1.1.3 Anhang 1) haben gezeigt dass die Ergebnisse beider Methoden einen engen linearen Zusammenhang ( $r^2 > 0,98$ )

aufweisen jedoch nicht als gleichwertig betrachtet werden können. Die Gegenüberstellung der Differenzen mit dem Mittelwert beider Messungen zeigt dass die BZE I-Methode meist geringere pH-Werte liefert als die BZE II-Methode. In der Auflage weichen die Werte im Mittel um 0,03 bis 0,07 pH-Einheiten und im Mineralboden um 0,04 bis 0,06 pH-Einheiten ab. In der Auflage weisen die Messung in KCl- und CaCl<sub>2</sub> und im Mineralboden in CaCl<sub>2</sub>-Suspension die größten Übereinstimmungen zwischen BZE I und BZE II auf. Die Unterschiede in den Messungen werden auf den systematischen Verdünnungseffekt zurückgeführt da bei der BZE II-Methode im Verhältnis zur Einwaage mehr Analyselösung zugegeben wird und demnach niedrigere H<sup>+</sup>-Konzentrationen und höhere pH-Werte gemessen werden. Da ein systematischer Unterschied vorliegt werden die pH-Werte der BZE I mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-5).

Hinsichtlich der pH-Werte im Saarland der BZE I die mit einem modifizierten Proben-Lösungsverhältnis von 1:10 gearbeitet haben liegen keine Untersuchungen zwecks Vergleichbarkeit mit der BZE II-Methode vor.

Datentransferfunktion:

Die pH-Werte der BZE I wurden mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-5).

**Tabelle 10-5: Konstanten zur Umrechnung der pH-werte in KCl-Lösung aus BZE I.**

Methoden BZE I	Parameter	Methoden BZE I	Basismethode	Tabellenspalte	Berechnung	Konstanten
HFA A3.1.1.3	60	3	HFA A3.1.1.4	h_ph_k	Addition	0,046
HFA A3.1.1.3	60	3	HFA A3.1.1.4	m_ph_k	Addition	0,060

BZE	Tabelle	Methoden- gruppe	Parameter	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1lb b1hup_labnr	2	60	= Tabelle 10-5	vm_humus_element_gehalte_1 vm_humus_element_vorrat_1	h_ph_k1
BZE I	b1lb b1mbt_labnr	2	60	= Tabelle 10-5	vm_minboden_element_gehalte_1 vm_minboden_element_vorrat_1	m_ph_k1
BZE II	b2lb b2hup_labnr	2	60	= Tabelle 10-5	vm_humus_element_gehalte_2 vm_humus_element_vorrat_2	h_ph_k2
BZE II	b2lb b2mbt_labnr	2	60	= Tabelle 10-5	vm_minboden_element_gehalte_2 vm_minboden_element_vorrat_2	m_ph_k2

Für die Berechnung des Mittelwertes und der Streuung wird der arithmetische Mittelwert sowie die Standardabweichung (Standardfehler) des pH-Wertes berechnet. Die pH-Werte werden somit nicht delogarithmiert.

Das arithmetische Mittel bzw. die Standardabweichung des pH-Wertes entsprechen dem geometrischen Mittel bzw. der geometrischen Standardabweichung der delogarithmierten pH-

Werte ( $H^+$ -Konzentration). Aufgrund der log-normal Verteilung der  $H^+$ -Konzentrationen sollten hier das geometrische Mittel und die geometrische Standardabweichung Anwendung finden und nicht das arithmetische Mittel (Normalverteilung).

Die pH-Werte werden nicht delogarithmieren für die Mittelwertbildung bei der Auswertung (aber für die Aggregation).

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 91,101

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-30

### 10.5.3 pH-Wert in CaCl<sub>2</sub>

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
3	60	negativ dekadische Logarithmus der Hydroniumionenkonzentration der Humus- bzw. Mineralboden- CaCl <sub>2</sub> -Lösung	Numerisch	-	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Fakultativer Parameter

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

#### Methode:

**BZE I** (HFA A3.1.1.5): Die gesiebten Humusproben werden mit 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-Lösung im Volumenverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 die gesiebte Mineralbodenproben im Gewichtsverhältnis Probe:Lösung = 1:2,5 versetzt. Die Suspension muss mindestens 1 Stunden in einem abgedeckten Gefäß stehen und zwischendurch mehrfach umgerührt werden.

**BZE II** (HFA A3.1.1.7): Zur Herstellung der Suspension werden mind. 5 ml Volumen der gesiebten Humus- oder Bodenprobe mit der 5-fachen Menge (Volumen) 001 M CaCl<sub>2</sub> versetzt. Die Suspension wird ca. 5 min geschüttelt und für 2 bis max. 24 h stehen lassen. Im Überstand der Lösung erfolgt die Messung des pH-Wertes mittels einer pH-Glaselektrode.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Rheinland-Pfalz und Bayern jeweils in Auflage und Mineralboden - zusätzlich pH-Wert in CaCl<sub>2</sub>-Extrakt.

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I – BZE II:** Untersuchungen zum Vergleich der BZE I mit der BZE II-Methode zur Messung der pH-Werte (Fortmann H. und König N.2014; in: GAFA 2014 Methode A3.1.1.5 Anhang 1) haben gezeigt dass die Ergebnisse beider Methoden einen engen linearen Zusammenhang ( $r^2 > 0,98$ )

aufweisen jedoch nicht als gleichwertig betrachtet werden können. Die Gegenüberstellung der Differenzen mit den Mittelwert beider Messungen zeigt dass die BZE I-Methode meist geringere pH-Werte liefert als die BZE II-Methode. In der Auflage weichen die Werte im Mittel um 0,03 bis 0,07 pH-Einheiten und im Mineralboden um 0,04 bis 0,06 pH-Einheiten ab. In der Auflage weisen die Messung in KCl- und CaCl<sub>2</sub> und im Mineralboden in CaCl<sub>2</sub>-Suspension die größten Übereinstimmungen zwischen BZE I und BZE II auf. Die Unterschiede in den Messungen werden auf den systematischen Verdünnungseffekt zurückgeführt da bei der BZE II-Methode im Verhältnis zur Einwaage mehr Analyselösung zugegeben wird und demnach niedrigere H<sup>+</sup>-Konzentrationen und höhere pH-Werte gemessen werden. Da ein systematischer Unterschied vorliegt werden die pH-Werte der BZE I mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-6).

Datentransferfunktion:

Die pH-Werte der BZE I werden mit folgenden Konstanten umgerechnet (Tabelle 10-6).

**Tabelle 10-6: Konstanten zur Umrechnung der pH-werte in CaCl<sub>2</sub>-Lösung aus BZE I.**

Methode	Parameter	Methoden BZE I	Basismethode	Tabellenspalte	Berechnung	Konstanten
5	60	HFA A3.1.1.5	HFA A3.1.1.7	h_ph_ca	Addition	0,046
5	60	HFA A3.1.1.5	HFA A3.1.1.7	m_ph_ca	Addition	0,045

BZE	Tabelle	Methoden- gruppe	Parameter	Funktion	Tabelle	Variable
BZE I	b1lb b1hup_labnr	3	60	= Tabelle 10-6	vm_humus_element_gehalte_1 vm_humus_element_vorrat_1	h_ph_ca1
BZE I	b1lb b1mbt_labnr	3	60	= Tabelle 10-6	vm_minboden_element_gehalte_1 vm_minboden_element_vorrat_1	m_ph_ca1
BZE II	b2lb b2hup_labnr	3	60	= Tabelle 10-6	vm_humus_element_gehalte_2 vm_humus_element_vorrat_2	h_ph_ca2
BZE II	b2lb b2mbt_labnr	3	60	= Tabelle 10-6Tabelle 10-5	vm_minboden_element_gehalte_2 vm_minboden_element_vorrat_2	m_ph_ca2

Für die Berechnung des Mittelwertes und der Streuung wird der arithmetische Mittelwert sowie die Standardabweichung (Standardfehler) des pH-Wertes berechnet. Die pH-Werte werden somit nicht delogarithmiert.

Für die Berechnung des Mittelwertes und der Streuung wird der arithmetische Mittelwert sowie die Standardabweichung (Standardfehler) des pH-Wertes berechnet. Die pH-Werte werden somit nicht delogarithmiert. Das arithmetische Mittel bzw. die Standardabweichung des pH-Wertes entsprechen dem geometrischen Mittel bzw. der geometrischen Standardabweichung der delogarithmierten pH-Werte (H<sup>+</sup>-Konzentration). Aufgrund der log-normal Verteilung der

H<sup>+</sup>-Konzentrationen sollten hier das geometrische Mittel und die geometrische Standardabweichung Anwendung finden und nicht das arithmetische Mittel (Normalverteilung).

Die pH-Werte werden nicht delogarithmiert für die Mittelwertbildung bei der Auswertung (aber für die Aggregation).

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 101

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-30

### 10.5.4 Effektive Austauschkapazität von Mineralbodenproben

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
5	1/4/12/16 /17/18/20	Kationenäquivalente an Aluminium, Calcium, Eisen, Kalium, Magnesium, Mangan und Natrium ( $A_{ke}$ ) im Mineralboden	Numerisch	mmolc/kg	-
5	13	Protonenäquivalente ( $A_{ke}$ ) im Mineralboden	Numerisch	mmolc/kg	-
5	67	Basensättigung ( $A_{ke}$ ) im Mineralboden	Numerisch	%	-
5	68	effektive Kationenaustauschkapazität ( $A_{ke}$ ) im Mineralboden	Numerisch	mmolc/kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm und tiefer, wenn  $pH_{H_2O} < 6,2$

BZE II: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm, wenn  $pH_{H_2O} < 6,2$

#### Methode:

**BZE I und BZE II (HFA A3.2.1.1):** Die Methode ist nur für carbonatfreie Böden geeignet. 2,5 g der bei 40 °C getrockneten gesiebten gut durchmischten Mineralbodenprobe wird mindestens 10 Stunden mit 5-8 ml 1 M  $NH_4Cl$ -Lösung in der Perkolationssäule eingeweicht. Anschließend erfolgt die möglichst 5 stündige mindestens jedoch 4-stündige Perkolation mit 100 ml 1 M  $NH_4Cl$ -Lösung (abzügl. der zum Einweichen verwendeten Lösungsmenge). Die Bestimmung der H-Konzentration erfolgt über die Bestimmung des pH-Wertes.

#### Länderspezifische Methoden:

**BZE I:** Die Methoden von Schleswig-Holstein und Bayern unterscheiden sich von BZE I und BZE II-Standardmethode in der Probenaufbereitung und der chemischen Zusammensetzung der zugesetzten Lösung. Der Austausch wird einerseits durch Perkolation andererseits durch Schüttelextraktion erreicht.

**BZE I (HFA A3.2.1.6):** 5 g der luftgetrockneten und gesiebten Mineralbodenprobe wird mit 10 ml Seesand vermischt in eine Perkolationssäule gebracht und 10-mal mit 20 ml 0,1 M  $SrCl_2$ -Lösung perkoliert (Perkulationsdauer 1 bis 3 Stunden). Anschließend wird das überschüssige Strontiumchlorid in der Perkolationssäule entfernt indem diese 6-mal mit 20 ml demin. Wasser perkoliert und das Eluat verworfen wird. Das im ersten Schritt gewonnene  $SrCl_2$ -Perkolat wird in

der gespülten Perkolationsssäule 10-mal mit je 20 ml 0,1 M  $\text{MgCl}_2$ -Lösung perkoliert. In Schleswig-Holstein fand diese Methode während der BZE I Anwendung.

**BZE I (HFA A3.2.1.7)** : 5 g der bei 105 °C getrockneten und gesiebten Mineralbodenprobe werden mit 100 ml frisch  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung versetzt 2 h mit Hilfe eines Horizontalschütteltisch geschüttelt 12-18 h stehen gelassen und erneut für 30 min geschüttelt. Anschließend wird die Suspension über einen 0,45  $\mu\text{m}$  Membranfilter filtriert und bis zur Elementbestimmung bei 4 °C aufbewahrt. In Bayern fand diese Methode während der BZE I Anwendung.

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10cm und 10-30cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine  $A_{\text{ke}}$ -Messwerte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

##### **BZE I und BZE II:**

Untersuchungen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (GAFA 2014 Methode A3.2.1.6 Anhang) zeigen anhand von 45 carbonatfreien Mineralbodenproben dass die BZE-Standardmethode zur Bestimmung der  $A_{\text{ke}}$  im Mineralboden (HFA A3.2.1.1) und die länderspezifische  $\text{SrCl}_2$ -Perkolation (HFA A3.2.1.6 SH) Ergebnisse mit engem linearen Zusammenhang und Korrelationskoeffizienten zwischen 0,94 und 0,99 liefern. Die Messung im  $\text{SrCl}_2$ -Perkolat liefert für die basischen Kationen Eisen Protonen und Mangan geringere Ergebnisse als die Standardmethode mit Abweichungen unter 10 %. Die Ergebnisse für diese Elemente werden als gleichwertig bewertet und im BZE-Bundesdatensatz nicht umgerechnet. Für Aluminium und die Kationenaustauschkapazität aus dem  $\text{SrCl}_2$ -Perkolat treten Minderbefunde von 20 % bzw. 15 % auf. Aufgrund der höheren Abweichungen werden die Ergebnisse für diese Elemente nicht als gleichwertig bewertet und im BZE-Bundesdatensatz entsprechend Tabelle 10-7 umgerechnet.

Anhand von 76 carbonatfreien Mineralbodenproben wurde die BZE-Standardmethode zur Bestimmung der  $A_{\text{ke}}$  im Mineralboden (HFA A3.2.1.1) und die  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Extraktion (HFA A3.2.1.7 BY) durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft verglichen (GAFA 2014 Methode A3.2.1.7 Anhang 1). Die Ergebnisse zeigen einen engen linearen Zusammenhang und Korrelationskoeffizienten zwischen 0,89 und 0,99. Die Messung im Extrakt liefert für die basischen Kationen geringere Ergebnisse als die Standardmethode mit Abweichungen unter 10 %. Die Ergebnisse für diese Elemente werden als gleichwertig bewertet und im BZE-Bundesdatensatz nicht umgerechnet. Für Aluminium liegen die Minderbefunde mit der Extraktion bei etwa 25 % für Eisen und Protonen bei ca. 30 % und für die Austauschkapazität bei 13 %. Aufgrund der höheren Abweichungen werden die Ergebnisse für die

sauren Kationen Protonen und die  $A_{ke}$  nicht als gleichwertig bewertet und im BZE-Bundesdatensatz entsprechend Tabelle 10-7 umgerechnet.

Datentransferfunktion:

**Tabelle 10-7: Berechnung für  $A_{ke}$  der länderspezifischen BZE I-Methoden (SH, BY) zur Anpassung an die BZE II-Methode (HFA A3.2.1.1) im Mineralboden.**

Methoden	Parameter	Parameter	Methoden	Basismethode	Tabellenspalte	Berechnung	Konstanten
16	1	Al	HFA A3.2.1.6	HFA A3.2.1.1	m_ak_al	Division	0,79
17	1	Al	HFA A3.2.1.7	HFA A3.2.1.1	m_ak_al	Division	0,76
17	12	Fe	HFA A3.2.1.7	HFA A3.2.1.1	m_ak_fe	Division	0,71
17	13	H	HFA A3.2.1.7	HFA A3.2.1.1	m_ak_h	Division	0,71
17	18	Mn	HFA A3.2.1.7	HFA A3.2.1.1	m_ak_mn	Division	0,9
16	68	$A_{ke}$	HFA A3.2.1.6	HFA A3.2.1.1	m_ak_ak	Division	0,85
17	68	$A_{ke}$	HFA A3.2.1.7	HFA A3.2.1.1	m_ak_ak	Division	0,87

Die Basensättigung wurde aufgrund deren hohen Streuung bei der Natriumbestimmung im Perkolat exklusive Natrium berechnet um bundesweit besser vergleichbar zur sein.

Zur Berechnung von  $A_{ke}$ -Gehalten (mmol/kg) in  $A_{ke}$ -Vorräte (kg/ha) wurden die in Tabelle 10-8 dargestellten Faktoren verwendet.

**Tabelle 10-8: Faktoren zur Berechnung der  $A_{ke}$ -Vorräte in kg/ha.**

Element	Wertigkeit	Atommasse [g/mol]	Faktor k [g/mmol]
Al	3	26,98	0,00899
Ca	2	40,08	0,02004
Fe	3	55,85	0,01862
H	1	1,01	0,00101
K	1	39,10	0,03910
Mg	2	24,31	0,01216
Mn	2	54,94	0,02747
Na	1	22,99	0,02299

In der Auswertungsdatenbank wurden die Ergebnisse aus der  $A_{ke}$ - und der  $A_{kt}$ -Messung zusammengefasst. Prüfkriterium ist der pH-Wert gemessen in Wasser. Liegt der pH in Wasser

über pH 6,2 dann wurden für die basischen Kationen die  $A_{k_e}$  und Basensättigung Werte aus der  $A_{k_t}$ -Messung (für die sauren Kationen und Protonen der Wert 0) sonst Werte aus der  $A_{k_e}$ -Bestimmung verwendet. Liegen keine  $A_{k_t}$ -Messungen vor wurden  $A_{k_e}$ -Messergebnisse auch bei Tiefenstufen mit pH über 6,2 verwendet.

Datenbestand:

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 101

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-33

### 10.5.5 Potentielle Austauschkapazität von Mineralbodenproben

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
6	3/4/16/17/ 20	Kationenäquivalente ( $A_{kt}$ ) an Barium, Calcium, Kalium, Magnesium und Natrium im Mineralboden	Numerisch	mmolc/kg	-
6	67	Basensättigung ( $A_{kt}$ ) im Mineralboden	Numerisch	%	
6	68	potentielle Kationenaustauschkapazität ( $A_{kt}$ ) im Mineralboden	Numerisch	mmolc/kg	

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm und tiefer wenn  $pH_{H_2O} > 6,2$  und Carbonatgehalt  $> 0,3 \%$

BZE II: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm wenn  $pH_{H_2O} > 6,2$  und Carbonate

#### Methode:

BZE I und BZE II (HFA A3.2.1.2): 2,5 g der bei 40°C getrockneten gesiebten und gut durchmischten Mineralbodenprobe wird über Nacht mit einigen Millilitern  $BaCl_2$ -Triethanolamin-Lösung in der Perkolationssäule eingeweicht. Anschließend erfolgt die möglichst 5 stündige mindestens jedoch 4-stündige Perkolation zuerst mit 50 ml  $BaCl_2$ -Triethanolamin-Lösung (pH 8,1) (abzögl. der zum Einweichen verwendeten Lösungsmenge) und anschließend mit 50 ml 0,1 M  $BaCl_2$ -Lösung (ungepuffert). Im gewonnenen Perkolat werden die Kationen Na K Ca und Mg gemessen. Um das überschüssige  $BaCl_2$  in der Perkolationssäule zu entfernen wird der Boden mit 100 ml demin. Wasser gespült und anschließend die sorbierten Ba-Ionen mit 100 ml 0,1 M  $MgCl_2$ -Lösung zurückgetauscht (Dauer mind. 4 h). Im  $MgCl_2$ -Perkolat wird Barium bestimmt. Die Methode zur Bestimmung der Kationen ist freigestellt. Aus den umgerechneten Barium-Äquivalenten ergibt sich die potentielle Austauschkapazität. Die Summe der Einzelkationenäquivalente sollte mit der  $A_{kt} \pm 10 \%$  übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall und weist der Boden geringe Na-Werten auf so ist davon auszugehen dass sich  $CaCO_3$  gelöst hat die Differenz aus  $A_{kt}$  und Summe der Einzelkationenäquivalente muss vom Calciumwert abgezogen werden. Bei hohen Na-Werten muss der lösliche Salzanteil (Konzentration löslicher Anionen  $Cl^-$  und  $SO_4^{2-}$  im 1:10 wässrigen Extrakt) von der Summe der Einzelkationenäquivalente abgezogen werden.

#### Länderspezifische Modifikationen:

#### **BZE I:**

Schleswig-Holstein: Messung aller Proben unabhängig vom pH-Wert im SrCl<sub>2</sub>-Perkolat (HFA A3.2.1.6)

Bayern: Messung aller Proben unabhängig vom pH-Wert im NH<sub>4</sub>Cl-Schüttelextrakt (HFA A3.2.1.7). Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

Brandenburg Mecklenburg-Vorpommern: Messung aller Proben unabhängig vom pH-Wert im NH<sub>4</sub>Cl-Perkolat (HFA A3.2.1.1)

Baden-Württemberg: an Proben mit pH (H<sub>2</sub>O)>6,2 wurde weder Ak<sub>e</sub>- noch Ak<sub>t</sub>-Bestimmung vorgenommen

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I – BZE II:** Die Daten der Länder Brandenburg Mecklenburg-Vorpommern und Bayern die bei der BZE I oder II nicht die Methode zur Bestimmungen der potentiellen Austauschkapazität AK<sub>t</sub> (HFA Methode A3.2.1.2) angewandt haben sind nicht vergleichbar. Es wurde NH<sub>4</sub>Cl zur Extraktion oder Perkolation verwendet; durch die saure NH<sub>4</sub>Cl-Lösung löst sich Kalk im Boden auf. Dadurch wird der austauschbare Ca- und Mg-Anteil deutlich überschätzt. Bei der schleswig-holsteinischen Methode mit SrCl<sub>2</sub> ist diese Gefahr geringer da die SrCl<sub>2</sub>-Lösung nahezu neutral ist. Allerdings wird bei der Ak<sub>t</sub>-Methode mit einer gepufferten Perkolutionslösung (pH 8,1) gearbeitet so dass auch bei der SrCl<sub>2</sub>-Extraktion von unterschiedlichen Ergebnissen auszugehen ist. Ein Methodenvergleich liegt nicht vor.

Datentransferfunktion:

Die Basensättigung wurde aufgrund deren hohen Streuung bei der Natriumbestimmung im Perkolat exklusive Natrium berechnet um bundesweit besser vergleichbar zu sein.

Zur Berechnung von Ak<sub>t</sub>-Gehalten (mmolc/kg) in Ak<sub>t</sub>-Vorräte (kg/ha) wurden die in Tabelle 10-9 dargestellten Faktoren verwendet.

**Tabelle 10-9: Faktoren zur Berechnung der Ak<sub>t</sub>-Vorräte in kg/ha.**

Element	Wertigkeit	Atommasse [g/mol]	Faktor k [g/mmol]
Ca	2	40,08	0,02004
K	1	39,10	0,03910
Mg	2	24,31	0,01216
Na	1	22,99	0,02299

In der Auswertungsdatenbank wurden die Ergebnisse aus der  $A_{k_e}$ - und der  $A_{k_t}$ -Messung zusammengefasst. Prüfkriterium ist der pH-Wert gemessen in Wasser. Liegt der pH in Wasser über pH 6,2 dann wurden für die basischen Kationen die  $A_{k_e}$  und Basensättigung Werte aus der  $A_{k_t}$ -Messung (für die sauren Kationen und Protonen der Wert 0) sonst Werte aus der  $A_{k_e}$ -Bestimmung verwendet. Liegen keine  $A_{k_t}$ -Messungen vor wurden  $A_{k_e}$ -Messergebnisse auch bei Tiefenstufen mit pH über 6,2 verwendet.

Datenbestand:

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 103

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-36

## 10.5.6 Effektive Austauschkapazität von Humusproben

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
5	1/4/12/16/17 /18/20	Kationenäquivalente an Aluminium, Calcium, Eisen, Kalium, Magnesium, Mangan und Natrium ( $A_{ke}$ ) im Humus	Numerisch	mmolc/kg	-
5	13	Protonenäquivalente ( $A_{ke}$ ) im Humus	Numerisch	mmolc/kg	-
5	67	Basensättigung ( $A_{ke}$ ) im Humus	Numerisch	%	
5	68	effektive Kationenaustauschkapazität ( $A_{ke}$ ) im Humus	Numerisch	mmolc/kg	

### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Obligatorisch für Auflage (Of,Oh)

### Methode:

**BZE II** (HFA A3.2.1.9): 1 bis maximal 2 g der bei 60 °C getrockneten gesiebten und sehr gut homogenisierten Humusprobe wird in eine mit Glasfaserfilter und Quarzsand präparierten 10 ml-Kunststoff-Einmalspritzen gebracht und an eine Perkulationsanlage angeschlossen. Vor der eigentlichen Perkulation wird die Humusprobe mit 5 ml  $BaCl_2$ -Lösung (ungepuffert) vollständig benetzt dieser Vorgang sollte maximal 1 h dauern. Danach erfolgt die 4-stündige Perkulation mit 100 ml  $BaCl_2$ -Lösung (abzügl. der zum Benetzen verwendeten Lösungsmenge). Das gewonnene Perkolat kann bis zur Analyse maximal 5 Tage bei 4 °C aufbewahrt werden. Die Bestimmung der H-Konzentration erfolgt indirekt über die Bestimmung des pH-Wertes in reiner  $BaCl_2$ -Lösung und im Perkolat. Die zugelassenen Elementbestimmungsverfahren für die Kationen und Protonen sind dem HFA Kapitel A3.2.1.9 zu entnehmen.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Rheinland-Pfalz und Thüringen: Messungen mittels BZE II-Methode (HFA A3.2.1.9) an Rückstellproben

Bayern: Messungen mittels länderspezifischer Methode (HFA A3.2.1.7)

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I – BZE II:** Erfahrungen über die Vergleichbarkeit zu anderen Methoden insbesondere den von Bayern während der BZE I verwendeten Verfahren (HFA A3.2.1.7) liegen bisher nicht vor.

Datentransferfunktion:

Die Basensättigung wurde aufgrund deren hohen Streuung bei der Natriumbestimmung im Perkolat exklusive Natrium berechnet um bundesweit besser vergleichbar zur sein.

Zur Berechnung von  $A_{k_e}$ -Gehalten (mmolc/kg) in  $A_{k_e}$ -Vorräte (kg/ha) wurden die in Tabelle 10-10 dargestellten Faktoren verwendet.

**Tabelle 10-10: Faktoren zur Berechnung der  $A_{k_e}$ -Vorräte in kg/ha.**

Element	Wertigkeit	Atommasse [g/mol]	Faktor k [g/mmol]	Tabellenspalte
Al	3	26,98	0,00899	h_v_ak_al
Ca	2	40,08	0,02004	h_v_ak_ca
Fe	3	55,85	0,01862	h_v_ak_fe
H	1	1,01	0,00101	h_v_ak_h
K	1	39,10	0,03910	h_v_ak_k
Mg	2	24,31	0,01216	h_v_ak_mg
Mn	2	54,94	0,02747	h_v_ak_mn
Na	1	22,99	0,02299	h_v_ak_na

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-38

### 10.5.7 Austauschkapazität des Bodenskeletts (A<sub>ke</sub>-Skelett)

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
8	1/4/12/16 /17/18/20	Kationenäquivalente an Aluminium, Calcium, Eisen, Kalium, Magnesium, Mangan und Natrium (A <sub>ke</sub> ) des Bodenskeletts	Numerisch	mmolc/ kg	-
8	67	Basensättigung (A <sub>ke</sub> ) des Bodenskeletts	Numerisch	%	-
8	68	effektive Kationen-austauschkapazität (A <sub>ke</sub> ) des Bodenskeletts	Numerisch	mmolc/ kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Fakultativer Parameter für Mineralboden von 30-90 cm

#### Methode:

**BZE II (HFA A3.2.1.10):** Die Methode ist nur für carbonatfreie Böden geeignet. Relevant sind Böden mit Grobodenanteilen > 15 % folgender Gesteinsgruppen - saure magmatische oder saure metamorphe Festgesteine Metapelite und Schiefer dunkle Gneise und Paragneise sowie carbonatfreie silikatische Festgesteine (ohne Tonstein). Die A<sub>ke</sub>-Bestimmung erfolgt an der Grobbodenfraktion 2-6,3 mm. Nach dem Absieben diese Fraktion erfolgt die Reinigung des Skeletts von anhaftenden Feinbodenmaterial. Dazu wird die Probe mit destilliertem Wasser versetzt und über Nacht auf einer Schüttelmaschine gewaschen ins Ultraschallbad gebracht und anschließend erneut abgesiebt (2 mm Sieb). Um später die A<sub>ke</sub> des gesamten Grobbodens (2-63 mm) zu ermitteln müssen die Massenanteile der Grobbodenfraktion > 6,3 mm (nach Möglichkeit unterteilt in die Fraktionen in 6,3-12,5; 12,5-20; 20-35 und 35-63 mm) durch Siebung bestimmt werden. Danach werden ca. 20 g der gereinigten Grobbodenprobe (2-6,3 mm) mit 100 ml einer 1 M NH<sub>4</sub>Cl-Lösung versetzt. Nach 24 Stunden wird der Überstand über einen Trichter mit Blaubandfilter filtriert. Im gewonnenen Extrakt werden die Elemente mit denen im HFA-Kapitel A3.2.1.10 zugelassenen Verfahren bestimmt. Auf die Bestimmung der Protonen wird aufgrund ihres geringen Anteils an der A<sub>ke</sub>-Skelett verzichtet. Abschließend wird die Grobbodenfraktion (2-63 mm) mit Wasser gespült bei 105 °C getrocknet und gewogen. Die Formeln zur Berechnung der A<sub>ke</sub>-Skelett sind dem HFA-Kapitel A3.2.1.10 zu entnehmen.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I-BZE II:**

Die Bestimmung der  $A_{ke}$ -Skelett erfolgte erstmals (fakultativ) während der BZE II. Ein Vergleich zwischen BZE I und BZE II ist somit nicht möglich.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-40

## 10.5.8 Organischer Kohlenstoff

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
12	38	Gehalt an organischem Kohlenstoff im Humus oder Mineralboden	Numerisch	g/kg	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage und Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorisch Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

### Methode:

**BZE I:** Zur Bestimmung der Gehalte an organischen Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) an gemahlene Humus- und Mineralbodenproben sind folgende Verfahren zugelassen:

(i) trockene Verbrennung (Wösthoff-Verfahren)

(ii) Indirektbestimmung über Glühverlustermittlung bei 550 °C: Die gemahlene Humusprobe wird bei 550 °C im Muffelofen mindestens 4h verascht. Die Massendifferenz vor und nach dem Verglühen entspricht der Masse an organischer Substanz. Der Gehalt an organischen Kohlenstoff ergibt sich aus der Multiplikation des Gehalts an organischer Substanz mit dem Faktor 1,72.

(iii) nasse Veraschung mit Kaliumdichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) und Schwefelsäure (Lichterfelder-Methode): Die gemahlene Humus- und Mineralbodenproben werden mit Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ) und Kaliumdichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) versetzt und bei 145-150°C erhitzt. Dabei wird die organische Substanz zu  $CO_2$  oxidiert und das 6-wertige gelbrote Chrom zu grün gefärbten 3-wertigem Chrom reduziert. Diese Verfärbung wird photometrisch gemessen und zeigt die Menge an oxidierten Kohlenstoff an (Schlichting et al. 1995).

(iv) Elementaranalyse mittels Elementaranalysatoren

**BZE II:** Der Gehalt an organischen Kohlenstoff wird in Humus- und Mineralbodenproben ausschließlich mittels Elementaranalysatoren bestimmt. Wahlweise als direktes Verfahren durch  $C_{ges}$ -Bestimmung nach Carbonatzerstörung mittels Salzsäure bzw. als indirektes Verfahren aus der Differenz von  $C_{ges}$  und  $C-CO_3$  oder mittels  $C-CO_3$ -Bestimmung an carbonathaltigen Böden nach trockener Veraschung.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Niedersachsen, Bremen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen und Sachsen-Anhalt: Messung von Gesamtkohlenstoff ohne zusätzlicher Carbonatbestimmung

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10cm und 10-30cm.  $C_{org}$ -Gehalte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine  $C_{org}$ -Gehalte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I-BZE II:** Bei der BZE I kamen alle 4 zugelassenen Verfahren zur Anwendung. Die Vergleichbarkeit des Wösthoff-Verfahrens der Glühverlustbestimmung und des nasschemischen Verfahrens mit Dichromat und Schwefelsäure gegenüber der Elementaranalyse (BZE II-Standardmethode) wird im Folgenden dargestellt.

Vergleich Wösthoff-Elementaranalyse:  $C_{org}$ -Gehalte bestimmt mittels Wösthoff-Verfahren bestätigen die Neumessung der Altproben mittels Elementaranalysator (Vario max Fa. Elementar). Die Wertedifferenz liegt bei 1 % (n=3; Evers et al. 2002). Die Methode kam lediglich für die carbonatfreien Humus- und Mineralbodenproben in Thüringen zur Anwendung (9 % der BZE I-Daten Humus und 5 % der BZE I-Daten Mineralboden). Die  $C_{org}$ -Gehalte nach Wösthoff-Verfahren werden als gleichwertig zu den Gehalten der Elementaranalyse eingeschätzt.

Ein Vergleich zwischen dem Verfahren der nassen Oxidation mit Kaliumdichromat/Schwefelsäure und der Elementaranalyse durchgeführt am Ökologischen Zentrallabor der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) zeigt keinen systematischen Unterschied in den Kohlenstoffgehalten zwischen beiden Analyseverfahren weder in der organischen Auflage noch im Mineralboden. Die geringeren Abweichungen die aus dem Verfahrenswechsel resultieren werden als vernachlässigbar eingestuft (Russ & Riek 2011). Die Methode kam bei Mineralbodenproben in Schleswig-Holstein bei carbonathaltigen Proben in Thüringen sowie in den Bundesländern Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zum Einsatz.

Vergleich Glühverlust-Elementaranalyse: Der Vergleich der  $C_{org}$ -Gehalte von BZE I-Messungen mittels Glühverlust (Indirektverfahren) mit Neumessungen der Altprobe mittels Elementaranalysator (Vario max. CN) zeigten um 13 % geringere Werte der Neumessung gegenüber der BZE I-Bestimmung (n=2; Evers et al. 2002). Die Methode kam lediglich für die Humusproben in Schleswig-Holstein zur Anwendung (2 % der BZE I-Daten, Humus).

Alle vier eingesetzten BZE I-Verfahren zu Bestimmung von  $C_{org}$  werden zusammenfassend als gleichwertig eingeschätzt und in die Auswertung einbezogen.

Darüberhinaus wurden in sechs Bundesländern bei der BZE I im Mineralboden nicht die Gehalte an organischem Kohlenstoff sondern lediglich die Gehalte an Gesamtkohlenstoff bestimmt.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 92,104

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-42

## 10.5.9 Carbonat

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
12	39	Carbonatgehalt im Humus oder Mineralboden	Numerisch	g/kg	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen für Auflage

Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm, wenn  $pH_{H_2O} > 6,2$  oder gekalkt

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh), wenn  $pH_{H_2O} > 5,5$

Obligatorischer Parameter Mineralboden bis 90 cm, wenn  $pH_{H_2O} > 6,2$

### Methode:

**BZE I** (HFA D31.3.1.1): Gas-volumetrische Bestimmung des Carbonatgehaltes nach SCHEIBLER.

**BZE II** (HFA D31.3.1 und D31.3.2): Volumetrische, coulometrische, elementaranalytische und gaschromatographische Bestimmung von Carbonat sind zugelassen.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern, Saarland, Brandenburg, Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt - keine Carbonatbestimmung bzw. Daten nicht rekonstruierbar

**BZE II:** Sachsen - keine Carbonatbestimmung (Böden bis 90 cm carbonatfrei).

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren

**BZE I-BZE II:** Soweit Daten zum Carbonat-Gehalt vorliegen sind diese gleichwertig.

### Datentransferfunktion:

Bfhnr 130001, 130003, 130004, 130011, 130025, 130026, 130028, 130030, 130040, 130047, 130053, 130072 Tiefe 60-90 cm Differenz aus  $C_{ges}$  und  $CCO_3 < 0$ . Land hat Einheit von  $C_{ges}$  und  $CCO_3$  bestätigt es liegt prinzipiell kein Fehler in den Daten vor. Möglicherweise sind Ungenauigkeiten in der Carbonatbestimmung die Ursache.

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 104

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-45

### 10.5.10 Gesamtstickstoff

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
12	21	Gehalt an Gesamtstickstoff im Humus oder Mineralboden	Numerisch	g/kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage und Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

#### Methode:

**BZE I:** Zur Bestimmung des Gehaltes an Gesamtstickstoff an gemahlene Humus- und Mineralbodenproben ist der Kjeldahl-Aufschluss mit photo- oder titrimetrischer N-Bestimmung oder die Elementaranalyse zugelassen.

**BZE II:** Die Bestimmung des Gehaltes an Gesamtstickstoff erfolgt an gemahlene oder nicht gemahlene Humus- und Bodenproben durch Elementaranalyse.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Die N-Gehalte der BZE I liegen für alle Proben von BZE-Punkten des Saarlands nur als auf ganze Zahlen gerundete g/kg-Werte vor.

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. Gehalte an Gesamtstickstoff aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine N-Gehalte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Ein Vergleich zwischen dem Kjeldahl-Verfahren und der Elementaranalyse durchgeführt am Ökologischen Zentrallabor der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) zeigt keinen systematischen Unterschied in den Stickstoffgehalten zwischen beiden Analyseverfahren weder in der organischen Auflage noch im Mineralboden. Die geringeren Abweichungen die aus dem Verfahrenswechsel resultieren werden als vernachlässigbar eingestuft (Russ & Riek 2011). Das Kjeldahl-Verfahren kam bei Humus- und Mineralbodenproben in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein bei der BZE I zum Einsatz.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 92,105

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-42

### 10.5.11 Phosphor

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
10/11	25	Gehalt an Phosphor im Humus oder Mineralboden	Numerisch	g/kg	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage (L, Of, Oh) und Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und Mineralboden bis 10 cm

Methode:

**BZE I:** Als Aufschlussverfahren für die Bestimmung von Phosphor an gemahlene Humus- und Mineralbodenproben sind folgende zugelassen (i) Salpetersäure-Druckaufschluss, (ii) Königswasseraufschluss, (iii) Perchlorsäureaufschluss oder (iv) Gesamtaufschluss mit Flussäurezusatz (nur Humusproben).

**BZE II (HFA A3.3.3):** Obligatorisches Verfahren zur Untersuchung von Phosphor ist der Königswasseraufschluss. Als Elementbestimmungsverfahren sind ICP-AES, ICP-MS und Spektrophotometrie zugelassen.

Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10 cm und 10-30 cm. P-Gehalte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine P-Gehalte vor.

**Tabelle 10-11: Aufschlussverfahren der BZE I zur Untersuchung von Phosphor an Proben der organischen Auflage. BL= Bundesländer. KW= Königswasseraufschluss. HFA= Kapitel im Handbuch für Handbuch für forstliche Analytik.**

BL	Methode BZE I	HFA	Datenbereitstellung BZE I
BW	HCl-Aufschluss	-	nicht bereitgestellt
BY	Königswasseraufschluss nicht HFA-konform	-	KW nicht HFA-konform
BE	-	-	-
BB	Königswasseraufschluss	A.3.3.3	KW
HB	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß	A.3.3.4	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß
HH	Methode unbekannt	-	nicht bereitgestellt
HE	Königswasseraufschluss	A.3.3.3	KW

BL	Methode BZE I	HFA	Datenbereitstellung BZE I
MV	Königswasseraufschluss, Gesamtaufschluss mit HF und H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A.3.3.3 A.3.3.6	KW
NI	Königswasseraufschluss	A.3.3.3	KW
NW	Königswasseraufschluss und HNO <sub>3</sub> -/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -/HCl-Mikrowellendruckaufschluss	A.3.3.3 -	KW
RP	Königswasseraufschluss und HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß nicht HFA-konform	A.3.3.3 -	KW mit Ausnahme von: 70005, 700053, 70059, 70077 hier HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluss nicht HFA-konform
SL	keine Analyse	-	keine Daten
SN	Königswasseraufschluss HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß	A.3.3.3 A.3.3.4	KW mit Ausnahme von: 140021, 140089, 140102, 140175, 140187, 140234, 140252 hier HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluss
ST	Königswasseraufschluss	A.3.3.3	KW
SH	Königswasseraufschluss und HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß	A.3.3.3 A.3.3.4	KW mit Ausnahme von: 10007 10024 L+Of 10033 L+Of 10037 L+Of 10042 hier HNO <sub>3</sub> - Druckaufschluss
TH	Königswasseraufschluss nicht HFA-konform	-	KW

Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

**Tabelle 10-12: Aufschlussverfahren der BZE I zur Untersuchung von Phosphor an Mineralbodenproben. BL= Bundesländer. KW= Königswasseraufschluss. HFA= Kapitel im Handbuch für Handbuch für forstliche Analytik.**

BL	Methode BZE I
BW	HCL-Aufschluss
BY	nach Veraschung VDLUFA 1991 2.4.3.1 photometrische Bestimmung, Citronensäure-Extrakt HFA A.3.2.3.4
BE	Königswasser HFA A3.3.3
BB	HF-Aufschluss nach Behm 1964
HE	Königswasser HFA A3.3.3
MV	HF-Aufschluss nach Behm 1964
NI+HB	Königswasser, HFA A3.3.3
NW	HNO <sub>3</sub> -/HCl-Mikrowellendruckaufschluss
RP	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluss nicht HFA-konform
SL	Königswasser HFA A3.3.3
SN	Königswasser HFA A3.3.3, HNO <sub>3</sub> -Druck HFA A.3.3.4
ST	Königswasser HFA A3.3.3
SH+HH	Salpetersäure Druckaufschluss (Mikrowelle) mit Ascorbinsäure und Natronlauge
TH	Königswasser HFA A3.3.3

Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI+HB: Niedersachsen und Bremen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH+HH: Schleswig-Holstein und Hamburg; TH: Thüringen.

## **BZE II:** keine länderspezifische Abweichungen

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Untersuchungen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (HFA 2014 Methode A3.3.4 Anhang 1) zeigen anhand von 200 Humus- und 550 Mineralbodenproben dass der Königswasser- und Salpetersäure-Druckaufschluss unabhängig vom Material Ergebnisse mit engem linearen Zusammenhang und Korrelationskoeffizienten von 0,97 liefern. Bei Mineralbodenproben sind die Streuungen etwas größer als bei Humusproben außerdem treten einzelne Standorte mit höheren Abweichungen auf. Die P-Gehalte aus der Messung mit Königswasser- und Salpetersäure-Druckaufschluss werden als gleichwertig bewertet.

### Datentransferfunktion: ---

### Datenbestand:

**BZE I:** Phosphorgehalte der organischen Auflage liegen für alle Bundesländer, mit Ausnahme vom Saarland vor. Für die Auswertung wurden die P-Gehalte aus Baden-Württemberg, Hamburg und Berlin nicht berücksichtigt, da die angewendeten Aufschlussmethoden unbekannt sind, bzw. keine abschließende Beurteilung der Vergleichbarkeit mit Königswasser- bzw. Salpetersäure-Druckaufschluss vorliegen. Phosphorgehalte im Mineralboden liegen für alle Bundesländer vor. Vergleichend ausgewertet wurden lediglich die Gehalte aus Königswasser- bzw. Salpetersäure-Druckaufschluss (siehe Tabelle 10-12).

**BZE II:** Phosphorgehalte der organischen Auflage und der oberen Tiefenstufen des Mineralbodens liegen für alle Bundesländer vor.

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 92,105

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-48

## 10.5.12 Teilaufschluss

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
10/11	1/4/12/16/ 17/18/20/2 8	Gehalt an Nährelementen im Humus oder Mineralboden aus Teilaufschluss	Numerisch	g/kg	-
10/11	2/5/8/9/14 /23/26/36	Gehalt an Schwermetallen im Humus oder Mineralboden aus Teilaufschluss	Numerisch	mg/kg	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Al, Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Pb, Zn: Obligatorischer Parameter für Auflage

BZE II: Al, Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, S, Pb, Zn: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh)

Al, As, Ca, Cd, Cr, Cu, Hg, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, S, Pb, Zn: Obligatorischer Parameter für Mineralboden 0-5 und 5-10 cm<sup>25</sup>

### Methode:

**BZE I:** Als Verfahren für die Bestimmung der Nährelemente und Schwermetalle an gemahlene Humus- und Mineralbodenproben waren bis 1993 folgende zugelassen (i) Salpetersäure-Druckaufschluss (ii) Königswasseraufschluss (iii) Perchlorsäureaufschluss oder (iv) Gesamtaufschluss mit Flussäurezusatz. Die begleitend zur BZE I durchgeführte Ringanalyse (1992) hat gezeigt dass die oben genannten zugelassenen Aufschlussverfahren für Humusproben mit Standardabweichungen bis zu 35 % und Spannen bis 160 % keine bundesweit vergleichbaren Ergebnisse liefern und dementsprechend nur eingeschränkt bundesweit ausgewertet werden können. Um die Vergleichbarkeit der Elementgehalte auf Bundesebene und die Vergleichbarkeit zwischen Erst- (BZE I) und Folgeinventur (BZE II) zu gewährleisten wurden die BZE I-Rückstellproben mittels Königswasseraufschluss nach HFA A3.3.3 aufgeschlossen und nachanalysiert. Tabelle 10-13 zeigt der Vollständigkeit halber welche Aufschlussverfahren original in den einzelnen Bundesländern angewendet wurden. Die Methodenbeschreibung zum Königswasseraufschluss nach HFA A3.3.3 ist den folgenden Ausführungen zur BZE II-Methode zu entnehmen.

<sup>25</sup> Die Proben des Mineralbodens bis 10 cm Tiefe wurden hinsichtlich der Schwermetalle von der BGR untersucht. An ausgewählten Proben wurde zusätzlich horizontbezogen beprobt.

**BZE II** (HFA A3.3.3): Königwasseraufschluss nach HFA A3.3.3. Die zulässigen Elementbestimmungsverfahren sind im Teil D des HFA (2014) elementspezifisch aufgelistet.

Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** Im Bundesland Saarland war es nicht möglich eine Nachanalyse der BZE I-Altproben mittels Königwasseraufschluss durchzuführen da kein Rückstellprobenmaterial des Auflagehumus verfügbar war. Hier liegen für die BZE I deshalb lediglich Ergebnisse aus dem HNO<sub>3</sub>-Druckaufschluss vor.

BW: die Proben von 106 (34 %) der 308 Standorte wurden mittels Königwasseraufschluss analysiert der Rest mit HNO<sub>3</sub>-Aufschluss unter Rückfluss.

TH, BY: Königwasseraufschluss nicht HFA-konform

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10cm und 10-30cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

**Tabelle 10-13: Übersicht der Originalverfahren BZE I im Humus zur Analyse der Nährelemente und Schwermetalle pro Bundesland.**

Bundesland	Methode
BW	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß mit Rückfluss nicht HFA-konform
BY	Königwasseraufschluss nicht HFA-konform
BE	-
BB	HF-Aufschluss nach Behm
HB	-
HH	Röntgenfluoreszenzanalyse
HE	Königwasseraufschluss (A.3.3.3)
MV	HF-Aufschluss nach Behm
NI	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß (A.3.3.4)
NW	HNO <sub>3</sub> -/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -/HCl-Mikrowellendruckaufschluss
RP	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß nicht HFA-konform
SL	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß (A.3.3.4)
SN	HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß (A.3.3.4)
ST	Gesamtaufschluss mit HNO <sub>3</sub> /HF nicht HFA-konform (Hauptelemente) HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß (Schwermetalle Humus) A.3.3.4 HNO <sub>3</sub> -Druckaufschluß nicht HFA-konform (Schwermetalle Mineralboden)
SH	Gesamtaufschluss mit HNO <sub>3</sub> /HF mit Mikrowelle (A.3.3.2)
TH	Königwasseraufschluss nicht HFA-konform

Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Vergleichbar sind alle Daten aus Königswasseraufschlüssen mit Ausnahme der Kalium-Werte. Wie Untersuchungen des Labors der NW-FVA (König N. Schönfelder E. und Blum U. 2013) zeigen sind die im Königswasserextrakt gemessenen Kalium-Konzentrationen stark von der Probenaufbereitung speziell vom Grad der Mahlung abhängig. Werden die Proben sehr fein gemahlen liegen die gemessenen Konzentrationen bis zu einem Faktor von 2 höher als die Messungen von weniger intensiv gemahlten Proben. In der Auswertung der Messungen der bei der BZE II von allen Labors mitgeführten Standardmaterialien (König N. Schönfelder E. und Blum U. 2013) wird deshalb festgestellt dass die Kalium-Werte des Königswasseraufschlusses bundesweit nicht vergleichbar sind.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 92

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-48

### 10.5.13 Gesamtaufschluss

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
9	1/4/12/16/ 17/18/20/2 8	Gehalt an Nährelementen im Humus oder Mineralboden aus Gesamtaufschluss	Numerisch	g/kg	-
9	2/5/8/9/14 /23/26/36	Gehalt an Schwermetallen im Humus oder Mineralboden aus Gesamtaufschluss	Numerisch	mg/kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Al, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb, Zn – Obligatorischer Parameter für Auflage (in Alternative zum Teilaufschluss)

BZE II: fakultativ für eine Tiefenstufe des Oberbodens bis 10 cm (idealerweise 5-10 cm) und einer Tiefenstufe des Unterbodens ab 10-90 cm

#### Methode:

**BZE I.** Als Verfahren für die Bestimmung der Nährelemente und Schwermetalle an gemahlene Humus- und Mineralbodenproben waren bis 1993 folgende zugelassen (i) Salpetersäure-Druckaufschluss (ii) Königswasseraufschluss (iii) Perchlorsäureaufschluss oder (iv) Gesamtaufschluss mit Flussäurezusatz. Lediglich der Aufschluss mit Flußsäurezusatz ist den Gesamtaufschlüssen zuzurechnen.

**BZE II (HFA A3.3.1):** Beim Salpetersäure/Flusssäure-Aufschluss wird die oxidierende Wirkung der Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) mit der silikatlösenden Wirkung der Flusssäure (HF) kombiniert. Organische und mineralische Bestandteile werden bis auf sehr spezielle Minerale (z.B. Zirkon) vollständig aufgeschlossen. Dazu werden 200 mg der getrockneten gesiebten und gemahlene Probe mit 4 ml konz. HNO<sub>3</sub>- und 2 ml HF-Säure (Humus) bzw. 2 ml konz. HNO<sub>3</sub>- und 2 ml HF-Säure (Mineralboden) versetzt die Proben in einen Aufschlussblock gebracht und langsam (innerhalb 1h) auf 175°C hochgeheizt. Sechs Stunden verbleibt der Aufschluss bei diesen Temperaturen und wird anschließend bei maximal 120°C fast bis zur Trockne abgeraucht. Der Abrauch-Rückstand wird mit 2 ml konz. HNO<sub>3</sub>-Säure und 15 ml H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> versetzt in einem Aufschlussblock gebracht und bei 150°C 1 h erwärmt und so in Lösung gebracht.

#### Länderspezifische Modifikationen: ---

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren

BZE I und BZE II: Zwei Bundesländer führten während der BZE I den Gesamtaufschluss mit Flusssäurezusatz durch (siehe Tabelle 10-13) diese Länder haben jedoch keine Daten im Rahmen der BZE II für den Gesamtaufschluss geliefert. Ein Vergleich zwischen BZE I und BZE II ist somit für kein Bundesland möglich.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 92

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-52

Zur Vergleichbarkeit von Königswasser- und Gesamtaufschlüssen GAFA (2014), Methode A3.3.3  
Anhang 1

### 10.5.14 Wässriger 1:2 Extrakt

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
50	1/4/6/10/1 2/13/16/17 /18/20/21/ 22/24/25/2 7/28/30/14 0/141/142/ 143	Konzentration von Anionen und Kationen in der Bodenlösung an gestörten Mineralbodenproben	Numerisch	mg/l	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Mineralboden 30-60 und 60-90 cm

BZE II: NO<sub>3</sub>: Obligatorischer Parameter für Mineralboden 60-90 cm (wenn nicht möglich dann 30-60 cm); andere Elemente: fakultativer Parameter

#### Methode:

**BZE I und BZE II** (HFA A3.2.2.1): Die getrockneten und gesiebten Bodenproben werden im Gewichtsverhältnis 1:2 mit H<sub>2</sub>O (demin) verrührt. Nach 24 h (zeitweise gut durchgerührt mind. 5-mal) bei Raumtemperatur wird die Suspension über einen Schwarzbandfilter gegeben und anschließend membranfiltriert ( $\emptyset$  0,45  $\mu$ m). Die Methode ist lediglich für N-arme Unterböden geeignet da es bei Horizonte mit Humusanreicherung (Ah, Aeh, Ahe, Bh, Bsh) infolge der Probentrocknung zur N-Mobilisierung kommt. Die Elementbestimmung sollte sofort nach Herstellung der Suspension spätestens jedoch nach einer Woche Lagerung (4°C) erfolgen.

#### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I: SH:** modifizierte BZE I-Methode mit Zentrifugation und Filtration durch einen Faltenfilter

BB, SN, MV, TH: keine Bestimmung im 1:2-Extrakt

Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0-10cm und 10-30cm. Gehalte und pH-Werte aus 0-10 cm wurden auf 0-5 cm und 5-10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenchemischen und -physikalischen Messwerte vor.

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren

**BZE I und BZE II:** Die Konzentrationen aus dem 1:2 Extrakt soll die Eigenschaften der Bodenlösung unterhalb des Wurzelraumes abbilden. Schlotter (2009) zeigt dass der 1:2 Extrakt die realen

Konzentrationen von Na, Ca, Mg, K, und Al in der Bodenlösung nicht ausreichend gut abbildet und schwer interpretierbar sind. Die Konzentrationen von  $\text{NH}_4\text{-N}$  sind nicht vergleichbar mit unverdünnten Methoden. Gründe sind vermutlich die Aggregat-Veränderungen durch Trocknung und Probenvorbereitung die z.B. zu einer stark überhöhten DOC- Konzentration sowie das weite Boden-Lösungs-Verhältnis. Hinzu kommt dass alle Elemente außer  $\text{NO}_3\text{-N}$  nur fakultativ zu bestimmen waren und die Ergebnisse der Ringanalysen zeigen dass bei der Bestimmung der Konzentrationen von Kationen im 1:2 Extrakt hohe Standardabweichungen auftreten. Die Reproduzierbarkeit von Labor zu Labor ist eingeschränkt. Nach bundesweiten Beschluss (BL-AG-BZE 2009) werden deshalb im Rahmen der BZE lediglich Nitrat, Chlorid und Sulfat ausgewertet. Die Anionen werden aufgrund ihrer Bedeutung zur Abschätzung der Pufferkapazität des Bodens (Auswaschung von Sulfat und Nitrat inklusiver Begleitkationen mit dem Sickerwasser) ausgewertet. Für die  $\text{NO}_3$ -Konzentrationen im 1:2-Extrakt gibt es eine gute Korrelation zu den Werten aus der Bodenlösung (Saugkerzen) nach Standardisierung der Messwerte auf das Wasser-Bodenverhältnis feldfrischer Proben (Evers et al. 2002). Da dieses Wasser-Boden-Verhältnis am BZE-Standort nicht erhoben wird, werden die Nitratkonzentrationen auf Feldkapazität bezogen. Für Chlorid- und Sulfat erfolgt keine Berechnung auf Feldkapazität. Die Vergleichbarkeit ist gegeben für die auswertbaren Parameter Nitrat, Sulfat und Chlorid.

Datentransferfunktion: Nitratkonzentrationen werden auf nutzbare Feldkapazität bezogen.

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 106

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-54

### 10.5.15 Oxalat-Extrakt zur Bestimmung des reaktiven Fe und Al

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
60	1/12	Gehalt an Aluminium und Eisen im Oxalat-Extrakt	Numerisch	mg/kg	-

Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Fakultativer Parameter für Mineralboden bis 80 cm an BioSoil-Punkten

Methode:

**BZE II** (HFA 3.2.3.1): 1 g der getrockneten und gesiebten Mineralbodenprobe wird mit 50 ml 0,2 M Ammoniumoxalat-Lösung versetzt, vier Stunden geschüttelt und der Überstand zentrifugiert. In der überstehenden klaren Lösung werden die Gehalte an Fe und Al bestimmt. Die zugelassenen Elementbestimmungsverfahren sind dem HFA (2014) Teil D zu entnehmen.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmung des reaktiven Eisens und Aluminiums erfolgte erstmals fakultativ an den Biosoil-Punkten. Ein Vergleich zwischen BZE I und BZE II ist somit nicht möglich.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-56

## 10.6 Bodenphysikalische Untersuchungsmethoden

Im folgenden Kapitel sind die Parameter die im Rahmen der laboranalytischen Untersuchung erhoben werden, dargestellt. Der Steckbrief der Parameter beziehungsweise Parametergruppen ist - abweichend von den im Kapitel 1.2 dargestellten Ausführungen - nach folgenden Konventionen aufgebaut:

Die Statustabelle enthält die Angaben zur technischen Spezifikation des Parameters in der BZE-Bundesdatenbank:

- Methodengruppe: Codierung der Methodengruppe in der Labordatenbank (siehe Kapitel 10.2)
- Parameter: Codierung der Parameter in der Labordatenbank
- Beschreibung: Definition der Methodengruppe und Parameter
- Typ: Datentyp der Parameter
- Einheit: Maßeinheit der Parameter
- Codetabelle Bundesdatenbank: Name der Verschlüsselungstabelle

Es folgen die methodischen Spezifikationen (Erläuterungen siehe Kapitel 1.2):

- Aufnahmezustand
- Methode
- Länderspezifische Modifikationen
- Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren
- Datentransferfunktion
- Datenbestand
- Tabellen
- Literatur

## 10.6.1 Wassergehalt

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
70	71	Wassergehalt der Humus- oder Mineralbodenprobe getrocknet bei 105°C	Numerisch	Masse-%	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Fakultativer Parameter für Auflage und Mineralboden <sup>26</sup>

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh) und fakultativ für Mineralboden

### Methode:

**BZE I und BZE II** (HFA 2.1): Die bei 60°C getrockneten Humusproben beziehungsweise bei 40°C getrockneten Mineralbodenproben werden bei 105 °C bis Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet um den Restwassergehalt der Proben zu bestimmen. Aus dem Wassergehalt wird letztlich ein Korrekturfaktor berechnet mit Hilfe dessen die Elementgehalte (z.B. Königswasser) auf absolut trockene Substanz umrechnen werden können.

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmung des Wassergehaltes einer Humus- bzw. Mineralbodenprobe dient in erster Linie zur Berechnung der Elementgehalte auf absolut trockene Proben. Ob die Elementgehalte der BZE I auf absolut trocken umgerechnet wurden ist nicht abschließend zu rekonstruieren. In der Arbeitsanleitung der BZE I wurde die Bestimmung des Wassergehaltes und die Berechnung der Analyseergebnisse auf absolut trocken für Humus- und Mineralbodenproben als verzichtbar deklariert. Die Differenz zwischen vorgetrockneten und absolut trockenen Proben wird für Mineralboden auf rund 3 % geschätzt und ist somit im Vergleich zur Streuung bei der Probenahme vernachlässigbar (BML 1994). Für Humusproben kann die Differenz jedoch bis zu 10 % betragen. Deshalb wird hier der Wassergehalt auch in der Regel berücksichtigt. Bei den Elementgehalten der BZE II wird davon ausgegangen dass der Wassergehalt bereits im Labor

<sup>26</sup> In der BZE I-Arbeitsanleitung (BML 1994) wird der Parameter Wassergehalt für Humus- und Mineralbodenproben aufgeführt. Die Umrechnung der Elementgehalte auf absolut trocken wird jedoch als verzichtbar bewertet. Somit ist den Bundesländern die Bestimmung des Wassergehaltes und des Umrechnungsfaktors freigestellt.

berücksichtigt wurde und die Gehalte umgerechnet auf absolut trocken an das Thünen-Institut in Eberswalde geliefert wurden. Eine nachträgliche Berechnung am Thünen-Institut erfolgte nicht.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 89, 95

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-9, X-14

## 10.6.2 Humusvorrat

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
90	120/125	Vorrat der organischen Auflage	Numerisch	t/ha	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Auflage (L, Of, Oh)

BZE II: Obligatorischer Parameter für Auflage (Of, Oh)

### Methode:

**BZE I** (HFA 2.4): Die auf einer definierten Fläche entnommene Humusprobe wird bei 60°C getrocknet und gewogen. Aus dem Quotienten der Masse zur Fläche ergibt sich der Humusvorrat gesamt.

**BZE II** (HFA 2.6): Die auf einer definierten Fläche (Stechzylinder Stechrahmen) entnommene Humusprobe wird bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Teilfraktion größer 2 cm wird händisch oder mittels 20 mm-Sieb vom restlichen Teil der Probe getrennt. Der Quotient aus Masse < 2 cm bzw. Masse > 2 cm und der Entnahmefläche ergibt den Humusvorrat < 2 cm und den Humusvorrat > 2 cm (organischer Rest). Die Summe beider Vorräte entspricht dem Humusvorrat gesamt.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE II:** Schleswig-Holstein, Hamburg, Hessen, Brandenburg, Sachsen, Thüringen: keine Bestimmung der Humusvorräte < 2 cm und > 2 cm

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren

**BZE I und BZE II:** Infolge der Änderung der Probenahmenvorschrift der BZE II gegenüber der Erstinventur (Kapitel 5.1) ist davon auszugehen dass der Parameter Humusvorrat gesamt der BZE I und BZE II unterschiedliche Fraktionen der Humusaufgabe beschreiben. Bei der BZE I-Probenahme verblieben Äste und Zapfen im Feld wogegen bei der BZE II die gesamte Probe entnommen wurde. Da Äste und Zapfen tendenziell größer als 2 cm sind, wird folglich angenommen dass der Parameter Humusvorrat gesamt der BZE I am ehesten dem Parameter Humusvorrat < 2 cm der BZE II gleich zu setzten ist. Alle Vorratsberechnungen werden deshalb unter Verwendung von Humusvorrat gesamt der BZE I und mit Humusvorrat < 2 cm für die BZE II vorgenommen. Für sechs Bundesländer (siehe länderspezifische Modifikationen) lagen keine

Humusvorräte < 2 cm vor, in diesen Fällen wurden die Humusvorräte gesamt der BZE II verwendet.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 88

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-10

### 10.6.3 Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
18	29, 31, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52	Masse-Prozentanteil der jeweiligen Feinbodenfraktion	Numerisch	Masse-%	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm, Ton-, Schluff-, Sandfraktion; Unterfraktionen fakultativ

#### Methode:

**BZE I:** Bei der BZE I war die laboranalytische Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nicht vorgesehen.

**BZE II:** Die Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens kann mittels Fingerprobe, Sedimentationsanalyse nach KÖHN, Laserbeugungs- oder Röntgenabsorptionsmethode bestimmt oder aus der Bodenart abgeleitet werden. Zusätzlich dazu ist die Verwendung von Messwerten aus BZE I möglich.

**Sedimentationsanalyse nach KÖHN (HFA 2.5):** Im Regelfall werden 10 g der getrockneten und auf 2 mm gesiebten Mineralbodenprobe eingewogen. Vor der Dispergierung müssen Proben die mehr als 0,2 Masse-% organische Substanz enthalten mittels H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung behandelt werden um die organische Substanz aus der Probe zu entfernen. Carbonatische Proben werden mittels HCl-Lösung vorbehandelt um carbonatische Bestandteile zu zerstören. Die Carbonatzerstörung ist verbindlich. Proben die nachweislich Gips oder lösliche Salze enthalten (elektrische Leitfähigkeit > 40 mS/m) werden mit H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> gespült bis die elektrische Leitfähigkeit unterhalb von 40 mS/m liegt. Die Zerstörung von Eisen und Aluminiumoxiden ist nicht vorgesehen. Nach der Vorbehandlung wird die Probe mit 25 ml Dispergierungslösung versetzt nach 15 min mit 200 ml H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> aufgefüllt und 12 – 18 h in einer Überkopfschüttelmaschine gründlich durchmischt. Am Folgetag wird die Sandfraktion über dem Sedimentationszylinder durch ein 63 µm maschiges Sieb abgetrennt. Die Trennung der Grob- Mittel- und Feinschluff- sowie der Tonfraktion erfolgt über die Köhn-Pipetten-Apparatur nach vorgeschriebenen Sedimentationszeiten. Alle Teilproben werden in Abdampfschlaen bei 105 – 110 °C bis Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.

Ermittlung der Korngrößenverteilung aus der Bodenart: Die Korngrößenverteilung kann näherungsweise aus der Bodenart abgeleitet werden. Dabei ist jeweils das für die ursprüngliche Bestimmung der Bodenart verwendete Korngrößendreieck zu verwenden (z.B. KA 3, KA 4, KA 5). Angegeben wird der Klassenmittelwert der Ton-, Schluff- und Sandgehalte der jeweiligen Bodenart, der sich aus dem Körnungsdreieck ergibt.

**Laserbeugungsmethode** (HFA 2.9): Im Regelfall werden 10 g der getrockneten und auf 2 mm gesiebten Mineralbodenprobe eingewogen. Vor der Dispergierung müssen Proben die mehr als 0,2 Masse-% organische Substanz enthalten mittels H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung behandelt werden um die organische Substanz aus der Probe zu entfernen. Proben die nachweislich Gips oder lösliche Salze enthalten (elektrische Leitfähigkeit > 40 mS/m) werden mit H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> gespült bis die elektrische Leitfähigkeit unterhalb von 40mS/m liegt. Die Entfernung von Carbonaten sowie Eisen- und Aluminiumoxiden ist fakultativ. Nach der Vorbehandlung wird die Probe mit 25 ml Dispergierungslösung versetzt nach 15 min mit 200 ml H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> aufgefüllt und mindestens 6 h in einer Überkopfschüttelmaschine gründlich durchmischt. Die Fraktionierung der Sandfraktion erfolgt durch Nasssieben mit einer Maschenweite von 0,63; 0,20 und 0,063 mm. Die Suspension mit der Fraktion < 0,063 mm wird anschließend im Lasergerät analysiert. Korrekturen und Berechnungen sind entsprechend den Ausführungen des HFA A2.9 Abschnitt 7.f (GAFA 2014) durchzuführen.

**Röntgenabsorptionmethode** (HFA 2.10): Im Regelfall werden 20 g der getrockneten und auf 2 mm gesiebten Mineralbodenprobe eingewogen. Vor der Dispergierung müssen Proben die mehr als 0,2 Masse-% organische Substanz enthalten mittels H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung behandelt werden um die organische Substanz aus der Probe zu entfernen. Carbonatische Proben werden mittels HCl-Lösung vorbehandelt um carbonatische Bestandteile zu zerstören. Die Carbonatzerstörung ist verbindlich. Die Zerstörung von Eisen und Aluminiumoxiden ist nicht vorgesehen. Nach der Vorbehandlung wird die Probe mit Dispergierungslösung versetzt nach 15 min mit H<sub>2</sub>O<sub>demin</sub> aufgefüllt und 12 – 18 h in einer Überkopfschüttelmaschine gründlich durchmischt. Die Gewinnung der Sandfraktionen (> 0,063 mm) erfolgt durch Siebung. Die Fraktion < 0,063 mm wird gefriergetrocknet und mit Hilfe des Röntgen-Granulometers bestimmt.

Länderspezifische Modifikationen:

**Tabelle 10-14: Übersicht über die im Rahmen der BZE I und BZE II angewendeten Methoden zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens.**

Bundesland	Methode BZE I	Methode BZE II
BW	Bodenart	Laser HFA 2.9; Carbonatzerstörung auch bei carbonatfreien Proben
BY	Bodenart	Köhn
BE	Bodenart	Köhn
BB	Bodenart	Köhn
HB	Bodenart	Bodenart aus BZE II

Bundesland	Methode BZE I	Methode BZE II
HH	Bodenart	Köhn, Carbonatzerstörung auch bei carbonatfreien Proben
HE	Bodenart	Köhn, keine Carbonatzerstörung bei carbonathaltigen Proben
MV	Bodenart Teildatensatz - Köhn	Köhn
NI	Bodenart	Bodenart aus BZE II
NW	Bodenart Teildatensatz - Köhn	Verwendung der BZE I-Köhn-Messdaten, keine Carbonatzerstörung, keine Humuszerstörung
RP	Bodenart	Köhn
SL	Bodenart	Köhn
SN	Bodenart	Köhn
ST	Bodenart	Bodenart aus BZE II
SH	Bodenart Teildatensatz - Köhn	Köhn, Carbonatzerstörung auch bei carbonatfreien Proben
TH	Bodenart	Köhn

Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

**BZE I:** Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern (Teildatensatz) - analytische Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung mittels Köhn

**BZE II:** Brandenburg: unvollständiger Datensatz für Korngrößenanalyse in 0 – 5 cm und 5 – 10 cm Tiefe.

Niedersachsen, Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt: keine analytische Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung

Hessen: keine Carbonatzerstörung bei carbonathaltigen Proben

Schleswig-Holstein, Hamburg, Baden-Württemberg: Carbonatzerstörung auch bei carbonatfreien Proben

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Wie Ergebnisse der Ringanalyse (2007) zeigen werden in carbonathaltigen Proben bei fehlender oder unvollständiger Carbonatzerstörung die Grobschlufffraktion über- und die Tonfraktion unterschätzt da Carbonate kleinere Teilchen der festen Bodenmatrix zu größeren Aggregaten verkitten können. Eine abschließende Bewertung ob Proben mit und ohne Carbonatzerstörung vergleichbar sind steht derzeit noch aus.

Datentransferfunktion:

Um die Vergleichbarkeit der Laser-Methode (HFA A2.9) und der Köhn-Methode (HFA A2.5) herzustellen, wurden die Daten aus der Lasermessung mit Hilfe von Korrekturfaktoren umgerechnet (GAFA 2014, A2.9 Abschnitt 7.f4). Die Korrektur wurde durch Baden-Württemberg im Vorfeld der Datenlieferung an das Thünen-Institut vorgenommen.

Im Nachhinein erfolgte die Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung für die BZE I anhand der Abschätzung aus der Bodenart.

Für die oben genannten Bundesländer (Niedersachsen, Bremen, Sachsen-Anhalt) die auf eine analytische Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung bei der BZE II verzichtet haben wird die mittlere Korngrößenverteilung aus der tiefenstufenspezifischen Ansprache der Bodenart am Profil abgeleitet. Für Nordrhein-Westfalen werden die Korngrößenanalysedaten der BZE I übernommen.

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-16

## 10.6.4 Trockenrohdichte des Gesamtbodens

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
15	110	Trockenrohdichte des Gesamtbodens	Numerisch	g/cm <sup>3</sup>	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm Tiefe (ab 30 cm sind abgeleitet Werte möglich)

### Methode:

**BZE I und BZE II** (HFA A2.2/2.7): Zur Bestimmung der Trockenrohdichte des Gesamtbodens (TRD<sub>ges</sub>) werden ungestörte Bodenproben mittels Stechzylinder (SZ) entnommen. Das Bodenmaterial wird anschließend bei 105 °C mindestens 16 h bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Der Quotient aus Trockenmasse und Volumen des Entnahmegärts ergibt die TRD<sub>ges</sub>.

Bei der BZE II war die Fortschreibung der BZE I-Messwerte möglich. Außerdem war ab 30 cm Bodentiefe die Schätzung der TRD<sub>ges</sub> zulässig.

### Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:** TH: keine bodenphysikalische Probenahme

**BY:** Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0 - 10 cm und 10 - 30 cm. TRD und GBA von 0 – 10 cm wurden auf 0 – 5 cm und 5 – 10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenphysikalischen Messwerte vor.

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die BZE I- und BZE II-Methode unterscheidet sich nicht. Die Ergebnisse für BZE I und BZE II sind vergleichend auswertbar.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 97

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-22

### 10.6.5 Trockenrohdichte des Feinbodens und Feinbodenvorrat

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
15	100	Trockenrohdichte des Feinbodens	Numerisch	g/cm <sup>3</sup>	-
15	103	Feinbodenvorrat	Numerisch	t/ha	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm

BZE II: Obligatorischer Parameter für Mineralboden bis 90 cm (ab 30 cm sind abgeleitet Werte möglich)

#### Methode:

**BZE I** (HFA 2.3): Je nach Grobbodenanteil (GBA) kommen zwei verschiedene Varianten zum Einsatz: **(i)** Bei homogenen (skelettarmen) Bodenverhältnissen werden ungestörte Bodenproben mittels Stechzylinder entnommen und bei 105 °C getrocknet. Im Anschluss werden größere Steine händisch aussortiert die restliche Bodenprobe mit einem Backenbrecher vorzerkleinert (fakultativ) und durch ein 2 mm Sieb abgesiebt. Der Siebrückstand wird gespült um Verklumpungen aufzulösen. Die handverlesenen Steine werden zusammen mit dem Siebrückstand bei 105 °C getrocknet und anschließend gewogen. Durch Einbeziehung des Grobbodenanteils aus den Stechzylindern wird der Feinbodenvorrat auf Basis der  $TRD_{ges}$  berechnet. **(ii)** Bei skelettreichen Bodenverhältnissen kommt ein kombiniertes Verfahren aus Stechzylinderentnahme und Schätzung des Grobbodenanteils am Profil zur Anwendung. Dabei erfolgten die Stechzylinderentnahme und die Bestimmung des Grobbodenanteils wie oben beschrieben. Der Quotient aus Masse des Feinbodens und dem Volumen des Feinbodens ergibt die Trockenrohdichte des Feinbodens. Als Dichte des Grobbodens ( $D_{GB}$ ) wird für unverwittertes Festgestein der Standardwert 2,65 g/cm<sup>3</sup> empfohlen. Für angewitterte Gesteine und spezielle geologische Bildungen (z.B. Bims) sind Messungen der  $D_{GB}$  erforderlich. Durch Einbeziehung des am Profil geschätzten Grobbodenanteils wird der Feinbodenvorrat auf Basis der Trockenrohdichte des Feinbodens ( $TRD_{FB}$ ) berechnet. Die Formeln zur Berechnung sind dem HFA A2.3 zu entnehmen.

**BZE II** (HFA A2.8): Die Trockenrohdichte wird bei der BZE II obligatorisch an allen BZE-Punkten für die Tiefenstufen 0 - 5 cm, 5 - 10 cm sowie 10 - 30 cm durch Messung ermittelt. Sofern bereits Messwerte (z. B. aus der BZE I) vorliegen, können diese für die BZE II fortgeschrieben werden. Nicht zulässig sind Schätzungen der TRD sowie die Fortschreibung von Schätzwerten für den Oberboden (0 - 30 cm). Für die Tiefenstufen unterhalb 30 cm kann die TRD hilfswise geschätzt werden. Mess- und Schätzwerte der BZE I können fortgeschrieben werden (Kapitel 5.8.6).

Das eigens für die BZE II entwickelte abgestufte Verfahren zur Bestimmung der  $TRD_{FB}$  richtet sich nach der Korngrößenverteilung des Grobbodens und dem Grobbodenanteilen der Bodenprobe (Riek et al. 2006). Es kommen fünf verschiedene Verfahren zum Einsatz: **(i)** Für skelettfreie oder -arme (< 5 %) Böden erfolgt eine Stechzylinderentnahme am ungestörten Boden. Die Gesamtprobe wird bei 105 °C bis Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Die Berechnung des Feinbodenvorrats erfolgt auf Basis der  $TRD_{ges}$  ( $TRD_{FB}=TRD_{ges}$ ). **(ii)** Für Böden mit Anteil der Grobbodenfraktion < 20 mm erfolgt eine Stechzylinderentnahme am ungestörten Boden. Nachdem die Gesamtprobe bei 105 °C bis Gewichtskonstanz getrocknet wird trennt man die Fein- von der Grobbodenfraktion mittels 2 mm Sieb. Der Siebrückstand wird gespült um Verklumpungen aufzulösen. Durch Einbeziehung des Grobbodenanteils aus den Stechzylindern wird der Feinbodenvorrat auf Basis der  $TRD_{FB}$  berechnet. Für Böden mit Anteil der Grobbodenfraktion > 20 mm erfolgt **(iii)** eine Kombination aus Stechzylinderentnahme und Schätzung am Profil (Grobbodenfraktion > 20 mm) oder **(iv)** eine Kombination aus Stechzylinderentnahme Schippen-Spaten-Beprobung (Grobbodenfraktion 2 - 63 mm) und Schätzung am Profil (Grobbodenfraktion > 63 mm) oder **(v)** eine Kombination aus Stechkappenentnahme Schippen-Spaten-Beprobung (Grobbodenfraktion 2 - 63 mm) und Schätzung am Profil (Grobbodenfraktion > 63 mm). Bei allen drei Verfahren für steinige Böden erfolgt die Berechnung des Feinbodenvorrats auf Basis der  $TRD_{FB}$  unter Einbeziehung des Grobbodenanteils aus dem Stechzylindern bzw. der Schippen-Spaten-Probe und der Schätzung am Profil. Die Formeln zur Berechnung sind dem HFA A2.8 zu entnehmen.

#### Länderspezifische Modifikationen:

Die einzelnen Methoden zur Probenahme und Bestimmung der  $TRD_{FB}$ , des Grobbodenanteils und des Feinbodenvorrats sind Tabelle 10-15 für die BZE I und Tabelle 10-16 für die BZE II zu entnehmen.

**BZE I:** Die Beprobung der bayrischen BZE I-Punkte erfolgte in den Tiefenstufen 0 - 10 cm und 10 - 30 cm. TRD und GBA von 0 - 10 cm wurden auf 0 - 5 cm und 5 - 10 cm übertragen und sind demnach identisch. Unterhalb von 30 cm Bodentiefe liegen für die BZE I in Bayern keine bodenphysikalischen Messwerte vor.

TH: keine bodenphysikalische Probenahme

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Mindestens die Hälfte aller Bundesländer hat während der BZE I als Basis zur Berechnung des Feinbodenvorrats (FBV) die Trockenrohdichte des Gesamtbodens ( $TRD_{ges}$ ) verwendet. Dieses Verfahren ist für die BZE II allein für skelettfreie oder -arme Böden (< 5 %) zulässig. In mehrjähriger Rechercharbeit wurden die bodenphysikalischen Altdaten der BZE I gesammelt aufgearbeitet und in Anlehnung an die BZE II-Methode neu berechnet um möglichst vergleichbare Daten aller Bundesländer zu erhalten. Im Folgenden werden die länderspezifischen

Kalkulationswege detailliert dargestellt (Tabelle 10-15). Eine Übersicht welche Bodenphysikdaten für die Vorratsberechnungen der BZE II verwendet wurden ist Tabelle 10-16 zu entnehmen.

Zusammenfassend ist festzuhalten:

- für 10 Bundesländer werden die Vorräte der BZE I und BZE II mit identischen Bodenphysik-Daten (TRD und GBA) berechnet:
  - Verwendung der BZE I-Bodenphysikdaten zur Berechnung der BZE I- und BZE II-Vorräte: Nordrhein-Westfalen, Sachsen
  - Verwendung der BZE II-Bodenphysikdaten<sup>27</sup> zur Berechnung der BZE I- und BZE II-Vorräte: Baden-Württemberg, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen
- für 2 Bundesländer werden die Grobbodenanteile für wiederholt beprobte Punkte über beide Inventuren konstant gehalten (GBA aus BZE II): Bremen, Niedersachsen
- für 4 Bundesländer werden Vorräte der BZE I mit Bodenphysik-Daten der BZE I und Vorräte der BZE II mit Bodenphysik-Daten der BZE II errechnet: Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern

Für folgende BZE-Punkte war eine manuelle Einzelanpassung nötig:

- Für folgende BZE-Standorte wurde der Feinbodenvorrat der BZE I zur Vorratsberechnung der BZE II verwendet: 50016, 50017, 50005, 140060
- Für folgende BZE-Standorte wurde der Feinbodenvorrat der BZE II zur Vorratsberechnung der BZE I verwendet: 100003, 100029, 100070, 160024

---

<sup>27</sup> gilt nur für BZE-Punkte die sowohl bei BZE I und BZE II beprobt wurden

**Tabelle 10-15: Übersicht über das Verfahren der bodenphysikalischen Probennahme der BZE I nach Bundesländern und den Methoden zur Berechnung der Trockenrohdichte des Feinbodens und des Feinbodenvorrats des Bundesdatensatzes (GBA-Grobbodenanteil;  $D_{GB}$ -Dichte des Grobbodens; SZ-Stechzylinder;  $TRD_{FB}$ -Trockenrohdichte des Feinbodens;  $TRD_{ges}$ -Trockenrohdichte gesamt; FBV-Feinbodenvorrat).**

BL	Entnahme BZE I	Problematik	Datentransferfunktion
BW	Gerät: Stechzylinder (100cm <sup>3</sup> ) am Teilkollektiv (ca. 30 % der BW-Standorte); Schätzung der TRD an allen BW-Standorte Ort: Schätzung am Profil horizontweise Grobboden: Schätzung > 2 mm Quelle: Schäffer 2013, schriftliche Mitteilung	für ca. 70% der BZE-Standorte liegen sowohl für die $TRD_{ges}$ als auch für GBA lediglich Schätzwerte vor Berechnung der geschätzten TRD und GBA-Schätzung pro Horizont auf Tiefenstufen nach Mächtigkeit gewichtet durch das Bundesland	Übernahme der BZE II-Daten
BY	Gerät: Nmin-Bohrer Ort: an 5 Stellen innerhalb eines Stechrahmens (4 Ecken + Mitte) an in der Regel 10 gleichmäßig über den Bestand verteilte Aufnahmepunkte pro BZE-Punkt Entnahme nach Tiefenstufen 0 - 10 cm und 10 - 30 cm Grobboden: Fraktion > 2 mm aus Nmin-Bohrer Quelle: Schubert 2013, schriftliche Mitteilung	Nicht rekonstruierbar: Bohrerndurchmesser des verwendeten Nmin-Bohrers ( $\varnothing$ 35 cm (S.13) oder 3 cm (S.105) Grobboden: möglicherweise wurde Grobbodenfraktion > 20 mm mit Nmin-Bohrer nicht repräsentativ erfasst. Entnahmetiefen für Tiefenstufe 10 - 30 cm entspricht durch Stauchung oder Materialverlust nicht immer 20 cm	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I - Bodenphysik - Daten verwendet, berechnet mit Bohrerndurchmesser = 3 cm
BB+BE	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> ) Ort: Profil nach Horizonten Grobboden: Grobbodenschätzung am Profil	unklare Einheit der GBA -Schätzung (Flächen-% oder Vol-%); Kombination aus Bodenphysikdaten mit gravimetrischer Bezugsgröße (Masse) und den Grobbodenschätzungen mit volumetrischer Bezugsgröße (Volumen) nicht ohne weiteres möglich	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I - Bodenphysik -Daten verwendet FBV der BZE I wird auf Grundlage der $TRD_{ges}$ BZE I ohne Berücksichtigung des Grobbodenanteils berechnet
HB	Gerät: Stechzylinder Ort: --- Grobboden: Schätzung am Profil nach Horizonten Quelle: Evers (2013), mündliche Mitteilung		$TRD_{ges}$ aus BZE I und GB aus BZE II

HH	keine Bodenphysik-Daten der BZE I vorliegend		Übernahme der BZE II-Daten
HE	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> ) Ort: an 5 Stellen der Profilwand Grobodden: bei Nichtbeprobung aufgrund hohen Skelettgehalt einiger Böden - repräsentativen Wert ähnlicher Profile verwendet bei hohem GB-Anteil Schätzung am Profil Quelle: Evers (2013), mündliche Mitteilung		Übernahme der BZE II-Daten
MV	Gerät: Stechzylinder (250 cm <sup>3</sup> ) Ort: Profil nach Horizonten bis in 200 cm Bodentiefe Grobodden: Schätzung am Profil (horizontbezogen) nach SEA-Korngrößenfraktionen (Kies I >2 - 63mm Kies II >63 - 20mm Steine >20mm) Quelle: Martin (2010), schriftliche Mitteilung	unklare Einheit der GBA-Schätzung (Flächen-% oder Vol-%) angenommen wurden Flächen-%; Kombination aus Bodenphysikdaten mit gravimetrischer Bezugsgröße (Masse) und den Grobodden-schätzungen mit volumetrischer Bezugsgröße (Volumen)	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I - Bodenphysik -Daten verwendet TRD <sub>FB</sub> BZE I wurde mittels GBA (KiesI+KiesII) aus Schätzung berechnet FBV BZE I berechnet aus TRD <sub>FB</sub> BZE I mit GBA (KiesI+KiesII+Steine) aus Schätzung
NI	Gerät: Stechzylinder Ort: tiefenstufenweise Grobodden: Grobodden-schätzung > 20 mm nach AK Standortskartierung 1980 Quelle: Evers (2013), mündliche Mitteilung		für BZE I-Punkte die auch bei der BZE II beprobt wurden wurde der Skelettanteil aus BZE II verwendet; für BZE I-Punkte ohne Wiederholungsaufnahme wurde Groboddenanteil aus der Schätzung >20mm verwendet
NW	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> ) für Teilkollektiv (48 % aller NW-Standorte) TRD-Schätzung (52 % aller NW-Standorte) Ort: tiefenstufenweise aus der Profilwand an 5 groboddenfreien bis groboddenarmen Stellen Grobodden: Bestimmung der Fraktion > 2mm mittels (i) Schätzung (86 %) (ii) extra Groboddenproben ohne Volumenbezug (iii) aus Groboddenanteil aus der Probe für chemischen Analysen (wenn Groboddenanteil aus Chemie-Probe größer als Schätzung) Quelle: Milbert 2013, mündliche Mitteilung	Datenqualität von eingesetzter Methode abhändig. Es kommen folgende Kombinationen vor: TRD aus SZ + GB aus Schätzung (40 %) TRD aus SZ + GB aus Chemie-Probe (7 %) TRD aus SZ + GB aus Probe ohne Volumenbezug (1 %) TRD aus Schätzung + GB aus Schätzung (47 %) TRD aus Schätzung + GB aus Chemie-Probe (3 %) TRD aus Schätzung + GB aus Probe ohne Volumenbezug (2 %) Durch die Entnahme der SZ an groboddenfreien bzw. -armen Stellen kann	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I - Bodenphysik - Daten verwendet

		der ermittelte Parameter als TRD <sub>FB</sub> betrachtet werden.	
RP	Gerät: Stechzylinder Ort: --- Grobboden: Fraktion >2 mm aus Stechzylinder und Schätzung >2mm am Profil Bestimmung des GB-Volumens mittels Tauchwägung + teilweise geschätzte Werte Quelle: Block 2006, schriftliche Mitteilung	bei höheren GBA aus SZ als durch Schätzung wurde GBA aus SZ verwendet sonst der GBA-Schätzwert teilweise wurden Werte gutachterlich korrigiert aufgrund teilweise nicht plausibler TRD <sub>FB</sub> (Max=294 g/cm <sup>3</sup> ) wurde die TRD <sub>ges</sub> zur Berechnung des FBV verwendet	Übernahme der BZE II-Daten
SL	Gerät: Stechzylinder Ort: Profil Grobboden: horizontbezogene Grobbodenschätzung [Vol-%] in BZE I-Klassen am Profil	Kombination aus tiefenstufen- und horizontbezogenen Bodenphysikdaten Ungenauigkeit der GB-Schätzung da Schätzung in Klassen (Verwendung Klassenminimum -mittelwert oder -maximum möglich) teilweise ist die Summe aus dem Klassenminimum>100% Berechnung der durch das Land gelieferten TRD nicht vollständig rekonstruierbar TRD <sub>ges</sub> oder TRD <sub>FB</sub> ?	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I und BZE II- Bodenphysik- Daten verwendet (i) bei wiederholt beprobten Punkten (40 Punkte) werden FBV und TRD <sub>FB</sub> aus BZE II übernommen (ii) bei einmal beprobten BZE I-Punkten (40 Punkte) wird der FBV mittels TRD BZE I und GBA BZE I berechnet, gewichtete Berechnung von Horizonten auf TS nötig Klassenminimum wurde verwendet D <sub>GB</sub> von 2,65 g/cm <sup>3</sup> verwendet
SN	Gerät: Stechzylinder (100 und 250 cm <sup>3</sup> ) Ort: an 5 Stellen der Profilwand und teilweise Schätzung nach AK Standortkartierung 1980 Grobboden: Fraktion >2 mm aus Stechzylinder und horizontbezogene Schätzung >2mm in [Vol-%] am Profil in BZE I-Klassen	keine Siebung des Grobbodens aus SZ <20mm damit Überschneiden sich GBA aus SZ und GBA Schätzung deshalb wurden diese Anteile nicht addiert sondern jeweils der höhere Wert verwendet das heißt bei höheren GBAs aus SZ als durch Schätzung wurden GBA aus SZ verwendet sonst der GBA-Schätzwert	zur Berechnung der FBV der BZE I werden BZE I - Bodenphysik- Daten verwendet Berechnung der TRD <sub>FB</sub> mittels GBA BZE I (GB>2mm aus SZ) und Berechnung FBV BZE I mittels TRD <sub>FB</sub> BZE I und GBA BZE I aus SZ oder Schätzung (jeweils höhere Wert) bei Schätzwert war gewichtete Berechnung von Horizonten auf TS nötig Klassenmittelwert wurden verwendet D <sub>GB</sub> von 2,65 g/cm <sup>3</sup> verwendet
ST	Gerät: Stechzylinder Ort: horizontweise		Übernahme der BZE II-Daten und Berechnung von Tiefenstufe auf Horizont

	Grobboden: Schätzung Quelle: Evers (2013), mündliche Mitteilung		
SH	Gerät: Stechzylinder (100cm <sup>3</sup> ) Ort: Profilwand nach Tiefenstufen bis 90 cm Bodentiefe Grobboden: Grobbodenschätzung am Profil > 20 mm bis 150 cm Bodentiefe Quelle: Aydin 2009, schriftliche Mitteilung	unklare Einheit des Grobbodenanteils (Flächen-%, Vol-%, Masse-%); Schätzwerte mit Kommastellen oder eventuell Masse-% aus Stechzylinder	Übernahme der BZE II-Daten
TH	Gerät: keine Probenahme, die TRD wurden am Profil geschätzt		Übernahme der BZE II-Daten und Berechnung von Tiefenstufe auf Horizont
Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BB+BE: Berlin und Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.			

**Tabelle 10-16: Übersicht über das Verfahren der bodenphysikalischen Probennahme der BZE II nach Bundesländern und den Methoden zur Berechnung der Trockenrohddichte des Feinbodens und des Feinbodenvorrats BZE II des Bundesdatensatzes (GBA-Grobbodenanteil;  $D_{GB}$ -Dichte des Grobbodens SZ-Stechzylinder;  $TRD_{FB}$ -Trockenrohddichte des Feinbodens;  $TRD_{ges}$ -Trockenrohddichte gesamt; FBV-Feinbodenvorrat).**

BL	Entnahme BZE II	Problematik	Datentransferfunktion
BW	Gerät: SZ oder Volumenersatzmethode oder Schätzung in 0-60cm Bodentiefe Ort: --- Grobboden: 200cm <sup>3</sup> Stechzylinder <20mm oder Schätzung oder Volumenersatz $D_{GB}$ : 2,65 g/cm <sup>3</sup> Quelle: Schäffer 2009, schriftliche Mitteilung, Hartmann et al. 2016, S. 9f		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
BY	Gerät: Murach'scher Wurzelbohrer 0-10 cm und Rammkernsonde 10-150 cm Ort: --- Grobboden: Rammkernsonde $D_{GB}$ : Bestimmung mittels Tauchwägung Quelle: Schubert 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
BE	-	-	-
BB	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> teilw. 250 cm <sup>3</sup> ) Ort: --- Grobboden: GBA aus Stechzylinder und Schätzung am Profil > 20 mm oder SZ und zusätzlicher Schippen-Spaten-Probe und Schätzung am Profil > 63 mm (gemäß HFA 2.8) $D_{GB}$ : 2,65 g/cm <sup>3</sup> Quelle: Riek 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
HH	-	-	-
HE	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> und 250 cm <sup>3</sup> ) bei skelettreichen Böden mit Stechkappen Ort: ---		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet

BL	Entnahme BZE II	Problematik	Datentransferfunktion
	Grobboden: GBA aus SZ oder Schippen/Spatenprobe und Schätzung > 63 mm (gemäß HFA 2.8) D <sub>GB</sub> : teilweise 2,65 g/cm <sup>3</sup> oder Bestimmung mittels Tauchwägung Quelle: Evers 2009, schriftliche Mitteilung		
MV	Gerät: Stechzylinder (250 cm <sup>3</sup> ) in 0-30cm Bodentiefe Ort: --- Grobboden: GBA aus Stechzylinder <20mm und Schätzung >20mm (Vol-%) am Profil D <sub>GB</sub> : 2,65 g/cm <sup>3</sup> Quelle: Martin 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
NI+HB	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> und 250 cm <sup>3</sup> ) bei skelettreichen Böden mit Stechkappen Ort: --- Grobboden: GBA aus SZ oder Schippen/Spatenprobe und Schätzung >63mm (gemäß HFA 2.8) D <sub>GB</sub> : teilweise 2,65 g/cm <sup>3</sup> oder Bestimmung mittels Tauchwägung Quelle: Evers 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
NW	Gerät: Stechzylinder (100 cm <sup>3</sup> ) in 0-30 cm Bodentiefe Schätzung ab 30-90 cm und bei hohen GBA Ort: --- Grobboden: Stechzylinder oder Schätzung D <sub>GB</sub> : Tauchwägung	Unplausible Bodenphysik-Werte BZE II (Einschätzung des Landes); keine Lieferung der Daten an den Bund	zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE I - Bodenphysik- Daten verwendet Als D <sub>GB</sub> wurde Standardwert 2,65 g/cm <sup>3</sup> verwendet
RP	Gerät: 10 Alu-Steckkappen (Volumen je 374 cm <sup>3</sup> ) in 0-200 cm Bodentiefe Ort: --- Grobboden: Grobbodenanteil aus Chemie-Probe (Entnahme mittels Murach'schen Bohrer bzw. Kleinschurf) übertragen und Schätzung am Profil > 63 mm D <sub>GB</sub> : 2,41 g/cm <sup>3</sup> Quelle: Block 2009, schriftliche Mitteilung; Block & Gauer 2012		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet

BL	Entnahme BZE II	Problematik	Datentransferfunktion
SL	Gerät: Stechzylinder (100cm <sup>3</sup> ) in 0-140cm Bodentiefe; bei skelettreichen Böden mittels Stechkappen Ort: --- Grobboden: GBA aus Stechzylinder und Schippen-/Spatenprobe und Schätzung > 63 mm (gemäß HFA 2.8) D <sub>GB</sub> : Bestimmung mittels Helium-Pyknometer Quelle: Drescher-Larres 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
SN	keine Probenahme		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE I - Bodenphysik- Daten verwendet
ST	Gerät: Stechzylinder (100cm <sup>3</sup> und 250cm <sup>3</sup> ) bei skelettreichen Böden mit Stechkappen Ort: --- Grobboden: D <sub>GB</sub> : teilweise 2,65 g/cm <sup>3</sup> oder Bestimmung mittels Tauchwägung Quelle: Evers 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet
SH	Gerät: Ministechzylindern (bis 90cm, n = 27; ab 90cm, n = 3; Volumen je 5,09 cm <sup>3</sup> ) Ort: MiniSZ 0-90 cm an 8 Satelliten, Grobbodenschätzung 0-150 cm am Profil Grobboden: Schätzung >2mm (Vol-%) D <sub>GB</sub> : 2,65g/cm <sup>3</sup> Quelle: Aydin 2009, schriftliche Mitteilung	Erfassung der TRD des Gesamtbodens mit Hilfe von je 3 Ministechzylindern. Zur Berechnung des FBV wird der geschätzte Grobbodenanteil (Vol-%) aus der Profilentnahme herangezogen.	zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet FBV BZE II berechnet mittels TRD <sub>FB</sub> BZE II und GBA II aus Schätzung, Umrechnung der Schätzwerte von Horizont auf Tiefenstufen
TH	Gerät: Stechzylinder (100 und 250cm <sup>3</sup> ) bis 10 cm; skelettreiche Böden: Stechrahmen bis 10 cm unterhalb von 10 cm Densitometer nach Haas Ort: --- Grobboden: GBA aus Stechzylindern oder Densitometer D <sub>GB</sub> : 2,65 g/cm <sup>3</sup> Quelle: Süß 2009, schriftliche Mitteilung		zur Berechnung der FBV der BZE II werden BZE II - Bodenphysik- Daten verwendet

Bundesländer: Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI+HB: Niedersachsen und Bremen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.  
10-77

Datentransferfunktion: siehe Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16

Datenbestand: ---

Literatur:

Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 97

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-25

Riek et al. 2006

## **10.7 Sonderuntersuchungen**

Zusätzlich zu obligaten Untersuchungen, die bundesweit durchgeführt wurden, sind weitere durch den Bund koordinierte Untersuchungen zu den Themen mineralogische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins und persistente organische Stoffe durchgeführt worden. Diese Spezialuntersuchungen wurden meist nicht an allen BZE-Stichprobenpunkten, sondern an ausgewählten Punkten durchgeführt.

### 10.7.1 Persistente organische Stoffe

Methode	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
300	naph	Naphthalin	Numerisch	ppb	-
300	acy	Acenaphthylen	Numerisch	ppb	-
300	ace	Acenaphthen	Numerisch	ppb	-
300	flou	Fluoren	Numerisch	ppb	-
300	phe	Phenanthren	Numerisch	ppb	-
300	ant	Anthracen	Numerisch	ppb	-
300	fla	Fluoranthen	Numerisch	ppb	-
300	pyr	Pyren	Numerisch	ppb	-
300	baant	Benz(a)anthracen	Numerisch	ppb	-
300	chry	Chrysen	Numerisch	ppb	-
300	bbflou	Benzo(b)fluoranthen	Numerisch	ppb	-
300	bkflou	Benzo(k)fluoranthen	Numerisch	ppb	-
300	bap	Benzo(a)pyren	Numerisch	ppb	-
300	ind2	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Numerisch	ppb	-
300	dibenzo	Dibenz(a,h)anthracen	Numerisch	ppb	-
300	bghiper	Benzo(g,h,i)perylen	Numerisch	ppb	-
300	pcb28	PCB 28	Numerisch	ppb	-
300	pcb52	PCB 52	Numerisch	ppb	-
300	pcb101	PCB 101	Numerisch	ppb	-
300	pcb138	PCB 138	Numerisch	ppb	-
300	pcb153	PCB 153	Numerisch	ppb	-
300	pcb180	PCB 180	Numerisch	ppb	-
300	aldrin	Aldrin	Numerisch	ppb	-
300	dieldrin	Dieldrin	Numerisch	ppb	-
300	hcb	HCB	Numerisch	ppb	-
300	ahch	alpha-HCH	Numerisch	ppb	-
300	bhch	beta-HCH	Numerisch	ppb	-
300	ghch	gamma-HCH	Numerisch	ppb	-
300	24dde	2,4'-DDE	Numerisch	ppb	-
300	44dde	4,4'-DDE	Numerisch	ppb	-
300	24ddd	2,4'-DDD	Numerisch	ppb	-
300	44ddd	4,4'-DDD	Numerisch	ppb	-
300	24ddt	2,4'-DDT	Numerisch	ppb	-
300	44ddt	4,4'-DDT	Numerisch	ppb	-
300	sumpah	Summe an PAKs	Numerisch	ppb	-
300	sumpcb	Summe an PCBs	Numerisch	ppb	-

300	sumhch	Summe an HCHs	Numerisch	ppb	-
300	sumddx	Summe an DDTs	Numerisch	ppb	-
300	ts	Trockensubstanz	Numerisch	ppb	-
300	toc	organischer Kohlenstoff	Numerisch	ppb	-

In der BZE-Bundesdatenbank liegen alle oben aufgelisteten Parameter jeweils für die Humusaufgabe (Suffix=2), für die Tiefenstufe 0-5 cm (Suffix=4) und für die Tiefenstufe 5-10 cm (Suffix=8) vor.

### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: DDT und Metabolite, HCB, HCH, PAK<sub>16</sub>, PCB<sub>6</sub>, Triazine, Aldrin, Dieldrin, Phenol, Kresol und chlorierte Derivate: Bestimmung an einem BZE II-Teilkollektiv für Humusaufgabe (Of/Oh) und Mineralboden der Tiefenstufen 0 – 5 und 5 – 10 cm.

### Methode:

**BZE II:** Persistente organische Stoffe (POPs) sind Substanzen, die in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut werden. Sie wurden und werden insbesondere durch menschliche Aktivitäten in größeren Mengen erzeugt und freigesetzt. Bekannte Beispiele sind das Pflanzenschutzmittel DDT oder die Industriechemikalie PCB, die unter anderem beim Bauen als Dichtungsmasse oder in Kondensatoren verwendet wurde. Viele POPs sind in Deutschland bereits lange verboten. Weltweit sind sie jedoch immer noch im Einsatz. Sie reichern sich vor allem im Fettgewebe von Tier und Mensch an und entfalten langfristig schädliche Umwelt- und Gesundheitswirkungen. POPs können in der Atmosphäre über tausende Kilometer hinweg transportiert werden. Im Rahmen der BZE II soll die Datengrundlage über die Verbreitung der POPs bzw. die Belastung der Waldökosysteme durch POPs verbessert werden. Ziel der Untersuchung ist es flächenrepräsentativ die Hintergrundgehalte für die Bundesrepublik zu ermitteln. Die Ermittlung dieser Hintergrundgehalte ist Teil der Umsetzung der BBodSchV sowie der EU-Bodenschutzstrategie. Die Ermittlung der Hintergrundgehalte ist ein eigenständiges Vorhaben der Umweltseite. Die dazu erforderlichen Bodenproben wurden im Rahmen der BZE II gewonnen. Die Koordination, Auswertung und Finanzierung erfolgte durch das Umweltbundesamt (UBA). Die Messung erfolgte im Auftrag des UBAs durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

### Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I-BZE II:** Die Bestimmung der persistenten organischen Stoffe erfolgte erstmals an einem BZE II-Teilkollektiv. Ein Vergleich zwischen BZE I und BZE II ist somit nicht möglich.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Daten von 424 BZE II-Standorten liegen in der BZE-Bundesdatenbank vor.

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-57

## 10.7.2 Mineralanalysen

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatenbank verfügbar					

### Aufnahmestatus:

BZE-Sonderstudie: Laufzeit 1989-2012

### Methode:

Die, im Rahmen der BZE in Auftrag gegebenen, Mineralanalysen wurden von der Tonmineralogischen Beratung in Kirchhain zwischen 1989 und 2012 durchgeführt. Insgesamt wurden 1444 Bodenproben von 556 Standorten des forstlichen Umweltmonitorings röntgendiffraktometrisch hinsichtlich ihrer qualitativen Mineralzusammensetzung und mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung untersucht. Im iterativen Verfahren wurde daraus die quantitative Mineralogie abgeleitet.

Die Identifizierung der mineralogischen Komponenten umfasste

- die Analyse der „Nicht-Tonminerale“ mittels Röntgendiffraktometrie an gemahlene Proben
- die chemische Gesamtanalyse an gemahlene Proben mittels Röntgenfluoreszenzanalyse oder HF-Aufschluss und
- die Analyse der Tonminerale mittels Röntgendiffraktometrie an ungemahlene fraktionierten Teilproben.

**Identifizierung von „Nicht-Tonmineralen“ in den Bulkproben.** 0,5 g einer gesiebten (< 2 mm) und gemahlene (Achatmörser) Teilprobe wurde auf einen Aluminiumträger (Präparatelänge 20 mm, Präparatedicke 0,1 mm) aufgetragen und röntgendiffraktometrisch untersucht (Röntgendiffraktometer: Firma Philips PW 1830).

Meßbedingungen: Divergenzblende 0,5°, Zählrohrblende 0,2 mm, Goniometergeschwindigkeit 0,025°/s, Messzeit je Schritt 1,6 s, Cu K alpha-Strahlung (25 mA / 40 kV).

**Chemische Analysen der Bulkproben.** Methode bis zum Jahr 1999: Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat und energiedispersiver RFA

Ein Aliquot der gesiebten (< 2 mm) und gemahlene Bodenprobe wurde zunächst bei 1050 °C über 15 min geglüht, mit Lithiummetaborat versetzt und anschließend bei 1200 °C geschmolzen. Die so gewonnene Schmelztablette wurde mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse

auf die Hauptelemente (Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti und Fe) untersucht und in oxidische Schreibweise umgerechnet.

Methode ab dem Jahr 2000: Schmelzaufschluss mit Lithiumtetraborat gemäß EN ISO 12677 und anschließender quantitativer Röntgenfluoreszenzanalyse. Neben den o.g. Elementen kommt noch Mn und P dazu.

Länderspezifische Modifikationen: Die Proben aus Niedersachsen wurden von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt mittels HF-Aufschluss vollständig aufgeschlossen und anschließend mittels ICP-Messung bestimmt.

**Identifizierung von Tonmineralen in fraktionierter Probe.** Ein auf 2 mm gesiebt und durch Ultraschall vorbehandeltes Aliquot der Bodenprobe wurde nach dem Atterbergverfahren in die Ton- und Feinschluff-Fraktion ( $< 6,3 \mu\text{m}$ ) fraktioniert. Anschließend wurde je ein Texturpräparat von den unbehandelten Proben sowie von den HCl-, KCl- und  $\text{MgCl}_2$ -behandelten Proben angefertigt. In den Texturpräparaten sind die blättchenförmigen Tonminerale parallel zur Oberfläche eingeregelt, wodurch es zu einer Intensivierung der Basisreflexe kommt. Die Texturpräparate wurden nach folgenden Behandlungen geröntgt (Meßbedingungen w.o.):

Unbehandelte Proben

- lufttrocken
- danach Ethylenglycol-Behandlung
- danach thermische Behandlungen bei 150 °C, 350 °C, 450 °C und 550 °C

Belegung mit Mg durch 0,5 mol  $\text{MgCl}_2$ -Lösung und anschließender Ethylenglycol-Behandlung

Belegung mit 1 mol KCl-Lösung

Belegung mit 1 N HCl-Lösung

Die Quantifizierung der Tonminerale erfolgte nach Reflexvermessung der Röntgendiffraktogramme der Ethylenglycol- und der bei 350 °C behandelten Proben.

Meßbedingungen: Divergenzblende 0,5 °, Zählrohrblende 0,2 mm, Goniometergeschwindigkeit 0,025 °/s, Messzeit je Schritt 1,6 s, Cu K alpha-Strahlung (25 mA / 40 kV).

Die quantitative Bestimmung der einzelnen Minerale erfolgte aus der Kombination der chemischen Gesamtanalysen mit den Mineralbestimmungen durch die röntgendiffraktometrischen Analysen. Dabei werden die Gehalte der Hauptelemente (Si, Al, Fe, Ti, K, Ca, Mg und Na) den in der jeweiligen Probe identifizierten Mineralen zugeordnet. Bei den Analysen

ab 2007 wurden zudem die quantitativen Mineralanalysen mit dem Rietfeld-Auswerteprogramm AUTOQUAN verfeinert.

**Qualitätskontrolle.** Von jeder Gesamtprobe werden dauerhaft Rückstellproben aufbewahrt, um jederzeit Kontrollanalysen durchführen zu können.

Das Röntgendiffraktometer läuft ausschließlich unter den oben aufgeführten Meßbedingungen und wird täglich neu kallibriert. Die Steuerung erfolgt über eine Philips PW 1710.

Nach jeweils 10 Messungen werden mehrere Standards mit unterschiedlichen Zusammensetzungen aus Quarz, Andalusit, Mullit und Tonmineralen mit vergleichbaren Massenschwächungskoeffizienten gefahren. Die chemischen Zusammensetzungen der Standards entsprechen in etwa denen der zu untersuchenden Proben. Die Messtoleranz liegt bei  $\pm 1,5\%$ , wo-bei größere Abweichungen vom Mittelwert noch nicht aufgetreten sind.

Alle Röntgendiffraktogramme werden auf Datenträgern gespeichert und als Dokumentation im Anhang des Ergebnisberichtes abgebildet. Die Auswertung der Röntgendiffraktogramme erfolgt zunächst über ein computergestütztes Programm. Aufgrund der charakteristischen, oft breiten und asymmetrischen Tonmineral-Reflexe im Niedrigwinkel-Bereich ist eine Auswertung und Interpretation der Röntgendiffraktogramme nur durch einen qualifizierten Tonmineralogen möglich.

Alternative Meßverfahren zur Röntgendiffraktometrie, die zur Kontrolle eingesetzt werden könnten (z.B. IR-Spektrometrie, Thermogravimetrie), sind weitaus ungenauer. Aufgrund der Feinkörnigkeit der Tonminerale sind auch licht-optische Verfahren (z.B. Polarisationsmikroskopie) ungeeignet. Allenfalls können o.g. Verfahren und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen mit simultan ablaufenden EDX-Analysen zur Unterstützung hinzugezogen werden.

Länderspezifische Modifikationen: ---

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren: ---

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Von ca. 556 Standorten des forstlichen Umweltmonitorings liegen Mineralanalysen vor.

Literatur: ---

## **10.8 Nadel- und Blattanalysen**

### 10.8.1 Bestimmung von Nährelementen und Schwermetallen

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Cotetabelle Bundesdatenbank
42	4	Gehalt an Calcium in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	12	Gehalt an Eisen in Nadeln /Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	16	Gehalt an Kalium in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	17	Gehalt an Magnesium in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	18	Gehalt an Mangan in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	25	Gehalt an Posphor in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	28	Gehalt an Schwefel in Nadeln/Blättern	Numerisch	g/kg	-
42	5	Gehalt an Cadmium in Nadeln/Blättern	Numerisch	mg/kg	-
42	9	Gehalt an Kupfer in Nadeln/Blättern	Numerisch	mg/kg	-
42	26	Gehalt an Blei in Nadeln/Blättern	Numerisch	mg/kg	-
42	36	Gehalt an Zink in Nadeln/Blättern	Numerisch	mg/kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Gehalte an Ca, Cl, K, Mg, Mn, N, P, S, Si: obligatorisch für Fichte und Kiefer (fakultativ für Laubbäume) und Gehalte an Cd, Cu, Pb, Fe, Zn für alle Baumarten fakultativ

BZE II: Gehalte an Al<sup>28</sup>, C, Ca, Cd<sup>28</sup>, Cu, Fe, K, Mg, Mn, N, P, Pb<sup>28</sup>, S, Zn: obligatorisch für Fichte, Kiefer, Buche, und Eiche und fakultativ für Nebenbaumarten; Gehalt an Cl, F, Si: für alle Baumarten fakultativ

#### Methode:

Bestimmung von Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, Pb, S, Zn:

**BZE I:** Als Verfahren für die Bestimmung der Nährelemente und Schwermetalle an gemahlene Nadel- und Blattproben sind folgende zugelassen (i) Salpetersäure-Druckaufschluss (ii) Königswasseraufschluss (iii) Perchlorsäureaufschluss (iv) Gesamtaufschluss mit Flussäurezusatz oder (v) trockne Veraschung (nicht zugelassen für Schwermetalle). Das Verfahren zur Bestimmung von Schwefel war freigestellt.

<sup>28</sup> Für Al, Cd, und Pb sind die Angaben zum Aufnahmestatus in der BZE II-Arbeitsanleitung (Wellbrock et al. 2006) nicht eindeutig.

**BZE II:** Salpetersäure-Druckaufschluss (HFA B3.2.1)

Bestimmung von Chlorid:

**BZE I:** Die Auswahl der Methode zur Bestimmung von Chlorid ist freigestellt.

**BZE II:** Verbrennungsaufschluss Schöninger (HFA A3.2.2)

Bestimmung von Fluor:

**BZE II:** Es wurde keine Standardmethode festgelegt.

Länderspezifische Modifikationen:

**BZE I:**

NW: Röntgenfluoreszenz-Analyse

RP: Bestimmung der Schwermetalle mittels zweimaliger trockene Veraschung bei 450 °C; Aufnahme der Asche mit 0,5 M Salzsäure (Block & Gauer 2012)

BY, BW, MV, SN, TH: angewandte Aufschlussverfahren nicht mehr rekonstruierbar

HE, SL: keine Nadel- und Blatt-Analysen durchgeführt

**BZE II:**

NW: Cd, Cu, Fe, Mg, Mn: HNO<sub>3</sub>/HF-Gesamtauf. Mikrowelle (HFA B3.2.3); Ca, Cl, K, P, Pb, S, Zn Röntgenfluoreszenz-Analyse

SL: HNO<sub>3</sub>-Druckaufschluss nicht HFA-konform

SN: HNO<sub>3</sub>-Druckaufschluss A.3.3.4

TH: Al, Ca, Cl, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, S, Zn: Röntgenfluoreszenz-Analyse

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Mit der Analyse der Nadel- Blattspiegelwerte im HNO<sub>3</sub>/HF-Gesamtaufschluss Mikrowelle (HFA B3.2.3) werden die Gesamtgehalte bestimmt die für einige Elemente höher sind als die mit dem HNO<sub>3</sub>-Druckaufschluss (HFA B3.2.1) erfassten Gehalte insbesondere bei Al und K (GAFA 2014).

Röntgenfluoreszenz mit dem  $\text{HNO}_3$ -Druckaufschluss (HFA B3.2.1):

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 112

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-63

## 10.8.2 Gesamtkohlenstoff

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
12	38	Gehalt an Gesamtkohlenstoff in Nadeln und Blättern	Numerisch	g/kg	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Obligatorischer Parameter für Fichte, Kiefer, Buche, und Eiche und fakultativ für Nebenbaumarten

### Methode:

**BZE II:** Elementaranalyse (HFA D58.1.3.1)

Länderspezifische Modifikationen: --

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmung des Gesamtkohlenstoffgehaltes in Nadel- und Blattproben erfolgte erstmals obligatorisch bei der BZE II. Ein bundesweiter Vergleich zwischen BZE I und BZE II ist nicht möglich.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: BZE I: Gehalte an Gesamtkohlenstoff in Nadeln und Blättern aus der BZE I liegen für Niedersachsen vor.

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-64

### 10.8.3 Gesamtstickstoff

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
12	21	Gehalt an Gesamtstickstoff in Nadeln und Blättern	Numerisch	g/kg	-

#### Aufnahmestatus:

BZE I: Obligatorischer Parameter für Fichte und Kiefer (fakultativ für Laubbäume)

BZE II: Obligatorischer Parameter für Fichte, Kiefer, Buche, und Eiche und fakultativ für Nebenbaumarten

#### Methode:

**BZE I:** Zur Bestimmung des Gehaltes an Gesamtstickstoff an gemahlene Pflanzenproben ist der Kjeldahl-Aufschluss mit photo- oder titrimetrischer N-Bestimmung oder die Elementaranalyse zugelassen.

**BZE II:** Elementaranalyse (HFA D31.1.3.1)

#### Länderspezifische Modifikationen:

##### **BZE I:**

BW, MV, TH: Methode nicht rekonstruierbar

HB: HNO<sub>3</sub>/HF-Gesamtaufschluss (HFA B3.2.3)

HE, SL: keine Nadel- und Blatt-Analysen durchgeführt

#### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Das bei der BZE I zum Einsatz gekommene Kjeldahl-Verfahren wird als vergleichbar mit der Elementaranalyse eingestuft. Dies zeigt die Vorstudie zur BZE II von Evers et al. (2002), in deren Rahmen Proben der BZE I mit Elementaranalysatoren nachanalysiert wurden.

#### Datentransferfunktion: ---

#### Datenbestand: ---

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 112

Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-64

## 10.8.4 Wassergehalt

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
70	71	Wassergehalt der Nadel- oder Blattprobe getrocknet bei 105°C	Numerisch	Masse-%	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: obligatorisch

BZE II: obligatorisch<sup>29</sup>

### Methode:

**BZE I und BZE II** (HFA B2.1): Ein Aliquot der vorgetrockneten (60 °C) Nadel- oder Blattprobe wird bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet und anschließend auf 0,001 g genau abgewogen. Aus der Differenz von vorgetrockneter und absolut trockener Probe bezogen auf die absolut trockene Probe wird der Wassergehalt berechnet. Alle Elementgehalte von Pflanzenproben werden auf absolut trockene Proben bezogen und müssen mittels eines Berechnungsfaktors (100/100-Wassergehalt) multipliziert werden.

Länderspezifische Modifikationen: --

Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmung des Wassergehaltes von Nadel- und Blattproben dient in erster Linie zur Berechnung der Elementgehalte auf absolut trockene Proben. Ob die Elementgehalte der BZE I auf absolut trocken umgerechnet wurden ist nicht abschließend zu rekonstruieren. Bei den Elementgehalten der BZE I und BZE II wird davon ausgegangen dass der Wassergehalt bereits im Labor berücksichtigt wurde und die Gehalte umgerechnet auf absolut trocken an das Thünen-Institut in Eberswalde geliefert wurden. Eine nachträgliche Berechnung am Thünen-Institut erfolgte nicht.

Datentransferfunktion: ---

<sup>29</sup> In der Arbeitsanleitung zur BZE II (Wellbrock et al. 2006) heißt es lediglich das Elementgehalte auf Trockengewicht umgerechnet werden müssen. Der Parameter Wassergehalt ist nicht separat als obligatorischer Parameter aufgeführt. Eine Umrechnung auf Trockengewicht setzt jedoch die Bestimmung des Wassergehaltes voraus.

Datenbestand: Es erfolgte nicht zwangsläufig eine Lieferung der Wassergehalte an den Bund, da dessen Bestimmung zur Berechnung der Elementgehalte auf absolut trocken dient und dieser Berechnungsschritt bereits in den Länderlaboren durchgeführt wurde.

**BZE I:** keine Daten

**BZE II:** Daten für die Bundesländer Niedersachsen, Bremen, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen liegen vollständig vor.

Literatur: Arbeitsanleitung BZE I (BML 1994), S. 111

## 10.8.5 Nadel- und Blattgewichte

Methoden- gruppe	Parameter	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
80	69/70	Nadelgewicht von 1000 Nadelpaaren bzw. Blattgewicht von 100 Blättern getrocknet bei 105 °C	Numerisch	g	-

### Aufnahmestatus:

BZE I: Bestimmung nicht vorgesehen

BZE II: Obligatorischer Parameter

### Methode:

#### **BZE II:**

1000-Nadelgewicht (HFA B2.2): Es werden 3x100 der vorgetrockneten (60 °C) Fichtennadeln bzw. 3 x 50 der vorgetrockneten (60 °C) Kiefernadel-Paare abgezählt und in Bechergläsern bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet. Das Trockengewicht wird auf 0,01 g genau ausgewogen und auf das 1000-Nadelgewicht hochgerechnet.

100-Blattgewicht (HFA B2.3): Es werden 300 der feuchten Blätter abgezählt und in Bechergläsern bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet. Das Trockengewicht wird auf 0,01g genau ausgewogen und auf das 100-Blattgewicht gerechnet.

Länderspezifische Modifikationen: ---

### Vergleichbarkeit des Parameters zwischen den Inventuren:

**BZE I und BZE II:** Die Bestimmung des Nadel- bzw. Blattgewichtes erfolgte erstmals obligatorisch an den BZE II-Punkten. Es liegen keine Werte für Nadel- und Blattgewichte der BZE I vor.

Datentransferfunktion: ---

Datenbestand: Es liegen keine Angaben zu den Nadel- und Blattgewichte aus der BZE I vor. Die Angaben aus der BZE II sind vollständig.

Literatur: Arbeitsanleitung BZE II (Wellbrock et al. 2006), X-62

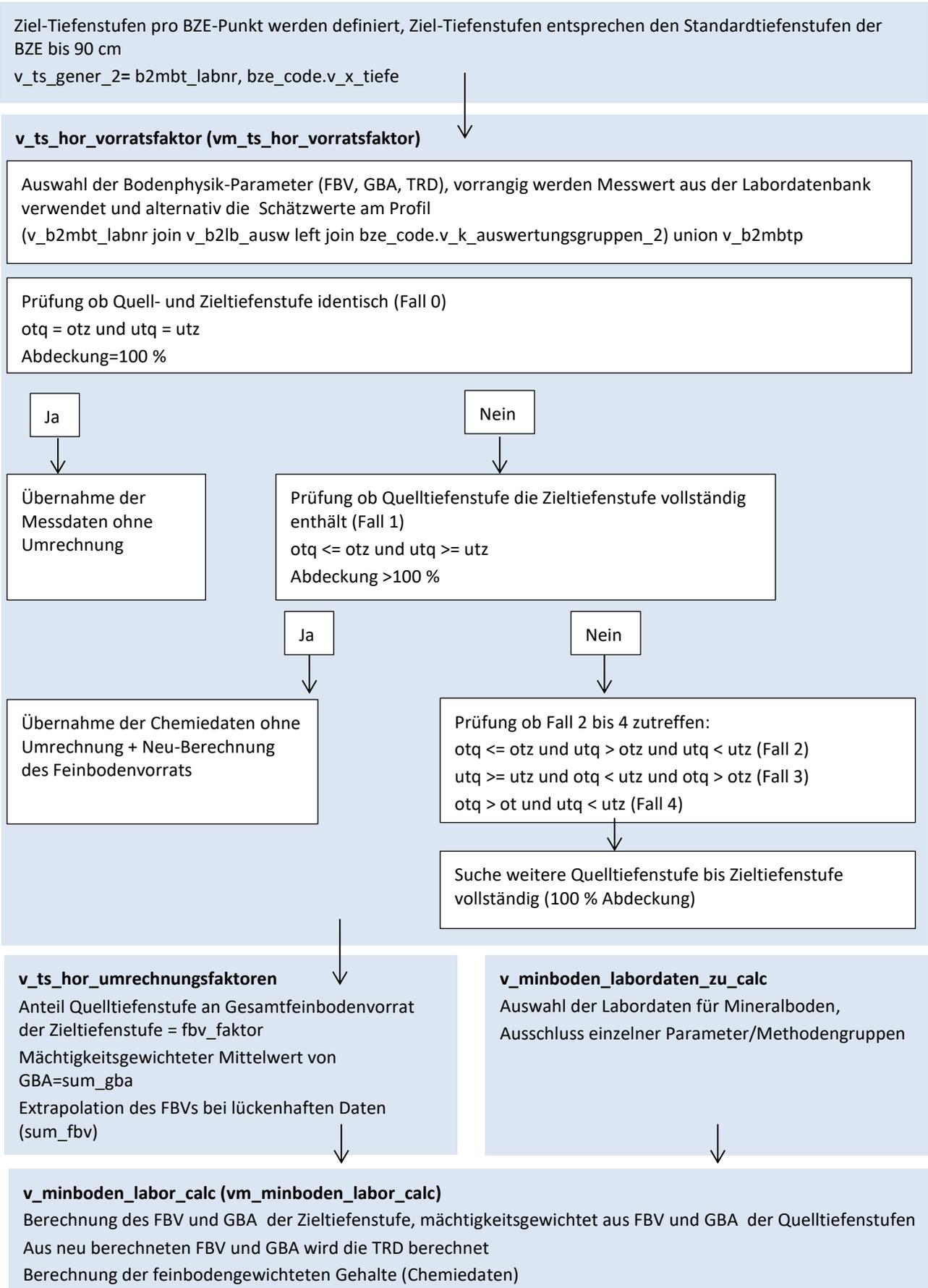
## **11 Datenauswertung**

Die im Rahmen der BZE erhobenen Daten werden in themenübergreifenden Datensammlungen für die fachliche Auswertung in dynamischen Abfragen zusammengestellt. Im Zuge der Datenaufbereitung waren Harmonisierungen wie z.B. die Umrechnung von bodenphysikalischen und chemischen Daten aus Horizontbeprobungen in einheitliche Tiefenstufen (Kapitel 11.1) notwendig. Ferner wurden einzelne Parameter aus Messdaten abgeleitet, wie etwa der Gesamtkohlenstoffgehalt aus den Gehalten an organischem und carbonatischem Kohlenstoff oder der Stickstoff-Anteil aus gemessenem Nitrat. Des Weiteren wurden Vorratsberechnungen und Aggregationen vorgenommen sowie externe Daten verwendet.

Ein Teil der Daten, die für die Bundesauswertung benötigt werden, werden flächendeckend und kontinuierlich in anderen Messnetzen erhoben (z. B. Klima- und Depositionsdaten). Sie werden von den jeweiligen Netzbetreibern (z. B. Deutscher Wetterdienst, Umweltbundesamt) akquiriert und in Modellierungsverfahren für die jeweiligen BZE-Stichprobenpunkte berechnet.

### **11.1 Umrechnung horizontbezogener Daten in Tiefenstufen**

In einigen Bundesländern wurde die Bodenprobenahme im Rahmen der BZE I und/oder BZE II nicht in den BZE-Standardtiefenstufen sondern horizontbezogen durchgeführt (siehe Kapitel 5.3). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit horizontbezogene Daten in Tiefenstufen umzurechnen. Dies erfolgte massengewichtet durch Verrechnung der Bodenchemie mit den Feinbodenvorräten. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der Umrechnung detailliert erläutert.



**Abbildung 11-1: Schema der Umrechnung horizontbezogener Daten in die Zieltiefenstufen der BZE mit direktem Verweis auf die entsprechenden Abfragen in der BZE-Bundesdatenbank. otq=obere Tiefe Quelle, utq= untere Tiefe Quelle, otz=obere Tiefe Ziel, utz= untere Tiefe Ziel.**

Die Probenahme zur Analyse der Mineralbodenproben in Königswasser ab 10 cm Bodentiefe wurden von der Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe (BGR) durchgeführt. Die Probenahme erfolgte horizontbezogen. Analysiert wurden Nährelemente und Schwermetalle im Königswasserextrakt ohne zusätzliche Bestimmung der bodenphysikalischen Kenngrößen (FBV, GBA, TRD). Um Elementvorräte aus dem Königswasserextrakt im Mineralboden zu errechnen mussten die Bodenphysik-Kennwerte die im Rahmen der BZE II meist in den Standardtiefenstufen erhoben wurden in einem ersten Schritt in die Zieltiefenstufen (BGR-Horizonte) umgerechnet werden. Im zweiten Schritt erfolgte dann die Umrechnung der KW-Gehalte feinbodengewichtet in die BZE-Standardtiefenstufen.

## 11.2 Statistik

Für die Basisauswertung im Ergebnisbericht zur BZE II (Wellbrock et al. 2016, Kapitel 4 bis 7) werden die folgenden statistischen Kenngrößen berechnet:

Deskriptive Statistik: statistischen Kenngrößen Anzahl, Minimum, Maximum, arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung, Standardfehler sowie Perzentile (10., 25., 50., 75. und 90. Perzentil) für die jeweilige Zielgröße tiefenstufenweise berechnet. In der Regel liegen die Tiefenstufen Auflagehumus, 0-5 cm, 5-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm vor.

Aggregation: Für einige Zielgrößen wird zusätzlich eine Aggregation von Tiefenstufen durchgeführt z.B. Auflagehumus + Mineralboden bis 30 cm Bodentiefe oder Gesamtprofil (Auflagehumus und Mineralboden bis maximal 90 cm Bodentiefe). Die Aggregation von Gehalten erfolgt vorrätsgewichtet (Humusvorrat bzw. FBV). Im Fall von pH-Werten werden diese zunächst delogarithmiert und die gewichtete Aggregation geschieht auf Basis der  $H^+$ -Konzentration.

Status: Anders als bei der Betrachtung des Status werden bei der Differenz keine Moor- oder organisch geprägten Standorte berücksichtigt (63 Standorte).

Veränderung zwischen den Inventuren: Bildung der Differenz zwischen der BZE I und BZE II, die als jährliche Veränderungsrate angegeben wird. Anders als bei der Betrachtung des Status werden bei der Differenz keine Moor- oder organisch geprägten Standorte berücksichtigt (63 Standorte). An einem Großteil der BZE-Inventurpunkte wurden Erhebungen sowohl im Rahmen der BZE I als auch der BZE II vorgenommen, so dass gepaarte Stichproben erzeugt wurden. Für andere Inventurpunkte liegen jedoch keine gepaarten Erhebungen vor. Die BZE Punkte, für die es keine zwei Erhebungen an identischen Standorten gibt, werden als ungepaart bezeichnet. Die Ermittlung der Differenzen von Werten zwischen der BZE I und BZE II erfolgt für die gepaarte Stichprobe sowie für das Gesamtkollektiv (gepaart und ungepaart). Für das gepaarte Datenkollektiv lässt sich die Differenz zwischen den Werten der BZE I und der BZE II mit einer

einfachen Subtraktionsrechnung für jeden einzelnen BZE Punkt ermitteln. Um die Veränderung pro Jahr zu berechnen, wird der Differenzbetrag durch die vergangene Zeit (in Jahren) zwischen beiden Inventuren dividiert. Für das Gesamtkollektiv erfolgt die Berechnung als Differenzbildung zwischen den Mittelwerten aus allen im Rahmen der BZE I und der BZE II pro Bundesland erhobenen Werten. Um auch hier die Veränderung pro Jahr ermitteln zu können, wird durch die über alle Erhebungen eines Bundeslands gemittelte vergangene Zeit (in Jahren) zwischen den Inventuren dividiert. Anders als bei der gepaarten Stichprobe steht für das Gesamtkollektiv somit maximal ein Wert pro Bundesland (maximal 16 Werte) für die Statistik zur Verfügung.

Bei den statistischen Kenngrößen für den Status und die Differenzen handelt es sich um gewichtete Werte (siehe Kapitel 11.4.1), da sie sich auf die gesamte Waldfläche von Deutschland beziehen. Für die Perzentilberechnung werden die Messwerte  $x_i$  mit ihren dazugehörigen Wichtungsfaktoren  $w_i$  entsprechend ihrer Größe geordnet und mit einem Laufindex versehen. Die Berechnung des Werts  $y$  des  $v$ -ten Perzentils erfolgt dann nach Formel 11-1:

$$y = \begin{cases} x_1 & , \text{falls } w_1 > pW \\ \frac{1}{2}(x_1 + x_{i+1}) & , \text{falls } \sum_{j=1}^i w_j = pW \\ x_{i+1} & , \text{falls } \sum_{j=1}^i w_j < pW < \sum_{j=1}^{i+1} w_j \end{cases} \quad 11-1$$

mit

$$W = \sum_{i=1}^n w_i$$

$$p = \frac{v}{100}$$

Die Differenzen werden mit Hilfe des Differenzen-t-Tests mit Gewichtung auf Signifikanz geprüft. Der Status und die Differenz werden als Box Whisker Plots in Form von Tiefenprofilen dargestellt. Die Box (gewichtete Werte) wird durch das untere und obere Quartil (25. und 75. Perzentil) begrenzt und beinhaltet somit 50 % der Daten. Die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand. Ein durchgehender Strich kennzeichnet den Median während eine Raute zusätzlich das arithmetische Mittel andeutet. Die Whiskers repräsentieren den 1,5 fachen Interquartilsabstand der Daten. Datenpunkte, die außerhalb des 1,5 fachen Interquartilsabstands liegen, werden in den Tiefenprofilen nicht eingezeichnet. Signifikante Differenzen werden durch einen Stern links neben den Box Whisker Plots markiert.

Des Weiteren umfasst die Basisauswertung prozentuale kumulative Häufigkeitsverteilungen der BZE-Werte. Bei den eingezeichneten Linien handelt es sich um die gewichteten Perzentile der BZE I- und BZE II-Daten. Falls ausschließlich BZE II-Daten vorliegen, werden die Perzentile nur dieser Daten verwendet. Die Darstellung der x-Werte erfolgt in der Regel auf der log Skala.

Der Status und die Differenzen werden außerdem in Form von Karten präsentiert. Die Einteilung richtet sich wiederum nach den gewichteten Perzentilen der BZE I und BZE II Daten (bzw. ggf. nur der BZE-II-Daten). Zusätzlich erfolgt für einige Zielgrößen eine Bewertung nach (AK Standortkartierung 2003). Der Anteil an BZE Punkten, der sich in einer Perzentil bzw. Bewertungsklasse befindet, wird angegeben.

Des Weiteren werden die Zielgrößen stratifiziert. Es steht eine Reihe von potenziellen Straten zur Verfügung wie z.B. Bestandstyp, Versauerungstyp, Kalkung. Ziel der Stratifizierung ist es, Einflussgrößen und Ursachen zu erkennen, weshalb es sich um ungewichtete Werte handelt. Die Darstellung erfolgt überwiegend mit Hilfe von Box Whisker Plots. Der Mittelwertvergleich erfolgt mittels einer ANOVA. Die Gruppenmittelwerte werden untereinander mit nach Bonferroni korrigierten t Tests verglichen. Weitere kapitelspezifische statistische Verfahren werden in dem jeweiligen Kapitel erläutert.

Statistische Signifikanz wurde für  $p < 0,05$  festgelegt. Im Text werden Ergebnisse als arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardfehler dargestellt, wenn nicht anders gekennzeichnet. Die statistischen Auswertungen und Abbildungen wurden mit den Programmen R 3.1.2 (R Development Core Team 2015) bzw. SAS 9.4 erstellt. Für die Erstellung der Karten wurden die Geoinformationssysteme ArcGis 10.3.1. for Desktop, QGIS 2.12 und R 3.1.2 verwendet.

### 11.3 Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff und Versauerung und ihre Überschreitung

Zur Abschätzung des langfristigen Gefährdungspotenzials durch Bodenversauerung, Eutrophierung und Nährstoffungleichgewichte werden standortspezifische kritische Belastungsgrenzen, sog. Critical Loads berechnet. Deren Unterschreitung führt nach bisherigem Wissensstand langfristig (100 Jahre) nicht zu schädlichen Veränderungen (harmful effects) des Systems in Struktur und Funktion (Nilsson & Grennfelt 1988). Die Berechnung erfolgte gemäß der Empfehlung aus dem Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) nach der einfachen Massenbilanzmethode (Sverdrup 1990; Sverdrup & de Vries 1994).

#### 11.3.1 Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff

Die Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff ( $CL_{nut}(N)$ ) werden gemäß Methodenhandbuch des ICP Modelling and Mapping (CLRTAP 2016) berechnet (Formel 11-2):

$$CL_{nut}(N) = N_i + N_u + \frac{N_{le(acc)}}{1 - f_{de}} \quad 11-2$$

mit:

$CL_{nut}(N)$  =Critical Load für eutrophierenden Stickstoff [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$N_i$  =Netto-Immobilisierungsrate von Stickstoff [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$N_u$  =Netto-N-Aufnahmerate in den Baumbestand [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$N_{le(acc)}$  =Tolerierbarer N-Austrag mit dem Sickerwasser [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$f_{de}$  =Denitrifikationsfaktor [-]

##### 11.3.1.1 Tolerierbarer Austrag von Stickstoff mit dem Sickerwasser ( $N_{le(acc)}$ )

Für die Berechnung der Critical Loads auf BZE Flächen ist die Definition des zugrunde gelegten Schutzguts bzw. -ziels entscheidend. Auf Grundlage der BZE II-Vegetationsaufnahmen (Kapitel 9) wurden alle Standorte entsprechend ihrer pflanzensoziologischen Ausprägung charakterisiert (Kapitel 11.4.12). Auf BZE Flächen mit naturnaher standorttypisch ausgeprägter Vegetation, im Folgenden als naturnahe Bestände bezeichnet, wird die Erhaltung dieser Bestände mit lebensraumtypischen Baumarten angestrebt. Auf Standorten mit lebensraumuntypisch ausgeprägten Pflanzengesellschaften, im Folgenden als Forste bezeichnet, wird der Erhalt eines Nährstoffgleichgewichts als Schutzziel definiert. Die Critical Limits, d.h. die standort- und vegetationstypischen Schwellenwerte, deren Über bzw. Unterschreitung zur Gefährdung des Schutzziels führen kann, wurden abhängig von der Naturnähe des Standorts wie folgt festgelegt:

- Naturnahe Bestände: Critical Limits aus dem BERN Modell von Öko-Data (ARGE StickstoffBW 2014)

- Forste: Critical Limits aus dem ICP Manual (CLRTAP 2016) bzw. aus aktuellen BZE II Daten

Um die Ergebnisse aus dem BERN-Modell auf die naturnahen Bestände der BZE übertragen zu können, ist die Zuordnung der BZE-Pflanzengesellschaften zu ihren Referenz-Standortstypen gemäß BERN-Modell notwendig. Mit Hilfe des BERN-Modells wurden aus historischen Pflanzen- und Bodenkartierungen (nicht signifikant anthropogen überprägte Aufnahmen) standortspezifische Parameter für die ökologische Nische der jeweiligen Pflanzengesellschaft ausgewiesen. Dazu ist es notwendig die historischen Referenz-Pflanzengesellschaften den aktuell gebräuchlichen pflanzensoziologischen Bezeichnungen nach BfN (2015) und damit den BZE-Vegetationsaufnahmen zuordnen zu können. Die Critical Limits aus dem BERN-Modell wurden auf unterschiedlichen pflanzensoziologischen Rangstufen als Verband, Unterverband bzw. Assoziation zusammengefasst und den BZE-Standorten zugewiesen.

Der tolerierbare N-Austrag mit dem Sickerwasser  $N_{le(acc)}$  berechnet sich aus der kritischen N-Konzentration in der Bodenlösung ( $N_{crit}$ ) und der Sickerwasserrate (PS) wie folgt (Formel 11-3):

$$N_{le(acc)} = PS \times N_{crit} \quad 11-3$$

mit:

$N_{le(acc)}$  = Tolerierbarer N-Austrag mit dem Sickerwasser [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

PS = Sickerwasserrate [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$N_{crit}$  = Kritische N-Konzentration in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des jeweils betrachteten Schutzguts [ $\text{kg m}^{-3}$ ]

Die Ermittlung von  $N_{crit}$  wurde nach Balla et al. (2013), modifiziert nach ARGE StickstoffBW (2014) durchgeführt. Als  $N_{crit}$  wurde das Minimum aus  $N_{crit(plant)}$  und  $N_{crit(nut)}$  pro BZE-Punkt ermittelt. Ausgangspunkt dieses modifizierten Ansatzes war die Anpassung der modellierten Critical Loads an empirische Critical Loads sowie die Erweiterung von Tabelle V.5 im ICP Manual (CLRTAP 2016, S.24) um niederländische Daten. Die modifizierte Berechnungsmethode führt zu erheblich höheren  $CL_{nut}(N)$  in Deutschland (Nagel et al. 2014, S.19). Bei den zum Teil hohen tolerierten Austragsraten des modifizierten Ansatzes ist der Schutz vor langfristigen Nährstoffdefiziten nicht in allen Fällen gewährleistet. Deshalb wurde  $CL_{nut}(N)$  zusätzlich mit dem  $N_{crit}$ -Wert aus dem konservativen Ansatz berechnet. Überschreitungen des konservativ ermittelten  $CL_{nut}(N)$  bei gleichzeitiger Unterschreitung von  $CL_{nut}(N)$  nach dem modifizierten Ansatz wurden als potentielle Gefährdung eingestuft. Im aktuellen Projekt wird für  $N_{crit}$  zum einen der soeben beschriebene Ansatz nach Balla et al. (2013), modifiziert nach ARGE StickstoffBW (2014) getestet, als auch der konservative  $N_{crit}$ -Wert angewendet.

#### 11.3.1.1.1 $N_{crit(plant)}$

Die kritische N-Konzentration in der Bodenlösung für das Schutzgut Pflanze ( $N_{crit(plant)}$ ) wurde auf Grundlage von ICP Modelling and Mapping modifiziert nach Balla et al. (2013) ermittelt. Für naturnahe Wälder wurden die  $N_{crit(plant)}$ -Werte aus dem BERN-Modell von Öko-Data, veröffentlicht in ARGE StickstoffBW (2014, Tabelle 4.1-1, S.33-42), verwendet. Je nach

pflanzensoziologischer Charakterisierung der Standorte wurden Werte zwischen 0,4 und 4 mg N l<sup>-1</sup> verwendet. Für Forste und BZE-Punkte ohne pflanzensoziologische Zuordnung wurde ein  $N_{crit(plant)}$  von 3 mg N l<sup>-1</sup> angesetzt.

### 11.3.1.1.2 $N_{crit(nut)}$

Ein erhöhtes Risiko zur Ausbildung eines Nährstoffungleichgewichts ist mutmaßlich dann gegeben, wenn der Gehalt an basischen Nährkationen (Ca + Mg + K) im Verhältnis zu N limitierend für das Baumwachstum wird (de Vries et al. 2015). Das Critical Limit zur Vermeidung von Nährstoffungleichgewicht  $N_{crit(nut)}$  wird gemäß Balla et al. (2013), ARGE StickstoffBW (2014) nach folgenden Formeln bestimmt.

$$N_{crit(nut)} = \frac{Bc_{soil(p)}}{\frac{\theta \cdot BcN_{crit}}{1000}} \quad 11-4$$

$$Bc_{soil(p)} = \theta \cdot Bc_{soil(c)} + p \cdot KAK \cdot \left( \frac{BS_{crit}}{100} \right) \quad 11-5$$

$$Bc_{soil(c)} = \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{PS} \quad 11-6$$

mit:

$N_{crit(nut)}$  =kritische N-Konzentration im Bodenwasser der Hauptwurzelzone [eq m<sup>-3</sup>]

$BcN_{crit}$  = kritisches Verhältnis von basischen Nährkationen (Ca + Mg + K) zu N [eq eq<sup>-1</sup>]

$BS_{crit}$  =vegetationstypspezifische erforderliche Basensättigung [%]

$Bc_{soil(p)}$  =erforderliche Mindestkonzentration an leicht löslichen pflanzenverfügbaren basischen Kationen (Ca + Mg + K) im Bodenraum [eq m<sup>-3</sup>]

$\theta$  =Wassergehalt im Bodenraum bei Feldkapazität [m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>]

$\rho$  =Bodenrohddichte [g cm<sup>-3</sup>]

KAK =Kationenaustauschkapazität [meq kg<sup>-1</sup>]

$Bc_{soil(c)}$  =Konzentration basischer Kationen in der Bodenlösung [eq m<sup>-3</sup>]

$Bc_{dep}$  =seesalzbürtiger Anteil der Deposition von basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_w$  =Freisetzungsrates basischer Nährkationen durch Verwitterung [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_u$  =Netto-Aufnahmerate basischer Nährkationen durch die Vegetation [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

PS =Sickerwasserrate [m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

Die Critical Limits für die vegetationstypspezifisch erforderliche Basensättigung ( $BS_{crit}$ ) und das kritische Verhältnis von basischen Nährkationen zu N-Ionen ( $BcN_{crit}$ ) naturnaher Wälder entstammen dem BERN Modell von Öko-Data veröffentlicht in ARGE StickstoffBW (2014, Tabelle 4.1-1, S.33-42). Für Forste und Punkte ohne pflanzensoziologische Zuordnung wurde als  $BS_{crit}$  der gewichtete Mittelwert der Basensättigung aus den BZE II-Analysen in Auflage und 0-10 cm Bodentiefe für die Berechnung in Wellbrock et al. 2016 bzw. im Durchwurzelungsbereich (Kapitel 11.3.4.9) bei der Berechnung für Wellbrock & Bolte 2019 verwendet und für  $BcN_{crit}$  die Werte aus Balla et al. (2013, Tabelle 25, S.161). Als bodenspezifische Eingangsdaten  $\theta$ ,  $\rho$ , KAK und  $Bc_w$

wurden für die Berechnung in Wellbrock et al. 2016 die Standardwerte der Leitbodenarten aus ARGE StickstoffBW (2014, Tabelle 10.1-1, S.175ff und Tabelle 4.2-1, S.44-47) entnommen. Bei der Berechnung für Wellbrock & Bolte 2019 wurden die BZE II-Messwerte bzw. die aus BZE II-Daten abgeleiteten Werte für  $Bc_w$  (Kapitel 11.3.4.9) verwendet.

### 11.3.1.1.3 $N_{crit}$ im konservativen Ansatz

Das Critical Limit zum Schutz vor Nährstoffungleichgewichten in Wäldern wird im ICP Manual (CLRTAP 2016, S.24) mit 0,2-0,4 mg l<sup>-1</sup> angegeben. Es wird von de Vries et al. (2015) jedoch darauf hingewiesen, dass diese Werte nicht durch die pflanzenphysiologische Literatur fundiert sind. Vielmehr entsprechen diese Konzentrationen – nach einer europaweiten Labor-Auswertung im Rahmen des EU Lifeplus FutMon-Projekts (Andreae 2011, mündliche Mitteilung) – dem Median der summativen Bestimmungsgrenze für anorganischen N in wässrigen Lösungen (0,19 mg l<sup>-1</sup>), stehen also stellvertretend für ein geschlossenes natürliches System mit nur geringem N-Austrag. Für die Berechnung in Wellbrock et al. 2016 wurde als konservativer  $N_{crit}$  der Wert von 0,2 mg l<sup>-1</sup> für alle BZE-Punkte angewendet, wie es bis 2007 üblich war (Bolte & Wolff 2001; Gauger et al. 2008). Bei den Berechnungen für Wellbrock & Bolte 2019 wurde 0,2 mg l<sup>-1</sup> für Nadelwälder und Nadelholz dominierte Mischwälder und 0,4 mg l<sup>-1</sup> für Laubwälder und Laubholz dominierter Mischwälder (Iost et al. 2012; CLRTAP 2016) als konservativer Wert zur Vermeidung von Nährstoffungleichgewichten verwendet.

## 11.3.2 Critical Loads für Versauerung

Die Critical Loads für Versauerung  $CL_{aci(S+N)}$  werden als Bilanz aus den wichtigsten Quellen und Senken für Protonen berechnet (CLRTAP 2016):

$$CL_{aci}(S + N) = BC_{dep}^* - Cl_{dep}^* + BC_w - Bc_u + N_i + N_u + N_{de} - ANCl_{e,crit} \quad 11-7$$

mit:

$CL_{aci(S+N)}$  =Critical Load für versauernde Einträge [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$BC_{dep}^*$  =seesalzkorrigierte Depositionsrates basischer Kationen (Ca+Mg+K+Na) [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Cl_{dep}^*$  =seesalzkorrigierte Depositionsrates von Chlorid Ionen (=0) [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$BC_w$  =Freisetzungsrates basischer Kationen (Ca+Mg+K+Na) durch Verwitterung [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_u$  =Netto-Aufnahmerates basischer Nährkationen in den Baumbestand [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$N_i$  =Netto-Immobilisierungsrates von Stickstoff [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$N_u$  =Netto-N-Aufnahmerates in den Baumbestand [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$N_{de}$  =Denitrifikationsrates [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$ANCl_{e,crit}$  =Kritische Austragsrates von Säureneutralisationskapazität mit dem Sickerwasser [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

Da die LRTAP Konvention auf die Reduktion anthropogener N- und S-Emissionen abzielt, wird der seesalzbürtige Sulfatanteil an der Deposition nicht berücksichtigt. Deshalb werden die Depositionsraten von S, Cl und basischen Kationen seesalzkorrigiert. Da die in der Bilanz enthaltenen Stickstoffsinken keine S-Einträge kompensieren können, berechnet sich die maximal zulässige Deposition von Säurebildnern wie folgt:

$$CL_{max}(S) = BC_{dep}^* - Cl_{dep}^* + BC_w - BC_u - ANCl_{e,crit} \quad 11-8$$

Die Summe der Stickstoffsinken wird als  $CL_{min}(N)$  bezeichnet:

$$CL_{min}(N) = N_i + N_u + N_{de} \quad 11-9$$

Der maximal zulässige N-Eintrag bei keiner S-Deposition ( $CL_{max}(N)$ ) berechnet sich als:

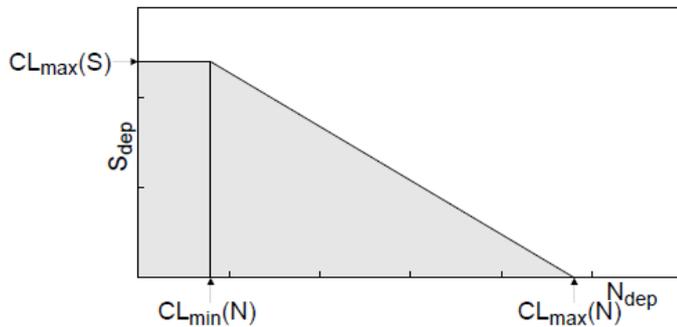
$$CL_{max}(N) = CL_{min}(N) + \frac{CL_{max}(S)}{1 - f_{de}} \quad 11-10$$

mit:

$f_{de}$  =Denitrifikationsfaktor [-]

Zusammen beschreiben die drei Größen die Critical Loads Funktion für Versauerung ( $CL_{F_{aci}}$ ), die als Critical Load für Wertepaare von S- und N-Deposition gilt (

Abbildung 11-2).



**Abbildung 11-2: Critical Loads Funktion für Versauerung ( $CL_{F_{aci}}$ ) für S und N. Die graue Fläche unter der CLF beinhaltet Depositionspaare, die keine Überschreitung der CLF bedeuten (Kapitel 11.3.3) (aus CLRTAP 2016).**

### 11.3.2.1 Kritische Austragsrate von Säureneutralisationskapazität mit dem Sickerwasser ( $ANC_{le,crit}$ )

Ausgangspunkt für die Berechnung der Critical Loads für Versauerung ist die Definition der Schutzgüter, die stellvertretend durch chemische Kriterien, den Critical Limits, also grenzwertige Konzentrationen oder Konzentrationsverhältnisse, beschrieben werden. Geschützt werden sollen die Baumwurzeln vor toxischer Beeinträchtigung durch Aluminiumionen und Protonen sowie der Boden selbst vor irreversiblen Strukturänderungen und dem Abrutschen in einen standortsuntypischen Pufferbereich. Zusätzlich wird ein Critical Limit zum Schutz vor Veränderung der Vegetation durch Basenmangel verwendet. Letztendlich greift pro BZE-Punkt das jeweils strengste Critical Limit, welches zur niedrigsten tolerierbaren Austragsrate von Säureneutralisationskapazität führt.

Die Austragsrate von Säureneutralisationskapazität ( $ANC_{le}$ ) errechnet sich aus der Bilanz der Austräge basisch und sauer wirkender Ionen. Dabei ergeben sich die Austräge aus den Konzentrationen in der Bodenlösung und der Sickerwasserrate (CLRTAP 2016):

$$\begin{aligned}
 ANC_{le} &= HCO_{3,le}^- + RCOO_{le}^- - H_{le}^+ - Al_{le}^{3+} \\
 &= PS \times ([HCO_3^-] + [RCOO^-] - [H^+] - [Al^{3+}])
 \end{aligned}
 \tag{11-11}$$

mit:

$ANC_{le}$  = Sickerwasseraustrag von Säureneutralisationskapazität [ $eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ]

$HCO_{3,le}$  = Sickerwasseraustrag von Hydrogencarbonat [ $eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ]

$RCOO_{le}^{-}$  =Sickerwasseraustrag von organischen Anionen [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$H_{le}^{+}$  =Sickerwasseraustrag von Protonen [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Al_{le}^{3+}$  =Sickerwasseraustrag von Aluminium Ionen [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

PS =Sickerwasserrate [m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

[ ] =Konzentration der jeweiligen Ionen in der Bodenlösung [eq m<sup>-3</sup>]

Während  $[HCO_3^{-}]$  und  $[RCOO^{-}]$  aus dem pH Wert am jeweiligen Critical Limit berechnet werden (Kapitel 11.3.4.7 und 11.3.4.8), gehen  $[H^{+}]$  bzw.  $[Al^{3+}]$  direkt aus den nachfolgend beschriebenen chemischen Kriterien, die das Critical Limit bilden, hervor. Die jeweils nicht am Kriterium beteiligte Konzentration ( $[H^{+}]$  oder  $[Al^{3+}]$ ) wird über das Gibbsit-Gleichgewicht abgeleitet:

$$K_{gibb} = \frac{[Al]}{[H]^3} \quad 11-12$$

mit:

$K_{gibb}$  =Gibbsit-Gleichgewichtskonstante [m<sup>6</sup> eq<sup>-2</sup>]

### 11.3.2.1.1 Schutz der Bäume vor Wurzeltoxizität ( $(Bc/Al)_{crit}$ bzw. $(Bc/H)_{crit}$ )

Für Mineralböden stellt das Verhältnis zwischen basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) und Aluminium ( $(Bc/Al)_{crit}$ ) ein maßgebliches Kriterium zur Vermeidung der Wurzeltoxizität der Aluminiumionen dar. Dabei wird ein baumartenspezifischer tolerierbarer Schwellenwert verwendet, an dem im Mittel Wachstumseinbusen bis zu 20 % festgestellt wurden (Sverdrup & Warfvinge 1993, Tabelle 20 S.89 & Tabelle 22, S.105). Die  $(Bc/Al)_{crit}$ -Werte für die BZE-Punkte wurden aus den nach stehendem Holz gewichteten Mitteln der baumartenspezifischen Werte errechnet.

Die kritische Al-Austragsrate ergibt sich dann aus der Austragsrate der basischen Nährkationen (CLRTAP 2016):

$$Al_{le,crit} = 1,5 \times \frac{Bc_{le}}{(Bc/Al)_{crit}} = 1,5 \times \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{(Bc/Al)_{crit}} \quad 11-13$$

mit:

$Bc_{dep}$  =Depositionsrates basischer Nährkationen (Ca+Mg+K) [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_w$  =Freisetzungsrates basischer Nährkationen durch Verwitterung [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_u$  =Netto-Aufnahmerates basischer Nährkationen in den Baumbestand [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$Bc_{le}$  =Austragsrates basischer Nährkationen (Ca+Mg+K) [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]. Unterhalb sehr geringer Konzentrationen basischer Nährkationen im Sickerwasser ( $[Bc]_{min}=0,01$  eq m<sup>-3</sup>) wird davon ausgegangen, dass keine Aufnahme durch die Pflanzen mehr erfolgt.  $Bc_{le}$  ist deshalb  $\max(Bc_{dep}+Bc_w-Bc_u, PS \times [Bc]_{min})$ .

Aus den Formeln 11-11, 11-12 und 11-13 ergibt sich  $ANC_{le,crit}$  wie folgt:

$$ANC_{le,crit} = HCO_{3,le}^- + RCOO_{le}^- - PS^{\frac{2}{3}} \times \left( 1,5 \times \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{K_{gibb} \times (Bc/Al)_{crit}} \right)^{\frac{1}{3}} - 1,5 \quad 11-14$$

$$\times \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{(Bc/Al)_{crit}}$$

In Böden mit hohem organischem Anteil ist kaum Aluminium in der Bodenlösung vorhanden. Stattdessen wird ein kritisches Verhältnis zwischen Nährkationen und Protonen ( $(Bc/H)_{crit}$ ) als Schwellenwert verwendet. Es wird als Vielfaches von  $(Bc/Al)_{crit}$  gebildet, mit 0,3 als Faktor für Laubbäume und 1 als Faktor für Nadelbäume. Die Differenzierung der Böden mit hohem organischem Anteil erfolgte anhand der im Labor ermittelten Gehalte an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) und der Definition für Anmoorböden entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005): Wurden bis in eine Tiefe von mindestens 10 cm mindestens 15 %  $C_{org}$  festgestellt, erfolgte die Klassifizierung des BZE-Punktes als organisch geprägter Standort für die Critical Loads Berechnung.  $ANC_{le,crit}$  ergibt sich in diesem Fall als (CLRTAP 2016):

$$ANC_{le,crit} = HCO_{3,le}^- + RCOO_{le}^- - 0,5 \times \frac{Bc_{dep} + Bc_w - Bc_u}{(Bc/H)_{crit}} \quad 11-15$$

### 11.3.2.1.2 Erhaltung der Bodenstabilität ( $Al_{w,crit}$ )

Ein weiteres Kriterium für Mineralböden ist die Begrenzung des Austrags sekundärer Aluminiumverbindungen mit dem Sickerwasser. Würde er die Nachlieferung aus der Verwitterung primärer Mineralien übersteigen, so kann es zu irreversiblen Strukturveränderungen des Bodens kommen. Deshalb wird die kritische Aluminiumkonzentration gleichgesetzt mit der Verwitterungsrate von Aluminium. Diese kann als Vielfaches der Verwitterungsrate basischer Kationen  $BC_w$  abgeschätzt werden:  $Al_w = p \times BC_w$ , mit  $p=2$  (CLRTAP 2016).  $ANC_{le,crit}$  ist dann:

$$ANC_{le,crit} = HCO_{3,le}^- + RCOO_{le}^- - Q^{2/3} \times \left( \frac{p \times BC_w}{K_{gibb}} \right)^{1/3} - p \times BC_w \quad 11-16$$

### 11.3.2.1.3 Erhaltung des bodentypischen pH-Wertes ( $pH_{crit}$ )

Böden mit einer Basensättigung > 30 % verfügen über eine hohe Säureneutralisationskapazität. Bei Erreichen der Critical Limits aus Kapitel 11.3.2.1.1 und 11.3.2.1.2 ginge jedoch der Charakter dieser basenreichen Standorte völlig verloren. Deshalb wurde als kritischer pH-Wert die Untergrenze des aktuellen Pufferbereichs nach Ulrich (1981) angesetzt. Der aktuelle

Pufferbereich wurde aus den über den Durchwurzelungsbereich gemittelten  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  der BZE II ermittelt.  $\text{ANC}_{\text{le,crit}}$  wird dann nach folgender Formel berechnet (CLRTAP 2016):

$$\text{ANC}_{\text{le,crit}} = \text{HCO}_{3,\text{le}}^- + \text{RCOO}_{\text{le}}^- - \text{PS} \times ([\text{H}]_{\text{crit}} + K_{\text{gibb}} \times [\text{H}]_{\text{crit}}^3) \quad 11-17$$

### 11.3.2.1.4 Erhaltung der vegetationspezifisch erforderlichen Basensättigung ( $\text{BS}_{\text{crit}}$ )

Um Nährstoffmangel zu vermeiden, wurde im BERN-Modell (Balla et al. 2013; ARGE StickstoffBW 2014) den Pflanzengesellschaften (Kapitel 11.3.1.1) ein mindestens erforderlicher Basensättigungswert  $\text{BS}_{\text{crit}}$  zugeordnet (Kapitel 11.3.1.1.2). Er kann über ein GAPON-Austauschermodell mit empirischen Koeffizienten (de Vries & Posch 2003) und das Gibbsit-Gleichgewicht näherungsweise in die zugehörige Protonenkonzentration umgerechnet werden (CLRTAP 2016):

$$[\text{H}]_{\text{crit}} = K_{\text{Gap}} \times \sqrt{[\text{Bc}]} \times \left( \frac{100}{\text{BS}_{\text{crit}}} - 1 \right) \quad 11-18$$

$$K_{\text{Gap}} = \frac{1}{k_{\text{HBC}} + k_{\text{AlBC}} \times K_{\text{gibb}}^{1/3}} \quad 11-19$$

mit:

$K_{\text{Gap}}$  = Gapon-Austausch-Konstante [ $\text{eq}^{0,5} \text{m}^{-1,5}$ ]

$k_{\text{AlBC}}$  = Gapon-Selektivitäts-Koeffizient für Al zu Ca+Mg+K [ $\text{m}^{0,75} \text{eq}^{-0,75}$ ] (de Vries & Posch 2003, S. 32, Tabelle 35)

$k_{\text{HBC}}$  = Gapon-Selektivitäts-Koeffizient für H zu Ca+Mg+K [ $\text{m}^{1,5} \text{eq}^{-0,5}$ ] (de Vries & Posch 2003, S. 34, Tabelle 43)

$[\text{Bc}] = \frac{\text{Bc}_{\text{dep}} + \text{Bc}_{\text{w}} - \text{Bc}_{\text{u}}}{\text{PS}}$  = Konzentration basischer Nährkationen in der Bodenlösung [ $\text{eq m}^{-3}$ ]

Die Selektivitäts-Koeffizienten sind spezifisch für Bodenart und -tiefe. Sie wurden deshalb für die BZE-Punkte tiefenstufenweise berechnet und anschließend nach Feinbodenvorrat gewichtet über den durchwurzelten Bereich gemittelt.  $\text{ANC}_{\text{le,crit}}$  ergibt sich aus Formel 11-17.

### 11.3.3 Überschreitung von Critical Loads

Die Überschreitung der Critical Loads für Schadstoff X ergibt sich aus der Differenz zwischen atmosphärischer Deposition ( $X_{\text{dep}}$ ) und dem ermittelten CL am Standort:

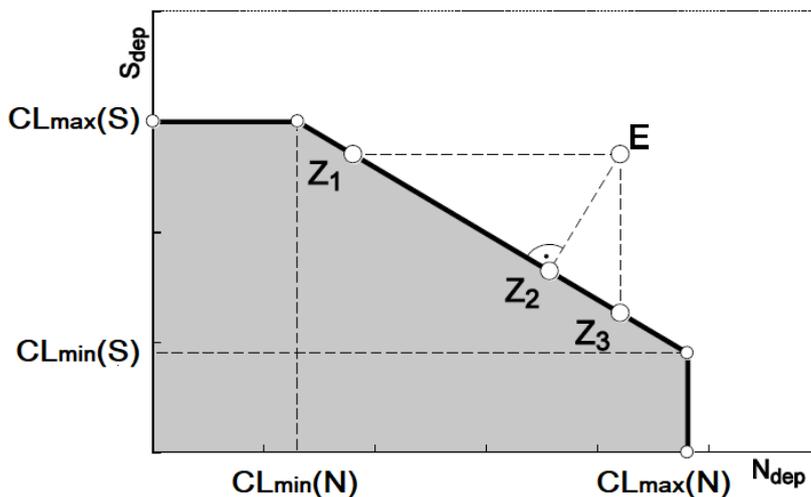
$$\text{Ex}(X) = X_{\text{dep}} - \text{CL}(X) \quad 11-20$$

Die Überschreitung der Critical Loads für Versauerung hängt gleichzeitig von S- und N-Deposition ab und wird über die Critical Loads Funktion für Versauerung  $\text{CLF}_{\text{aci}}$  definiert (CLRTAP 2016). Eine multikriterielle CLF die gleichzeitig die Versauernde Wirkung von S und N mit der

eutrophierenden Wirkung von N betrachtet erhält man durch Ersetzen von  $CL_{max}(N)$  (siehe Formel 11-10) durch  $\min(CL_{max}(N), CL_{nut}(N))$ . Im Falle von  $CL_{nut}(N) < CL_{max}(N)$  wird ein weiterer Eckpunkt der CLF durch  $CL_{min}(S)$  definiert (CLRTAP 2015):

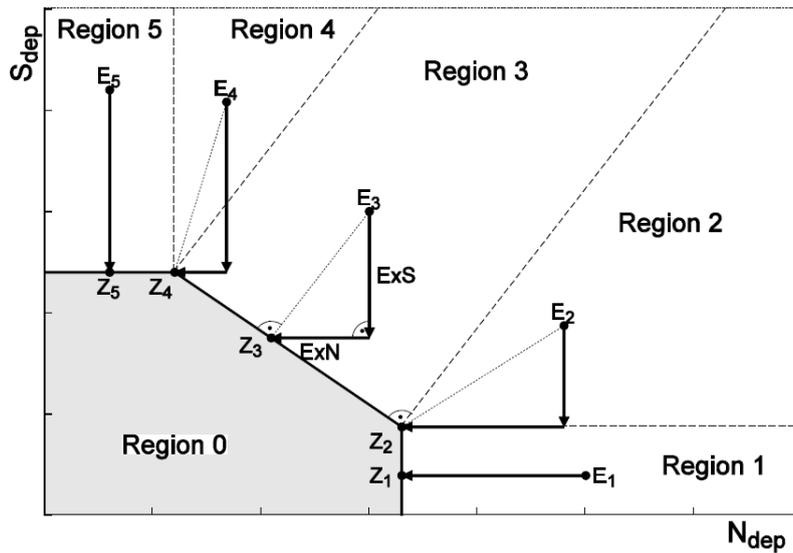
$$CL_{min}(S) = CL_{max}(S) \times \frac{CL_{max}(N) - CL_{nut}(N)}{CL_{max}(N) - CL_{min}(N)} \quad 11-21$$

Nicht-Überschreitung der CLF von einem Punkt E aus kann durch unterschiedliche Kombinationen aus Reduktion von S- und N-Depositionen erreicht werden (Abbildung 11-3).



**Abbildung 11-3: Multikriterielle Critical Loads Funktion (CLF) für versauernde und eutrophierende Wirkung von S- und N-Depositionen. Der grau unterlegte Bereich umfasst die S- und N-Depositionspaare ( $N_{dep}$ ,  $S_{dep}$ ) an denen keine Überschreitung vorliegt. Die Punkte Z1-Z3 zeigen, dass Nicht-Überschreitung vom Punkt E durch verschiedene Kombinationen von S und N Depositionsminderungen erreicht werden kann. Verändert nach CLRTAP (2015).**

Die Berechnung der Überschreitung erfolgt je nach Lage des S, N-Depositionspaars ( $E_{1-5}$ ) im Verhältnis zur CLF am jeweiligen BZE-Punkt (Abbildung 11-4) und ist detailliert in CLRTAP (2015) beschrieben.



**Abbildung 11-4: Die Berechnung der Überschreitung ist abhängig von der Lage des S, N-Depositionspaars ( $E_{1-5}$ ) relativ zur CLF. Als Überschreitung definiert ist jeweils die nötige Depositionsreduktion zum Erreichen des Punktes  $Z_{1-5}$  auf der CLF (aus CLRTAP 2015).**

In Region 1 kann nur die Reduktion der N-Deposition zur Nicht-Überschreitung der CLF führen, die Überschreitung der CLF entspricht:

$$Ex(1) = N_{dep} - CL_{max}(N) \quad 11-22$$

In Region 2 ist die Überschreitung der CLF definiert als die Summe der S- und N-Depositionsreduktion, die zum Erreichen des Eckpunktes  $Z_2$  nötig ist:

$$Ex(2) = N_{dep} - CL_{max}(N) + S_{dep} - CL_{min}(S) \quad 11-23$$

In Region 3 ist die Überschreitung der CLF definiert als die Summe der S- und N-Depositionsreduktion, die zum Erreichen des Lotfußpunktes  $Z_3$  nötig ist:

$$Ex(3) = N_{dep} - \frac{dN \times s + dS \times v}{dd} + S_{dep} - \frac{dS \times s - dN \times v}{dd} \quad 11-24$$

mit:

$$dN = CL_{min}(N) - CL_{max}(N)$$

$$dS = CL_{max}(S) - CL_{min}(S)$$

$$dd = (dN)^2 + (dS)^2$$

$$s = N_{dep} \times dN + S_{dep} \times dS$$

$$v = CL_{max}(N) \times dS - CL_{min}(S) \times dN$$

In Region 4 ist die Überschreitung der CLF definiert als die Summe der S- und N-Depositionsreduktion, die zum Erreichen des Eckpunktes  $Z_4$  nötig ist:

$$Ex(4) = N_{dep} - CL_{min}(N) + S_{dep} - CL_{max}(S) \quad 11-25$$

In Region 5 kann nur durch Reduktion der S-Deposition Nicht-Überschreitung der CLF erreicht werden, die Überschreitung der CLF entspricht:

$$Ex(5) = S_{dep} - CL_{max}(S) \quad 11-26$$

### 11.3.3.1 Belastungstypen

Aus der Lage der Depositionspaare relativ zur Critical Loads Funktion leiten Gauger et al. (2008) Belastungstypen ab (

Abbildung 11-5). Sie klassifizieren die BZE-Punkte qualitativ nach der erforderlichen Depositionsreduktion, um Nicht-Überschreitung der CLF zu erreichen.

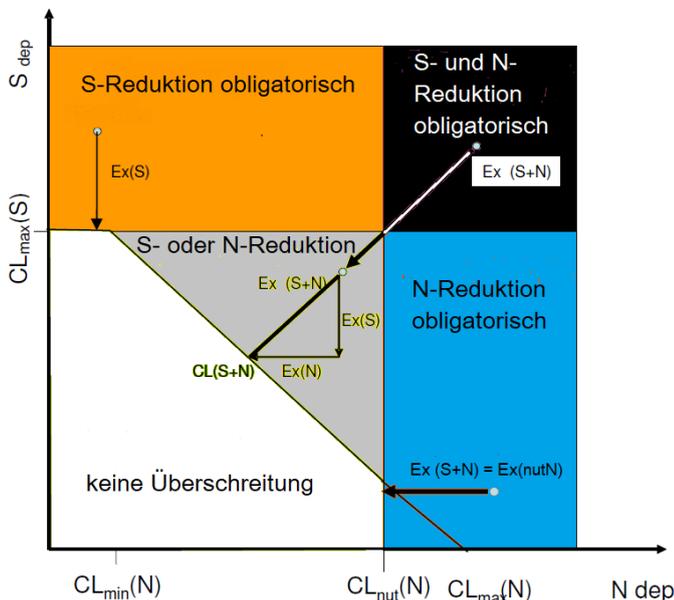


Abbildung 11-5: Bestimmung der Belastungstypen zur erforderlichen Depositionsreduktion anhand der Lage des Depositionspaars relativ zur CLF. Verändert nach Gauger et al. (2008).

### 11.3.4 Ableitung der Eingangsparameter

#### 11.3.4.1 Sickerwasserraten

Die Sickerwasserraten wurden mit dem Wasserhaushaltsmodell LWF Brook90 modelliert (Kapitel 11.4.17). Es wurde die jeweils aktuellste Version der Modellrechnung verwendet.

#### 11.3.4.2 Deposition

Die Ableitung der Depositionsreihe über das Modell MAKEDEP ist im Kapitel 11.4.10 beschrieben. Da die Seesalzkorrektur über Chlorid als Tracer erfolgte, sind die seesalzkorrigierten Chlorid Depositionen ( $Cl^*_{dep}$ ) gleich 0. Als Eingangsdaten zur Critical Loads Berechnung wurden

die Mittelwerte der Jahre 1995-2015 verwendet. In diesem Zeitraum war der anthropogene Anteil der Deposition erheblich gegenüber vorhergehenden Jahrzehnten reduziert.

### 11.3.4.3 Aufnahme von Stickstoff und Nährkationen in den Bestand

Im Critical Loads Ansatz wird die Netto-Nährstoffaufnahme in den Baumbestand als Senkenprozess verstanden, da die aufgenommenen Nährstoffe durch die Ernte dem System entzogen werden. Anhand des Zuwachses, der Kompartimentgehalte und der Dichte der einzelnen Baumkompartimente werden die Aufnahme von N und basischen Nährkationen ( $N_u$ ,  $Bc_u$ ) in den Bestand abgeschätzt (Formel 11-27). Je nach waldbaulicher Nutzungsvariante müssen die Nettoaufnahme von verschiedenen Kompartimenten berücksichtigt werden. Für die BZE-Flächen wird eine mittlere Nutzungsintensität mit dem Entzug von Derbholz inklusive Rinde angenommen. Diese Nutzungsart entspricht der gängigen forstlichen Praxis, da sie die wirtschaftlich interessanteste Variante darstellt (Nebe & Herrmann 1987) und ein Verzicht auf Rindennutzung erntetechnologisch schwer realisierbar ist (Feger 1993, LFW 1997).

$$X_u = ZW(K) \times \rho(K) \times ct(X, K) \quad 11-27$$

mit:

$X_u$  = Netto-Aufnahmerate des Elements X in den Baumbestand [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$ZW(K)$  = Zuwachs des jeweiligen Kompartiments K, hier  $dGZ_{100}$  – durchschnittlicher Gesamtzuwachs in 100 Jahren an Derbholz [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$\rho(K)$  = Darr- oder Trockendichte des Kompartiments K [ $\text{kg m}^{-3}$ ]

$ct(X, K)$  = durchschnittlicher Gehalt von Element X im Kompartiment K [ $\text{kg kg}^{-1}$ ]

Die Ermittlung des durchschnittlichen Gesamtzuwachses an Derbholz (Stammholz mit Rinde) bezogen auf 100 Jahre ( $dGZ_{100}$ ) erfolgte auf Grundlage ertragskundlicher Daten (Alter, Höhe, Baumartenanteil an der Bestandsgrundfläche) aufgenommen im Jahr 2012 im Rahmen der harmonisierten Bestandserhebung (Kapitel 8) auf den BZE II Flächen. Die berechneten Oberhöhen (in Einzelfällen auch Mittelhöhen) pro Baumart des Hauptbestands und der Oberschicht wurden verwendet um relative Bonitäten (Ertragsklassen) mittels der digitalen Ertragstafelsammlung von Nagel & von Gadow (2014) zu ermitteln. Überstieg die Produktivität des Standorts die oberste Ertragsklasse wurde bis Ertragsklasse 0 extrapoliert. Die Umrechnung des volumenbezogenen Durchschnittzuwachses ( $F_m \text{a}^{-1} \text{ha}^{-1}$ ) in Holzsubstanz ( $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) erfolgte mittels der Darrdichten für Derbholz aus Wagenführ (2000) und der Dichte für Rinde aus Kramer (1988) sowie dem Verhältnis von Rinde zu Stammholz (Rademacher et al. 1999). Die durchschnittlichen Gehalte an N, Ca, Mg und K in Derbholz und Rinde sind Jacobsen et al. (2003) entnommen.

### 11.3.4.4 Denitrifikation

Die Rate mit der an den BZE Standorten die Denitrifikation ( $N_{de}$ ), also die Umwandlung von Nitrat in molekularen N erfolgt, wird in Abhängigkeit von der für diesen Prozess verfügbaren N-Menge beschrieben:

$$N_{de} = N_{le(acc)} \times \frac{f_{de}}{(1 - f_{de})} \quad 11-28$$

mit:

$N_{le(acc)}$  = Tolerierbarer N-Austrag mit dem Sickerwasser [ $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$f_{de}$  = Denitrifikationsfaktor [-]

Die Ableitung des Denitrifikationsfaktors ( $f_{de}$ ) erfolgt gemäß CLRTAP (2016). Der Tongehalt wird als Summen Indikator für die Parameter Bodenfeuchte, Humusgehalt und Basensättigung angesehen. Je höher der Tonanteil im Boden ist, desto wahrscheinlicher ist eine hohe Denitrifikationsrate. Histosolen wird pauschal ein  $f_{de}$ -Faktor von 0,8 und Podsolen ein  $f_{de}$ -Faktor von 0,1 zugewiesen. Bei Verwitterungsraten kleiner  $200 \text{ eq ha}^{-1} \text{a}^{-1} \text{m}^{-1}$  wird ein  $f_{de}$ -Faktor von 0,1 angesetzt.

### 11.3.4.5 Immobilisierung

Der Prozess der Immobilisierung von N umfasst die dauerhafte Festlegung von organischen N-Verbindungen durch Akkumulation in der Humusschicht und durch mikrobielle Fixierung. Immobilisierter N liegt in ungelöster Form vor, ist nicht pflanzenverfügbar und trägt somit nicht zur Eutrophierung und zur Auswaschung von basischen Kationen bei. Die langfristige Netto-Immobilisierungsrate ist dabei temperaturabhängig sowie vom Wasser-, Kationen- und C-Angebot beeinflusst. Zur Abschätzung der N-Immobilisierung ( $N_i$ ) in Wellbrock et al. 2016 wurden zwei Berechnungsmethoden verglichen: Eine rein temperaturabhängige Variante nach Formel 11-30 und die Kombination aus temperaturabhängiger Immobilisierungsrate  $N_{i(T)}$  nach Formel 11-31 und vegetationsabhängiger Immobilisierungsrate  $N_{i(plant)}$ :

$$N_i = N_{i(T)} + N_{i(plant)} \quad 11-29$$

Ausgehend von einer positiven Korrelation zwischen Bodentemperatur und Mineralisierung von N wird in umgekehrter Weise angenommen, dass niedrige Bodentemperaturen die Akkumulation von organischem N begünstigen. Nach ARGE StickstoffBW (2014) berechnet sich  $N_{i(T)}$  wie folgt:

$$N_{i(T)} = 0,0804 \cdot T^2 - 1,8589 \cdot T + 11,204, \quad \text{wenn } T \leq 3^\circ\text{C} \text{ dann } N_{i(T)} = 6,3 \quad 11-30$$

Die Formel 11-30 befindet sich derzeit in Revision. Auf Grundlage der BZE II-Daten wurde deshalb folgende Berechnung vorgeschlagen (Öko-Data 2015):

$$N_{i(T)} = 0,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}, \quad \text{wenn } T \leq 2 \text{ }^\circ\text{C} \quad 11-31$$

$$N_{i(T)} = 1,6 \cdot T - 2,7, \quad \text{wenn } T > 2 \text{ }^\circ\text{C} \leq 4,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$N_{i(T)} = 4 \cdot \left( \frac{11 - T}{6,5} \right)^2 + 0,5, \quad \text{wenn } T > 4,5 \text{ }^\circ\text{C} < 11 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$N_{i(T)} = 0,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}, \quad \text{wenn } T \geq 11 \text{ }^\circ\text{C}$$

mit:

T = langjähriges Mittel der Jahresdurchschnittstemperatur [°C]

Die vegetationsabhängige Komponente der Immobilisierungsrate  $N_{i(\text{plant})}$  wird über den Immobilisierungsfaktor  $f_i$  berechnet. Dazu werden anhand der Bodensubstratgruppen (Kapitel 11.4.2) die Spanne des standorttypischen C/N Verhältnisses ( $CN_{\min(\text{soil})}$ ,  $CN_{\max(\text{soil})}$ ) zugewiesen. Innerhalb dieser standorttypischen C/N Spannen entwickeln sich nach Öko-Data (2015) die Pflanzengesellschaften in deutlich engeren C/N Spannen ( $CN_{\text{crit}(\text{plant})}$ ). Für naturnahe Standorte werden die Werte für  $CN_{\text{crit}(\text{plant})}$  aus dem BERN-Modell abgeleitet (Kapitel 11.3.1.1), für Forste wird das C/N Verhältnis aus dem Auflagehumus und 0-10 cm Oberboden als gewichteter Mittelwert aus der BZE II-Erhebung verwendet. Liegt  $CN_{\text{crit}(\text{plant})}$  unterhalb von  $CN_{\min(\text{soil})}$ , sind die Destruenten ausreichend mit Nährstoffen versorgt und es herrscht N-Mineralisierung, während jedoch  $CN_{\text{crit}(\text{plant})}$  oberhalb von  $CN_{\max(\text{soil})}$  liegt, dominiert die Immobilisierung.

Näherungsweise kann der vegetationsabhängige Teil der Immobilisierungsrate nach Balla et al. (2013) wie folgt abgeschätzt werden:

$$N_{i(\text{plant})} = f_{i(\text{plant})} \cdot N_{av} \quad 11-32$$

$$f_{i(\text{plant})} = \frac{CN_{\text{crit}(\text{plant})} - CN_{\min(\text{geo})}}{CN_{\max(\text{geo})} - CN_{\min(\text{geo})}} \quad \text{für } CN_{\min(\text{geo})} < CN_{\text{crit}(\text{plant})} < CN_{\max(\text{geo})} \quad 11-33$$

$$f_{i(\text{plant})} = 1 \quad \text{für } CN_{\text{crit}(\text{plant})} \geq CN_{\max(\text{geo})}$$

$$f_{i(\text{plant})} = 0 \quad \text{für } CN_{\text{crit}(\text{plant})} \leq CN_{\min(\text{geo})}$$

mit:

$N_{i(T)}$  = temperaturabhängige Immobilisierungsrate [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$N_{i(\text{plant})}$  = vegetationsabhängige Immobilisierungsrate [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$N_{av}$  = verfügbarer N ( $N_{av} = N_{\text{dep}} - N_u - N_{i(T)}$ ) mit  $N_{\text{dep}} \equiv CL_{\text{nut}}(\text{N})$  bzw.

$$N_{av} = \frac{1}{1 - f_{i(\text{plant})}} \times (N_{de} + N_{le}) \text{ [kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}\text{]}$$

$CN_{\min(\text{geo})}$  = niedrigstes akzeptables (bodenspezifisches) C/N-Verhältnis [-]

$CN_{\max(\text{geo})}$  = höchstes akzeptables (bodenspezifisches) C/N-Verhältnis [-]

$CN_{crit(plant)}$  =kritischer Schwellenwert für das C/N-Verhältnis (vegetationsgesellschaftsspezifisch) [-]

Aufgrund neuerer Erkenntnisse wurde die Abschätzung von  $N_i$  für Wellbrock & Bolte 2019 nach der Empfehlung von Höhle & Wellbrock (2017) vorgenommen. Dazu wurden die aktuellen N-Vorräte in Auflage und Mineralboden bis 90 cm Tiefe durch das abgeschätzte Bodenalter dividiert, um die jährliche Netto-Immobilisation zu berechnen. Die Bodenalter wurden mit 10 000 Jahren für glazial und 24 000 Jahren für periglazial geprägte Böden angesetzt, wobei die BZE-Punkte anhand der maximalen Ausdehnung der letzten Vereisung mittels ArcGIS zugeteilt wurden.

### 11.3.4.6 Gibbsit Gleichgewichtskonstante

Als Gibbsit Gleichgewichtskonstante  $K_{gibb}$  wurde der allgemein übliche Wert von  $300 \text{ m}^6 \text{ eq}^{-2}$  für Mineralböden und gemäß CLRTAP (2016)  $100 \text{ m}^6 \text{ eq}^{-2}$  für Moor- und Anmoorböden verwendet. Die Unterteilung in Mineralböden und organisch geprägte Böden erfolgte wie in Kapitel 11.3.2.1.1 beschrieben.

### 11.3.4.7 Austragsrate von Hydrogencarbonat

Die Austragsrate von Hydrogencarbonat mit dem Sickerwasser ist abhängig vom pH-Wert und berechnet sich nach (CLRTAP 2016):

$$HCO_{3,le} = PS \times [HCO_3] \quad 11-34$$

$$[HCO_3] = \frac{K_1 \times K_H \times p_{CO_2}}{[H]_{crit}} \quad 11-35$$

mit:

$K_1$  =1. Dissoziationskonstante der Kohlensäure [ $\text{eq m}^{-3}$ ]

$K_H$  =Henry-Konstante von  $CO_2$  [ $\text{eq m}^{-3} \text{ atm}^{-1}$ ]

$p_{CO_2}$  =Partialdruck von  $CO_2$  in der Bodenluft [atm]

$[H]_{crit}$  =Protonenkonzentration am jeweiligen Critical Limit [ $\text{eq m}^{-3}$ ]

Die beiden Konstanten sind leicht temperaturabhängig. Vereinfachend wurde ihr Wert bei  $8^\circ\text{C}$  verwendet:  $K_1 \times K_H = 0,02 \text{ eq}^2 \text{ m}^{-6} \text{ atm}^{-1}$ . Der Partialdruck von  $CO_2$  in der Bodenluft wurde nach der Formel von Gunn & Trudgill (1982) aus der Jahresmitteltemperatur abgeschätzt:

$$\log_{10} p_{CO_2} = -2,38 + 0.013 \times T \quad 11-36$$

### 11.3.4.8 Austragsrate von dissoziierten organischen Säuren

Die Austragsrate organischer Anionen wurde unter stark vereinfachenden Annahmen gemäß CLRTAP (2016) geschätzt:

$$RCOO_{le} = PS \times [RCOO] \quad 11-37$$

$$[RCOO] = \frac{m \times DOC \times K_{org}}{K_{org} + [H_{crit}]} \quad 11-38$$

mit:

DOC = Konzentration an gelöstem organischen Kohlenstoff in der Bodenlösung [molC m<sup>-3</sup>]

m = Konzentration funktionaler Gruppen (Ladungsdichte) [mol molC<sup>-1</sup>]

K<sub>org</sub> = 1. Dissoziationskonstante der organischen Säuren [eq m<sup>-3</sup>]

[H]<sub>crit</sub> = Protonenkonzentration am jeweiligen Critical Limit [eq m<sup>-3</sup>]

DOC wurde de Vries et al. (2005, Tabelle A11.1, S. 129) entnommen und mit der molaren Masse von Kohlenstoff umgerechnet. Für m wurden die exemplarischen Werte von 0,014 mol molC<sup>-1</sup> für O und Ah-Horizonte und 0,044 mol molC<sup>-1</sup> für B- und C-Horizonte (CLRTAP 2016) verwendet. Beide Variablen wurden tiefenstufenweise im Durchwurzelungsbereich des Mineralbodens und der Auflage zugeordnet und zur weiteren Berechnung pro BZE-Punkt gemittelt. Die Dissoziationskonstante wird empirisch aus dem pH-Wert am Critical Limit abgeleitet (Oliver et al. 1983):

$$pK_{org} = -\log_{10}K_{org} = 0,96 + 0,9 \times pH_{crit} - 0,039 \times (pH_{crit})^2 \quad 11-39$$

### 11.3.4.9 Verwitterungsrate

Die Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrates wurde entsprechend CLRTAP (2016) aus der Verknüpfung von Ausgangssubstrat und Bodenart tiefenstufenweise abgeleitet und anschließend über den Durchwurzelungsbereich des Mineralbodens addiert.

Den Ergebnissen der Korngrößenanalysen (Kapitel 10.6.3) oder ersatzweise der Ansprache der Bodenart mittels Fingerprobe (Kapitel 4.2.3) wurde die entsprechende Texturklasse gemäß Tabelle V.14 (CLRTAP 2016, S.42) zugeordnet. Die bei der Profilansprachen (Kapitel 4.4.1) ermittelten Ausgangssubstrate (Wellbrock et al. 2006, Tabelle IV-23, S. IV-87ff) wurden in Anlehnung an Tabelle 12 aus Wellbrock (2000, S. 40) zu Gesteinsklassen zusammengefasst (Tabelle 11-1).

**Tabelle 11-1: Zuordnung der Ausgangssubstrate nach den Codes der BZE II-Anleitung (Wellbrock et al. 2006) zu Gesteinsklassen.**

Ausgangsgesteinsklasse	Code des Ausgangssubstrates nach BZE II-Anleitung
0 organische Bildungen	1000, 1010, 1011, 1012, 1013, 1014, 1030, 1031, 1033, 1040, 1050, 1051, 1052
1 saure Gesteine	700, 710, 711, 712, 713, 750, 751, 752, 753, 910, 911, 912, 913, 920, 921, 922, 924, 925, 926, 928, 930, 931, 940, 941, 942, 943, 951
2 neutrale Gesteine	100, 110, 111, 112, 113, 120, 122, 122, 123, 124, 125, 130, 131, 132, 133, 200, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 220, 221, 222, 223, 224, 230, 231, 232, 234, 400, 410, 411, 412, 413, 420, 430, 431, 432, 433, 440, 450, 460, 470, 480, 481, 500, 510, 511, 512, 720, 730, 740, 760, 770, 900, 923, 927, 944, 950, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999
3 basische Gesteine	300, 310, 311, 312, 313, 314, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 330, 331, 332, 520, 521, 530, 531, 532, 533, 540, 980, 981, 982, 983
4 carbonathaltige Gesteine	600, 610, 620, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 640, 650, 651, 652, 653, 654, 660, 670, 671, 672, 800, 810, 811, 812, 813, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 840, 841, 842, 843, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 880, 881, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899

Da die Ausgangssubstrate horizontweise angesprochen wurden, während alle anderen Eingangsparameter in den Tiefenstufen der Laboranalysen vorliegen, mussten die Gesteinsklassen in die Standardtiefen überführt werden. Dazu wurde der Mittelwert aus allen innerhalb einer Tiefenstufe vorkommenden Gesteinsklassen gebildet und auf die nächste ganze Zahl gerundet.

Aus der Kombination von Texturklasse und Gesteinsklasse wurden Verwitterungsklassen nach Tabelle V.16 (CLRTAP 2016, S.43, Posch et al. 2003) abgeleitet. Gesteinsklasse 4 wurde die Verwitterungsklasse 20 zugeordnet sofern auch in der chemischen Analyse Carbonat nachgewiesen wurde. Andernfalls erfolgte die Eingruppierung gemäß Gesteinsklasse 3. Umgekehrt wurden alle Substrate mit deutlichem Carbonatanteil ( $> 5 \text{ g kg}^{-1}$ ) gemäß Gesteinsklasse 4 eingruppiert.

Aus den Verwitterungsklassen ( $W_{class}$ ) errechnet sich die Verwitterungsrate  $BC_w$  mit einer Temperaturkorrektur wie folgt (Sverdrup 1990):

$$BC_w = z \times 500(W_{class} - 0.5) \times 10^{\left(\frac{3600K}{281K} - \frac{3600K}{273K+T}\right)} \quad 11-40$$

mit:

$BC_w$  = Freisetzungsrates basischer Kationen (Ca+Mg+K+Na) [ $\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

T = langjähriges Mittel der Jahresdurchschnittstemperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ]

z = durchwurzelte Tiefe

Als durchwurzelte Tiefe wurde der effektive Wurzelraum in dem sich 86 % der Feinwurzeln aufsummieren aus dem  $\beta$ -Modell (von Wilpert et al. 2016) verwendet.

Die Freisetzungsrates basischer Nährkationen (Ca+Mg+K)  $B_{c_w}$  wurde näherungsweise durch Multiplikation von  $BC_w$  mit einem Faktor zwischen 0,7 und 0,85 abgeschätzt (CLRTAP 2016). Die Höhe des Faktors ergibt sich aus der „Nährkraftstufe“ nach Balla et al. (2013, S.175), welche tiefenstufenweise aus der nutzbaren Feldkapazität und der Kationenaustauschkapazität abgeleitet wurde (Balla et al. 2013, S.182f).

### 11.3.5 Methoden zur Berechnung von $CL_{nut}(N)$ im Vergleich

In Wellbrock et al. 2016 werden die Ergebnisse folgender drei Ansätze zur Berechnung der  $CL_{nut}(N)$  gegenübergestellt:

- konservativer Ansatz: Berechnung von  $N_{le(acc)}$  auf Grundlage von  $N_{crit} = 0,2 \text{ mg l}^{-1}$  und Berechnung von  $N_i$  auf Grundlage von Formel 11-30,  $N_i = N_{i(T)}$ .
- konservativ-erweiterter Ansatz: Berechnung von  $N_{le(acc)}$  auf Grundlage von  $N_{crit} = 0,2 \text{ mg l}^{-1}$  und Berechnung von  $N_i$  auf Grundlage von Formel 11-29 und 11-31,  $N_i = N_{i(T)} + N_{i(plant)}$ .
- modifizierter Ansatz: Berechnung der  $N_{le(acc)}$  auf Grundlage des Minimums von  $N_{crit(nut)}$  und  $N_{crit(plant)}$  nach Balla et al. (2013), modifiziert nach ARGE StickstoffBW (2014). In der Mehrzahl der Fälle ist  $N_{crit} > 0,2 \text{ mg l}^{-1}$ . Berechnung von  $N_i$  auf Grundlage von Formel 11-29 und 11-31,  $N_i = N_{i(T)} + N_{i(plant)}$ .

In Wellbrock & Bolte 2019 werden die Ergebnisse folgender zwei Ansätze zur Berechnung der  $CL_{nut}(N)$  gegenübergestellt:

- konservative Ansatz: (=potentielle Gefährdung) Berechnung von  $N_{le(acc)}$  auf Grundlage von  $N_{crit} = 0,2 \text{ mg l}^{-1}$  für Nadelwälder bzw.  $0,4 \text{ mg l}^{-1}$  für Laubwälder und Berechnung von  $N_i$  auf Grundlage von aktuellen N-Vorräten und Bodenalter (Höhle und Wellbrock 2017)
- modifizierte Ansatz: Berechnung der  $N_{le(acc)}$  auf Grundlage des Minimums von  $N_{crit(nut)}$  und  $N_{crit(plant)}$  nach Balla et al. (2013), modifiziert nach ARGE StickstoffBW (2014) und Berechnung von  $N_i$  auf Grundlage von aktuellen N-Vorräten und Bodenalter (Höhle und Wellbrock 2017).

## 11.4 Parameter der Auswertung

Im folgenden Kapitel sind die abgeleitete Parameter die im Rahmen der BZE-Bundesauswertung verwendet werden, dargestellt. Der Steckbrief der Parameter/Parametergruppen ist - abweichend von den im Kapitel 1.2 dargestellten Ausführungen - nach folgenden Konventionen aufgebaut:

Die Statustabelle enthält Angaben zur technischen Spezifikation des Parameters in der BZE-Auswertungsdatenbank:

- Variablenname: Bezeichnung des Parameters in der BZE-Auswertungsdatenbank
- Beschreibung: Definition des Parameters
- Typ: Datentyp des Parameters in der BZE-Auswertungsdatenbank
- Einheit
- Codetabelle in Bundesdatenbank: Name der Verschlüsselungstabelle in der BZE-Auswertungsdatenbank

Es folgen die methodischen Spezifikationen:

- Methode: Methode der Herleitung
- Tabellen: Verschlüsselungs-, Zuordnungstabellen
- Literatur

### 11.4.1 Wichtung der BZE-Punkte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bl	Bundeslandkennung	Numerisch	Code	x_ld.icode
inventur	Nummer der BZE-Inventur, 1-BZE I (1987-1993) und 2-BZE II (2004-2008)	Numerisch	Code	
rjahr	Referenzjahr des Corine Landcover-Datensatzes	Numerisch	-	-
waldflaech	Waldfläche in Hektar aus Corine Landcover	Numerisch	ha	-

#### Methode:

Zur Herleitung einer flächenrepräsentativen Gesamtaussage ist eine Wichtung der BZE-Punkte entsprechend ihres Waldanteils notwendig. Hintergrund sind Rasterdichten, die vom vorgesehenen systematischen 8 x 8 km-Raster abweichen (Kapitel 2). Zur Ermittlung des Wichtungsfaktors wird der Anteil der Landeswaldfläche an der Bundeswaldfläche berechnet und durch die Anzahl der mit Messwerten belegten BZE-Punkte im jeweiligen Bundesland geteilt (Formel 11-41). Bei dieser Berechnungsmethode wird davon ausgegangen, dass die Punktdichte innerhalb der Länder homogen ist, bzw. dass Inhomogenitäten innerhalb der Länder nicht berücksichtigt werden können. Die Anteile der Landeswaldflächen an der Bundeswaldfläche stammen aus den Corine Landnutzungsdaten 1990 (EEA 2010a) und 2006 (EEA 2010b). Genutzt wurden jeweils die 100 m-Rasterdatensätze. Es wird davon ausgegangen, dass die aus den Corine Landnutzungsdaten ermittelten Waldflächen zwar von den aus den BWIs ermittelten Waldflächen abweichen, die relativen Anteile aber wesentlich geringere und für die Ermittlung der Wichtungsfaktoren tolerierbare Abweichungen aufweisen.

$$w_l = \frac{A_l}{\sum_{l=1}^{16} A_l} \times \frac{1}{n_l} \quad 11-41$$

mit:

$w_l$  = Wichtungsfaktor der BZE-Punkte im Bundesland l

$A_l$  = Waldfläche von Bundesland l

$n_l$  = Anzahl der BZE-Punkte im Bundesland l.

#### Tabellen:

**Tabelle 11-2: Waldfläche pro Bundesland [ha] abgeleitet aus Corine Landcover 1990 (BZE I) oder 2006 (BZE II).**

Bundesland	Waldfläche nach Corine Landcover [ha]	
	BZE I	BZE II
BW	1.326.388	1.325.555
BY	2.392.222	2.391.037
BE	16.297	16.336
BB	1.027.433	1.034.521
HB	735	780
HH	3.484	3.465
HE	850.163	850.594
MV	494.430	500.050
NI	967.985	969.970
NW	787.398	785.369
RP	793.567	792.679
SL	86.601	86.638
SN	450.149	453.007
ST	433.391	439.571
SH	134.048	136.868
TH	534.887	537.013

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

Literatur: ---

## 11.4.2 Boden- und Substratgruppen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
buek_eg	16 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Code	Numeric	Code	x_buek_eg.icode
buek_eg_d	16 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Beschreibung	Text	-	x_buek_eg.kurzd
buek8	8 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Code	Numeric	Code	x_buek8_eg.icode
buek8_d	8 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Beschreibung	Text	-	x_buek8_eg.kurzd
buek4	4 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Code	Numeric	Code	x_buek4_eg.icode
buek4_d	4 zusammenfassende Boden- und Substratgruppen basierend auf den BÜK-Einheiten und Parametern der BZE-Profilansprache, Beschreibung	Text	-	x_buek4_eg.langd

### Methode:

Die 8 Bodensubstratklassen basieren auf der Aggregation der 72 fortlaufend nummerierten Bodeneinheiten der Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:1.000.000 (BGR 1998) (Tabelle 1). Die zur Ableitung der entsprechenden Bodensubstratklassen erforderlichen Parameter wurden der Profildatenbank der BZE II entnommen. Hierzu zählen im Feld geschätzte Parameter wie der Humus- und Carbonatgehalt die Bodenart und der Grobbodenanteil entsprechend der Grus- Kies- und Steinfraktion. Daneben gingen die Horizontbezeichnung und Horizontmächtigkeit sowie Daten zur Geologie (Stratigraphie und Gesteinsart) ein. Die Zuordnung eines jeden Profils in die entsprechende Klasse erfolgte gutachterlich über die Integration der zuvor genannten Parameter.

### Tabellen:

**Tabelle 11-3: Codierung und Beschreibung der 16 BZE-Bodensubstratklassen nach Grüneberg.**

Code	Beschreibung
1	Braunerden Podsole Lockersyroseme Regosole aus trockenen basenarmen Sanden
2	Auenböden Gleye aus sandigen bis lehmigen fluviatilen Sedimenten der breiten Flusstäler einschließlich Terrassenflächen und Niederungen
3	Auenböden Gleye aus lehmigen bis tonigen teilweise kalkhaltigen Sedimenten von Terrassenablagerungen der breiten Flusstäler einschließlich Terrassenflächen und Niederungen
4	Braunerden Lessivés Pararendzinen Pseudogleye aus Geschiebelehm und Geschiebemergel
5	Braunerden Pseudogleye Parabraunerden Regosole aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
6	Braunerden Parabraunerden aus eutrophen sandigen Deckschichten
7	Braunerden Lessivés Pararendzinen Pseudogleye aus sandvermischem Löss-Lösslehm über verschiedenen Gesteinen
8	Braunerden Rendzinen aus Hangschutt über Kalk- Mergel- und Dolomitgestein
9	Braunerden Terra fuscen aus Umlagerungsprodukten der Kalk- Mergel- und Dolomitverwitterung
10	Braunerden Pseudogleye aus Mergel- und Tongesteinen sowie kalkhaltigen Schottern
11	Braunerden aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen
12	Braunerden Pseudogleye aus magmatischen und metamorphen Gesteinen
13	Braunerden aus harten Ton- und Schluffschiefern Grauwacken Quarziten und Sandsteinen
14	Braunerden Podsole Pseudogleye aus Lösslehm über verschiedenen Gesteinen
15	Braunerden Pseudogleye aus lössvermischten Deckschichten im engräumigen Wechsel mit Tonschiefer Grauwacken Sand- und Schluffsteinen
16	Hochgebirgsböden aus Kalk- und Dolomitgestein sowie aus kalkfreiem Silikatgestein

**Tabelle 11-4: Zusammensetzung der acht BZE-Bodensubstratklassen nach Grüneberg entsprechend der Bodeneinheiten der Bodenübersichtskarte BÜK 1000.**

Code	Bezeichnung	Bodeneinheiten der Bodenübersichtskarte (BÜK 1000)	n
1	Böden aus basenarmem Lockergestein	1, 16, 17, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34	387
2	Semiterrestrische Böden breiter Flusstäler	8, 10, 11, 12	63
3	Tieflandböden aus Lösslehm	9, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48	247
4	Böden aus verwittertem Karbonatgestein	49, 50	163
5	Böden aus basisch-intermediärem Festgestein	51, 52, 53, 54	134
6	Böden aus basenarmem Festgestein	55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66	775
7	Böden der Alpen	68	27
8	Moore und Anmoore	6, 7	43
-1	nicht besetzt	2, 3, 4, 5, 67, 69, 70, 71, 72	20

**Tabelle 11-5: Codierung und Beschreibung der vier BZE-Bodensubstratklassen nach Grüneberg.**

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
1	basenarmes Lockergestein
2	basenreiches Lockergestein
3	basenreiches Festgestein
4	basenarmes Festgestein

Literatur:

Grüneberg et al. 2014, Grüneberg et al. 2015

### 11.4.3 Gruppe der Bodenausgangsgesteine

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bag	Gruppe der Bodenausgangsgesteine (BGR) pro BZE-Standort, Code	Numeric	Code	x_bodenausgangsgestein.icode
bag_d	Gruppe der Bodenausgangsgesteine (BGR) pro BZE-Standort, Beschreibung	Numeric	-	x_bodenausgangsgestein.langd
bag_sub	Subtyp der Bodenausgangsgesteine (BGR) pro BZE-Standort, Code	Numeric	Code	x_bodenausgangsgestein_sub.icode
bag_sub_d	Subtyp der Bodenausgangsgesteine (BGR) pro BZE-Standort, Beschreibung	Numeric	-	x_bodenausgangsgestein_sub.langd

#### Methode:

Neben der Bodensubstratgliederung wurde mit den Bodenausgangsgesteinen (BAG) eine stärker auf das Ausgangssubstrat der Bodenbildung fokussierende Zuordnung vorgenommen. Hierdurch lässt sich die Herkunft und Gesteinszusammensetzung im mineralogischen Sinne erfassen. Dazu wurden die BZE-Punkte räumlich in einem GIS mit der Karte der Bodenausgangsgesteine 1:5 000 000 (BAG5000; BGR 2008) verschnitten. In der BAG5000 sind die Böden auf Grundlage der Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:1.000.000 (BÜK1000) nach pedo-lithogenen Merkmalen zu 15 Gruppen von Bodenausgangsgesteinen zusammengefasst.

#### Tabellen:

**Tabelle 11-6: Verschlüsselungstabelle der Bodenausgangsgesteine (BAG).**

Code	Beschreibung
1	Sedimente im Gezeitenbereich
2	Auenablagerungen
3	Terrassenablagerungen
4	Sande
5	Geschiebemergel/ -lehme mit sandiger Deckschicht
6	Geschiebemergel/ -lehme
7	Lösse
8	Sandlöss
9	Karbonatgesteine
10	Tongesteine
11	Silikatgesteine
12	Basische Magmatite und Metamorphite
13	Bimstuff
14	Saure Magmatite und Metamorphite

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
15	Moore
16	Anthropogene Boden

Literatur:

[https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Informationsgrundlagen/Bodenkundliche\\_Karten\\_Datenbanken/Themenkarten/BAG5000/bag5000\\_node.html;jsessionid=B0CD1F8E6E37B0FB83352A59D8A5C32D.2\\_cid284](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Informationsgrundlagen/Bodenkundliche_Karten_Datenbanken/Themenkarten/BAG5000/bag5000_node.html;jsessionid=B0CD1F8E6E37B0FB83352A59D8A5C32D.2_cid284)

### 11.4.4 Bodenzustandstyp

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bodenzustandstyp	Substratklassifikation der BZE II, Code	Numerisch	Code	v_x_substrat_2.icode
bodenzustandstyp_d	Substratklassifikation der BZE II , Beschreibung	Text	-	v_x_substrat_2.langd

#### Methode:

Substratklassifikation der BZE II. Zuordnung des Tünnen-Instituts auf Grundlage der Mineralanalysen (Kapitel 10.7.2).

#### Tabellen:

**Tabelle 11-7: Codierung und Beschreibung der Substratklassifikation der BZE II auf Grundlage der Mineralanalysen.**

Code	Beschreibung
1	gekalkte Standorte, im Unterboden sauer, mittlere $A_{k_e}$
2	sehr saure Standorte, teilweise Festgesteine, mittlere Höhenlage, sehr geringe Basensättigung
3	basische Standorte in höheren Lagen mit hoher $A_{k_e}$ , nicht gekalkt
4	saure Standorte in höheren Lagen, teilweise gekalkt
5	Kalkhaltige Festgesteine
6	Arme (pleistozäne) Sande, stark versauert
7	Moore
8	Im Oberboden versauert, im Untergrund karbonathaltig
9	Im Oberboden karbonathaltig, im Untergrund karbonatfrei, Lockergestein
10	karbonathaltiges Festgestein
11	geschichtete Böden , Oberlage sauer untere Lage basisch in Höhenlagen
12	Anthropogene Substrate u. nicht Klassen 01-11 zuzuordnende Substrate

#### Literatur: ---

### 11.4.5 Bodengroßlandschaft

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
bgl	Bodengroßlandschaft, Code	Numerisch	Code	x_bgl.icode
bgl_d	Bodengroßlandschaft, Beschreibung	Text	-	x_bgl.langd

Methode: ---

Tabellen:

**Tabelle 11-8: Codierung der Bodengroßlandschaften.**

Code	Beschreibung
15	BGL der Ostsee- und Boddenküste
21	BGL der Auen und Niederterrassen
22	BGL der Hochflutlehm-, Terrassensand- und Flussschottergebiete
31	BGL der Grundmoränenplatten und lehmigen Endmoränen im Jungmoränengebiet Norddeutschlands
32	BGL der Sander und trockenen Niederungssande sowie der sandigen Platten und sandigen Endmoränen im Jungmoränengebiet Norddeutschlands
33	BGL der Schwäbisch Bayerischen Jungmoränengebiete
34	BGL der Niederungen und Urstromtäler des Jungmoränengebietes
41	BGL der Grundmoränenplatten und Endmoränen im Altmoränengebiet Norddeutschlands und im Rheinland
42	BGL der (geringmächtigen) Grundmoränen über Festgestein und/oder Kreide und/oder Tertiärsedimenten
43	BGL der Sander und trockenen Niederungssande sowie der sandigen Platten und sandigen Endmoränen im Altmoränengebiet Norddeutschlands
44	BGL der Schwäbisch Bayerischen Altmoränenlandschaft
45	BGL der Niederungen und Urstromtäler des Altmoränengebietes
51	BGL der Deckenschotterplatten im Alpenvorland
52	BGL der Tertiärhügelländer im Alpenvorland
61	BGL des Bördenvorlandes mit geringmächtiger Lössbedeckung
62	BGL der Lössbörden
63	BGL der Lösslandschaften des Berglandes (Becken, Talweitungen, Senken, Berglandhänge und Lösshügelländer)
71	BGL mit hohem Anteil an carbonatischen Gesteinen
72	BGL mit hohem Anteil an silikatischen Gesteinen
73	BGL mit hohem Anteil an Löss
81	BGL mit hohem Anteil an carbonatischen Gesteinen im Wechsel mit Löss und Lösslehm
84	BGL mit hohem Anteil an Kalkgesteinen, regional im Wechsel mit Lösslehm und anderen Decksedimenten
91	BGL mit hohem Anteil an Sand , Schluff und Tongesteinen, häufig im Wechsel mit Löss
92	BGL mit hohem Anteil an Sand , Schluff und Tongesteinen
93	BGL mit hohem Anteil an Ton und Schluffgesteinen

---

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>
94	BGL mit hohem Anteil an Sand und Mergelgesteinen, stellenweise im Wechsel mit Lösslehm
101	BGL der basischen bis intermediären Vulkaniten, z.T. wechselnd mit Lösslehm
102	BGL mit hohem Anteil an sauren bis intermediären Magmatiten und Metamorphiten
111	BGL der Ton und Schluffschiefer mit wechselnden Anteilen an Grauwacke, Kalkstein, Sandstein und Quarzit; z.T. wechselnd mit Lösslehm
112	BGL mit hohen Anteilen an Quarzit, Grauwacke, Sandsteine und Konglomerat sowie Ton und Schluffschiefern
121	BGL der Flysch und Molassegesteine der Voralpen
122	BGL der Carbonatgesteine des Kalkalpins und des Helvetikums
123	BGL der Kiesel , Sand und Mergelgesteine des Kalkalpins und des Helvetikums

---

Literatur: ---

### 11.4.6 Aggregierte Humusform

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
agghu_typ_1	Aggregierte Humusform BZE I	Text	Code	-
agghu_typ_2	Aggregierte Humusform BZE II	Text	Code	-

#### Methode:

Die dominante Humusform aus der Profilansprache wird zur aggregierten Humusform nach Tabelle 4-28 zusammengefasst. Aggregiert wurde auf Ebene des Humustyps bzw. bei Moder auf Ebene der Subtypen.

#### Tabellen:

**Tabelle 11-9: Verschlüsselungstabelle der aggregierten Humusformen.**

Code	Bezeichnung	Aggregationsstufe
MU	Mull	Typ <sup>30</sup>
MOM	mullartiger Moder	Subtyp
MOT	typischer Moder inklusive Graswurzelfilz-Moder	Subtyp
MR	rohhumusartiger Moder	Subtyp
TA	Tangel	Subtyp
RO	Rohhumus	Typ
MUF	Feuchtmull	Typ
MOF	Feuchtmoder	Typ
ROF	Feuchtrohhumus	Typ
AMO	Anmoor (Aa-Horizont Oh fehlend)	Typ
MO	Moder <sup>31</sup>	Typ

#### Literatur: ---

<sup>30</sup> Abweichung zur Systematik der AG Humusformen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft

<sup>31</sup> Moder als aggregierte Humusform wird nur verwendet falls die dominante Humusform nicht auf der Ebene des Subtyps bzw. der Varietät angesprochen wurde

### 11.4.7 Wasserhaushaltsklassen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
wsk	Wasserhaushaltsklassen auf Grundlage der nFK, Code	Text	-	x_wsk.acode
wsk_d	Wasserhaushaltsklassen auf Grundlage der nFK, Beschreibung	Text	-	x_wsk.kurzd

Methode:

Der Wasserhaushalt der BZE-Standorte wird anhand von Profil- und Analysedaten nach bundesweit einheitlichem System bewertet. Im ersten Schritt erfolgt die Ableitung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) tiefenstufenbezogen mittels Pedotransferfunktion aus der Bodenart, dem Humusgehalt und der TRD abzüglich des Grobbodenanteils. Für Standorte des Hügel- und Berglands erfolgt dies bis in eine Bodentiefe von maximal 90 cm des durchwurzelbaren Bereichs. Für Tieflandstandorte wird eine maximale Tiefe von 160 cm angewendet, falls diese durchwurzelbar ist. Bis 90 cm Bodentiefe erfolgt die Berechnung nach Dehner et al. 2015 ab 90 cm erfolgt die Berechnung nach Renger et al. 2008, wobei nicht vorhandene Eingangsparameter für die untersten Horizonte durch Extrapolation ergänzt werden. Für Tiefen unterhalb von 90 cm werden keine Humuszuschläge vergeben. Die Standorte im Hügel- und Bergland werden pauschal um eine Klasse aufgewertet, wenn ein Sw- oder Go-Horizont innerhalb von 30 bis 60 cm beginnt. Dergleichen wird aufgewertet, wenn ein Substratwechsel von sandigem Substrat zu Lehm-, Ton- oder Schluffbodenarten innerhalb von 40 bis 80 cm vorliegt. Im zweiten Schritt erfolgt die Zuordnung der nFK zu neun Wasserhaushaltsstufen angelehnt an die Substratfeuchteklassen von König (2012) (Tabelle 11-10).

Tabellen:

**Tabelle 11-10: Verschlüsselungstabelle der Wasserhaushaltsklassen sowie deren Einstufung entsprechend der nutzbaren Feldkapazität.**

Code	Bescheibung	nFK [mm] Berg- und Hügelland	nFK [mm] Tiefland
a	äußerst gering	< 50	< 100
b	sehr gering	50 bis < 80	100 bis < 160
c	gering	80 bis < 90	160 bis < 180
d	mäßig gering	90 bis < 110	180 bis < 220
e	mäßig	110 bis < 130	220 bis < 260
f	leicht erhöht	130 bis < 150	260 bis < 300
g	erhöht	150 bis < 170	300 bis < 340
h	hoch	170 bis < 190	340 bis < 380
i	sehr hoch	> 190	> 380

Literatur:

Grüneberg et al. 2016, Seite 58f.; König 2012, Konopatzky 1998; Konopatzky 2012

## 11.4.8 Versauerungstypen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
vs_typ	Versauerungstyp nach Hartmann & von Wilpert 2016, Code	Numerisch	-	x_vs_typ_1.icode
vs_typ_d	Versauerungstyp nach Hartmann & von Wilpert 2016, Beschreibung	Text	-	x_vs_typ_1.langd

Methode: ---

Tabellen:

**Tabelle 11-11: Codierung der Versauerungstypen nach Hartmann & von Wilpert 2016.**

Code	Beschreibung
1	s. h. BS (>85%) im gesamten MB
2	h. BS (50-85%) im OB und s. h. BS (>85%) im UB (60-90cm)
3	s. g. - m. BS (<50%) im OB (0-5cm) und s. h. BS (>85%) im UB (60-90cm)
4	g. - m. BS (<60%) im OB (0-5cm) und m. - h. BS (30-85%) im UB (60-90cm)
5	s. g. - m. BS (<50%) im OB (0-5cm) und (s.) g. BS (<30%) im UB (60-90cm)
6	m. - (s.) h. BS (>50%) im OB (0-5cm) und (s.) g. BS (<30%) im UB (60-90cm), gekalkt

Literatur: ---

### 11.4.9 Kalkungswürdigkeit der BZE-Punkte

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
kalkul_bland	Kalkungskulisse der Bundesländer	Numerisch	-	-
dol_eqv_al_uboden	Kalkungswürdigkeit der Böden nach Dolomitäquivalente zur Neutralisierung austauschbarer Al-Vorräte im Unterboden (60-90 cm)	Numerisch	-	-

#### Methode:

Die Kalkungswürdigkeit der BZE-Standorte wird mittels zwei verschiedener Ansätze beurteilt.

**(i)** Die von den Bundesländern als versauerungsempfindlich ausgewiesenen Standorte umfassen jene BZE-Inventurpunkte, die entsprechend bundeslandspezifischer Kriterien durch eine Kalkung vor einer weiteren Bodenversauerung und vor dem irreversiblen Verlust von Bodenqualität geschützt werden können. In den Kalkungsleitfäden der Bundesländer werden die zur Anwendung gekommenen Selektionsverfahren ausführlich beschrieben (siehe Anstrich Literatur). Im Rahmen der BZE II-Auswertung übermittelten die Bundesländer die Information über die Zugehörigkeit eines Punktes zur bundeslandspezifischen Kalkungskulisse an die zuständige Bundesbehörde.

**(ii)** Ein weiteres, unabhängig von den bundeslandspezifischen Verfahren entwickeltes Konzept zur Begegnung einer weiteren Bodenversauerung und eines irreversiblen Verlusts von Bodenqualität zielt nicht allein auf die Neutralisation aktueller Säureinträge, sondern auch auf die Wiederannäherung der Bodenreaktion sowie der Basen- und Nährstoffausstattung der Böden an die natürlichen Bodenverhältnisse. Grundlage für dieses an der natürlichen Basenausstattung von Waldstandorten orientierte Konzept ist die Definition eines Sollzustands, der dem der „vorindustriellen“ Basenausstattung der Böden entspricht (von Wilpert et al. 2013). Hiernach muss die „Drift“ des Bodens vom natürlichen Versauerungszustand in Richtung höherer Acidität bestimmt werden. Bei der Ableitung des Kalkbedarfs wird unterstellt, dass die Waldböden relativ jung sind und somit im Unterboden durch natürliche Prozesse keine nennenswerten Al-Anteile an der Austauscherbelegung zu finden sind. Eine sich kumulierende anthropogen bedingte Bodenversauerung lässt sich durch einen erhöhten Vorrat austauschbarem Al im Unterboden unterstellen. Für die Neutralisation des Al und damit für die Regeneration der Böden lässt sich wiederum die notwendige Kalkmenge ableiten. Die Dolomitäquivalente zur Neutralisierung austauschbarer Al-Vorräte im Unterboden (60-90 cm) werden wie folgt berechnet:

$$\text{Dolomitäquivalent} = \frac{Ak_{Al}}{M_{Al}} \times z_{Al} \times \frac{M_{Dolomit}}{(z_{Ca} + z_{Mg})} \quad 11-42$$

mit:

Dolomitäquivalent [kg/ha]

$A_{K_{Al}}$ =Vorrat an austauschbaren Aluminium in 60-90 cm Bodentiefe, bei geringmächtigen Böden austauschbarer Al-Vorrat in 30-60 cm [kg/ha]

$M_{Al}$ =Molare Masse Aluminium (26,98 g mol<sup>-1</sup>)

$M_{Dolomit}$ =Molare Masse Dolomit (184,41 g mol<sup>-1</sup>)

z=Bindungswertigkeit der Elemente (Ca=2; Mg=2; Al=3)

Ab einem Dolomitäquivalent von 3000 kg ha<sup>-1</sup> (bundesweiter Mittelwert der Kalkungsmenge pro Kalkung) wird der BZE-Standort als kalkungswürdig bewertet (Jacob mündliche Aussage 2017, v. Wilpert et al. 2013).

### Tabellen:

**Tabelle 11-12: Verschlüsselungstabelle zur Kalkungskulisse der Bundesländer**

Code	Beschreibung
0	liegt nicht in der bundeslandspezifischen Kalkungskulisse
1	liegt in der bundeslandspezifischen Kalkungskulisse

**Tabelle 11-13: Verschlüsselungstabelle zur Kalkungswürdigkeit der Böden nach Dolomitäquivalente zur Neutralisierung austauschbarer Al-Vorräte im Unterboden**

Code	Beschreibung
0	nicht kalkungswürdig
1	kalkungswürdig

### Literatur:

Kalkungsleitfäden der Bundesländer: MUNLV 2003, von Wilpert und Schäffer 2000, von Wilpert et al. 2013, NW-FVA 2010, LAF Sachsen 2000

### 11.4.10 Deposition

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
depo04_ca	Mittlere Deposition an Calcium (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt im Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_na	Mittlere Deposition an Natrium am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_noy	Mittlere Deposition an oxidierten Stickstoffverbindungen am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_k	Mittlere Deposition an Kalium (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_sox	Mittlere Deposition oxidierter Schwefelverbindungen (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_mg	Mittlere Deposition an Magnesium (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_n_ges	Mittlere Deposition an Stickstoff am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_cl	Mittlere Deposition an Chlorid (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
depo04_nhx	Mittlere Deposition an reduzierten Stickstoffverbindungen am BZE-Punkt, Zeitraum 2004-2007	Numerisch	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-
methode	Datenherkunft Builtjes et al. 2011 oder Schaap et al. 2015	Text	-	-

In der BZE-Bundesdatenbank gibt es darüberhinaus mittlere Depositionswerte für den Zeitraum der BZE I (1990-1993) und Werte die dem gesamten Zeitraum der BZE I und BZE II abdecken (1990-2007) in separaten Tabellen. Die Systematik der Variablenbenennung erfolgt entsprechend dem oberen Beispiel. Depo90\_ca entspricht der mittleren Deposition an Calcium (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt im Zeitraum 1990-1993. Depo902\_ca entspricht der mittleren Deposition an Calcium (seesalzkorrigiert) am BZE-Punkt im Zeitraum 1990-2007.

#### Methode:

Flächendeckende und räumlich detaillierte Eingangsdaten von atmosphärischen Stoffeinträgen in Deutschland liefern die Daten des Umweltbundesamts (Builtjes et al. 2011, Gauger et al. 2008, Schaap et al. 2015). Da die Depositionsdaten des Umweltbundesamts methodisch homogen (Modellsprünge) nur relativ geringe Zeiträume abdecken, war es notwendig, diese mit zeitlichen Rekonstruktionsverfahren für die Deposition zu koppeln. Dies erfolgte mit einer vereinfachten Version des Modells MAKEDEP von Alveteg (1998). Die hierfür notwendigen relativen Zeitreihen der Deposition wurden für den Zeitraum von 2000 bis 2013 (methodisch homogene Datensätze) aus den EMEP Daten (UNECE 1979) erstellt und mit den Kurven der Depositionsentwicklung für

Mitteleuropa nach Alveteg et al. (1998) kombiniert. Die Berechnungen wurden von Bernd Ahrends von der Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt durchgeführt.

Tabellen: ---

Literatur: Wellbrock et al. 2016, Seite 34ff.

### 11.4.11 Ernährungsstufen nach Göttlein

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
klass_n_ea_n_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Stickstoff nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_p_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Phosphor nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_k_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Kalium nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_ca_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Calcium nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_mg_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Magnesium nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_s_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Schwefel nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_fe_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Eisen nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_mn_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Mangan nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_cu_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Kupfer nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen
klass_n_hn_zn_2	Ernährungskundliche Grenzwerte für Zink nach Göttlein	Numerisch	Code	y_k_ernaehrungsklassen

Methode:

Die Nadel- und Blattspiegelwerte aus der BZE werden baumartenspezifisch den Bewertungsklassen von Göttlein (2015) zugeordnet.

Tabellen:

**Tabelle 11-14: Ernährungskundliche Grenzwerte der Hauptbaumarten, Median (Göttlein 2015). UG = Untergrenze Normalbereich, OG = Obergrenze Normalbereich.**

Parameter		Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
<b>N [mg g-1]</b>	OG Normalbereich	17,00	17,00	25,00	26,00
	UG Normalbereich	13,10	14,05	19,00	20,00
	Symptomgrenze	11,70	12,60	16,65	16,70
<b>P [mg g-1]</b>	OG Normalbereich	2,00	2,00	1,70	2,00
	UG Normalbereich	1,30	1,30	1,20	1,35
	Symptomgrenze	1,05	1,00	0,95	0,90
<b>K [mg g-1]</b>	OG Normalbereich	7,65	7,50	9,35	10,00
	UG Normalbereich	4,50	4,40	6,00	6,10

Parameter		Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
<b>Ca [mg g-1]</b>	Symptomgrenze	3,50	3,50	4,75	3,60
	OG Normalbereich	5,30	4,00	8,55	8,00
	UG Normalbereich	2,00	2,00	5,00	5,00
<b>Mg [mg g-1]</b>	Symptomgrenze	1,00	1,00	4,00	3,00
	OG Normalbereich	1,40	1,40	1,50	2,60
	UG Normalbereich	0,80	0,80	1,00	1,20
<b>S [mg g-1]</b>	Symptomgrenze	0,60	0,60	0,70	0,90
	OG Normalbereich	1,60	1,60	2,25	2,30
	UG Normalbereich	1,00	1,00	1,50	1,20
<b>Fe [µg g-1]</b>	Symptomgrenze	0,80	0,95	1,35	1,00
	OG Normalbereich	190	200	250	200
	UG Normalbereich	42	40	60	70
<b>Mn [µg g-1]</b>	Symptomgrenze	21	30	35	50
	OG Normalbereich	2000	800	2000	1270
	UG Normalbereich	50	40	60	66
<b>Cu [µg g-1]</b>	Symptomgrenze	20	10	50	-
	OG Normalbereich	7	8	12	16
	UG Normalbereich	2	3	5	6
<b>Zn [µg g-1]</b>	Symptomgrenze	2	2	5	5
	OG Normalbereich	60	70	50	50
	UG Normalbereich	20	20	20	15
<b>B [µg g-1]</b>	Symptomgrenze	12	10	20	-
	OG Normalbereich	30	30	55	70
	UG Normalbereich	14	10	23	20
	Symptomgrenze	8	8	10	10

**Tabelle 11-15: Verschlüsselungstabelle der Ernährungsstufen nach Göttlein**

Code	Beschreibung	Wertebereich
1	Symptombereich	< Symptomgrenze
2	Latenter Mangelbereich	Symptomgrenze bis UG Normalbereich
3	Normalbereich	UG Normalbereich bis OG Normalbereich
4	Luxusbereich	> OG Normalbereich

Literatur: Göttlein 2015

### 11.4.12 Pflanzensoziologische Zuordnung der Vegetationsaufnahmen

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatenbank verfügbar				

#### Methode:

Die pflanzensoziologische Zuordnung erfolgte anhand der im Rahmen der BZE II durchgeführten Vegetationsaufnahme mittels klassischer Tabellenarbeit (Dierschke 1994). Dabei wurde die Artenliste nach Klassen-, Ordnungs- und Verbandscharakterarten und anderen, für die jeweilige syntaxonomische Einheit typische Arten gegliedert. Diese Gliederung erfolgte hauptsächlich anhand Oberdorfer (2001) unter Zuhilfenahme von Schubert et al. (2001) und Jäger & Werner (2005). Hauptziel war die Zuordnung auf der Ebene des pflanzensoziologischen Verbands (-ion) bzw. Unterverbands (-enion). Es wurden 31 Vegetationseinheiten unterschieden, die bei naturnahen Wäldern dem pflanzensoziologischen Verband bzw. Unterverband entsprechen, bei Forsten einem standörtlich definierten Pendant dazu (Tab. I-9-1). Die in 2008 erfolgte Kontrollstichprobe auf knapp 7 % aller BZE-Punkte wurde für die pflanzensoziologische Zuordnung mit herangezogen (zusammenfassende Betrachtung der Erst- und der Kontrollaufnahme). Assoziationen wurden nur bei einer Minderheit der BZE-Punkte ausgewiesen. Weiterführende Erläuterungen finden sich in Kompa.

Allgemein gültige Regeln der LRT-Ausweisung wurden eingehalten, z.B.: Haupt-BA muss mindestens 30 % Anteil am Gesamtbestand haben, LRT-fremde Gehölze dürfen maximal 30 % Anteil erreichen (vgl. BWI-3). Zwischen BWI-3 und BZE-II kann es dennoch zu Abweichungen bezüglich der LRT-Zuordnung vorkommen, da bei der BWI-3 i. d. R. die Gehölzschichten in die Bewertung einbezogen wurden, in der BZE-II zusätzlich auch die Bodenvegetation; außerdem sind BWI-Traktecke und BZE-Vegetationsaufnahme fläche nicht identisch; an die Vorgaben der BWI-3 wurde sich aber insofern gehalten, als dass bei Nichtausweisung eines LRT in einem Bundesland/Wuchsgebiet/Wuchsbezirk/Höhenzone aus standörtlichen Gründen auch an den zugehörigen BZE-II-Punkten kein LRT ausgewiesen wurde - selbst wenn Baumartenzusammensetzung und Bodenvegetation auf den LRT hinweisen.

Auenwälder im Sinne der LRT 91E0 (Alno-Ulmion, Salicion albae) und 91F0 (Fraxino-Ulmetum) wurden in erster Linie nach Artenzusammensetzung ausgewiesen; da die Artenzusammensetzung der Auenwälder auch auf Feuchtstandorten außerhalb von Auen auftreten kann, muss der Bodentyp nicht immer zwingend einen Auenstandort anzeigen (die Bodentypen AO, AQ, AZ, AT, AB betreffen nur 29 von 1838 BZE-II-Punkten bzw. 1,5 % der Gesamtstichprobe); auch andere semiterrestrische Böden (Gleye und Marschen) oder Stauwasserböden (Pseudogleye) sind hier möglich; allerdings sind diese Waldtypen ökologisch-funktional dann meist nicht als Auenwälder anzusprechen; da die konkrete Situation vor Ort (Entfernung zum nächsten größeren

Fließgewässer, Überflutungshäufigkeit, Eindeichungen etc.) aus der Datenbank nicht ersichtlich ist, müssen hier Unschärfen in Kauf genommen werden.

Schwarzerlenbestände wurden nicht als naturnahes *Alnion glutinosae* eingeordnet, wenn Bodentyp und/oder Bodenvegetation einen grundwasserbeeinflussten bzw. überstauten Standort nicht (mehr) erkennen lassen; die Einordnung erfolgte dann i. d. R. als Schwarzerlenforst.

Fichten- bzw. Fichten-Tannenbestände wurden nur dann als naturnahes *Vaccinio-Piceion* bzw. *Abieto-Piceion* eingeordnet, wenn sich der Bestand in der hochmontanen oder in einer darüber liegender Höhenstufe (mindestens jedoch oberhalb 700 m NN) befindet; der Bestand sollte reich an Säurezeigern, insbesondere azidophilen Zwergsträuchern und Moosarten sein; Charakterarten wie *Calamagrostis villosa*, *Blechnum spicant* und *Trientalis europaea* sollten optimalerweise vorhanden sein; es dürfen keine anspruchsvollen Laubwaldarten vorkommen; Fichten-Bestände unterhalb 700 m NN wurden als Forste klassifiziert, selbst wenn Bodentyp und/oder Bodenvegetation einem naturnahen *Vaccinio-Piceion* entsprechen; Bestände, bei denen Bodentyp und/oder Bodenvegetation auf einen basenbeeinflusst-mesotrophen (oder reicheren) Standort hinweisen, für den als natürliche Waldgesellschaft z.B. montane Waldmeister-Buchenwälder oder Schneeheide-Kiefernwälder charakteristisch wären, wurden unabhängig von der Höhenlage ebenfalls als Forste eingeordnet. Bedingung für die Einordnung als LRT 9410: der Bestand muss in einem von der BWI-3 für den LRT 9410 ausgewiesenen Bundesland/Wuchsgebiet/Wuchsbezirk/Höhenzone liegen; Baumartenzusammensetzung entsprechend BWI-3; die Bodenvegetation muss einen bodensauren Standort anzeigen; laut BWI-3 ist in den meisten Bundesländern die Ausweisung eines LRT 9410 bereits ab der montanen (ab 450 m NN), in Sachsen ab der submontanen Höhenzone aufwärts zulässig; auch bodensaure Fichten-Forste können dem LRT 9410 zugeordnet werden (teilweise abweichende Kriterien im Vergleich zur Definition des naturnahen *Vaccinio-Piceion/Abieto-Piceion* - siehe oben).

Als naturnahe, bodensaure Kiefernwälder (*Dicrano-Pinion*) wurden alle Bestände eingeordnet, deren Bodenvegetation von azidophilen Zwergsträuchern und azidophilen Moosen dominiert wird und keine nennenswerten Anteile an Ruderalisierungszeigern bzw. Basenzeigern aufweist; zusätzlich muss der Kiefernbestand in einem Wuchsgebiet liegen, das der "Gebietskulisse *Pinus sylvestris*" (BWI-3) entspricht; bei abweichender Zusammensetzung der Bodenvegetation bzw. abweichendem Wuchsgebiet wurde der Bestand als Kiefernforst (teilweise mit zusätzlicher Nennung einer dominierenden Krautschichtart) eingeordnet; Abgrenzungsunschärfen zwischen *Dicrano-Pinion* und bodensauren Kiefernforsten sind unvermeidlich.

Als naturnahe, basiphile Schneeheide-Kiefernwälder (*Erico-Pinion*) wurden Kiefern-dominierte Bestände in den Bayerischen Alpen und ihrem Vorland sowie auf der Schwäbisch-Fränkischen Alb eingeordnet, die auf basenreichen/kalkhaltigen Standorten stocken und über eine entsprechend basiphile Bodenvegetation verfügen; diese Bestände entsprechen zugleich der "Gebietskulisse *Pinus sylvestris*" (BWI-3); bei abweichender Zusammensetzung der Bodenvegetation bzw.

abweichendem Wuchsgebiet wurde der Bestand als Kiefernforst (teilweise mit zusätzlicher Nennung einer dominierenden Krautschichtart) eingeordnet.

Der Zusatz "ruderal" wurde insbesondere bei Forsten immer dann angegeben, wenn typische Stör- und Verlichtungszeiger sowie Neophyten in der Summe mehr als 10 % Deckung erreichen.

Verbands- und Baumartennamen in Klammern wie z.B. "(Betulion pub)" oder "(MBI)" beziehen sich auf nicht artgenau angegebene Hauptbaumarten, z.B. "Birke" statt "Moorbirke" auf offensichtlichen Moorwaldstandorten.

Besonderheit in Bayern: liegt eine vollständige Schätzung der Baumschicht (punktgenau auf der BZE-Vegetationsaufnahme-Fläche) vor, wurde diese für die Einordnung verwendet; fehlt die Schätzung der Baumschicht oder ist sie unvollständig, wurden ersatzweise die Grundflächenmischprozentage aus der BWI-2 verwendet.

Tabellen:

**Tabelle 11-16: Codierung der soziologischen Pflanzengesellschaften.**

Code	Beschreibung	Erläuterung	mögliche Wald-LRT
1	Alnion glutinosae	Alnion glutinosae; Erlenbruchwälder (auch Degradationsstadien)	-
2	Betulion pubescentis	Betulion pubescentis = Vaccinio uliginosi-Pinion; Moorwälder (auch Degradationsstadien), unterteilbar in Moorbirken-, Waldkiefer-, Bergkiefer- und Fichtenmoorwälder	91D0
3	Salicion albae	Weichholzaue	91E0
4	Alno-Ulmion	fließgewässerbegleitende Erlen-Eschen-Wälder sowie Hartholzauenwälder (Pruno-Fraxinetum, Stellario nemorum-Alnetum, Carici remotae-Fraxinetum, Alnetum incanae, Fraxino-Ulmetum)	91E0, 91F0
5	Carpinion (feucht)	Stieleichen-Hainbuchenwälder feuchter Standorte (Stellario holostea-Carpinetum und Fragmentgesellschaften)	9160
6	Carpinion (frisch bis mäßig trocken)	Eichen-Hainbuchenwälder frischer bis mäßig trockener Standorte (Galio sylvatici-Carpinetum und Fragmentgesellschaften)	9170
7	Tilio-Acerion	Hang- und Schluchtwälder	9180
8	Quercion robori-petraea (feucht)	Quercion robori-petraea; alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen; feuchte Ausbildung (Molinio-Quercetum und Fragmentgesellschaften)	9190
9	Quercion robori-petraea (frisch bis mäßig trocken)	Quercion robori-petraea; alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen; trockene Ausbildung (Betulo-Quercetum syn. Agrostio-Quercetum und Fragmentgesellschaften)	9190

Code	Beschreibung	Erläuterung	mögliche Wald-LRT
10	Luzulo-Fagion	Luzulo-Fagion; Hainsimsen-Buchenwälder bodensaurer Standorte (Luzulo-Fagetum, Deschampsio-Fagetum und Calamagrostio villosae-Fagetum)	9110
11	Galio odorati-Fagion	Galio odorati-Fagion; Waldmeister-Buchenwälder mittlerer Standorte (Galio odorati-Fagetum, Festuco altissimae-Fagetum und Hordelymo-Fagetum)	9130
12	Galio odorati-Fagion (montan)	montanes Galio odorati-Fagion; montane Waldmeister-Buchenwälder mittlerer Standorte, tlw. mit Tanne und Fichte (zusätzlich inklusive Lonicero alpigenae-Fagenion und Galio rotundifolii-Abietenion)	9130
13	Cephalantero-Fagion	Cephalantero-Fagion; Orchideen-Buchenwälder kalkreicher Standorte (Carici-Fagetum, Seslerio-Fagetum)	9150
14	Erico-Pinion	naturnahe, basiphile Schneeheide-Kiefernwälder der Alpen sowie der Schwäbisch-Fränkischen Alb	-
15	Dicrano-Pinion	naturnahe, bodensaure Kiefernwälder v.a. im Tiefland, im Hügelland und im Mittelgebirgsvorland	-
16	Vaccinio-Piceenion	Vaccinio-Piceenion; bodensaure Fichtenwälder des Berglandes	9410
xx	Vaccinio-Piceenion	Karbonat-Fichtenwälder der Alpen	xxx
17	Vaccinio-Abietenion	bodensaure Fichten-Tannen-Wälder des Berglandes	9410
18	Nadelholzbestände/-forste, arm	sonstige Nadelholzbestände/-forste: bodensauer-arm	LRT 9410 teilweise möglich
19	Nadelholzbestände/-forste, mittel	sonstige Nadelholzbestände/-forste: schwach bodensauer-mesotroph	LRT 9410 teilweise möglich
20	Nadelholzbestände/-forste, reich	sonstige Nadelholzbestände/-forste: basenbeeinflusst-mesotroph oder reicher	
21	Nadelholzbestände/-forste, schwach charakterisiert	sonstige Nadelholzbestände/-forste: schwach charakterisierte Nadelholzbestände (nahezu fehlende Bodenvegetation z.B. durch Dunkelphase, dichte Streudecke o.ä.)	
22	Nadel-Laubholzmischbestände/-forste, arm	Nadel-/Laubholzmischbestände/-forste: bodensauer-arm	LRT 9410 teilweise möglich
23	Nadel-Laubholzmischbestände/-forste, mittel	Nadel-/Laubholzmischbestände/-forste: schwach bodensauer-mesotroph	LRT 9410 teilweise möglich
24	Nadel-Laubholzmischbestände/-forste, reich	Nadel-/Laubholzmischbestände/-forste: basenbeeinflusst-mesotroph oder reicher	
25	Nadel-Laubholzmischbestände/-forste, schwach charakterisiert	Nadel-/Laubholzmischbestände/-forste: schwach charakterisiert (nahezu fehlende Bodenvegetation z.B. durch Dunkelphase, dichte Streudecke o.ä.)	
26	Laubholzbestände/-forste,	bodensauer-arm	

<b>Code</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Erläuterung</b>	<b>mögliche Wald-LRT</b>
	arm		
27	Laubholzbestände/-forste, mittel	schwach bodensauer-mesotroph	
28	Laubholzbestände/-forste, reich	basenbeeinflusst-mesotroph oder reicher	
29	Laubholzbestände/-forste, schwach charakterisiert	schwach charakterisierte Laubholzbestände (nahezu fehlende Bodenvegetation z.B. durch Dunkelphase, dichte Streudecke o.ä.)	
30	Schlagfluren	Schlagfluren	

Literatur:

Kompa, T.: Kurzbericht zu Korrekturen/Angleichungen der Vegetationsdatensätze der einzelnen Bundesländer im Rahmen der BZE II. unveröffentlicht.

### 11.4.13 Floristischer Status

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatenbank verfügbar				

#### Methode:

Es wurde eine Gesamtartenliste aller an den BZE II-Punkten vorkommenden Gefäßpflanzen und Kryptogamen erstellt. Für jede Gefäßpflanzenart wurde der Floristische Status in Deutschland zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte anhand von Wisskirchen und Haeupler (1998) ergänzt durch BfN (2015) sowie Jäger & Werner (2005).

#### Tabellen:

**Tabelle 11-17: Codierung des floristischen Statuses von Gefäßpflanzen und Kryptogamen.**

Code	Beschreibung
indigen	indigene Sippe
A?	Archaeophyt, eventuell aber doch indigen
A	Archaeophyt
E?	Eingebürgerter Neophyt, eventuell aber schon länger im Gebiet
E	Fest eingebürgerter Neophyt (im Gesamtgebiet oder zumindest regional)
E (lok.)	Fest eingebürgerter Neophyt, aber nur ganz lokal
K	Kulturpflanze
U	im Gebiet nur unbeständig auftretende Sippe (unbeständiger Neophyt)
U-E	Eine offenbar in Einbürgerung befindliche Sippe (in Einbürgerung befindlicher Neophyt)
?	Floristischer Status unklar
k.A.	keine Angabe zum Floristischen Status

Anmerkung: bei Mehrfachnennung des Statusmerkmals einer Sippe wird diese Sippe auch mehrfach gezählt (z.B. "U-E, K" zählt zu "U-E" und zu "K").

#### Literatur:

Kompa, T.: Kurzbericht zu Korrekturen/Angleichungen der Vegetationsdatensätze der einzelnen Bundesländer im Rahmen der BZE II. unveröffentlicht.

### 11.4.14 Rote Liste-Status

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatesdatenbank verfügbar				

#### Methode:

Es wurde eine Gesamtartenliste aller an den BZE II-Punkten vorkommenden Gefäßpflanzen und Kryptogamen erstellt. Für jede Gefäßpflanzenart wurden der Rote-Liste-Status in Deutschland sowie der Rote-Liste-Status in den beteiligten Bundesländern zugeordnet, für die Kryptogamenarten jedoch nur der Rote-Liste-Status in Deutschland. Die Zuordnung erfolgte anhand folgender Literatur:

#### Tabellen:

**Tabelle 11-18: Übersicht über die verwendeten Roten Listen Deutschlands und der einzelnen Bundesländer.**

Bundesland	Referenz
BW	Breunig, T. & Demuth, S. (1999)
BY	LfU Bayern 2003
BE	Ristow et al. 2006
BB	Ristow et al. 2006
HB	Garve, E. (2004)
HH	-
HE	BVNH e.V. 2008
MV	Voigtländer, U. & Henker, H. (2005)
NI	Garve, E. (2004)
NW	Raabe, U. et al. (2010)
RP	LUWG RLP 2015
SL	Schneider, T. et al. (2008)
SN	Schulz, D. (2013)
ST	Frank, D. et al. (2004)
SH	Mierwald, U. & Romahn, K. (2006)
TH	Korsch, H. & Westhus, W. (2010)
<b>Deutschland</b>	<b>Ludwig und Schnittler (1996)</b>

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

**Tabelle 11-19: Codierung der Gefährdungsstufe nach Roter Liste, Codierungen zum Teil bundeslandspezifisch.**

Code	Beschreibung
„*“	nicht gefährdet
0	ausgestorben oder verschollen
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
V	Vorwarnliste; zurückgehend
G	Gefährdung anzunehmen; Gefährdung unbekanntes Ausmaßes
R	extrem selten
D	Daten unzureichend
4 – nur RP	potenziell gefährdet
n - nur BY	Angabe bezieht sich auf einen Neophyten
R*- nur BY	äußerst selten (potenziell sehr gefährdet)
(RL) - nur RP	mindestens eine der Kleinarten bzw. Subspezies Rote Liste
S - nur NW	dank Schutzmaßnahmen gleich, geringer oder nicht mehr gefährdet (als Zusatz zu *, V, 3, 2, 1 oder R)
() - nur SN	Angabe bezieht sich auf einen eingebürgerten Neophyten
° - nur BY	Angabe bezieht sich auf die Gefährdungskategorie einer übergeordneten Sippe (z.B. "agg.") Sippen nach BArtSchV "besonders geschützt"

**Literatur:**

Kompa, T.: Kurzbericht zu Korrekturen/Angleichungen der Vegetationsdatensätze der einzelnen Bundesländer im Rahmen der BZE II. unveröffentlicht.

### 11.4.15 Waldbindung

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatesdatenbank verfügbar				

#### Methode:

Die Zuordnung der Kategorie der Waldbindung erfolgt mithilfe der Waldartenliste nach Schmidt et al. (2011).

#### Tabellen:

**Tabelle 11-20: Codierung der Waldbindung nach Schmidt et al. 2011.**

Code	Beschreibung
NT	Waldbindung im Norddeutschen Tiefland
HB	Waldbindung im Hügel- und Bergland
A	Waldbindung in den Alpen
D	Waldbindung in Deutschland
1.1	Bindung an geschlossenen Wald
1.2	Bindung an Waldränder und –verlichtungen
2.1	Bindung an Wald sowie an Offenland
2.2	Bindung auch an Wald, aber Schwerpunkt Offenland
O	Bindung an Offenland

**Tabelle 11-21: Codierung der Vegetationsschicht**

Code	Beschreibung
B	Bäume
S	Sträucher
K	Kräuter
E	Epiphyten
M	Moose
F	Flechten

#### Literatur: ---

### 11.4.16 Ellenberg-Zeigerwert

Variablenname	Beschreibung	Typ	Einheit	Codetabelle Bundesdatenbank
Derzeit nicht in der BZE-Bundesdatesdatenbank verfügbar				

#### Methode:

Die Zuordnung der Ellenberg-Zeigerwerte erfolgt nach Ellenberg (2003).

#### Tabellen:

**Tabelle 11-22: Codierung der Lichtzahl (L) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	Tiefschattenpflanze
3	Schattenpflanze
5	Halbschattenpflanze
7	Halblichtpflanze
9	Volllichtpflanze

**Tabelle 11-23: Codierung der Temperaturzahl (T) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	Kältezeiger
3	Kühlezeiger
5	Mäßigwärmezeiger
7	Wärmezeiger
9	extremer Wärmezeiger

**Tabelle 11-24: Codierung der Kontinentalitätszahl (K) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	eurozeanisch
2	ozeanisch
4	subozeanisch
6	subkontinental
8	kontinental
9	eukontinental

**Tabelle 11-25: Codierung der Feuchtezahl (F) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	Starktrockniszeiger
3	Trockniszeiger
5	Frischezeiger
7	Feuchtezeiger
9	Nässezeiger
10	Wechselwasserzeiger
11	Wasserpflanze
12	Unterwasserpflanze

**Tabelle 11-26: Codierung der Reaktionszahl (R) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	Starksäurezeiger
3	Säurezeiger
5	Mäßigsäurezeiger
7	Schwachsäure bis Schwachbasenzeiger
9	Basen- und Kalkzeiger

**Tabelle 11-27: Codierung der Stickstoffzahl (N) nach Ellenberg 2003.**

Code	Beschreibung
1	stickstoffärmste Standorte anzeigend
3	auf stickstoffarmen Standorten häufiger
5	mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend
7	an stickstoffreichen Standorten häufiger
8	ausgesprochener Stickstoffzeiger
9	an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert

Literatur: ---

### 11.4.17 Bodenhydrologische Kenngrößen

#### Methode:

Bodenhydrologische Kenngrößen wie die nutzbare Feldkapazität (nFK) und die Parameter der Retentions- und Leitfähigkeitsfunktion werden mittels Pedotransferfunktionen (PTF) aus gemessenen bodenphysikalischen Parametern abgeleitet. Die nFK beziffert das pflanzenverfügbare Wasserspeichungsvermögen von Böden. Sie wird im Allgemeinen als die Differenz der volumetrischen Wassergehalte bei einem Matrixpotenzial -60 hPa (Feldkapazität, pF 1,8) und -16 000 hPa (Totwassergehalt, pF 4,2) angegeben und dient zur statischen Charakterisierung des Wasserhaushalts eines Standorts. Die Parameter der Retentions- (van Genuchten 1980) und Leitfähigkeitsmodelle (Mualem 1976) – im Folgenden als MvG-Parameter abgekürzt – sind Eingangsgrößen für prozessbasierte Wasserhaushaltsmodelle wie LWF-Brook90 (Hammel & Kennel 2001).

PTF-Validierungsdatensatz: Daten aus europäischen Level II-Umweltmonitoringnetzwerk (ICP Forests) und den forstlichen Forschungseinrichtungen und Universitäten in Göttingen, Freiburg, Freising, Eberswalde und Graupa. Zur Validierung von PTFs für die Retentionskurve standen 1641 Mineralbodenproben, zur Validierung der nFK 1412 Proben zur Verfügung.

Schätzung der bodenhydrologischen Kenngrößen FK, nFK und PWP mit der PTF von Wessolek.TextTRD (Wessolek et al. 2009)

Schätzung der MvG-Parameter mithilfe der PTF nach DIN 4220 (2008-11)

#### Tabellen: ---

#### Literatur:

v. Wilpert et al. (2016), Hangen & Scherzer (2004), Schramm et al. (2006), Mellert et al. (2009), Russ & Riek (2011), Puhlmann et al. (2009), Puhlmann & von Wilpert (2011)

## 12 Literatur

- Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 438 S.
- AG Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. 3. Auflage. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). Hannover.
- AK Standortkartierung (2003): Forstliche Standortaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, 6. Auflage. IHW-Verlag, Eching. 352 S.
- ARGE StickstoffBW (2014): Ermittlung standortspezifischer Critical Loads für Stickstoff - Dokumentation der Critical Limits und sonstiger Annahmen zur Berechnung der Critical Loads für bundesdeutsche FFH-Gebiete. Karlsruhe.
- Backes, J. (1993): Aufbau eines Waldbodeninformationssystemes und Ergebnisse der saarländischen Waldbodeninventur. Band I. Dissertation zur Erlangung des Grades des Doktors der Naturwissenschaften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes. Saarbrücken. 172 S.
- Balla, S.; Uhl, R.; Schlutow, A.; Lorentz, H.; Förster, M.; Becker, C. et al. (2013) Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Bericht zum FE 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. 1099. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Bonn. 364 S.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2003): Regionalisierte Florenliste Bayerns mit Gefährdungseinstufungen. - BayLfU 165: 111-246.
- BfN (2015) floraweb - <http://www.floraweb.de/index.html> - Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz.
- BGR (1998): Bodenübersichtskarte von Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000 N). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover.
- Block, J.; Bopp, O.; Gatti, M.; Heidingsfeld, N.; Zoth, R. (1991): Waldschäden, Nähr- und Schadstoffgehalte in Nadeln und Waldböden in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 17/91. Trippstadt. 237 S.
- Block, J. & Gauer, J. (2012): Waldbodenzustand in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 70/12. Zentralstelle der Forstverwaltung, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF). Trippstadt.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2005a). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden Teil 1. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2005b). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden Teil 2. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2006). Endbericht zum BZE Ringversuch Humus. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2007a). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden Teil 1. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.

- Blum, U. & Heinbach, R. (2007b). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden Teil 2. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2008). Endbericht zum BZE Ringversuch Humus. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2009). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2010). Gesamtauswertung der Datengrundlage sämtlicher BZE Ringversuche 2005 bis 2009. Gegenüberstellung der Ergebnisse statistisch berechneten und fest definierten Toleranzbereichen (Methode der BZE- sowie der EU-Auswertung). Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- Blum, U. & Heinbach, R. (2011). Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising.
- BML, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1990): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE). Arbeitsanleitung. Bonn. 1. Auflage. 147 S.
- BML, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.). (1994): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE). Arbeitsanleitung. Bonn. 2. Auflage. 158 S.
- BMELV (Hrsg.) (2011): Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (BWI<sup>3</sup>) (2011-2012), 2. geänderte Auflage, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn.
- Bolte, A. & Wolff, B. (2001): Validierung von Critical Load-Überschreitungen und Indikatoren des aktuellen Wirkungsgeschehens. Abschlußbericht zum UBA-Forschungsprojekt FKZ 298 43209. 289 S. Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Eberswalde.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Springer, Berlin Wien New York, 865 S.
- Breunig, T. & Demuth, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden - Württembergs. Herausgegeben vom Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. 246 S.
- Buberl, H.G.; V. Wilpert, K.; Trefz-Malcher, G.; Hildebrand, E.E. & Wiebel, M. (1994): Der chemische Zustand von Waldböden in Baden-Württemberg. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Heft 182/210.
- Burse, K. D. & Schramm, H.-J. (1996): Waldbodenzustandsbericht für Thüringen. Thüringenforst; Mitteilungen der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Gotha. Heft 10/1996. 120 S.
- Büttner, G. (1993): Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Land Bremen. 20 S.
- Büttner, G. (1997): Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in Niedersachsen 1990-1991. Schriften aus der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen forstlichen Versuchsanstalt. Band 122. Sauerländer. Frankfurt am Main. 205 S.
- BVNH e.V. (2008): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens. 4. Fassung - Erstellt von der Arbeitsgruppe "Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens" der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e. V. (BVNH) im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV). Stand 31. Oktober 2008.
- CLRTAP (2015): Exceedance calculations, Chapter VII of Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.
- CLRTAP (2016): Mapping critical loads for ecosystems, Chapter V of Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.

- Dammann, I., Paar, U., Schmidt, W., Wendland, J., Weymar, J. & Eichhorn, J. (2010): Waldzustandsbericht 2010. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. 31 S.
- de Vries, W.; Hettelingh, J.-P. & Posch, M. (2015): Critical loads and dynamic risk assessments: Nitrogen, acidity and metals in terrestrial and aquatic ecosystems, 25: 662 S. Springer. Berlin Heidelberg New York.
- de Vries W. & Posch M. (2003): Derivation of cation exchange constants for sand, loess, clay and peat soils on the basis of field measurements in the Netherlands. 701. 50 S. Alterra. Wageningen.
- de Vries W., Schütze G., Lofts S., Tipping E., Meili M., Römkens P.F.A.M. & Groenenberg J.E. (2005): Calculation of critical loads for cadmium, lead and mercury.
- Dehner, U.; Renger, M.; Bräunig, A.; Lamparter, A.; Bauriegel, A.; Burbaum, B. et al. (2015): Neue Kennwerte für die Wasserbindung in Böden - Ergebnisse der Abstimmung zwischen dem Personenkreis Wasserhaushaltstabellen der Ad-hoc-AG Boden und dem DWA. Jahrestagung der DBG, Kom. V. Unsere Böden – Unser Leben. Berichte der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. München. 14 S.
- Dierschke, H. (1994) Pflanzensoziologie : Grundlagen und Methoden. Ulmer Verlag. Stuttgart. 683 S.
- EEA 2010a. Raster data on land cover for the CLC 1990 inventory (Version 13 of Feb 2010). European Environment Agency. Kopenhagen.
- EEA 2010b. Raster data on land cover for the CLC 2006 inventory (Version 13 of Feb 2010). European Environment Agency. Kopenhagen.
- Ellenberg, H. (1971): Integrated experimental ecology: Methods and results of ecosystem research in the German Solling Project. Ecological Studies 2. Springer. Berlin, New York. 214 S.
- Ellenberg, H. (2003): CD der tabellarischen Übersichten: Zeigerwerte von Pflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 18. Erich Goltze Verlag. Göttingen.
- Evers, J.; König, N.; Wolff, B.; Meiwes, K. J. (2002): Vorbereitung der Zweiten Bodenzustandserhebung im Wald - Untersuchungen zur Laboranalytik, Stickstoffbestimmung und zeitlichen Variabilität bodenchemischer Parameter. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.). Bonn.
- FAO 1998: World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports. Vol. 84. Rom.
- Feger, K.-H. (1993): Bedeutung von ökosysteminternen Umsätzen und Nutzungseingriffen für den Stoffhaushalt von Waldlandschaften. Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen 31. 237 S.
- Frahm, J.-P.; Frey, W. (2004): Moosflora. 4. Auflage. Ulmer. Stuttgart. 538 S.
- Frank, D. et al. (2004): Rote Listen Sachsen-Anhalt. 3. Fassung. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39. S. 91-110.
- Frey, W.; Frahm, J.-P.; Fischer, E. & Lobin, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas (Kleine Kryptogamenflora. Band IV. 6. Auflage). G. Fischer Verlag Stuttgart Jena New York. 426 S.
- GAFa, Gutachterausschuss Forstliche Analytik (2005): Handbuch Forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich. Grundwerk.
- GAFa, Gutachterausschuss Forstliche Analytik (2014): Handbuch Forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich. Grundwerk 2005 mit Ergänzungen 1 bis 5.
- Garve, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 5. Fassung vom 1.3.2004. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 24, Nr. 1 (1/04). S. 1-76. Hildesheim.
- Gauer, J. & Kroiher, F. (2012): Waldökologische Naturräume Deutschlands - Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke - Digitale Topographische Grundlagen - Neubearbeitung Stand 2011, Sonderheft 359. Landbauforschung vTI Agriculture and Forestry Research. Braunschweig. 39 S.
- Gauger, T.; Haenel, H.D.; Rösemann, C.; Nagel, H.-D.; Becker, R.; Kraft, P. et al. (2008): Nationale Umsetzung UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen) Teil 2: Wirkungen und Risikoabschätzungen (FKZ 204 63 252). UBA Texte, 39/2008. Umweltbundesamt. Berlin. 291 S.

- Gehrmann, J. (1993): Zwischenbericht über Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebung im Wald - BZE. Stand September 1993. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Recklinghausen. 36 S.
- Göttlein, A. (2015): Grenzwertbereiche für die ernährungsdiagnostische Einwertung der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche, Buche. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 186 (5/6). S. 110-116.
- Grouven, A.; Bender, R.; Ziegler, A.; Lange, S. (2007): Vergleich von Messmethoden. Deutsche Medizinische Wochenschrift 2007. S. 69–73.
- Grüneberg, E.; Ziche, D. & Wellbrock, N. (2014): Organic carbon stocks and sequestration rates of forest soils in Germany. *Global Change Biology* 20(8): 2644-2662.
- Grüneberg, E.; Höhle, J.; Ziche, D. & Wellbrock, N. (2015): Kohlenstoffspeicherung in Deutschlands Waldböden. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen à la carte 2. 6 S.
- Grüneberg, E.; Aydın, C.T.; Baritz, R. & Milbert, G. (2016): Die Waldböden und ihre Einflussfaktoren. IN: Wellbrock, N.; Bolte, A. & Flessa, H. (Hrsg.). Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Thünen Report 43. Braunschweig. S. I-44 - I-74.
- Gulder, H.J. & Kölbl, M. (1993): Waldbodeninventur in Bayern. Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayrischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (Hrsg.). Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 132, 256 S.
- Gunn J. & Trudgill S.T. (1982): Carbon dioxide production and concentrations in the soil atmosphere: A case study from New Zealand volcanic ash soils. *Catena* 9, S. 81–94.
- Hammel, K. & Kennel, M. (2001): Charakterisierung und Analyse der Wasserverfügbarkeit und des Wasserhaushalts von Waldstandorten in Bayern mit dem Simulationsmodell BROOK90. Forstliche Forschungsberichte München, 185. Heinrich Frank. München. 135 S.
- Hangen, E. & Scherzer, J. (2004): Ermittlung von Pedotransferfunktionen zur rechnerischen Ableitung von Kennwerten des Bodenwasserhaushalts (FK, PWP, nFK, kapillarer Aufstieg). Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- Hartmann, P.; Buberl, H.; Puhmann, H., Schäffer, J.; Trefz-Malcher, G.; Zirlewagen, D. & von Wilpert, K. (2016): Waldböden Südwestdeutschlands - Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen im Wald von 1989 – 1992 und 2006 – 2008. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter, 328 S.
- Hartmann, P. & von Wilpert, K. (2016): Statistisch definierte Vertikalgradienten der Basensättigung sind geeignete Indikatoren für den Status und die Veränderungen der Bodenversauerung in Waldböden. *AFJZ*, 187/3/4, S. 61-69.
- Hiederer, R.; Durrant-Houston, T. & Micheli, E. (2011): Evaluation of BioSoil demonstration project - Soil Data Analysis. JRC63301: 155 S. Publications Office of the European Union. Ispra.
- Hilbrig, L., Wellbrock, N. & Bielefeldt, J. (2014): Harmonisierte Bestandesinventur. Zweite Bundesweite Bodenzustandserhebung BZE II, Methode. Eberswalde: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 26. 52 S.
- Hildebrand, E. (2003): Ermittlung der effektiven Kationaustauschkapazität ( $A_{ke}$ ) im Bodenskelett. Abschlussbericht. Im Auftrag des Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- Hocke, R. (1995): Waldbodenzustand in Hessen. Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie. Wald in Hessen Forschungsbericht, Bd.19. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz (Hrsg.). Gießen.
- Höhle, J. (2010): Fragebogen zum Methodenvergleich Vorratsberechnung BZE I und BZE II sowie zur Königswasser-Nachanalyse von BZE I-Altproben. unveröffentlicht.
- Höhle, J. & Wellbrock, N. (2017): Immobilisation of nitrogen in context of critical loads – Literature review and analysis of German, French and Swiss soil data. UBA-Texte 71/2017. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/immobilisation-of-nitrogen-in-context-of-critical>. 25 S.
- Iost S., Rautio P. & Lindroos A.-J. (2012): Spatio-temporal Trends in Soil Solution Bc/Al and N in Relation to Critical Limits in European Forest Soils. *Water, Air, & Soil Pollution* 223. 1467–1479.

- IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T. & Tanabe K. (Hrsg.). IGES, Japan.
- Jacob, F. & Andreae, H. (2018): Sächsischer Waldbodenbericht. Aktueller Waldbodenzustand in Sachsen und dessen Veränderungen zwischen 1992 und 2014. In Arbeit.
- Jacobsen, C.; Rademacher, P.; Meesenburg, H. & Meiwes, K.J. (2003): Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten - Literaturstudie und Datensammlung. Berichtsbände des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Reihe B/69. Selbstverlag der Universität Göttingen. 81 S.
- Jäger, E.J. & Werner, K. (2005): Exkursionsflora von Deutschland : Gefäßpflanzen : Kritischer Band, 10. Aufl., 4: 980 S. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg Berlin.
- Jansen, F. & Dengler, J. (2008): GermanSL - A universal taxonomic reference list for phytosociological databases in Germany. Tuexenia: Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft. Band 28: 239-254.
- Kaufmann-Boll, C.; Lazar, S.; Schilli, C.; Rinklebe, J. (2011): Auswertung der Veränderungen des Bodenzustands für Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) und Validierung räumlicher Trends unter Einbeziehung anderer Messnetze. Teil A: Methoden-Code und Umgang mit Verfahrenswechseln. UBA-Texte 89/2011. 339 S.
- Kauppi, P.; Anttila, P. & Kenttaemies, K. (1990): Acidification in Finland. Finnish acidification research programme HAPRO 1985-1990: 1237 S. Springer. Berlin Heidelberg.
- Kölling, C.; Mayer, F.-J. & Bauer, A. (2004): Angleichung der Inventurnetze WSE (Waldzustandserhebung, BZE (Bodenzustandserhebung) und BWI (Bundeswaldinventur). Arbeitspapier. unveröffentlicht.
- Kompa, T. (2008): Kontrollstichprobe 2008. Kurzbericht. unveröffentlicht.
- Kompa, T. (ohne Jahr): Kurzbericht zu Korrekturen/Angleichungen der Vegetationsdatensätze der einzelnen Bundesländer im Rahmen der BZE II. unveröffentlicht.
- Kompa, T. (2015): Methodendokumentation zur vegetationsökologischen Grundauswertung des Vegetationsdatensatzes der BZE II. unveröffentlicht.
- König, N.; Schönfelder, E. & Blum, U. (2013) Auswertung der Standardmessungen und der Ringversuche im Rahmen der BZE II. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Berlin. 187 S.
- König, N. & Wolff, B. (1993): Abschlußbericht über die Ergebnisse und Konsequenzen der im Rahmen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) durchgeführten Ringanalysen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme der Universität Göttingen, Reihe B, Bd. 33.
- König, T. (2012): Substratfeuchte – wichtige Auswerteeinheit der Standortserkundung; dargestellt am Beispiel Sachsens. [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/standort/sbs\\_substratfeuchte/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/standort/sbs_substratfeuchte/index_DE)
- Konopatzky, A. & Kallweit, R. (1996): Waldbodenbericht. Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) für das Land Sachsen-Anhalt. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung von 1992-1994. Landesforstverwaltung Sachsen-Anhalt (Hrsg.). 64 S.
- Konopatzky, A. & Kallweit, R. (1997): Der Bodenzustand in den Wäldern Brandenburgs. Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen der Jahre 1989-1994. Landesanstalt für Forstplanung Potsdam (LAFOP), 150 S.
- Konopatzky, A. (1998): Kennzeichnung der substratbedingten Feuchte von grundwasserfernen Standorten mit Hilfe der Standortskartierung und ihre Anwendung. unveröffentlicht.
- Konopatzky, A. (2012): Das Wasser macht's - Substratfeuchte in der forstlichen Standortsgliederung. erste Skalierungs- und Bewertungsansätze in Brandenburg. In: Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) des Landes Brandenburg, Landesbetrieb Forst Brandenburg und Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) (Hrsg.): Wissenstransfer in die Praxis. Beiträge zum 7. Winterkolloquium am 23. Februar 2012 in Eberswalde, Bd. 49. 1200. Aufl. Eberswalde (Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, 49), S. 73–82.
- Kopp, D.; Lehninger, K.; Lehninger, R.; Konopatzky, A.; Kallweit, R.; Wolf, B.; Riek, W. & Baritz, R. (1996): Erkundungsergebnisse zur Bodenzustandsentwicklung in den Wäldern Mecklenburg-

- Vorpommerns - zugleich Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin. 165 S.
- Korsch, H. & Westhus, W. (2010): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Thüringens. 5. Fassung, Stand: 10/2010.
- Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre: Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit: 374 S. Parey. Hamburg Berlin.
- LFW (1997): Grundwasserversauerung in Bayern. In Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, 1/97: 184 S. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. München.
- Ludwig, G. & Schnittler, M. (Hrsg.) (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde, 28. 744 S.
- LUWG RLP 2015: Rote Listen von Rheinland-Pfalz: Gesamtverzeichnis. Farn- und Blütenpflanzen – Pteridophyta et Spermatophyta. 3. Auflage, erweiterte Zusammenstellung Januar 2015 (Bearbeitungsstand der Farn- und Blütenpflanzen 1988), herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- Martonne de E. (1926): Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. La Meteorologie, 449-458.
- Meiler, H.; Plagemann, R.; Saring, U.; Uhlig, S. (2003): Überprüfung von Methoden des Anhangs 1 der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) zur Beurteilung der Bodenqualität. UBA-Texte 37/03. Umweltbundesamt (Hrsg.). Berlin.
- Mellert, K.H.; Rückert, G.; Weis, W.; Tiemann, J. & Brendel, J. (2009); Validierung von Pedotransferfunktionen: 131 pp. Johann Heinrich von Thünen Institut. Braunschweig.
- Mierwald, U. & Romahn, K. (2006): Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. Rote Liste Band 1. - Schriftenreihe: LANU SH – Natur - RL 18-1; 4. Fassung – Datenstand Dezember 2005.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2012): Waldzustandsbericht 2012 - Langfassung. 78 S.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2003): Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen. Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen – Information für Waldbesitzer. 68 S.
- Mualem, Y. (1976): A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resources Research, 12 (3): 513-522.
- Nagel, H.-D.; Schlutow, A.; Scheuschner, T.; Weigelt-Kirchner, R. & Kokoscha, J. (2014): Modellierung und Kartierung atmosphärischer Stoffeinträge und kritischer Belastungsschwellen zur kontinuierlichen Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung der Biodiversität in Deutschland - PINETI (Pollutant INput and EcosysTEM Impact). Teil 4. Umweltbundesamt.
- Nagel, J. & von Gadow, K. (2014): Forest Tools 3 - Forstliche Software-Sammlung. J. Nagel Selbstverlag. Göttingen.
- Nebe, W. & Herrmann, U.J. (1987) Das ökologische Meßfeld der Sektion Forstwirtschaft der TU Dresden VI. Zur Verteilung der Nährelemente in der oberirdischen Dendromasse eines 100jährigen Fichtenbaumholzes. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, 36 (6): 235-241.
- Neville, P.; Bastrup-Birk, A.; et al. Working Group on Forest Biodiversity (2006): Forest Focus Demonstration Project BioSoil 2004-2005, the BioSoil Forest Biodiversity Field Manual. Version 1.1, for the Field Assessment 2006-07. [http://www.forestry.gov.uk/pdf/BioSoil\\_Biodiversity\\_Field\\_Manual\\_v1\\_0.pdf/\\$FILE/BioSoil\\_Biodiversity\\_Field\\_Manual\\_v1\\_0.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/BioSoil_Biodiversity_Field_Manual_v1_0.pdf/$FILE/BioSoil_Biodiversity_Field_Manual_v1_0.pdf)
- Nilsson, J. & Grennfelt, P. (1988) Critical loads for sulphur and nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March, 1988. Miljörapport, 15. UN-ECE - Nordic Council of Ministers. Kopenhagen.
- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt 2010: Merkblatt Bodenschutzkalkungen in Niedersachsen in Sachsen-Anhalt. 26 S.
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. Ulmer. Stuttgart. 1051 S.

- Oelkers, K.H. (1984): Datenschlüssel Bodenkunde: Symbole für die automatische Datenverarbeitung bodenkundlicher Geländedaten. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und der Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland.
- Oliver, B.G.; Thurman, E.M. & Malcolm, R.L. (1983): The contribution of humic substances to the acidity of colored natural waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 47, 2031–2035.
- Öko-Data (2015): Information on ongoing work to assess the term Nitrogen immobilization, Konferenzvortrag von Angela Schlutow & Hans-Dieter Nagel zum 26. CCE Workshop und 32. Meeting der Task Force des ICP Modelling & Mapping, Dessau, Germany, 19-22 April 2016. <http://icpmapping.org/Activities>.
- Österle, H.; Werner, P.C. & Gerstengarbe, F.-W. (2006): Qualitätsprüfung, Ergänzung und Homogenisierung der täglichen Datenreihen in Deutschland, 1951-2003: ein neuer Datensatz. 7. Deutsche Klimatagung. Klimatrends: Vergangenheit und Zukunft.
- Paar, U., Dammann, I., Schmidt, W., Wendland, J., Weymar, J., Eichhorn, J. (2010): Waldzustandsbericht 2010. Hessisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. 35 S.
- Paar, U.; Evers, J.; Dammann, I.; König, N.; Schulze, A.; Schmidt, M.; Schönfelder, E.; Scheler, B.; Ullrich, T.; Eichhorn, J. (2016): Waldbodenzustandsbericht für Hessen – Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Beiträge aus der NW-FVA, Band 15, 466 S.
- Puhlmann, H. & von Wilpert, K. (2011): Test und Entwicklung von Pedotransferfunktionen für Wasserretention und hydraulische Leitfähigkeit von Waldböden. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*, 2011 (12): 61-71.
- Puhlmann, H.; von Wilpert, K.; Lukes, M. & Dröge, W. (2009) Multistep outflow experiments to derive a soil hydraulic database for forest soils. *European Journal of Soil Science*, 60 (5): 792-806.
- Posch, M.; Reinds, G. & Slootweg, J. (2003): The European background database. IN: *Modelling and mapping of critical thresholds in Europe*. (eds M. Posch, J.-P. Hettelingh, J. Slootweg & R. Downing).
- Raabe, U. et al. (2010): Rote Liste und Artenverzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen - Pteridophyta et Spermatophyta - in Nordrhein-Westfalen. 4. Fassung, Stand Dezember 2010; herausgegeben vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Raben, G.; Andreae, H.; Karst, H.; Symosseck, F.; Leube, F. (2004): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern. Landesforstpräsidium (Hrsg.). Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten. Heft 28/2004. 64 S.
- Rademacher, P.; Buss, B. & Müller-Using, B. (1999) Waldbau und Nährstoffmanagement als integrierte Aufgabe in der Kiefernwirtschaft auf ärmeren pleistozänen Sanden. *Forst und Holz*, 54 (11): 330-335.
- Renger, M.; Bohne, K.; Facklam, M.; Harrach, T.; Riek, W.; Schäfer, W. et al. (2008): Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe "Kennwerte des Bodengefüges" zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. Selbstverlag der Technischen Universität Berlin. 51 S.
- Riedel, T. (2007): Fragenkatalog zu den Methoden der terrestrischen Erhebung und der laboranalytischen Auswertungen der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE), sowie deren bundeslandspezifischen Abweichungen zur Bundesanweisung als auch zu methodischen Veränderungen zwischen den Zeitpunkten der BZE I und II. HS-Vorhaben Entwicklung eines statistischen Designs für die Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). unveröffentlicht.
- Riek, W.; Wolff, B.; Hölzer, W.; Drexler, R. & Holzhausen, M. (2006): Evaluierung von Verfahren zur Erfassung des Grobbodenanteils von Waldböden. Erarbeitung von Empfehlungen für die Anwendung dieser Verfahren im Rahmen der Bodenzustandserhebung im Wald. Endbericht. Wald+Boden Umweltconsult GmbH. 59 S.
- Riek, W. (2009): Erste Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE-2) in Brandenburg. IN: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg (Hrsg.). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXXX. Wissenstransfer in die Praxis. Beiträge zum 4. Winterkolloquium am 26. Februar 2009 in Eberswalde. Forst Brandenburg. S. 6-13.

- Riek, W.; Russ, A. & Kühn, D. (2015): Waldbodenbericht Brandenburg. Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a. Band 1. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL) des Landes Brandenburg. Landesbetrieb Forst Brandenburg. Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) (Hrsg.). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 60. 172 S.
- Riek, W.; Talkner, U.; Dammann, I.; Kohler, M.; Meiwes, K.J. & Göttlein, A. (2016): Waldernährung. IN: Wellbrock, N.; Bolte, A. & Flessa, H. (Hrsg.). Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Thünen Report 43. Braunschweig. S. I-245 - I-291.
- Riek, W. & Wolff, B. (1996): Deutscher Beitrag zur europäischen Waldbodenzustandserhebung (Level I). Göttinger Bodenkundliche Berichte. Reihe B. Bd. 50. Göttingen.
- Ristow et al. (2006): Rote Liste der etablierten Gefäßpflanzen Brandenburgs (und Berlins); Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 15 (4) 2006.
- Russ, A. & Riek, W. (2011): Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns. Ergebnisse der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung in Mecklenburg-Vorpommern. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Heft 9. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Schwerin.
- Sächsische Landesanstalt für Forsten (Hrsg.) (2000): Leitfaden Forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten. Heft 21. 57 S.
- Schlichting, E., Blume, H.-P., Stahr, K. (1995). Bodenkundliches Praktikum: Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler (2. Neubearb. Aufl.). Berlin, Oxford: Blackwell Wissenschafts-Verlag.
- Schmidt, M.; Kriebitzsch, W.-U. & Ewald, J. (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. BfN-Skripte, 299. Bundesamt für Naturschutz. Bonn.
- Schneider, T. et al. (2008): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) des Saarlandes. 3. Fassung. IN: Ministerium für Umwelt und Delattinia (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Atlantenreihe Band 4, Saarbrücken, 571 S.
- Schneider, H., Backes, J., Gerber, C., Kruchten, S., Lohmann, H., Schwinn, K. (1998): Bodenzustand und Stoffhaushalte saarländischer Waldökosysteme. Magazin Forschung der Universität des Saarlandes. Heft 1/1998. S. 28-42.
- Schramm, D.; Schultze, B. & Scherzer, J. (2006) Validierung von Pedotransferfunktionen zur Berechnung von bodenhydrologischen Parametern als Grundlage für die Ermittlung von Kennwerten des Wasserhaushaltes im Rahmen der BZE II. Technische Universität Bergakademie Freiberg. 8 S.
- Schubert, R.; Hilbig, W. & Klotz, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Spektrum Akademischer Verlag. Berlin Heidelberg. 472 S.
- Schubert, A.; Stetter, U.; Falk, W.; Blum, U.; Dietz, E.; Wauer, A. & Kölling, C. (2015): Die BZE II in Bayern. IN: Schubert, A.; Falk, W. & Stetter, U.: Waldböden in Bayern. Ergebnisse der BZE II. Schriftenreihe des Zentrums Wald Forst Holz Weihenstephan. Nr. 213/2015. S. 7-12.
- Schulz, D. (2013): Rote Liste und Artenliste Sachsens. Farn- und Samenpflanzen. - herausgegeben vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 304 S.
- Schwanecke, W. & Kopp, D. (1996): Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke im Freistaat Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Fortsen. Band 8. 191 S.
- Stofer, S.; Catalayud, V.; Ferretti, M.; Fischer, R.; Giordani, P.; Keller, C.; Stapper, N.; Scheidegger, C. (2003): Epiphytic lichen monitoring within the EU/ICP Forests biodiversity test-phase on Level II plots. <http://www.forestbiota.org/docs/veg-draft.doc>.
- Sverdrup, H. & de Vries, W. (1994): Calculating critical loads for acidity with the simple mass balance method. Water, Air, and Soil Pollution 72, 143–162.
- Sverdrup, H. & Warfvinge, P. (1993): The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio, 2nd ed. KF-Sigma, Lund, Sweden.

- Sverdrup, H.U. (1990): The kinetics of base cation release due to chemical weathering. Lund University Press, Lund, Sweden.
- Ulrich, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 144, 289–305.
- Ulrich, B. (1983): Soil acidity and its relations to acid deposition. Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. (Ed. Ulrich, B. & Pankrath, J.) Springer. Göttingen Dordrecht.
- Ulrich, B. (1987): Stability, elasticity, and resilience of terrestrial ecosystems with respect to matter balance. In: Potentials and Limitations of Ecosystem Analysis. Ecological Studies. (Ed. Schulze, E.-D. & Zwölfer, H.) Springer. Berlin Heidelberg. S. 11-49.
- van Genuchten, M.T. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, 44 (5): 892-898.
- Vanmechelen, L.; Groenemans, R.; van Ranst, E. (1997): Forest Soil Condition in Europe - Results of a Large-Scale Soil Survey. 1997 Technical Report. Hg. v. UN-ECE Ministry of the Flemish Community EC. Brüssel / Genf. van Genuchten, M.T. (1980) A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, 44 (5): 892-898.
- Voigtländer, U. & Henker, H. (2005): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Mecklenburg-Vorpommerns. 5. Fassung. Stand März 2005. - im Eigenverlag herausgegeben vom Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern.
- Von Wilpert K. & Schäffer J. (2000): Bodenschutzkalkung im Wald. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (Hrsg.). Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Band 50. 21 S.
- Von Wilpert, K.; Hartmann, P. & Schäffer, J. (2013): Regenerationsorientierte Bodenschutzkalkung. Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 54. Freiburg. 39 S.
- Vos, B. de; Cools, N. (2011): Second European Forest Soil Condition Report. Volume I: Results of the BioSoil Soil Survey. Research Institute for Nature and Forest (Hrsg.). Brüssel.
- Wagenführ, R. (2000) Holzatlas, 5. Auflage. Hanser Verlag. München. 707 S.
- Weckesser, M. (2008): Vegetationskundliche Kontrollaufnahmen im Rahmen der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung. Abschlussbericht für die Regionen Süd und West. unveröffentlicht.
- Wellbrock, N. (2000): Veränderungen und ökosystemare Bewertung der atmosphärischen Deposition eines Buchenwaldes und Übertragung des Bewertungskonzeptes auf ausgewählte Waldökosysteme in Schleswig-Holstein.
- Wellbrock, N.; Aydin, CT.; Block, J.; Bussian, B.; Deckert, M.; Diekmann, O.; Drescher-Larres, K.; Evers, J.; Fetzer, KD.; Gauer, J.; Gehrman, J.; Henning, P.; Kölling, C; König, N.; Liesebach, M.; Martin, J.; Meiwes, KJ.; Milbert, G.; Raben, G.; Riek, W.; Schäffer, W.; Schwerhoff, J.; Ullrich, T.; Utermann, J.; Volz, HA.; Weigel, A. & Wolff, B. (2006): Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II), Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen. BMELV (Hrsg.). Berlin. 2. Auflage. 413 S.
- Wellbrock, N. & Bolte, A. (Hrsg.) (2019): Status and dynamics of forest soils in an ecosystem context. Ecological Studies Vol. Springer Verlag. In Arbeit.
- Wellbrock, N.; Bolte, A.; Flessa, H. (Hrsg.) (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Report 43. 550 S.
- Wellbrock, N.; Eickenscheidt, N.; Hilbrig, L.; Dühnelt, P.-E.; Holzhausen, M.; Bauer, A.; Dammann, I.; Strich, S.; Engels, F. & Wauer, A. (2018): Leitfaden und Dokumentation zur Waldzustandserhebung in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Working Paper 84. 97 S.
- Wessolek, G.; Kaupenjohann, M. & Renger, M. (2009): Bodenphysikalische Kennwerte und Berechnungsverfahren für die Praxis. Rote Reihe, 40. Berlin. Selbstverlag der Technischen Universität Berlin. 82 S.
- Wirth, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2. Vol, 2nd ed, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- Wisskirchen, R. & Haeupler, H. (1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands 1 - Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer. Stuttgart. 765 S.
- Wolff, B. & Riek, W. (1996): Deutscher Waldbodenbericht 1996. Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987-1993 (BZE). Band 1. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn. 141 S. Stand 2007.
- von Wilpert, K.; Hartmann, P.; Puhlmann, H.; Schmidt-Walter, P.; Meesenburg, H.; Müller, J. & Evers, J. (2016): Bodenwasserhaushalt und Trockenstress. IN: Wellbrock, N.; Bolte, A. & Flessa, H. (Hrsg.). Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Thünen Report 43. Braunschweig. S. I-343 – I-386.
- Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Aydin, C.-H. & Nagel, J. (2012): Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Göttingen. 104 S.
- Ziche, D. & Seidling, W. (2010): Homogenisation of climate time series from ICP Forests Level II monitoring sites in Germany based on interpolated climate data. *Annals of Forest Science*, 67 (8): 804p1-804p6.

## 13 Anhang

### 13.1 Die BZE – geschichtlicher Abriss

Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) ist ein zentrales Element des forstlichen Umweltmonitorings. Sie erfasst Zustand und Veränderungen von Waldböden auf einem bundesweiten Stichprobennetz. Die Geschichte der Bodenzustandserhebung im Wald reicht mehr als 30 Jahre zurück. Anthropogen bedingte atmosphärische Stoffeinträge haben die Wälder in den vergangenen Jahrzehnten in starkem Maße beeinflusst (Ellenberg 1971, Ulrich 1987). Ende der 1970er bzw. in den frühen 1980er Jahren wurde dies zunächst am Kronenzustand der Bäume festgestellt und als sogenanntes „Waldsterben“, später als neuartige Waldschäden diskutiert (Kauppi et al. 1990, Ulrich 1983). In Folge der Diskussion um diese neuartigen Waldschäden wurde Ende der 70-er Jahre in Nordrhein-Westfalen die Immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE) ins Leben gerufen (Block et al. 1991). Rückschlüsse auf den Ernährungszustand und die Schadstoffbelastung der Waldbäume sollten durch Analyse der Nadel- und Blattspiegelwerte gewonnen werden. Erstmals 1983 wurde die IWE bundesweit im 8x8 km Raster durchgeführt (Block et al. 1991). Ergänzend dazu werden seit 1984 jährlich bundesweit, auf einem systematischen Gitternetz mit einer Dichte von mindestens 16x16 km, vergleichbare Daten zum aktuellen Kronenzustand erhoben (Waldzustandserhebung, WZE). Der Zustand der Waldböden wurde erstmals zwischen 1985 und 1989 mit Durchführung der ersten Ökologischen Waldzustandskontrolle (ÖWK) in der früheren DDR in den Focus der Untersuchungen genommen. Die ÖWK fand auf 500 regional repräsentativen Standorten in Ostdeutschland statt (Konopatzky & Kallweit 1997). Als Konsequenz aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 begann im Folgejahr 1987 in Bayern die erste Waldbodeninventur (WBI) um die Auswirkungen auf den Waldboden zu untersuchen. Mit der Gründung der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Bodenzustandserhebung im Wald in Bezug auf neuartige Waldschäden (BZE)“ am 25.09.1987 war der Grundstein für eine bundesweit abgestimmte Inventur gelegt (Burse & Schramm 1996). Nach vielen Jahren der Diskussion und Vorbereitung wurde als Grundlage für die Erhebung schließlich die von der "Bund-/Länder-Arbeitsgruppe BZE" ausgearbeitete Arbeitsanleitung, die in der ersten Auflage 1990 und in einer zweiten, überarbeiteten Fassung 1994 erschien (BML, 1990 und 1994) herausgegeben (Büttner 1997). Nachdem in den alten und neuen Bundesländern unterschiedliche Untersuchungsprogramme angelaufen waren, war es zweckmäßig, für die gesamte Bundesrepublik nach einem weitgehend einheitlichen Verfahren vorzugehen. Im Januar 1991 erfolgte die Integrierung der neuen Bundesländer in das bundesweite Vorhaben BZE auf einem eigens dafür einberufenen BZE-Treffen in Göttingen (Burse & Schramm 1996). Im Zeitraum von 1987 bis 1993 führten alle Bundesländer die erste Bodenzustandserhebung im Wald (BZE I), i.d.R. auf dem Raster der WZE, durch. Die Ergebnisse der BZE I sind im Waldbodenbericht 1996 (Wolff & Riek 1996) veröffentlicht.

Die BZE ist als Wiederholungsinventur angelegt, um zeitliche Veränderungen in den Bodeneigenschaften festzustellen. Mit dem Grundsatzbeschluss der Forstchefkonferenz vom 11. April 2003 zur Wiederholung der BZE wurde die Durchführung der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE II) im Wald beschlossen (Riek 2009). Die Außenaufnahmen der BZE II wurden bundesweit im Zeitraum von 2006 bis 2008 durchgeführt. Gegenüber der BZE I erweiterte man das Parameterspektrum der BZE II auf bundesweiter Ebene um die Erfassung der Bodenvegetation, eine umfassende Bestandesaufnahme, die Analyse von Schwermetallen im Mineralboden und von persistenten organischen Stoffen im Oberboden. Die Ergebnisse der BZE II sind im Thünen Report 43 (Wellbrock et al. 2016) veröffentlicht.

Die Bedeutung der BZE-Ergebnisse für die Politikberatung und die Berichtspflichten der Bundesregierung spricht für eine Wiederholung (BZE III) im Zeitraum von 15 bis 20 Jahren nach dem Erhebungszeitraum der BZE II. Entsprechende Weichen wurden auf der Forstchefkonferenz vom 23./24. März 2017 mit dem Beschluss zur Wiederholung (BZE III) der Bodenzustandserhebung im Wald, gestellt.

Die Erhebung der Daten der bundesweiten BZE und deren Finanzierung erfolgt durch die Bundesländer. Das Thünen-Institut für Waldökosysteme (TI WO) ist durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) mit dem bundesweiten Datenmanagement, der Auswertung und den Berichtspflichten betraut.

Die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald ist integraler Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings (§ 41a Bundeswaldgesetz). Das forstliche Umweltmonitoring in Deutschland setzt sich zusammen aus extensiven Wiederholungsinventuren (Wald- und Bodenzustandserhebung, europäisch Level I-Rasternetz) und den intensiven Walderhebungen (Level II). Das extensive Monitoring aus BZE und WZE liefert flächenrepräsentative Ergebnisse zur bundesweiten Hochrechnung. Das intensive forstliche Monitoring untersucht auf 68 ausgewählten Flächen bundesweit ökosystemar relevante Vorgänge. Ein Teil des deutschlandweiten Monitorings der Wälder (Level II, WZE) ist im Rahmen des Internationalen Kooperationsprogrammes Wälder (ICP Forests) in das europaweite Waldmonitoring eingebettet. Im Rahmen von ICP Forests fand 1997 Auswertung eines europäischen Datensatzes statt (Vanmechelen et al. 1997) sowie zeitgleich zur BZE II auch das europaweite Demonstrationsprojekt BioSoil (Ergebnisse s. Vos & Cools 2011) statt. Auf der Unterstichprobe des Level I-Netzes (16x16 km) wurden parallel zur BZE II die ergänzenden BioSoil-Beprobungen durchgeführt (Hiederer et al. 2011). Die Methoden und Vorgehensweisen des BioSoil-Projekts sind nicht immer mit denen der BZE identisch. Vielfach wurde das nationale BZE-Verfahren zugunsten der EU-Vorgaben bzw. der internationalen Vergleichbarkeit angepasst. In einigen Fällen wurde das für die BZE II gewählte Verfahren jedoch beibehalten. Die Gründe hierfür lagen entweder in der Vergleichbarkeit zu vorhandenen Referenzerhebungen wie den bestehenden Zeitreihen der BZE I oder der Berücksichtigung von naturräumlichen Besonderheiten (Wellbrock et al. 2006).

Auch die Bundeswaldinventur (BWI) ist im Bundeswaldgesetz (§41a, Walderhebungen) verankert. Sie liefert alle zehn Jahre einen Überblick über die großräumigen Waldverhältnisse und die forstlichen Produktionsmöglichkeiten. Bundeswaldinventur und forstliches Umweltmonitoring haben unterschiedliche Aufgaben und ergänzen einander. Die BWI fokussiert auf den aufstockenden Waldbestand, die BZE auf den Waldboden. Beide Erhebungen liegen ursprünglich auf gegeneinander verschobenen Stichprobenrastern. Die räumliche Differenz zwischen den BZE-Stichprobenpunkten und dem jeweils nächstgelegenen BWI-Punkt beträgt ca. 200 m. Diese ist angesichts der bereits im kleinräumigen Maßstab wechselnden Boden- und Bestandesverhältnisse zu groß, als dass die punktbezogenen Daten der beiden Inventuren unmittelbar miteinander verknüpft und ausgewertet werden könnten. Von einer Zusammenlegung beider Netze wurde ursprünglich abgesehen, da BWI-Stichprobenpunkte, anders als WZE- und BZE-Punkte, äußerlich nicht erkennbar sein dürfen. Damit sollen Verzerrungen der Ergebnisse infolge der zu erwartenden forstlichen „Sonderbehandlung“ erkennbarer Stichprobenpunkte vermieden werden. Bei WZE- bzw. BZE-Stichprobenpunkten wird dagegen aus organisatorischen Gründen eine sichtbare Markierung der 6-Baumstichprobe und des Sollmesspunktes (Mitte des Probekreises) durchgeführt. Dieser grundlegende Unterschied der Erhebungsstrategien erschwert die Zusammenlegung der Erhebungsnetze. Im Vorfeld zur BZE II bzw. währenddessen kam es in einzelnen Bundesländern (Bayern, Brandenburg) zur Harmonisierung der Erhebungsnetze von BWI und BZE.

Darüber hinaus ist die BZE Wald fachlich eng mit der laufenden Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE Landwirtschaft) vernetzt.

## 13.2 Ziele der BZE

Das übergeordnete Ziel der BZE ist die Gewinnung von Information als Entscheidungshilfe zur Erfüllung gesetzlicher Aufgaben sowie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Verwaltung. Die Gesetzlichen Verpflichtungen ergeben sich zum einen aus der Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), genauer der Erstellung von Treibhausgas-Inventaren und der Berichterstattung nach dem Kyotoprotokoll<sup>32</sup> bzw. Nachfolgeregelungen in der Quellgruppe „Land-use, Land-use-change and Forestry“ (LULUCF) im Bereich Boden und Streu. Desweiteren soll die BZE dazu beitragen Verpflichtungen aus dem Bundes-Bodenschutzgesetzes zu erfüllen, vor allem hinsichtlich der Gefährdungsabschätzung (ins. §9 BBodSchG). Eine wichtige Verbindung besteht zum internationalen forstlichen Umweltmonitoring unter dem Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (sog. Genfer Luftreinhaltekonvention, CLRTAP) der

---

<sup>32</sup> Gesetz vom 13.09.1993 zu dem Rahmenabkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 9. Mai 1992, BGBl. II, Nr. 33 vom 16. Sept. 1993, S. 1783-1812 sowie Gesetz vom 27.04.2002 zu dem Protokoll von Kyoto vom 11. Dezember 1997 zum Rahmenabkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Kyotoprotokoll), BGBl. II, Nr. 16 vom 2. Mai 2002, S. 966-997

UNECE. Daten der BZE sind Teil des nationalen Beitrags Deutschlands zum „International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests“ (ICP Forests) als waldspezifisches Programm der CLRTAP.

Die Ziele der BZE finden sich zusammengefasst in den Arbeitsanleitungen (BML 1994, Wellbrock et al. 2006). Danach soll die BZE in Ergänzung zur WZE zuverlässige, flächenrepräsentative und bundesweit vergleichbare Informationen liefern

- über den aktuellen Zustand der Waldböden und deren Veränderungen im Laufe der Zeit in Verbindung mit dem aktuellen Kronenzustand der Waldbäume (Anbindung an das Waldzustandserhebungsnetz),
- für eine bessere Übertragbarkeit der Ergebnisse der Waldbodenforschung auf größere Waldflächen
- als Beitrag zur Identifizierung von Ursachen der Veränderungen des Bodenzustandes sowie des Einflusses von Depositionen
- zur Einschätzung von Gefahren, die sich für den derzeitigen Waldbestand und für die nächste Waldgeneration aus dem Bodenzustand ergeben
- zur Einschätzung von Risiken für die Qualität von Grund-, Quell- und Oberflächenwasser
- zur Planung und Durchführung von notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes sowie des Nährstoffangebotes im Boden und der Nährstoffaufnahme durch die Baumwurzeln
- über den aktuellen Ernährungszustand der Waldbäume (Ergänzung durch Nadel-Blattanalysen) und dessen Veränderungen im Laufe der Zeit
- über die Schadstoffbelastung und deren Veränderungen im Laufe der Zeit
- die Datenbasis zur Identifizierung der Ursachen der neuartigen Waldschäden zu verbreitern
- zur Versauerung der Böden (Pufferfunktion)
- über den Stickstoffstatus von Waldböden und ihre Sensitivität gegenüber weiteren Stickstoffeinträgen,
- über die aktuelle Kohlenstoffspeicherung und Änderungen des Kohlenstoffvorrats in Waldböden (Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll),
- über die bodenchemische und ernährungskundliche Wirkung von Maßnahmen zur Stabilisierung der Waldökosysteme (Erfolgskontrolle, v. a. der Bodenschutzkalkungen und des naturnahen Waldbaus),
- über die Hintergrundbelastung von Böden mit Schwermetallen und organischen Spurenstoffen (Bundes-Bodenschutzgesetz).

### **13.3 Untersuchungsgegenstand Waldboden**

Der Untersuchungsgegenstand der BZE ist der Waldboden. Waldboden ist der Boden von Waldflächen im Sinne des Bundeswaldgesetzes und der Länderwaldgesetze. Diese Definition

umfasst neben der dauerhaft zur Holzerzeugung bestimmten Fläche (sogenannter Holzboden) auch Flächen, die zum Wald zählen, aber dauerhaft keinen Baumbewuchs aufweisen (sogenannter Nichtholzboden, z. B. Waldwege und Schneisen ab 5 m Breite, Holzlagerplätze, Forstpflanzgärten). Die BZE untersucht ausschließlich die Waldböden der Holzbodenfläche. Hierzu zählen auch Waldflächen, auf denen vorübergehend keine Bäume stehen (Lücken und Blößen).

Die BZE wird als Wiederholungsinventur durchgeführt. Vor jeder Inventur wird das BZE-Raster hinsichtlich hinzukommender Punkte (Aufforstung, Sukzession) oder wegfallender Punkte (Nichtholzboden) geprüft. Neu anzulegende BZE-Punkte, deren Mittelpunkt gemäß ihrer Sollkoordinate auf Nichtholzboden fallen, werden als solche dokumentiert aber nicht weiter untersucht (Probennahme entfällt). BZE-Punkte, die bei einer vorangegangenen BZE-Inventur untersucht wurden (früher Holzbodenfläche), inzwischen aber unter Nichtholzboden fallen (z. B. infolge Wegebau), werden nicht beprobt. Der Ausfallgrund wird notiert.

## 13.4 Parameter der BZE

**Tabelle 13-1: Übersicht über die Parameter der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (+ obligatorischer Parameter, Erhebung/Analyse bindend; (+) fakultativer Parameter, Erhebung/Analyse optional; - keine Erhebung/Analyse).**

Parameter	BZE I	BZE II
<b>Bodenprofilaufnahme</b>	+	+
<b>Humus- und Bodenanalyse</b>		
Physikalische Parameter	+	+
Kohlenstoff und Stickstoff	+	+
weitere Nährstoffe	+	+
Schwermetalle	+	+
Bodenreaktion, austauschbare Ionen	+	+
Bodenlösung (als Extrakt)	(+)	+
Persistente organische Stoffe	-	+
<b>Blatt- und Nadelanalysen</b>		
Gewicht	-	+
Blatt- und Nadelspiegelwerte	+	+
<b>Kronenzustand</b>		
Kronenverlichtung	+	+
Verfärbung	+	+
abiotische Schadfaktoren	+	+
biotische Schadfaktoren	+	+
Baumstatus	+	+
<b>Bestandesaufnahme</b>		
Flächengröße und -form, Baumzahl	-	+
Baumart	+	+
Einzelbaumdaten	-	+
<b>Bodenvegetation</b>		
Bestandesstruktur	-	+
Pflanzenarten und Deckungsgrade	-	+

**Tabelle 13-2: Übersicht über die im Rahmen der BZE I einmalig erhoben oder analysierten Parameter.**

<b>Kapitel</b>	<b>Parameter</b>	<b>Seitenzahl in BML 1994</b>
Profilaufnahme	Horizontübergang	36, 37
Profilaufnahme	Hydromorphiemerkmale Verteilungsform	44
Profilaufnahme	Hydromorphiemerkmale vorherrschende Größe	45
Profilaufnahme	Entfernung der Profilwand zum nächsten Baum (Ergänzung zur Wurzelintensität)	46
Profilaufnahme	Gefüge, Verfestigungsgrad	48
Profilaufnahme	Gefüge, Rißbreite	49
Profilaufnahme	Gefüge, Ausprägungsgrad	49
Profilaufnahme	Gefüge, Lagerungsart	50
Profilaufnahme	Hohlräume, Gänge	51
Profilaufnahme	Substanzvolumen Torfe	54
Probenahme	effektive Lagerungsdichte	53
Titeldaten/Forstliche Daten	Waldfunktion	21
Titeldaten/Forstliche Daten	Vorbestandsgeschichte	22
Titeldaten/Forstliche Daten	Potentielle natürliche Waldgesellschaft	28
Titeldaten/Forstliche Daten	Begründungsjahr	23
Titeldaten/Forstliche Daten	Begründungsart	23
Analytik	Bodenlösung an ungestörten Mineralbodenproben	107

## 13.5 BZE-Berichte

**Tabelle 13-3: Übersicht der Ergebnisberichte zur BZE I nach Bundesländern.**

Bundesland	Referenz
Bund	Wolff, B. & Riek, W. (1996): Deutscher Waldbodenbericht 1996. Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987-1993 (BZE). Band 1. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn. 141 S.
BW	Buberl, H.G.; V. Wilpert, K.; Trefz-Malcher, G.; Hildebrand, E.E. & Wiebel, M. (1994): Der chemische Zustand von Waldböden in Baden-Württemberg. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 182/210.
BY	Gulder, H.J. & Kölbl, M. (1993): Waldbodeninventur in Bayern. Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayrischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (Hrsg.). Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 132, 256 S.
BE	-
BB	Konopatzky, A. & Kallweit, R. (1997): Der Bodenzustand in den Wäldern Brandenburgs. Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen der Jahre 1989-1994. Landesanstalt für Forstplanung Potsdam (LAFOP), 150 S.
HB	Büttner, G. (1993): Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Land Bremen. 20 S.
HH	-
HE	Hocke, R. (1995). Waldbodenzustand in Hessen. Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie. Wald in Hessen Forschungsbericht, Bd.19. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz (Hrsg.). Gießen.
MV	Kopp, D.; Lehninger, K.; Lehninger, R.; Konopatzky, A.; Kallweit, R.; Wolf, B.; Riek, W. & Baritz, R. (1996): Erkundungsergebnisse zur Bodenzustandsentwicklung in den Wäldern Mecklenburg-Vorpommerns - zugleich Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin. 165 S.
NI	Büttner, G. (1997): Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in Niedersachsen 1990-1991. Schriften aus der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen forstlichen Versuchsanstalt. Band 122. Sauerländer. Frankfurt am Main. 205 S.
NW	Gehrmann, J. (1993): Zwischenbericht über Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebung im Wald - BZE. Stand September 1993. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Recklinghausen. 36 S.
RP	Block, J.; Bopp, O.; Gatti, M.; Heidingsfeld, N.; Zoth, R. (1991): Waldschäden, Nähr- und Schadstoffgehalte in Nadeln und Waldböden in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 17/91. Trippstadt. 237 S.
SL	Schneider, H., Backes, J., Gerber, C., Kruchten, S., Lohmann, H., Schwinn, K. (1998): Bodenzustand und Stoffhaushalte saarländischer Waldökosysteme. Magazin Forschung der Universität des Saarlandes. Heft 1/1998. S. 28-42. Backes, J. 1993a: Aufbau eines Waldbodeninformationssystemes und Ergebnisse der saarländischen Waldbodeninventur. Band I. Dissertation zur Erlangung des Grades des Doktors der Naturwissenschaften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes. Saarbrücken. 172 S. Backes, J. 1993b: Aufbau eines Waldbodeninformationssystemes und Ergebnisse der saarländischen Waldbodeninventur. Band II-Anhang. Dissertation zur Erlangung des Grades des Doktors der Naturwissenschaften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität des Saarlandes. Saarbrücken. 188 S.
SN	Raben, G.; Andreae, H.; Karst, H.; Symossek, F.; Leube, F. (2004): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern. Landesforstpräsidium (Hrsg.). Schriftenreihe der Sächsischen

Bundesland	Referenz
	Landesanstalt für Forsten. Heft 28/2004. 64 S.
ST	Konopatzky, A. & Kallweit, R. (1996): Waldbodenbericht. Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) für das Land Sachsen-Anhalt. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung von 1992-1994. Landesforstverwaltung Sachsen-Anhalt (Hrsg.). 64 S.
SH	Benecke, P., Eberl, C., Schulte-Bisping, H. (1994): Die Waldböden Schleswig-Holsteins. Eine Auswertung der Bodenzustandserhebung. Bodenzustandserfassung im Wald 1990-1992. Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei des Landes Schleswig-Holstein. 31 S. Institut für Bodenkunde und Waldernährung (1992): Bodenzustandserhebung Schleswig-Holstein 1990. Datendokumentation und Auswertung. Universität Göttingen. 255 S. Institut für Bodenkunde und Waldernährung (1992): Bodenzustandserhebung Schleswig-Holstein 1990. Anhang. Universität Göttingen. 80 S.
TH	Burse, K. D. & Schramm, H.-J. (1996): Waldbodenzustandsbericht für Thüringen. Thüringenforst; Mitteilungen der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Gotha. Heft 10/1996. 120 S.

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg; HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz; SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

**Tabelle 13-4: Übersicht der Ergebnisberichte zur BZE II nach Bundesländern.**

Bundesland	Referenz
Bund	Wellbrock, N.; Bolte, A.; Flessa, H. (Hrsg.) (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Report 43. 550 S.
BW	Hartmann, P.; Buberl, H.; Puhmann, H., Schäffer, J.; Trefz-Malcher, G.; Zirlewagen, D. & von Wilpert, K. (2016): Waldböden Südwestdeutschlands - Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen im Wald von 1989 – 1992 und 2006 – 2008. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter, 328 S.
BY	Schubert, A.; Falk, W. & Stetter, U. (2015): Waldböden in Bayern. Ergebnisse der BZE II. Schriftenreihe des Zentrums Wald Forst Holz Weihenstephan. Nr. 213/2015.
BE	-
BB	Riek, W.; Russ, A. & Kühn, D. (2015): Waldbodenbericht Brandenburg. Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a. Band 1. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL) des Landes Brandenburg. Landesbetrieb Forst Brandenburg. Landeskompentenzentrum Forst Eberswalde (LFE) (Hrsg.). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 60. 172 S.
HB	-
HH	-
HE <sup>33</sup>	Paar, U.; Evers, J.; Dammann, I.; König, N.; Schulze, A.; Schmidt, M.; Schönfelder, E.; Scheler, B.; Ullrich, T.; Eichhorn, J. (2016): Waldbodenzustandsbericht für Hessen – Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Beiträge aus der NW-FVA, Band 15, 466 S.
MV	Russ, A. & Riek, W. (2011): Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns. Ergebnisse der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung in Mecklenburg-Vorpommern. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Heft 9. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Schwerin.
NI <sup>33</sup>	Dammann, I., Paar, U., Schmidt, W., Wendland, J., Weymar, J. & Eichhorn, J. (2010): Waldzustandsbericht 2010. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. 31 S.
NW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2012): Waldzustandsbericht 2012 - Langfassung. 78 S.
RP	Block, J. & Gauer, J. (2012). Waldbodenzustand in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 70/12. Zentralstelle der Forstverwaltung, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF). Trippstadt.
SL	-
SN	Jacob, F. & Andreae, H. (2018): Sächsischer Waldbodenbericht. Aktueller Waldbodenzustand in Sachsen und dessen Veränderungen zwischen 1992 und 2014. In Arbeit.
ST <sup>33</sup>	Evers, J., Paar, U. & Schmidt, W. (2010): Ziele und erste Ergebnisse der BZE II. IN Dammann, I., Paar, U., Schmidt, W., Wendland, J., Weymar, J. & Eichhorn, J. (2010): Waldzustandsbericht 2010. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt. 32 S.
SH	Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Aydin, C.-H. & Nagel, J. (2012): Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Göttingen. 104 S.
TH	Burse, K.D.; Schlutow, A.; Stubenrauch, F.; Scheuchner, Th.; Nagel, H.-D. & Weigelt-Kirchner, R. (2011): Waldbodenzustandsbericht für Thüringen-Auswertung der BZE II. Thüringenforst.

<sup>33</sup> Teilergebnisse der BZE II für die Bundesländer Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt wurden in den jährlichen Waldzustandsberichten von 2010-2017 veröffentlicht.

---

<b>Bundesland</b>	<b>Referenz</b>
	Mitteilungen der Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei. Mitteilungen 31/2011. Süß, R. (2016): Waldbodenzustand in Thüringen-Auswertung der BZE II. Steckbriefe. Thüringenforst; Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (Hrsg.).

---

Bundesländer: BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; BE: Berlin; BB: Brandenburg; HB: Bremen; HH: Hamburg;  
HE: Hessen; MV: Mecklenburg-Vorpommern; NI: Niedersachsen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP: Rheinland-Pfalz;  
SL: Saarland; SN: Sachsen; ST: Sachsen-Anhalt; SH: Schleswig-Holstein; TH: Thüringen.

**Bibliografische Information:**  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

*Bibliographic information:*  
*The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliografie; detailed bibliographic data is available on the Internet at [www.dnb.de](http://www.dnb.de)*

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

*Volumes already published in this series are available on the Internet at [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)*

**Zitationsvorschlag – Suggested source citation:**  
**Höhle J, Bielefeldt J, Dühnelt P, König N, Ziche D, Eickenscheidt N, Grüneberg E, Hilbrig L, Wellbrock N (2018)** Bodenzustandserhebung im Wald – Dokumentation und Harmonisierung der Methoden. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 542p, Thünen Working Paper 97, DOI: 10.3220/WP1526989795000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

*The respective authors are responsible for the content of their publications.*



## Thünen Working Paper 97

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*  
Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
Germany

[thuenen-working-paper@thuenen.de](mailto:thuenen-working-paper@thuenen.de)  
[www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

DOI:10.3220/WP1526989795000  
urn:nbn:de:gbv:253-201805-dn059837-1