

Liesebach, Mirko et al.

Research Report

Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung: Handbuch für die Versuchsanstellung

Thünen Report, No. 49

Provided in Cooperation with:

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

Suggested Citation: Liesebach, Mirko et al. (2017) : Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung: Handbuch für die Versuchsanstellung, Thünen Report, No. 49, ISBN 978-3-86576-169-9, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, <https://doi.org/10.3220/REP1496222427000>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/162274>

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.

Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung

Handbuch für die Versuchsanstellung

Mirko Liesebach, Wolfgang Ahrenhövel, Alwin Janßen, Manuel Karopka,
Hans-Martin Rau, Bernd Rose, Randolf Schirmer, Dagmar Schneck,
Volker Schneck, Wilfried Steiner, Silvio Schüler, Heino Wolf

Thünen Report 49

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliography; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:

Liese M, Ahrenhövel W, Janßen A, Karopka M, Rau H-M, Rose B, Schirmer R, Schneck D, Schneck V, Steiner W, Schüler S, Wolf W (2017) Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung : Handbuch für die Versuchsanstellung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 80 p, Thünen Rep 49, DOI:10.3220/REP1496222427000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



THÜNEN

Thünen Report 49

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-report@thuenen.de
www.thuenen.de

ISSN 2196-2324
ISBN 978-3-86576-169-9
DOI:10.3220/REP1496222427000
urn:nbn:de:gbv:253-201705-dn058666-5

Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung

Handbuch für die Versuchsanstellung

**Mirko Liesebach, Wolfgang Ahrenhövel, Alwin Janßen, Manuel Karopka,
Hans-Martin Rau, Bernd Rose, Randolf Schirmer, Dagmar Schneck,
Volker Schneck, Wilfried Steiner, Silvio Schüler, Heino Wolf**

Thünen Report 49

Mirko Liesebach

Thünen-Institut für Forstgenetik
Sieker Landstr. 2
22927 Großhansdorf

Wolfgang Arenhövel

ThüringenForst
Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha
Jägerstraße 1
99867 Gotha

Alwin Janßen, Hans-Martin Rau und Wilfried Steiner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Abt. Waldgenressourcen
Prof.-Oelkers-Str. 6
34346 Hann. Münden

Manuel Karopka

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Wonnhaldestraße 4
79100 Freiburg

Bernd Rose

Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft
Hauptstr. 16
67705 Trippstadt

Randolf Schirmer

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf

Dagmar Schneck

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Landesstelle für forstliches Vermehrungsgut
Eberswalder Chaussee 3
15377 Waldsiedersdorf

Volker Schneck

Thünen-Institut für Forstgenetik
Eberswalder Chaussee 3 a
15377 Waldsiedersdorf

Silvio Schüler

BFW – Institut für Waldgenetik
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
Österreich

Heino Wolf

Staatsbetrieb Sachsenforst
Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft
Bonnewitzer Str. 34
01796 Pirna

Thünen Report 49

Braunschweig, Juni 2017

Zusammenfassung

Versuchsflächen zur Prüfung von Herkünften, Nachkommenschaften und Klonen sind ein wichtiges Instrument in der Forstpflanzenzüchtung. In der Vergangenheit wurde immer wieder deutlich, wie unterschiedlich die einzelnen Institutionen und Bearbeiter bei der Planung, Anlage, Betreuung und Aufnahme von Versuchsflächen verfahren. Aus diesem Grunde hat die „Arbeitsgemeinschaft der Länderinstitutionen für Forstpflanzenzüchtung (ARGE)“ ein Handbuch mit Richtlinien für die Durchführung von Versuchen im Rahmen der Forstpflanzenzüchtung erarbeitet.

Im ersten Kapitel werden die wichtigsten Punkte der Versuchsflächenplanung, wie Versuchsziel, Versuchsmaterial, Standort des Versuchs und Anlagemethoden beschrieben. In weiteren Kapiteln (2 bis 4) werden die Beschaffung, Aufbereitung und Anzucht des Versuchsmaterials behandelt. Weiterhin werden Empfehlungen zur Vorbereitung von Versuchsflächen und zur Pflanzung gegeben (Kapitel 5). Die nächsten Kapitel befassen sich mit der regelmäßigen Kontrolle der Versuchsflächen (Kapitel 6) und Maßnahmen zum Schutz und der Pflege der Fläche während der Laufzeit (Kapitel 7). Als besonders wichtig wird dabei herausgestellt, dass sämtliche Maßnahmen entsprechend dem Versuchsziel und der Regel der Gleichbehandlung aller Versuchsglieder zu erfolgen haben. Das kann auch bedeuten, dass dabei von den praxisüblichen Behandlungsmethoden abgewichen wird.

Ebenso wird ausführlich auf die Durchführung von Messungen und Bonituren der Versuche eingegangen. Dabei werden unter anderem Empfehlungen für die Bonitur von phänologischen und Qualitätsmerkmalen gegeben (Kapitel 8). Die Ausführungen zu Dokumentation im Zusammenhang mit der Versuchsflächenarbeit werden durch Fallbeispiele aus verschiedenen Institutionen ergänzt (Kapitel 9, 10).

Schlüsselworte: Feldversuche, Forstpflanzenzüchtung, Herkunftsforschung

Abstract

Manual on experimental design, setup and maintenance of field trials in forest tree breeding

Experimental trial sites to test provenances, progenies and clones are a key instrument in forest tree breeding. Past experiences have shown that each institute and person of responsibility treats experimental design, setup, maintenance and trait measurements differently. For that reason, the Working Group of German Institutes of Forest Tree Improvement [*“Arbeitsgemeinschaft der Länderinstitutionen für Forstpflanzenzüchtung (ARGE)”*] developed a manual of guidelines for the implementation of field trials in forest tree breeding.

In Chapter 1, we describe—important features of the experimental design, including objectives, test material, trial location and setup. Chapters 2, 3 and 4 cover acquisition, processing and cultivation of test material. Chapter 5 gives recommendations on site preparation and planting. Chapter 6 concentrates on regular monitoring, as well as activities of protection and maintenance during trial duration (chapter 7). We point out that it is crucial to conduct every task on a trial site according to the trial objectives and to treat each experimental unit equally. This may also imply to diverge from common procedures.

The collection of quantitative data is described in great detail, including both recommendations on measuring growth parameters as well as on rating phenology and quality (chapter 8). Case studies from different institutions complement the link between proper documentation and the duties out in the field (chapters 9, 10).

Keywords: field trials, forest tree breeding, provenance research

Inhaltsverzeichnis

0	VORWORT.....	7
1	VERSUCHSPLANUNG	9
1.1	Versuchsziel	9
1.2	Versuchsmaterial.....	11
1.3	Methoden	12
1.4	Standorte	13
1.5	Versuchsflächenwahl.....	14
1.6	Pflanzverband und Parzellenausformung	16
1.7	Laufzeit	16
1.8	Kostenschätzung.....	17
2	BESCHAFFUNG VON VERSUCHSMATERIAL	18
2.1	Rechtliche Aspekte	18
2.2	Beerntung.....	19
2.3	Zukauf.....	20
3	AUFBEREITUNG, SAATGUTPRÜFUNG, EINLAGERUNG	21
3.1	Aufbereitung.....	21
3.2	Saatgutuntersuchung	21
3.3	Einlagerung	21
4	AUSSAAT, ANZUCHT UND BEREITSTELLUNG VON VERSUCHSMATERIAL.....	23
4.1	Aussaat	23
4.2	Anzucht, Verschulung.....	24
4.3	Bereitstellung der Pflanzen zur Flächenanlage	24
5	FLÄCHENVORBEREITUNG, PFLANZUNG UND NACHBESSERUNG.....	26
5.1	Flächenvorbereitung	26
5.2	Vorbereitung der Pflanzung	26
5.3	Pflanzung	29
5.4	Reservepflanzen und Nachbesserung	31
6	FLÄCHENKONTROLLE.....	32
6.1	Allgemeines	32
6.2	Umfang, Zeitpunkt, Intervalle.....	32
6.3	Kriterien	33
6.4	Dokumentation der Kontrolle	34

7	FLÄCHENSCHUTZ UND -PFLEGE.....	38
7.1	Kultursicherung und Jungwuchspflege.....	38
7.1.1	Kulturschutz.....	38
7.1.2	Kultur- und Jungwuchspflege.....	39
7.2	Läuterung, Durchforstungen und weitere Pflegemaßnahmen	40
7.3	Begehungspfade, Rückegassen	42
7.3.1	Begehungspfade.....	42
7.3.2	Rückegassen	43
8	MESSUNGEN UND BONITUREN.....	44
8.1	Häufigkeit der Aufnahmen	44
8.2	Grundgesamtheit und Stichprobe	45
8.3	Erhebung von Merkmalsdaten	47
8.3.1	Zählen, Messen, Wiegen	47
8.3.2	Bonituren.....	50
8.4	Aufnahmeprotokoll	54
8.5	Aufnahmen in der Baumschule	55
8.6	Aufnahmen von Versuchsflächen.....	56
8.6.1	Aufnahme von Ausfällen	56
8.6.2	Aufnahme von leistungs-, qualitäts- und resistenzbezogenen Merkmalen.....	56
8.7	Vergabe der Aufnahmen im Werkvertrag.....	57
9	DOKUMENTATION.....	58
9.1	Aktenmäßige Dokumentation	58
9.2	Dokumentation im Forstbetrieb.....	67
10	ABSCHLUSS UND AUFGABE VON VERSUCHSFLÄCHEN.....	68
11	LITERATUR	69
12	ANHANG	71
12.1	Anzuchtvertrag für Forstpflanzen.....	71
12.2	Versuchsplan	73
12.3	Vereinbarung zur Überlassung von Versuchsstandorten.....	74
12.4	Gemeinsame Aufnahmeprotokolle	76
12.5	Kostenkalkulation Anlage von Versuchsflächen.....	77

0 VORWORT

In Deutschland gab es nach dem 2. Weltkrieg mehrere Institutionen, deren Aufgabe es war, die Grundlagen für genetisch besonders hochwertiges forstlichen Vermehrungsgutes zu erforschen und ihre Ergebnisse für die Praxis nutzbar zu machen. Die meisten dieser Institutionen wurden von den Verwaltungen walddreicher Bundesländer getragen und unterschieden sich in ihrer Ausstattung mit Personal- und Sachmitteln erheblich. Schon bald wurde deutlich, dass die Erforschung und die Sicherung forstgenetischer Ressourcen Daueraufgaben darstellen, die nur durch Zusammenarbeit auf nationaler wie auch internationaler Ebene sachgerecht bewältigt werden kann. Zur Koordinierung der Versuchsarbeit auf nationaler Ebene und zur Förderung ihrer Effektivität wurde bereits zu Beginn der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts auf Beschluss der Forstverwaltungen von Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen die Arbeitsgemeinschaft der Länderinstitutionen für Forstpflanzenzüchtung (ARGE) gegründet. Schon kurz nach der Wiedervereinigung Deutschlands traten die mit Forstpflanzenzüchtung befassten ostdeutschen Institute in Graupa und Waldsiefersdorf der ARGE bei. Mit dem Standort Waldsiefersdorf kam nicht nur ein Brandenburger Forschungsstandort, sondern auch das Institut für Forstpflanzenzüchtung der damaligen Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft hinzu. Seit vielen Jahren nehmen auch Vertreter des forstlichen Versuchswesens für Thüringen und Österreich an den Sitzungen teil.

Bis zur Zusammenlegung der Bund-Länder-Arbeitsgruppen „Forstliche Genressourcen“ und „Forstsaatgutrecht“ im Jahr 1999 und der Einrichtung des Gemeinsamen Gutachterausschusses forstlichen Vermehrungsgutes 2002 fungierten Mitglieder der ARGE auch als Sachverständige für die Bundesregierung bei der Ausgestaltung der forstvermehrungsgutrechtlichen Bestimmungen.

Auf regelmäßigen Treffen der ARGE werden seit ihrer Gründung gemeinsame Probleme diskutiert, Versuche geplant und Ergebnisse veröffentlicht. Zur ARGE gehört traditionell auch die Funktion des Sachverständigenbeirates für die Zulassung von Ausgangsmaterial der Kategorie „Geprüft“ nach § 4 Forstvermehrungsgutgesetz. Wenn ein Antrag auf Empfehlung einer solchen Zulassung eingereicht wird, prüft der Beirat die Unterlagen. Sind die Voraussetzungen ausreichend erfüllt, empfiehlt er den zuständigen Stellen die Zulassung.

In der Geschichte der ARGE haben sich die Verwaltungsstrukturen der sie tragenden Länder ebenso gravierend verändert wie die waldbaulichen Zielsetzungen. Infolge organisatorischer Veränderungen kam es bei allen Institutionen zu einschneidenden Kürzungen des Personalbestandes. Auf den Sitzungen der ARGE wurde zudem immer wieder deutlich, wie unterschiedlich vergleichbare Tätigkeiten bei den einzelnen Institutionen angegangen werden. Die steigenden Anforderungen an die Effektivität der Versuchsarbeit und die wiederkehrende Notwendigkeit, neue Mitarbeiter mit der Materie vertraut zu machen sowie die Erkenntnis, dass gemeinsam entwickelte Standards für eine erfolgreiche Zusammenarbeit unverzichtbar sind, waren die Hauptgründe, dieses Handbuch mit Empfehlungen für die wichtigsten Aufgabenbereiche in der Forstpflanzenzüchtung von der Planung bis hin zur Dokumentation zu erarbeiten. Das Handbuch soll die Kontinuität und Effektivität einer zielorientierten, wissenschaftlich fundierten Versuchsarbeit langfristig sicherstellen. Die ARGE hat diesen Vorschlag aufgegriffen und in einem mehrjährigen, gemeinschaftlichen Prozess unter Beteiligung der Kollegen vom BFW-Institut für

Waldgenetik in Wien sowie des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums von ThüringenForst in Gotha das vorliegende Handbuch erstellt.

Die jetzt online publizierte Fassung versteht sich als Arbeitsgrundlage für alle, die für das Versuchswesen im Bereich Forstpflanzenzüchtung zuständig sind. Anregungen für Erweiterungen und Aktualisierungen sind willkommen und können episodisch eingearbeitet werden.

Arbeitsgemeinschaft der Länderinstitutionen für Forstpflanzenzüchtung (ARGE)

Ein Dank gebührt auch allen namentlich nicht genannten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Institutionen, die mit Anregungen und Beiträgen zum Gelingen des Handbuchs beigetragen haben, hier sind besonders HELMUT GROTEHUSMANN und HERBERT KUPFER (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) sowie LAMBERT WEIßENBACHER (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft) und KATHARINA J. LIEPE (Thünen-Institut für Forstgenetik) zu nennen.

1 VERSUCHSPLANUNG

1.1 Versuchsziel

Bei Feldversuchen im Bereich der Forstpflanzenzüchtung handelt es sich in der Regel um mittel- bis langfristige Versuche über einen Zeitraum von 15 bis 50 Jahren. Sie sind teuer und die Bearbeiter können mehrfach wechseln. Umso wichtiger ist es, das Versuchsziel klar zu definieren und zu dokumentieren. Dieses besteht meist im Nachweis von Merkmalsunterschieden von Populationen/Nachkommenschaften oder Individuen aus vorab ausgewählten Regionen an bestimmten Standorten/Standortsgruppen. Als Merkmale können sowohl Leistungs- als auch Qualitäts- oder Stabilitätsparameter dienen. Die zu beachtende Region kann das gesamte Verbreitungsgebiet, definierte Zuchtzonen oder einzelne Herkunftsgebiete umfassen.

Das Versuchsziel ist durch die Prüfung von Arten, Herkünften und Nachkommenschaften von Beständen, Samenplantagen sowie Einzelbäumen, Klöngemischen oder einzelnen Klonen von Waldbäumen auf ihren Anbauwert unter ökonomischen oder ökologischen Aspekten zu erreichen.

Wenn das Versuchsziel definiert ist, kann die Art des Versuchs festgelegt werden.

Folgende Arten von Versuchen lassen sich unterscheiden:

- **Anbauversuche** prüfen den Anbauwert verschiedener, meist fremdländischer Baumarten auf heimischen Standorten und unter praxisüblichen Bedingungen mit einer (oder wenigen) meist zufällig ausgewählten oder sogar unbekanntem Herkunft.
- Mit Hilfe von **Herkunfts- (Provenienz-)versuchen** werden mehrere Herkünfte einer Art (Populationsnachkommenschaften) aus definierten Regionen/Herkunftsgebieten auf ihren Anbauwert hin untersucht. Mit Herkunftsversuch (engl. *provenance trial*) werden häufig auch Nachkommenschaftsprüfungen von natürlichen (Beständen) und künstlichen Populationen (Samenplantagen) bezeichnet.
- Mit den **Nachkommenschaftsprüfungen** kann der Erbwert von Elternbäumen untersucht sowie deren Kombinationseignung und die Variabilität ihrer Nachkommen für weitergehende Züchtungsarbeiten ermittelt werden. In Nachkommenschaftsprüfungen wird die genetische Veranlagung der Nachkommenschaften von Beständen, Samenplantagen und Einzelbäumen untersucht. Sie können zur Ausweisung von Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Vermehrungsgut der FoVG-Kategorie „Geprüft“ der jeweiligen Baumart genutzt werden. Im englischen Sprachgebrauch wird der Begriff *progeny test* (Nachkommenschaftsprüfung) ausschließlich für die Prüfung von Einzelbaumnachkommenschaften verwendet.
- **Klonprüfungen** untersuchen den Anbauwert einzelner Klone mit dem Ziel der Zulassung als Ausgangsmaterial von Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“.

Bei der Planung ist der Aussagebereich des Versuchs festzulegen. Es muss geklärt werden, für welche Standorte eine Aussage getroffen werden soll. Danach richtet sich die Anzahl von Versuchsflächen einer Serie (Abbildung 1.1). So sollten Nachkommenschaftsprüfungen zur Zulassung von Vermehrungsgut der Kategorie "Geprüft" die für das Anbauggebiet wichtigsten und repräsentativen Standorte abdecken. Es muss dabei berücksichtigt werden, dass die Daten und Boniturnoten, die später auf einer Versuchsfläche erhoben werden, immer nur

etwas über die Entwicklung am jeweiligen Standort aussagen. Für Verallgemeinerungen, wie die generelle Eignung einer bestimmten Provenienz einer Baumart, ist eine größere Bandbreite an Flächen auf verschiedenen Standorten erforderlich.

Für intensivere Untersuchungen sowie für die Bereitstellung von Probenmaterial z. B. für molekulargenetische und öko-physiologische Untersuchungen empfiehlt sich die Anlage von Baumschulversuchsflächen. Darunter sind Flächen zu verstehen, die nach feldversuchstechnischen Grundsätzen für eine befristete Zeit mit einer geringeren Pflanzzahl und einem engerem Pflanzverband als Versuchsflächen auf Waldstandorten angelegt werden.

In Abhängigkeit von der Versuchsart und dem Versuchsziel ist die Verwendung von unterschiedlichen Standards erforderlich (Tabelle 1.1).

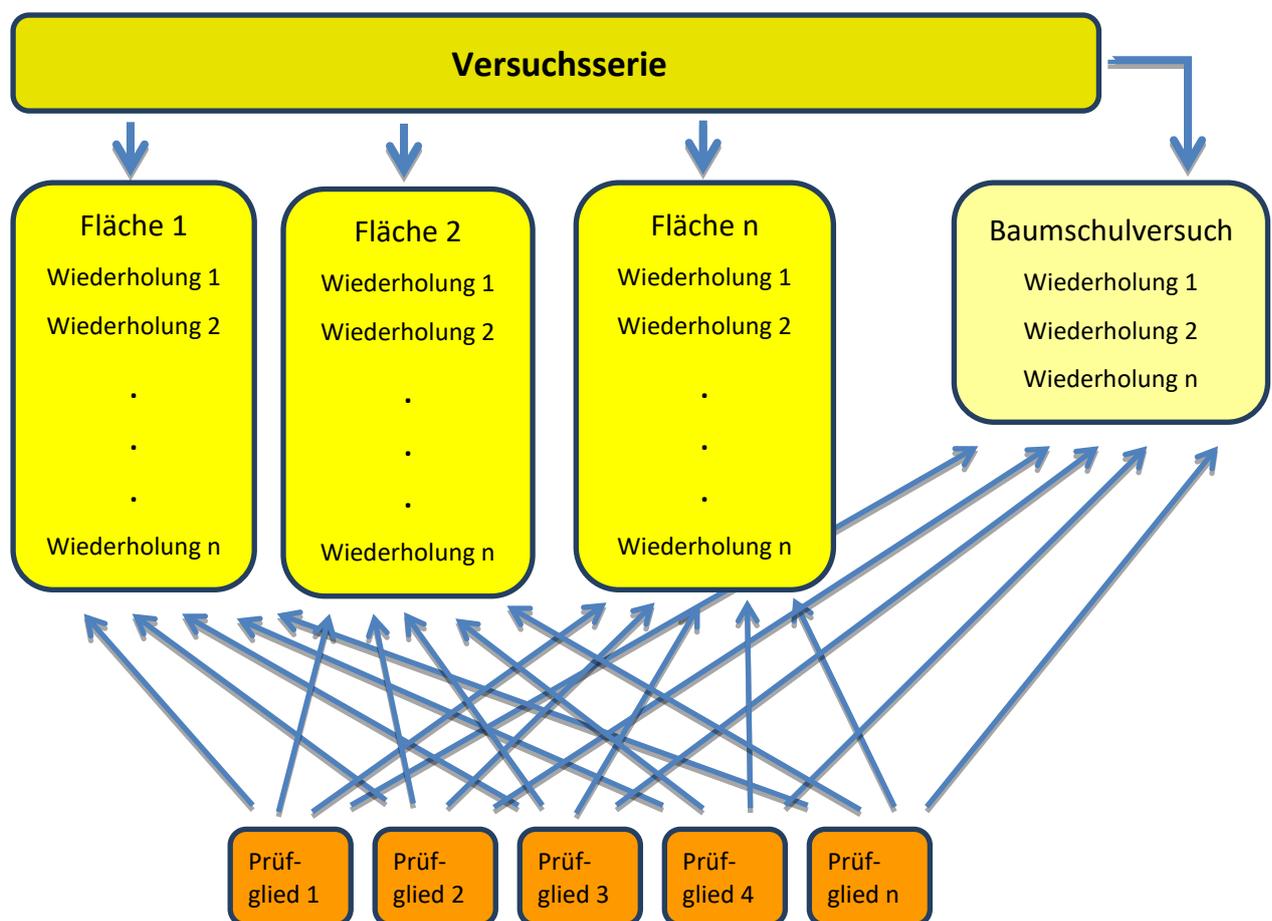


Abbildung 1.1: Grundschemata einer forstlichen Versuchsserie

Tabelle 1.1: Vergleichsbasis für Versuche

Art des Versuchs	Ausgangsmaterial	Ziel	Geeignete Basis*
Herkunftsversuch aus Verbreitungsgebiet einer Baumart	Bestände, Samenplantagen	Verbreiterung der genetischen Basis von in Deutschland angebaute Arten, Verwendungsempfehlungen	1. regionaler Standard 2. in Deutschland zugelassene Bestände/Samenplantagen 3. in Deutschland angebaute Bestände/Samenplantagen
Nachkommenschaftsprüfung	Bestände, Samenplantagen	Verwendungsempfehlungen, Zulassung "geprüftes Vermehrungsgut"	1. regionaler Standard 1. Mittelwert 2. in Deutschland zugelassene Bestände
	Einzelbäume	Selektion in einer bekannten Population (z. B. geprüftes Vermehrungsgut) (z. B. Prüfung allgemeiner Kombinationseignung)	1. Mittelwert 2. regionaler Standard 3. in Deutschland zugelassene Bestände
		Selektion in einer unbekannt Population (z. B. Prüfung allgemeiner Kombinationseignung)	1. regionaler Standard 2. in Deutschland zugelassene Bestände
	Elternbäume	Zulassung von Familieneltern	1. regionaler Standard 1. der für das Anbaubereich typische Elternteil 2. Mittelwert aus beiden Eltern 2. in Deutschland zugelassene Bestände
Klonprüfung	Einzelklone	Zulassung von Einzelklonen	1. Standardklone 1. regionaler Sämlingsstandard 2. Mittelwert mitangebauter Sämlinge

* gleiche Nummern bedeuten gleiche Eignung

1.2 Versuchsmaterial

Die Menge des zu beschaffenden Saat- und Pflanzgutes hängt vom Umfang und der Laufzeit des geplanten Versuchs ab. Bei großen Pflanzenpartien ist eine externe Anzucht über Anzuchtverträge mit gewerblichen Baumschulen grundsätzlich möglich. Wichtig ist, dass das Versuchsmaterial unter einheitlichen Bedingungen angezogen wird.

Klone sind so zu erzeugen, dass sie bei der Auspflanzung gleich alt und in ausreichender Stückzahl vorhanden sind. Die im Folgenden überwiegend auf generatives Vermehrungsgut ausgerichteten Aussagen gelten genauso bei der Erzeugung und Bereitstellung von vegetativem Vermehrungsgut für die Feldversuchsprüfung.

Populationen (Bestände, Samenplantagen) sollten grundsätzlich so ausgewählt werden, dass die Versuchsaussage nach Vorliegen erster Ergebnisse eine ausreichende Praxisrelevanz hat.

Diese sollte so hoch sein, dass der ökonomische Aufwand der Versuchsanlage zu rechtfertigen ist.

Auswahlkriterien für Bestände:

- Das Ausgangsmaterial muss so alt (ausgewachsen) sein, dass seine Wachstums- und Formeigenschaften schon klar ausgeprägt sind.
- Bestände müssen vital, ausreichend groß und so jung sein, dass sie nach Vorlage erster Ergebnisse noch lange beerntet werden können.
- Sie sollten technisch beerntbar sein, d. h. Saatguternten müssen durchführbar sein.

Im Regelfall werden die Prüfglieder mit Standards verglichen. Bei Standards handelt es sich um Bestände oder Populationen bzw. Klone, die als repräsentativ für eine bestimmte Art und Höhenlage eingeschätzt werden oder deren Wert und Eignung aus früheren Anbauversuchen bereits bekannt ist. Standards sollen hinsichtlich ihrer Leistung und Qualität dem Durchschnitt der in der Kategorie „Ausgewählt“ zugelassenen Bestände entsprechen. Die Standards werden vom Sachverständigenbeirat für geprüftes Vermehrungsgut empfohlen. Verfügt der Versuch über keinen Standard können die Prüfglieder untereinander bzw. gegen das Versuchsmittel verglichen werden.

Standards sind im Handel oder bei den Versuchsanstalten erhältlich, sofern die entsprechenden Bestände beerntet wurden und das Saatgut lagerfähig ist. Gegebenenfalls muss also berücksichtigt werden, dass rechtzeitig vor der Versuchsanlage Saatgut aus Standard-Beständen erst beschafft oder selbst für die Vermehrung geerntet werden muss. Der entsprechende zeitliche Vorlauf ist dabei zu beachten!

1.3 Methoden

Die Methodik richtet sich nach der Art des Versuches (Versuchsfrage) und der Anzahl der Prüfglieder. Das Versuchsdesign muss mit anerkannten statistischen Verfahren auswertbar sein.

Wiederholungen sind zwingend erforderlich, denn sie sind Voraussetzung zur Berechnung des Versuchsfehlers. Je mehr Wiederholungen ein Versuch hat, umso kleiner wird der Fehlerquotient und umso sicherer wird die Versuchsaussage. Das für Feldversuche klassische Versuchsdesign ist die drei- oder vierfach wiederholte Blockanlage. Dabei kommen wegen der großen Anzahl der Prüfglieder und der im Vergleich zum landwirtschaftlichen Versuch großen Teilstücke meist nur unvollständige Blockanlagen in Frage. Die bisher bei diesen Anlagen bestehenden Nachteile, wie z. B. Beschränkungen auf bestimmte Prüfgliedzahlen und komplizierte Auswertung sind in den letzten Jahren durch die Entwicklung leistungsfähiger Auswertungssoftware überwunden worden. Auch für den Entwurf entsprechender Versuchspläne gibt es mittlerweile spezifische Software (z. B. *SAS Proc plan*, *CycDesigN*, *R*). Mit solchen Programmen lassen sich auch unvollständige Blockanlagen für Prüfgliedzahlen konstruieren, für die das bisher nicht möglich war (z. B. Alpha-Designs). Bei großen Prüfgliedzahlen ist die Bildung von Blöcken innerhalb der Wiederholungen zu empfehlen. Durch Blockbildung können kleinräumig auftretende und Prüfgliedeffekte maskierende Standortunterschiede ermittelt werden.

Innerhalb der Blöcke ist auf eine zufällige Verteilung (Randomisation) zu achten. Die Blöcke werden ebenfalls zufallsmäßig innerhalb der Wiederholungen verteilt. Die Zufallsverteilung soll Variationsursachen wie Bodenunterschiede, flächenbedingte Störfaktoren, Randeffekte etc. ausgleichen. Bei vollständigen und unvollständigen Blockanlagen sollten die Standortunterschiede innerhalb der Blöcke möglichst gering sein. Die Verteilung der Prüfglieder hat zufällig unter Zuhilfenahme von Zufallstabellen oder Computerprogrammen zu erfolgen.

Ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Versuchsplanung ist die Größe der einzelnen Parzellen und damit verbunden die Frage nach der Anzahl der Pflanzen je Parzelle. Hierbei sind Versuchsart, Versuchsdauer und Pflanzverband zu beachten. Bei Versuchen der Forstpflanzenzüchtung ist man vor allem zu Beginn von Zuchtprogrammen gezwungen, möglichst viele Prüfglieder (z. B. Nachkommenschaften) zu prüfen. Deswegen werden relativ kleine Parzellen mit 25 bis 50 Bäumen angelegt. Der Pflanzverband orientiert sich dabei meist an dem für die Baumart praxisüblichen Verband. Die intensive Beobachtungszeit liegt meistens bei 25 bis 30 Jahren. Liegt das Ziel des Versuchs in der Ermittlung quantitativer genetischer Parameter, dann ist es auch möglich, mit deutlich geringeren Pflanzenzahlen pro Parzelle zu arbeiten. Allerdings ist es dann notwendig, den Pflanzabstand so zu wählen, dass während der Beobachtungszeit möglichst keine Konkurrenz zwischen den Pflanzen auftritt. Wenn ausreichend Pflanzen und Fläche vorhanden sind, ist es sinnvoller mehr Wiederholungen anzulegen, statt die Zahl der Bäume pro Parzelle zu erhöhen.

Die Versuchsfläche sollte von einer oder mehreren Randleihen der gleichen Baumart umgeben sein, um Randeffekte in den außenliegenden Versuchsparzellen zu vermeiden. Bei größeren Versuchen sind Erschließungslinien einzuplanen (z. B. zwischen den Wiederholungen/vollständigen Blöcken). Zweckmäßig ist es auch, diese zusätzlich durch Randleihen abzugrenzen.

1.4 Standorte

Die Versuchsstandorte sind sorgfältig auf das Versuchsziel abgestimmt auszuwählen. Sie müssen Eigenschaften aufweisen, die der Fragestellung und den Ansprüchen der zu untersuchenden Baumart entsprechen. Wenn man über genügend Pflanzen verfügt, können einzelne Flächen auch im Randbereich des für die Baumart vermuteten Anbauspektrums eingeplant werden. Die Standorte sollten frei von Staunässe sein und einen möglichst geringen Skelettanteil aufweisen. Stark befahrene und dadurch verdichtete Flächen scheiden als Versuchsstandorte aus. Wenn möglich, sollten Versuche auf verschiedenen Standorten angelegt werden, um die ganze Standortbreite der Baumart abzudecken. Zur Beurteilung von Versuchsstandorten sollte eine Standortskarte verwendet werden oder die Standorte sollten vorab feinkartiert werden (Abbildung 1.2).



Abbildung 1.2: Bodenprofil (Foto: M. LIESEBACH)

1.5 Versuchsflächenwahl

Bei der Planung sind an die Versuchsfläche einige Anforderungen zu stellen: Eine Fläche sollte idealerweise so geformt sein, dass ein Versuch im Quadratformat angelegt werden kann, um Randeinflüsse möglichst gering zu halten. Die Wiederholungen sind in der Fläche so zu legen, dass alle Parzellen einer Wiederholung weitgehend vergleichbare Bedingungen erhalten. Es sollte Platz für Randreihen eingeplant werden. Diese dienen dazu, Randeinflüsse abzupuffern und können unter bestimmten Voraussetzungen dazu genutzt werden, um Standorteinflüsse zu quantifizieren.

Bei der Auswahl der Standorte und Bewertung der Eignung sind die örtlichen Rahmenbedingungen mit zu berücksichtigen, wie z. B. Frostlöcher, der Räumungszustand der Fläche (keine Reisigwälle), die Waldbesitzverhältnisse sowie/oder verfügbares Personal vor Ort.

Als Versuchsstandorte sind besonders Kahl- bzw. Freiflächen geeignet (Abbildung 1.3), d. h. gut geräumte Waldflächen (möglichst keine Windwurffläche) oder landwirtschaftliche Aufforstungsflächen, um eine Pflanzung im exakten Verband zu ermöglichen, damit

Versuchspflanzen später z. B. im Gras besser erkannt und ggf. von Anflug derselben Baumart unterschieden werden können.

Wenn ein Schirm vorhanden ist, sollte dieser gleichmäßig sein. Einzelne Überhälter, die erfahrungsgemäß von Forstämtern gerne auf Versuchsflächen belassen werden, müssen entfernt werden, damit kleinräumige Einflüsse ausgeschlossen werden können.



Abbildung 1.3: Einheitliche Bedingungen auf einer Fläche (Foto: D. SCHNECK)

Hilfreich ist, wenn die Entfernung zur betreuenden Institution zur Vermeidung von Reisezeiten möglichst gering gehalten werden kann. Die Anlage der Fläche vorzugsweise im Nahbereich anderer Versuchsflächen hat sich bewährt, damit bei Kontrollen mehrere Flächen überprüft werden können und vergleichende Aussagen möglich sind.

Eine gute Erreichbarkeit, am besten an LKW-befahrbarem Weg gelegen, erleichtert auch die Anlieferung von Parzellenpfählen, Versuchspflanzen, Zaunmaterial usw.

Je nach Wilddruck muss der Aufbau eines Gatters möglich sein.

Die Flächen sind durch den Abschluss eines Vertrages mit der Regelung der Nutzungsdauer (Laufzeit des Versuches) zu sichern (Anhang 12.3). Bei der Flächenauswahl sind sich abzeichnende Eigentümerwechsel oder Nutzungsänderungen (z. B. Straßenbau) zu berücksichtigen.

Um die Bereitstellung von Flächen mit den genannten Anforderungen kann in einem Rundschreiben an Landesforstbetriebe/Forstämter gebeten werden. Nach Rückmeldung werden die Flächen bereit und bei Eignung grob eingemessen. Hier haben sich GPS-Empfänger als hilfreich erwiesen, da die Größe der zur Verfügung stehenden Fläche oftmals zu optimistisch eingeschätzt wird. Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist der ausreichende Abstand zu Nachbarbeständen, um Beeinträchtigungen durch Beschattung, Traufbildung oder Windwürfe zu vermeiden.

1.6 Pflanzverband und Parzellenausformung

Der für den Versuch zu wählende Pflanzverband hängt von der Baumart und dem Versuchsziel ab. Meist wird man sich an den in der Praxis üblichen Verbänden orientieren. Der Verband sollte so gewählt werden, dass sich die Pflanzen über einen längeren Zeitraum möglichst ohne Konkurrenz entwickeln können. Dies ist besonders dann wichtig, wenn es sich um Erbwertprüfungen handelt, bei denen der Genotyp möglichst genau eingeschätzt werden soll. Viele Untersuchungen haben gezeigt, dass durch Konkurrenz zwischen den Prüfgliedern die genetisch bedingten Unterschiede nicht mehr so deutlich sind.

Als zweckmäßig haben sich Quadratverbände erwiesen. Übliche Verbandsweiten sind 1,5 x 1,5 m oder 2,0 x 2,0 m. Für eine konkurrenzfreie Entwicklung der Bäume über einen längeren Zeitraum kann ein Verband von 3,0 x 3,0 m gewählt werden. In der Praxis ist solch ein weiter Verband jedoch wegen des hohen Flächenbedarfs oft schwer zu realisieren. Einem Quadratverband stehen manchmal praxisübliche Anbausysteme (z. B. Einsatz eines Streifenpflugs bei der Kiefer oder Kurzumtriebspflanzungen zur Energieholzerzeugung) entgegen. Daher sind auch Rechteckverbände üblich, wobei die Parzellen möglichst quadratisch ausfallen sollen, z. B. bei einem Verband von 2,0 x 1,0 m mit 5 Reihen à 10 Pflanzen (s. Anhang 12.2).

Wichtig ist aber, unabhängig von dem im konkreten Fall gewählten Pflanzverband, dass die Abstände zwischen und in den Reihen so exakt wie möglich eingehalten werden, um jedem Baum den gleichen Standraum zu sichern und um eine gute Orientierung auf der Fläche im fortgeschrittenen Versuchsflächenalter zu gewährleisten. Wenn wegen eines Hindernisses ein Ausweichen erforderlich wird, dann hat dieses innerhalb der Flucht in der Reihe zu erfolgen. Wenn keine Rückegassen eingeplant werden konnten, sollte bei lange laufenden Versuchen der Reihenabstand so gewählt werden, dass durch Entnahme einzelner Reihen auch für moderne Maschinen langfristig ausreichend breite Gassen entstehen (Dickenwachstum der Bäume bedenken!). Ein 2 m-Reihenabstand hat sich bei Entnahme einer Reihe hierbei schon öfter als nicht ausreichend erwiesen.

1.7 Laufzeit

Bereits bei der Planung muss die Laufzeit des Versuches berücksichtigt werden. Sie richtet sich primär nach der Baumart und dem Versuchsziel, wird aber auch beispielsweise durch die Zahl der verfügbaren Pflanzen und damit durch die mögliche Parzellengröße bestimmt. Die praxisübliche Produktionszeit einer Baumart von 60 bis 150 Jahren übersteigt die mögliche Laufzeit aller Versuchsarten deutlich und ist im Praxisbetrieb der

Forstpflanzenzüchtung im Regelfall nicht einhaltbar. Hier müssen Kompromisse eingegangen werden, z. B. bei der Ausweisung geprüfter Erntebestände, wo möglichst schnell Ergebnisse vorliegen sollten.

Beispiele: Eichen lassen sich bezüglich ihrer Formeigenschaften frühestens nach 20 bis 30 Jahren erstmalig gesichert bewerten, Kirschen hingegen zeigen bereits nach ca. 10 Jahren deutliche Tendenzen bzgl. der Formeigenschaften, sodass eine erste sichere Einschätzung entsprechend früher möglich ist.

1.8 Kostenschätzung

Der finanzielle Aufwand für die Flächenauswahl und -vorbereitung ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Lage der Fläche
Ideal sind gut erreichbare, gut erschlossene, standörtlich homogene Lagen ohne Wilddruck.
- Größe der Flächen
Wenn für die Flächen keine Pacht zu zahlen ist, spielt die Flächengröße eher eine untergeordnete Rolle bei der Kostenschätzung. Die anfallenden Anlage- und Pflegekosten sind jedoch größenabhängig.
- Anzahl der Flächen je Serien
Sie erhöht den Kostenrahmen um den Faktor Anzahl der Flächen. Weiterhin sind Reisekosten zur Anfahrt an die Flächen einzurechnen.
- Laufzeit des Versuches (siehe Kapitel 1.7)
- Anzahl und Art erhobener Merkmale
- Aufnahmeintervalle
Je mehr Aufnahmen, desto höher die Kosten.

2 BESCHAFFUNG VON VERSUCHSMATERIAL

2.1 Rechtliche Aspekte

Die rechtliche Ausgangssituation ist von der jeweiligen nationalen Rechtslage abhängig. In Deutschland gilt das Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG), in Österreich das Forstliche Vermehrungsgutgesetz 2002. In Deutschland gilt das FoVG auch für Feldversuche. In Österreich nimmt § 1 Abs. 3 Vermehrungsgut, welches für Versuche, Züchtungsvorhaben und wissenschaftliche Zwecke bestimmt ist, vom Vermehrungsgutgesetz aus.

Beim Inverkehrbringen der Baumarten sowie von Hybriden (Tabelle 2.1), die dem FoVG unterliegen, sind die Bestimmungen des Gesetzes einzuhalten. Die Erzeugung darf nur von zugelassenem Ausgangsmaterial erfolgen oder es muss von zugelassenem Ausgangsmaterial eines Mitgliedsstaates der Europäischen Union stammen. Da es bei der Anlage von Flächen i. d. R. zu einem Inverkehrbringen kommt, sollte man dies gleich bei Versuchsbeginn berücksichtigen. Darüber hinaus ist das Stammzertifikat zur Herkunftsdokumentation sehr gut geeignet.

Die Ernte vom Ausgangsmaterial ist der nach Landesrecht zuständigen Stelle anzuzeigen. Diese ist dann i. d. R. auch für die Ausstellung des Stammzertifikates zuständig.

Soll nicht zugelassenes Ausgangsmaterial verwendet, beerntet oder entsprechendes Vermehrungsgut eingeführt werden, ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 21 FoVG einzuholen. Diese erteilt das Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Eine Anmeldung als Forstsamen-/Forstpflanzenbetrieb nach § 17 Abs. 1 ist dazu nicht erforderlich.

Nach den Empfehlungen des gemeinsamen Gutachterausschusses (gGA) der Länder sollte auch bei einer vorliegenden Ausnahmegenehmigung nach § 21 FoVG ein Stammzertifikat ausgestellt werden. Obwohl dieser Sachverhalt im Gesetz nicht gefordert ist, wird mit dem Stammzertifikat der Warenfluss ordentlich dokumentiert. Dabei ist unter der Rubrik „andere sachdienliche Hinweise“ zu vermerken, dass es sich um eine Ausnahmeerlaubnis nach § 21 FoVG handelt und das Vermehrungsgut nur für den in der Ausnahmeerlaubnis genannten Zweck verwendet werden darf (Empfehlungen des gemeinsamen Gutachterausschusses: http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Empfehlungen.html?nn=2307366).

Eine Einfuhr aus einem Nicht-EU-Land kann erfolgen, wenn das Vermehrungsgut nach § 15 Abs. 1 FoVG gleichgestellt ist oder eine Ermächtigung der Kommission nach § 15 Abs. 2 vorliegt. Es ist eine Einfuhranzeige entsprechend der Forstvermehrungsgut-Durchführungsverordnung FoVDV bei der BLE erforderlich.

Ist vorgesehen, dass Material aus einem anderen EU-Staat oder einem Drittland einbezogen wird, ist zu prüfen, ob die Regelungen im Zusammenhang mit dem Nagoya-Protokoll (Access and Benefit Sharing, ABS) zu berücksichtigen sind.

Bei Einfuhr und Verbringen von Pflanzgut sind die Bestimmungen der aktuellen Pflanzenbeschauverordnung zu beachten. Die Lieferung muss von einem Pflanzenpass begleitet werden.

Tabelle 2.1: Dem FoVG unterliegende Arten, Mindestbaumzahlen und -flächen zur Zulassung für eine Beerntung

Baumart		Mindestbaumzahl zur Beerntung	Mindestfläche [ha] zur Zulassung
Weiß-Tanne	<i>Abies alba</i>	20 (10)	1,0 (0,25)*
Küsten-Tanne	<i>Abies grandis</i>	20	0,25
Spitz-Ahorn	<i>Acer platanoides</i>	10	-
Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	20	0,25
Schwarz-Erle	<i>Alnus glutinosa</i>	20	0,5
Grau-Erle	<i>Alnus incana</i>	10	-
Sand-Birke	<i>Betula pendula</i>	10	-
Moor-Birke	<i>Betula pubescens</i>	10	-
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	10	-
Edel-Kastanie	<i>Castanea sativa</i>	20	-
Rot-Buche	<i>Fagus sylvatica</i>	20 (10)	2,5 (1,0; 0,25)*
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	20	0,25
Europäische Lärche	<i>Larix decidua</i>	20 (10)	0,5 (0,25)*
Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>	20	0,5
Gewöhnliche Fichte	<i>Picea abies</i>	20 (10)	2,5 (0,5; 0,25)*
Sitka-Fichte	<i>Picea sitchensis</i>	20	0,5
Schwarz-Kiefer	<i>Pinus nigra</i>	20	0,5
Wald-Kiefer	<i>Pinus sylvestris</i>	20 (10)	2,5 (0,25)*
Pappel (alle Arten)	<i>Populus spec.</i>	10	0,25
Vogel-Kirsche	<i>Prunus avium</i>	10	-
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	20	0,25
Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>	20	1,0
Stiel-Eiche	<i>Quercus robur</i>	20	0,5
Rot-Eiche	<i>Quercus rubra</i>	20	0,25
Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	10	-
Winter-Linde	<i>Tilia cordata</i>	10	-
Sommer-Linde	<i>Tilia platyphyllos</i>	10	-

* je nach Höhenlage bzw. Randgebiet des nat. Verbreitungsgebiets bei Weiß-Tanne

2.2 Beerntung

Neben der Beerntung des Ausgangsmaterials der Versuchsglieder sind auch Beerntungen geeigneter Standards einzuplanen. Die entsprechende Liste ist auf der Internetseite der BLE einzusehen:

http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Standards.html?nn=2307366

Grundlage der Beerntung ist die Versuchsplanung (Zahl der anzulegenden Flächen, Zahl der Wiederholungen je Fläche, Pflanzenzahl je Parzelle), aus der sich der Pflanzenbedarf ergibt. Es sollte nur eine geringe Pflanzenausbeute von ca. 40 % aus dem Saatgut kalkuliert werden. Eventuelle Reserven für Nachbesserungen sind zu berücksichtigen. Für Saatgutprüfung und Feuchtegehaltsbestimmungen sind mindestens 500 Samen erforderlich.

Sollen Bestände beerntet werden ist Folgendes zu beachten:

Die zu beerntenden Mindestbaumzahlen (Tabelle 2.1) entsprechend FoVDV sind zu beachten. Werden die Mindestbaumzahlen unterschritten, ist dies zu dokumentieren. Die Erntebäume sollten gleichmäßig über den Bestand verteilt ausgewählt werden.

Die Ernten sollen das Ausgangsmaterial repräsentieren und daher nach Möglichkeit in Vollmastjahren durchgeführt werden. Bei Arten mit guter Lagerfähigkeit kann das Versuchsmaterial über mehrere Jahre zusammengetragen werden. Dieses ist zu dokumentieren. Mischungen von Saatgut eines Ausgangsmaterials aus verschiedenen Jahren kann die Repräsentativität erhöhen. Dies ist gemäß § 3 Abs. 2 FoVDV der zuständigen Landesstelle vorher anzuzeigen.

Als Erntemethoden kommen je nach Baumart nur Stehendbeerntungen (Klettertechniken, Leitersysteme, Hebebühnen) und Netzernten in Frage. Muss eine hundertprozentige einzelbaumweise Trennung erfolgen, ist letztere ungeeignet.

Eine Versuchsgliedliste ist zeitnah zu erstellen und aktuell zu halten. Dabei ist zu prüfen, ob alle Herkunftsangaben (siehe Kapitel 9.1) verfügbar sind. Spätere Nachfragen bringen nur unzureichende, unsichere Ergebnisse. Jede Saatgutcharge hat eine eigene Nummer (Eingangs-, Saatbuch- oder Samenbuchnummer) zu erhalten. Unter dieser Nummer darf nur Saatgut einer Einsammlung (eine Ernteeinheit, ein Erntejahr) erfasst sein, so dass sich eine Saatgutpartie eindeutig zurückverfolgen lässt.

Das Ausgangsmaterial sollte allerdings nicht zu komplex sein. Für die Verwertbarkeit der Versuchsergebnisse bei Bestandesnachkommenschaftsprüfungen (Herkunftsversuchen) ist es wichtig, das Material auf einen Bestand zurückführen zu können. Dieser Aspekt sollte vor der Beschaffung geprüft werden.

2.3 Zukauf

Versuchssaatgut von Dritten (Darren, Kollegialstellen, Saatguthandel) zu beschaffen, ist generell möglich. Ein Vorteil ist, dass eine professionelle Aufbereitung häufig eine bessere Qualität des Saatgutes mit sich bringt. Die Rechtslage ist wie oben angeführt.

In Abhängigkeit vom Versuchsziel kann aber die Möglichkeit der Beschaffung über Dritte auch verneint werden, wenn eine einzelbaumweise Trennung des Materials erforderlich ist. In solchen Fällen gibt es die Variante, einen Subunternehmer unter eigener Aufsicht zu beschäftigen.

3 AUFBEREITUNG, SAATGUTPRÜFUNG, EINLAGERUNG

Hier empfiehlt es sich, den fachlichen Rat der Staatsdarren oder Samenklengen zu nutzen oder das Versuchssaatgut ggf. zur Aufbereitung, Lagerung und Stratifizierung an diese zu geben.

3.1 Aufbereitung

Bei der Aufbereitung und Lagerung müssen die Prüfglieder getrennt gehalten werden. Feuchtes Erntegut muss vor der Aufbereitung luftig zwischengelagert werden. Tägliche Kontrollen und ggf. Umschichten sind unerlässlich. Eingesetzte Geräte sind auf Sauberkeit zu prüfen. Die Aufbereitung selbst muss artspezifisch und ausgerichtet auf die technischen Möglichkeiten des Versuchsanstellers (Kleindarren, Trockenschränke) erfolgen. Ausbeutewerte aus der Rohware und Art der Aufbereitung sind zu dokumentieren.

3.2 Saatgutuntersuchung

Die Untersuchung von Reinheit, Keimfähigkeit und Tausendkornmasse kann selbst durchgeführt oder an eine der registrierten Prüfstellen vergeben werden. Die aktuell registrierten Prüfstellen sind auf der Internetseite der BLE (www.ble.de) ersichtlich. Die Methoden sind in den Vorschriften der Internationalen Vereinigung der Saatgutprüfstellen (ISTA) beschrieben. Jede Abweichung von diesen ist zu dokumentieren.

Bei der Untersuchung im eigenen Haus ist von Vorteil, dass die Reinheit an einer größeren Probe geprüft und das Material nach erfolgter Untersuchung der Partie wieder zugefügt werden kann.

Bei der Vergabe an eine Saatgutprüfstelle sollten die Probemengen direkt mit der Prüfstelle abgestimmt werden. Die in den ISTA-Vorschriften aufgeführten Mengen sind für diesen Zweck zu hoch.

Bei besonders wertvollem Saatgut (Kreuzungen) kann eine Röntgenuntersuchung zur Bestimmung des Hohlkornanteils angebracht sein.

3.3 Einlagerung

Nach fachgerechter Aufbereitung kann eine in ihrer Dauer und Art baumartenspezifische Lagerperiode zwischengeschaltet werden. Einige Richtwerte enthält Tabelle 3.1. Die Verpackung sollte luftdicht sein (außer bei den Eichenarten).

Tabelle 3.1: Lagerfähigkeit forstlichen Saatgutes – Beispiele

Baumart		Lagerbedingungen		
		Wassergehalt [%]	Lagertemperatur [° C]	Lagerdauer [Jahre]
Weiß-Tanne	<i>Abies alba</i>	7 bis 9	-10 bis -15	3 bis 6
Spitz-Ahorn	<i>Acer platanoides</i>	24 bis 32	-3 bis -5	2 bis 3
Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>			
Schwarz-Erle	<i>Alnus glutinosa</i>	< 5	-10	> 10
Birken (alle Arten)	<i>Betula spec.</i>	1 bis 4	2 bis -4	3 bis 6
Rot-Buche	<i>Fagus sylvatica</i>	8 bis 10	-5 bis -10	5
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	10	-5	> 10
Lärchen (alle Arten)	<i>Larix spec.</i>	< 5	< -10	> 20
Gewöhnliche Fichte	<i>Picea abies</i>	< 5	< -5	> 30
Schwarz-Kiefer	<i>Pinus nigra</i>	4 bis 7	< -5	> 6
Wald-Kiefer	<i>Pinus sylvestris</i>	4 bis 7	-5 bis -15	> 10
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	5	-10	> 10
Trauben-Eiche	<i>Quercus petraea</i>	40 bis 45	-1 bis -3	max. 1
Stiel-Eiche	<i>Quercus robur</i>			
Linde (alle Arten)	<i>Tilia spec.</i>	10	-5	ca. 5

4 AUSSAAT, ANZUCHT UND BEREITSTELLUNG VON VERSUCHSMATERIAL

4.1 Aussaat

Aufgrund der Vielzahl kleinerer Pflanzenpositionen ist die Anzucht von Versuchsmaterial aufwändig. Der Zuverlässigkeit des möglichen Anzuchtbetriebes ist höchste Priorität einzuräumen. Im Regelfall findet Eigenanzucht statt.

Die einzelnen Saatgutpartien werden unter ihrer Eingangsnummer (siehe Kapitel 2.2) geführt. Diese unter Umständen lange Nummer kann aus Gründen der Praktikabilität durch eine kurze Arbeitsnummer ersetzt werden, die auch später auf den Versuchsplänen dokumentiert wird.

Bei Baumarten, deren Saatgut vor der Keimung stratifiziert werden muss, ist dies rechtzeitig zu veranlassen. Hinweise zur Saatgutbehandlung finden sich z. B. bei:

- SCHUBERT L (1999): Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten. Eberswalde-Finow. Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (LÖBF)
- SUSZKA B et al. (1996): Seeds of Forest Broadleaves from Harvest to Sowing. Paris: INRA. - XXIV, 293 S.: graph. Darst., Ill.; (INRA Edition : techniques and practices) ISBN 2-7380-0659-0
- BURKART A (2000): Kulturblätter. Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Samenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Eidg. Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- SEIFERT S (2005): Saatgutbehandlung bei Nadelgehölzen. Diplomarbeit. FH Osnabrück (Versuchs- und Beratungsring Baumschulen e.V. Schleswig-Holstein; LWK SH), 155 S.
- BONNER FT, KARRFALT RP (2008): The Woody Plant Seed Manual. USDA, Agriculture Handbook 727. http://www.nsl.fs.fed.us/nsl_wpsm.html

Die Aussaat der Samen erfolgt in möglichst steriles Substrat. Häufig verwendet werden: grob strukturiertes Torf-Sand-Rindenmulch-Gemisch für Containeranzuchten und fein strukturiertes Torf-Sand-Rindenmulch-Gemisch für Beetanzuchten.

Bei der Vorbereitung der Aussaatbeete ist ggf. an Düngung, Einziehen von Drahtgeflecht gegen Mäuse, Entseuchen der Erde zur Bekämpfung vom Drahtwurm, sowie Dämpfung gegen bodenbürtige Pilze zu denken. Die Homogenität des Substrats im Aussaatbeet ist ebenso zu gewährleisten wie die Homogenität der unmittelbaren Umweltbedingungen des Anzuchtquartiers.

Der Aussaatzeitpunkt ist in Kamplisten zu dokumentieren, um Rückschlüsse z. B. auf das spätere Pflanzenalter ziehen zu können (FoVG). Um Verwechslungen/Vermischungen der Prüfglieder von vornherein auszuschließen, sind deutliche Abgrenzung und eindeutige Beschilderung der Prüfglieder schon im Frühbeet erforderlich. Ein Plan des Saat-/Verschulbeets mit der Abfolge der verschiedenen Prüfglieder ist hilfreich. Es ist auf eine gleichmäßige Beschattung je nach Bedarf, besonders bei jungen Pflanzen, zu achten. Zwischen den einzelnen Prüfgliedern ist ausreichend Platz zu lassen und zusätzlich eine Abgrenzung (z. B. Stab/Latte) vorzusehen, damit auch bei Pflegearbeiten im Saatbeet eine eindeutige Zuordnung der Pflanzen erhalten bleibt (Abbildung 4.1). Beim Unkrautjäten

werden manchmal kleine Versuchspflanzen gerade an der Grenze zwischen zwei Prüfgliedern mit herausgerissen und fallen dann möglicherweise in fremde Beetparzellen. Wiederholungen im Saatbeet und auf dem Verschulbeet sollten vorgesehen werden, um die Gefahr eines Prüfgliedverlustes, z. B. durch kleinräumige Ereignisse (Schäden durch Tiere, Überschwemmungen, Vernässungen), gering zu halten und um die Ergebnisse von Erhebungen in der Baumschule statistisch absichern zu können.



Abbildung 4.1: Aussaatbeet mit unterschiedlichen Partien (Foto: M. LIESEBACH)

4.2 Anzucht, Verschulung

Die zur Verschulung vorgesehene Kampfläche sollte möglichst eine homogene, nicht durch Frost/Nässe/Trocknis gefährdete Fläche sein. Genau wie bei der Aussaat sollten auch im Verschulbeet Prüfglieder in wenigstens zwei Wiederholungen ausgepflanzt werden. Die Verbände richten sich stark nach der maschinellen Ausstattung für Pflanzung und Pflege der Beete, der Baumart und der voraussichtlichen Dauer der Verschulbeetphase. Weitere Parameter sind der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Maßnahmen der Unkrautbekämpfung. Die verwendeten Markierungen (Etiketten, Beschriftung) müssen gegen UV-Licht und Wasser beständig sein. Bei Baumarten mit kräftiger Wurzelbildung (z. B. Eiche) ist ggf. ein Unterschneiden erforderlich. Für die Kontrolle nach FoVG sind Beetpläne, Zählungen und andere Dokumentationen (z. B. Herkunftsangaben) zu erstellen.

4.3 Bereitstellung der Pflanzen zur Flächenanlage

Je nach Bearbeitbarkeit der Kampfläche sollten die Pflanzen schon im Herbst gepflanzt werden oder zumindest ausgehoben, eingeschlagen oder im Kühlraum eingelagert werden.

Im Frühjahr besteht die Gefahr, dass die Kampflächen wegen Nässe oder Frost nicht befahren/bearbeitet werden können. Die verschiedenen Wiederholungen eines Prüfgliedes im Kamp müssen für die Pflanzung zuvor wieder zu einer gemeinsamen Partie zusammengeführt werden.

Aus diesem zusammengeführten Kollektiv werden die Pflanzen auf die verschiedenen Versuchsflächen und Wiederholungen aufgeteilt.

Werden die Pflanzen direkt für die Pflanzung aus dem Baumschulbeet genommen, ist es zweckmäßig, diese gleich entsprechend der Pflanzenzahl in einer Parzelle zu bündeln. Dabei muss jedes Bündel mit der dazugehörigen Prüfgliednummer versehen werden. Restliche Pflanzen können als Reserven im Kamp verbleiben, um die Nachbesserung von dort zentral für alle Flächen organisieren zu können.

Werden die Pflanzen in einem Kühlhaus oder im Einschlag länger zwischengelagert, ist es besser, die Pflanzen noch nicht zu bündeln, sondern nur getrennt nach Nachkommenschaft, Herkunft oder Klon zu lagern. Ist ein Wurzelschnitt notwendig, sollte dieser kurz vor der Pflanzung erfolgen. Direkt vor der Pflanzung kann, falls notwendig, eine Tauchbehandlung gegen Rüsselkäfer (bei Koniferen) vorgenommen werden.

Ein Tauchen der Wurzeln in Verdunstungsschutz hat sich vor dem Transport zur Fläche bzw. dem Ort zum Einlagern bewährt.

Die einzelnen Parzellenbündel müssen schon in der Baumschule/Sortierhalle mit entsprechenden Etiketten versehen werden, die zumindest mit der Prüfgliednummer und ggf. der Parzellenummer zu versehen sind. Je Wiederholung können auch unterschiedlich farbige Etiketten verwendet werden. Eventuell ist auch noch zu kennzeichnen, für welche Versuchsfläche die Bündel vorgesehen sind. Die verwendeten Etiketten dürfen beim Transport zur Fläche und bei der Verteilung auf der Fläche nicht verloren gehen. Nach der Pflanzung müssen Etiketten, die mit Draht an den Pflanzen befestigt wurden, entfernt werden, um ein Einwachsen zu verhindern. Schlaufenetiketten können in der Regel an den Pflanzen verbleiben, gehen aber leichter verloren. Die gebündelten Pflanzen einer Parzelle erhalten ein Etikett, ebenso der Sack, in dem das Bündel verpackt wird. Die Beschriftung muss UV-stabil und wasserfest sein (z. B. Bleistift). Je nach Zeitpunkt der geplanten Pflanzung können die Bündel entweder in Pflanzfrischsäcken verpackt werden, oder sie werden nach Versuchen getrennt eingeschlagen.

Der Transport auf die Fläche muss in einem Fahrzeug/Anhängers mit Plane (Schutz vor Sonne und Austrocknung) erfolgen.

Erfolgt die Pflanzung sofort nach dem Transport, so kann direkt aus den Säcken gepflanzt werden. Anderenfalls ist es besser, die Bündel am Beginn der jeweiligen Parzelle einzuschlagen.

Wird Fremdpersonal eingesetzt, sollte dieses mit der Anlage von Versuchen vertraut sein und ausreichend eingewiesen werden. Bei der Anlage der Fläche sind Mitarbeiter der Versuchsinstitution von Vorteil, die beim Abladen und Verteilen der Pflanzenbündel auf der Fläche helfen, um die richtige Zuordnung der Pflanzen zu den Parzellen zu gewährleisten. Vor allem bei großen Flächen ist es ratsam, die Pflanzen nicht nur prüfgliedweise sondern nach Lage der Parzellen geordnet anzuliefern, um die Laufwege auf den Flächen zu verkürzen.

5 FLÄCHENVORBEREITUNG, PFLANZUNG UND NACHBESSERUNG

5.1 Flächenvorbereitung

Der Pflanzung muss eventuell eine Bodenvorbereitung vorausgehen und konkurrierende Begleitvegetation ggf. durch chemische oder mechanische Behandlung zurückgedrängt werden. Bei Aufforstungen von Acker- und/oder Wiesenflächen ist auf einen möglichen Schermausbesatz zu achten (Sondierreisen). Bei vermutetem Auftreten dieses Schädlings ist rechtzeitig eine gründliche Bodenbearbeitung (z. B. Pflügen und anschließende Rückverfestigung des Bodens) angebracht. Nach der Pflanzung sollte die Fläche regelmäßig - vor allem im Herbst - auf Schermausbefall hin kontrolliert werden (Infos z. B. unter http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C42085146_L20.pdf).

Die Einsaat von Bodendeckern (z. B. Roggen in lockerer Einsaat) zur Unkrautunterdrückung hat sich als günstig erwiesen. Bereits bei der Planung und Flächenvorbereitung sollten spätere Erschließungslinien (siehe Kapitel 7.3) sowie eine oder mehrere Rendreihen um den gesamten Versuch zur Vermeidung von Randeffekten berücksichtigt werden. Vor der Pflanzung sollte der Zaun gebaut sein und in Abhängigkeit von der Flächengröße sind ein oder mehrere Tore/Überstiege vorzusehen. Die Lage der Flächenzugänge ist auf den Flächenplänen einzuzeichnen. Der Zaun muss von Beginn an wilddicht sein (hierbei ist auch an Kaninchen zu denken).

5.2 Vorbereitung der Pflanzung

Zur Vorbereitung der Pflanzung gehören einerseits das Einmessen der Parzellen sowie der Pflanzplätze und andererseits die Bereitstellung des Pflanzguts auf der Versuchsfläche.

Das Einmessen der Versuchsfläche beginnt damit, dass eine Seite der Fläche als Grundlinie des Versuchs ausgewählt wird. Ausgehend von dieser Grundlinie werden die Eckpunkte des Versuchs mit Winkelprisma, Fluchtstäben und Bandmaß eingemessen. Alternativ kann auch ein Laserdistanz- und Winkelmessgerät zum Einsatz kommen. Beginnend an der linken unteren Ecke der Fläche werden nun nach rechts entlang der Grundlinien die Reihen der Versuchsfläche eingemessen und markiert. Die jeweils erste Reihe einer neuen Parzelle wird dabei besonders markiert, beispielsweise mit einem Schild mit der entsprechenden Prüfgliednummer (siehe auch Kapitel 2.2). Das Einmessen der Reihen kann dabei mit einem Bandmaß entlang einer langen Schnur oder auch mit einer langen Pflanzschnur mit Abstandsmarkierungen (z. B. 50, 100, 150 m lang mit Kugelmarkierungen im Abstand von 25, 50 oder 100 cm) erfolgen. Im nächsten Schritt wird im rechten Winkel zur Grundlinie (links) entlang der ersten Reihe der Beginn der jeweiligen Parzellen markiert. Die gleiche Prozedur wird entlang der letzten Reihe (rechtes Ende der Grundlinie) bzw. bei sehr breiten Flächen auch noch in der Mitte der Grundlinie durchgeführt. Nun kann eine lange Pflanzschnur zwischen den jeweiligen Markierungen gespannt werden, und es werden die Anfänge der Reihen in den einzelnen Parzellen markiert. Diese Markierungen werden später beim Pflanzen für die Ausrichtung der Pflanzschnüre benutzt. Für die temporäre Markierung der Reihen und Parzellen können kleine Bambusstäbe (oder Tonkinstäbe Länge 1,2 m) oder Sprühfarbe und Handgeräte aus dem Straßenbau verwendet werden. Mit letzteren lassen sich ergonomisch günstig Markierungen auf dem Boden vornehmen. Bei weiten

Pflanzverbänden hat es sich auch bewährt, wenn jeder Pflanzplatz mit Farbspray markiert wird. Insbesondere bei Nutzung eines Pflanzlochbohrers (nur auf nicht bindigen Böden zu empfehlen) wird so das Arbeiten erleichtert.

Vor Farbmarkierungen ist der Wetterbericht zu beachten. Eine Pflanzung ist nur möglich, wenn kein Schnee gefallen ist. Die an den Pflanzplätzen verbleibenden Tonkinstäbe erleichtern besonders bei kleinen Pflanzsortimenten nachfolgende Maßnahmen zur Begleitwuchsregulierung.

Bereits bei der Feineinmessung der Fläche können die geographischen Koordinaten ihrer Eckpunkte oder wenigstens ein definierter Punkt auf der Fläche ermittelt werden. Die Parzellenmarkierungen innerhalb der Fläche werden mit beständigen, wieder verwendbaren und leichten (Alu-)Stäben oder Robinienpfählen vorgenommen (Abbildungen 5.1 und 5.2). Bewährt haben sich auch ca. 1 m lange Recyclingpfähle aus Kunststoff (relativ unscheinbar, geringes Diebstahlrisiko, geringes Verletzungsrisiko) oder Metallrohre (1/2 Zoll Wasserleitungsrohre á ca. 5 €/Stück; Abbildung 5.1).



Abbildung 5.1: Dauerhafte Markierung einer Versuchsecke, 5 Reihen dahinter Metallrohr zur Markierung der nächsten Parzelle (Foto: M. LIESEBACH)

In belebteren Gegenden kann es passieren, dass Metallstäbe gestohlen werden. Bei großen Parzellen sollten die Markierungen an allen vier Eckpunkten, bei kleineren nur an jeder 2. Ecke reihenversetzt stehen, so dass jede Parzelle diagonal von zwei Stäben markiert wird. Hilfreich ist es auch, die Wiederholungsgrenzen dauerhaft zu kennzeichnen, wenn nicht jede Parzelle gekennzeichnet wird.



Abbildung 5.2: Dauerhafte Markierung der Versuchsparzellenecken mit Kunststoffstäben (Foto: R. SCHIRMER)

Die dauerhafte Parzellenummerierung kann z. B. mit gestanzten Aluplättchen erfolgen, die an die Stäbe geschraubt werden. Auf ihnen ist die Parzellen- und/oder Prüfgliednummer vermerkt.

Jede Parzelle wird für die Pflanzung durch ein Schild oder einen Pfahl vor der ersten Pflanze in der ersten Reihe (linke untere Ecke, siehe auch Anhang 12.2) markiert. Das Schild muss eindeutig gekennzeichnet sein (z. B. Parzellen- und/oder Prüfgliednummer).

Die Pflanzenbündel werden auf die Parzellen verteilt und eingeschlagen (Abbildung 5.3) oder verbleiben für kurze Zeit in Pflanzfrisch-Säcken.



Abbildung 5.3: Einschlag der Pflanzen getrennt nach Prüfgliedern am Rande der zu bepflanzenden Fläche (Foto: M. LIESEBACH)

5.3 Pflanzung

Während aller Phasen der Versuchsanlage ist darauf zu achten, dass die Prüfglieder möglichst gleich behandelt werden. Das bedeutet beispielsweise, dass eine einheitliche Flächenvorbereitung stattfindet, dass ein und dasselbe Pflanzverfahren auf der gesamten Fläche angewendet wird, dass eine einheitliche Vorbehandlung der Pflanzen (maßvoller Wurzelschnitt, sofern notwendig, Pflanzenschutz, Verdunstungsschutz) erfolgt und dass die Pflanzung innerhalb kürzester Zeit durchgeführt wird.

Die Versuchspflanzen sollten möglichst frisch aus der Baumschule auf die Fläche gebracht werden. Es hat sich bewährt, die Pflanzen bereits in der Baumschule parzellenweise zu bündeln (siehe Kapitel 4.3) und die Bündel entsprechend dem Versuchsplan in Pflanzfrisch-Transportsäcke einzusortieren.

Um eine hohe Pflanzqualität zu sichern, sollte grundsätzlich nur im Zeitlohn gepflanzt werden. Pflanzzeiten für wurzelnackte Pflanzen sind in Tabelle 5.1 zusammengestellt.

Neben wurzelnackten Pflanzen können auch Containerpflanzen verwendet werden. Letztere Methode ist aufwändiger und teurer, kann aber vorteilhaft für die Pflanzen auf der Versuchsfläche sein (kein Pflanzchock, geringe Austrocknungsgefahr, insbesondere bei empfindlichen Baumarten wie Lärche und Douglasie) und eröffnet für die Flächenanlage ein größeres Zeitfenster. Die Anlieferung von Containerpflanzen setzt jedoch entsprechend höhere Transportkapazität voraus. Vor dem Transport auf die Versuchsfläche ist ein Gießen der Containerpflanzen erforderlich. Bei besonders warmen Außentemperaturen ist ein „Tauchen“ der Container in extra dazu abgestellten Wasserbehältern unmittelbar vor der Pflanzung von Vorteil.

Tabelle 5.1: Gegenüberstellung unterschiedlicher Pflanzzeitpunkte für wurzelnackte Pflanzen (BURSCHEL & HUSS 1987, verändert)

Pflanzzeit	Arten	Vorteile	Nachteile
Frühjahr (März - Mai)	frühtreibende Laubbaumarten und Lärche (Anfang März), wintergrüne Nadel- bäume, spätreibende Laubbäume (bis Mai)	- Winterfeuchtigkeit im Boden - niedrige Temperaturen für Pflanzentransport, -lagerung	- Trockenperioden März-Mai - Schlagflächen oft noch nicht geräumt - Zusammendrängen aller Kulturarbeiten auf kurzen Zeitraum - größere Gefahr von Rüsselkäferbefall wegen frischer Stöcke
Spätsommer (Aug. - Sept.)	wintergrüne Nadelbäume	- Entflechtung von Frühjahrsarbeitsspitzen - Verwurzelung der Pflanzen im Boden bevor im nächsten Frühjahr Wasserstress auftreten kann	- Gefahr von Frischeverlusten bei Transport, Einschlag - länger anhaltende Trockenperioden
Herbst (Okt. - Dez.)	Laubbäume, Lärchen,	- Entflechtung von Frühjahrsarbeitsspitzen - Verwurzelung der Pflanzen im Boden, bevor im nächsten Frühjahr Wasserstress auftreten kann - winterkahle Pflanzen sind bereits im Boden verwurzelt, bevor sie im nächsten Frühjahr größere Wassermengen zur Blattentfaltung benötigen	- Gefahr von Barfrostschäden im kommenden Winter - Gefahr von Frostschäden bei schlecht verholzten Baumarten - wintergrüne Nadelbäume können austrocknen - Pflanzen müssen abgeschlossen haben

Wenn die einzelnen Pflanzplätze vorher nicht markiert wurden, erfolgt die Pflanzung entlang von Pflanzschnüren, die zwischen den beim Einmessen der Fläche angebrachten Markierungen in den Reihen gespannt werden.

Es empfiehlt sich das für die Baumart und das jeweilige Sortiment geeignetste Pflanzverfahren zu verwenden. Allerdings scheidet wegen der relativ kleinen Parzellen der meisten Versuchsflächen eine Maschinenpflanzung aus. Bei der Pflanzung ist auf eine möglichst exakte Einhaltung des Pflanzverbands zu achten. Während der Pflanzung muss darauf geachtet werden, dass die Wurzeln nie zu lange an der Luft sind. Es hat sich bewährt, die Pflanzen in Pflanztaschen oder Beuteln mit feuchten Tüchern aufzubewahren.

Schwierig zu beantworten ist die Frage nach einer möglichen Bewässerung der Versuchsfläche, falls im Anlagejahr eine längere Trockenperiode auftritt. Während früher mitunter auch normale forstliche Kulturen bei Bedarf bewässert wurden, ist dies heute aus Kostengründen kaum noch möglich. Sollen die Bedingungen auf der Versuchsfläche möglichst praxisnah sein, sollte sie nicht bewässert werden. Dies gilt besonders dann, wenn der Versuch die Untersuchung der Anbaueignung der Prüfglieder zum Ziel hat. Andererseits handelt es sich um wertvolles und aufwändig angezogenes Versuchsmaterial, das eventuell noch für weitere Züchtungsarbeiten eingesetzt werden soll und dessen Verlust schwer wiegen kann. In diesem Fall kann eine Bewässerung der Fläche durchaus sinnvoll sein. Letztendlich muss der Versuchsansteller entscheiden, ob eine Bewässerung notwendig, sinnvoll und möglich ist. Denkbar ist auch eine Übung mit der örtlichen Feuerwehr. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass ausschließlich mit Sprühstrahl gearbeitet wird und dass das

Wasser gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt wird. Die Durchführung einer solchen Maßnahme ist in den Versuchsunterlagen zu dokumentieren.

5.4 Reservepflanzen und Nachbesserung

Selbst bei gewissenhaftester Flächenvorbereitung und Pflanzung werden nicht alle Pflanzen anwachsen. Deshalb ist es erforderlich, Reservepflanzen einzuplanen. Im Schnitt sollten je Prüfglied 20-25 % mehr Pflanzen, als für den eigentlichen Versuch benötigt, angezogen werden.

Diese Pflanzen können in der Baumschule weiterverschult werden. In der Baumschule lassen sich die Pflanzen besser auf die Orte bezogen sortieren, wo sie gebraucht werden. Auch sind dort die Bedingungen für die Pflanzen besser zu steuern. Dies betrifft beispielsweise die Möglichkeit der Bewässerung und der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen. Das kann dazu führen, dass sich diese Pflanzen im Vergleich zu den Pflanzen auf der Versuchsfläche besser entwickeln.

Reservepflanzen für eine spätere Nachbesserung können aber auch gemeinsam mit den Versuchspflanzen ausgepflanzt werden. Der Vorteil einer Ausbringung auf der Versuchsfläche liegt darin, dass die Reservepflanzen unter den gleichen Bedingungen wie die Versuchspflanzen wachsen und dass ein zusätzlicher Transport der Reservepflanzen zur Versuchsfläche entfällt.

Reservepflanzen können auch als Randbepflanzung unmittelbar an der Versuchsfläche ausgebracht und dann bedarfsweise in die Parzellen umgepflanzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist, die Reservepflanzen innerhalb der jeweiligen Parzelle auszupflanzen. Werden diese Pflanzen nicht benötigt, müssen sie rechtzeitig entnommen werden, um keine zusätzliche Konkurrenz darzustellen.

Nachbesserungen können auch negative Effekte haben. Es ist möglich, dass sich die später gepflanzten Bäume nicht genauso entwickeln, wie die eher gepflanzten. Es kann vorkommen, dass diese Bäume wegen ihres Alters und ihrer Größe einen starken Pflanzschock erleiden. Deshalb ist es wichtig, dass bei Nachbesserungen genau dokumentiert wird, welche Pflanzen nachgepflanzt wurden. So kann bei späteren Messungen gezielt nach möglichen Effekten der Nachbesserung gesucht und diese bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Generell sollten Nachbesserungen nur im ersten Jahr nach der Versuchs begründung erfolgen, da sonst die Entwicklungsunterschiede zwischen den Versuchs- und Nachbesserungspflanzen zu groß werden.

6 FLÄCHENKONTROLLE

6.1 Allgemeines

Die Flächenkontrolle (Inspektion) entscheidet darüber, ob die Versuchsfläche dauerhaft ihren Zielsetzungen gerecht wird. Nur durch regelmäßige Kontrollen wird sichergestellt, dass auf Veränderungen rechtzeitig reagiert werden kann und die Versuchspflanzen zielgerecht aufwachsen.

Die Kontrolle sollte durch den Versuchsansteller durchgeführt werden. Aufgrund der zunehmend rein wirtschaftlich ausgerichteten Zielsetzung der Forstbetriebe kann die Kontrolle nicht allein an diese delegiert werden. Der zuständige Flächeneigentümer (Forstbetrieb/Forstamt) kann jedoch fallweise zumindest mit Routinekontrollen beauftragt werden. Dies ist besonders zum schnellen Erkennen von ggf. erforderlichen Waldschutzmaßnahmen erforderlich. Entscheidend für die gute Entwicklung von Versuchsanlagen ist das Engagement der örtlichen Revierleitung. Durch ihre Einbeziehung in Maßnahmen und die Weitergabe von Ergebnissen kann man die Identifikation mit dem Versuchsobjekt fördern.

Folgende Aspekte sollten in Zusammenhang mit der Kontrolle berücksichtigt werden:

- Einbeziehung des Flächeneigentümers (meist: Revierleiter RL) in sämtliche Maßnahmen, damit er mit der Fläche vertraut ist. Vor Kontrollbegängen sollte man möglichst den Revierleiter verständigen, damit Maßnahmen gemeinsam vor Ort abgesprochen werden können. Es wird die schriftliche Aushändigung eines Arbeitsauftrags empfohlen, der dann auch als Grundlage für die ggf. stattfindende Abrechnung von Maßnahmen dient.
- Notwendige Pflegemaßnahmen sollten i. d. R. möglichst frühzeitig geplant werden, um später höhere Kosten zu sparen. Insbesondere ist die vollständige Entnahme von die Versuchspflanzen bedrängenden Mischbaumarten dringend zu empfehlen.
- Bei Flächen im Privat- und Kommunalwald: Interesse beim Flächeneigentümer für das Projekt durch regelmäßigen ggf. telefonischen Kontakt aufrecht halten. Hinweise des Eigentümers bzgl. Schäden und Ausfällen erleichtern besonders bei weit entfernten Flächen die Betreuung und sind Grundlage für gezielte Kontrollen.

6.2 Umfang, Zeitpunkt, Intervalle

Anfangs sollte eine besonders intensive, mindestens jährliche Kontrolle stattfinden, um Schäden rechtzeitig festzustellen und damit ggf. zusätzliche Ausfälle zu vermeiden. Bei jungen Versuchen sind Kontrollen im Sommer empfehlenswert, um ggf. die Konkurrenzvegetation unverzüglich beseitigen zu können.

Im Winter ist die Kontrolle bzgl. der Dichtigkeit von Zäunen notwendig. Diese Arbeit sollte möglichst durch den Revierleiter erledigt werden. In späteren Jahren können die Kontrollintervalle auf ca. 2-3 Jahre ausgedehnt werden. Kontrollen können dann am besten mit Aufnahmen kombiniert werden.

Außerplanmäßige Kontrollen sind nach Extremereignissen (Frost, Hitze, Sturm etc.) sinnvoll. Im Übrigen ist die Kontrollintensität abhängig von der Bedeutung des Versuchs.



Abbildung 6.1: Versuchsfläche mit Eiche (Foto: D. SCHNECK)

6.3 Kriterien

Bei einem Kontrollgang sind folgende Aspekte zu überprüfen:

- Zustand des Zauns (Dichtheit, Brauchbarkeit der Tore/Überstiege, Notwendigkeit, den Zaun zu halten)
- Verpflockung (Zustand der Pflöcke, Vollständigkeit der Etikettierung)
- Forstschutzaspekte
- Notwendigkeit von Pflegemaßnahmen
- Notwendigkeit der Erschließung, Astung zur Begeharmachung oder zur Wertsteigerung
- Besonderheiten (z. B. Ausfallursachen, Schäden), die es wert sind, aufgenommen zu werden

Die Ergebnisse der Kontrolle sind Grundlage für die Planung weiterer Maßnahmen.

6.4 Dokumentation der Kontrolle

Der Begang (die Inspektion) ist in jedem Fall in der Versuchsflächenchronologie (z. B. Deckblatt im Akteninnendeckel, Datenbank) zu vermerken.

Chronologische Auflistung der Versuchsarbeiten			
Versuchsort:	Graupa	Forstbezirk:	Neustadt
Versuchsart:	Bestandesnachkommenschafts- prüfung	Revier:	Fischbach
Baumart:	Rotbuche	Abt.:	536 a ⁴
Lfd-Nr.	Datum	Art der Tätigkeit	Name der Ausführenden
1	17.01. bis 09.02.1994	Pflanzung	Name 1, Baumschule
2	01.11.1994	Ausfallaufnahme	Name 2, Name 3
3.	Datum	Inspektion	Wissenschaftler

Abbildung 6.1: Beispiel für Versuchsflächenchronologie in Sachsen

Von jeder Kontrolle und Maßnahmen ist die Erstellung eines Versuchsflächenkontrollblatts/Inspektionsberichts sinnvoll, auf dem alle Beobachtungen dokumentiert werden (Abbildungen 6.2 und 6.3). Das Kontrollblatt sollte vom Ersteller dem Revierleiter und weiteren, für den Versuch verantwortlichen Personen zur Kenntnis gegeben werden und ist die Grundlage für den Eintrag in die Datenbank. Der Originalbericht gehört in die Versuchsakte.

VERSUCHSFLÄCHENKONTROLLBLATT

Kategorie ¹ / Baumart		Waldort	
Aktenzeichen		Datum	
ALF		Begang durch	
BaySF Betrieb / Revier			

TECHNISCHER ZUSTAND DER FLÄCHE

	in Ordnung	einzelne fehlend	erneuern
Verpflockung			
Etikettierung			
Zaun			Nicht vorhanden

SCHÄDEN / AUSFÄLLE (Verbiss, Schälschäden, Mäuse, Pilze etc.)

WALDBAULICHER PFLEGEZUSTAND

	Keine Konkurrenz	Konkurrenz für einzelne / kleinere Versuchspflanzen	Konkurrenz für die Mehrheit der Versuchspflanzen
Begleitvegetation			
Mischbaumarten			
Durchforstungsdringlichkeit			

MAßNAHMEN

	Dringend (3) bis 1 Jahr	Notwendig (2) 1 bis 3 Jahre	Erwünscht (1) über 3 Jahre	Keine Maßnahme (0)
Verpflockung ergänzen				
Etikettierung ergänzen				
Pflege / Durchforstung				
Aufnahme				

Gesamtpunktzahl Dringlichkeit		Verantwortlich für Erledigung	
Geschätzter Arbeitsumfang (Manntage)			

Zaun		Reservepflanzen entnehmen		Regelmäßige Aufnahme	extensive Betreuung
erneuern	abbauen	Ja	Nein		

AUFNAHME/AUSWERTUNG

letzte Aufnahme	Datum	Fläche begehbar / aufnehmbar	
	letzte Auswertung	Ja	Nein

SONSTIGES / ALLGEMEINE BEMERKUNGEN

Abbildung 6.2: Versuchsflächenkontrollblatt in Bayern

Inspektionsbericht / Erhebungsbogen Feldversuchsdatenbank

bitte ankreuzen ☒

Versuchsfläche-Nr.: Reisedatum:

Baumart: Dienstreisende:

Forstamt (Adresse mit Leiter, Tel.):

Revierleiter (Adresse mit Tel.):

Revier (Forstort)/ Abteilung:

verantwortlich für den Versuch:

Bericht erstellt am: durch:

A. Zustand der Fläche:

				Bemerkungen
Zaun:	<input type="checkbox"/> in Ordnung	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> defekt	
Verpflügung:	<input type="checkbox"/> in Ordnung	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> unvollständig
Vergrasung:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> geringe	<input type="checkbox"/> starke	Art:
Adlerfarn:	<input type="checkbox"/> keiner	<input type="checkbox"/> wenig	<input type="checkbox"/> viel
andere Unkräuter:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenige	<input type="checkbox"/> viele	Art:
Fremdhölzer:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenige	<input type="checkbox"/> viele	Art:
Ausfälle:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenige	<input type="checkbox"/> viele
Schäden:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> wenige	<input type="checkbox"/> viele	Art:
Kronenschluß:	<input type="checkbox"/> locker	<input type="checkbox"/> geschlossen	<input type="checkbox"/> gedrängt

weitere Bemerkungen (z.B. zur Schadursache):

B. Durchgeführten Maßnahmen:

Aufnahmen:

Messungen: Höhe

BHD

andere:

Bonituren:

andere:

Inspektion (noch: B. Durchgeführten Maßnahmen)

Pflege: Bemerkungen:

- Zaun repariert
- Fläche verpfählt
- Gras beseitigt
- Adlerfarn entfernt
- Fremdhölzer entfernt
- Schädlinge bekämpft
- Läuterung, Durchforstung
-

C. Vorschlag für künftige Maßnahmen: *(vom Verantwortlichen auszufüllen)*

Inspektion Zeitpunkt:

Pflege: Zeitpunkt:

- Zaun: zu reparieren nicht mehr erforderlich
- Verpfählung: neu setzen muß erneuert werden
- Grasbewuchs: Beseitigung erforderlich
- Adlerfarn: Beseitigung erforderlich
- Fremdgehölze: Beseitigung erforderlich
- Nachbesserung: erforderlich
- Schädlinge: Bekämpfung erforderlich
- Durchforstung: erforderlich zuvor auszeichnen

Aufnahmen: Zeitpunkt:

- Messungen: Höhe
- BHD
-
- Bonituren:

Änderung des Versuchsstatus:

- neues Versuchsziel:
- Aufgabe des Versuchs; Grund:

Vfg.:

Verantwortlicher

Information an das Forstamt: nein ja, tel. schriftl.

Eingabe in Feldversuchsdatei: am durch

Eingabe in Feldversuchsdatenbank: am durch

FG-Leiter z.K.
zur Versuchsakte

Abbildung 6.3: Inspektionsbericht des Thünen-Instituts

7 FLÄCHENSCHUTZ UND -PFLEGE

7.1 Kultursicherung und Jungwuchspflege

Feldversuche mit Forstpflanzen werden in vielen Fällen für mehrere Jahrzehnte konzipiert. Aus diesem Grund muss dem Schutz der Kulturen sowie der Pflege des Jungwuchses eine hohe Priorität eingeräumt werden.

Die Durchführung von Schutz- und Pflegemaßnahmen ist schon vor der Anlage der Flächen mit den jeweiligen Flächeneigentümern abzusprechen und möglichst in einer Vereinbarung schriftlich festzuhalten. Im Idealfall trägt der Flächeneigentümer, welcher nach Erreichen des Versuchsziels von der Kultur profitiert, die Kosten für den Schutz und die Pflege der Kultur. Für Baumarten, bei denen die Pflegekosten weit über den ortsüblichen Kosten für die regional typischen Baumarten liegen, kann u. U. eine finanzielle Förderung von Seiten des Versuchsanstellers bzw. des Fördermittelgebers oder eine Unterstützung bei der Durchführung der Pflegemaßnahmen durch den Versuchsansteller in Betracht gezogen werden. Die Einbeziehung des Flächeneigentümers bzw. des bewirtschaftenden Forstbetriebes in die Erstellung des Schutz- und Pflegekonzeptes ist in jedem Fall unabdingbar, denn nur mit der genauen Kenntnis der regionalen Situation bzgl. Wild, potentieller Begleitvegetation und anderer Risiken sind detaillierte Überlegungen sinnvoll.

7.1.1 Kulturschutz

Nach Anlage der Kultur können in den ersten Jahren verstärkt die folgenden Probleme auftreten:

- Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*): Plätzefraß, Nageschäden am Wurzelhals, Saftfluss gestört, Bäumchen verwelken und sterben ab. Prävention:
 - Pflanzenschutzmittel (Wurzelhals)
 - mit Pflanzenschutzmittel behandelte Fangrinden auslegen
- Nagetiere: Erd-, Wühl-, Rötelmaus. Eine starke Vergrasung ist oft ein Indikator für eine potenzielle Mauspopulation
Prävention:
 - Aufstellen von Julen für Greifvögel
 - Verdecktes Auslegen von Ködern (flächig) – Pflanzenschutzbestimmungen beachten
 - Köderstationen: bieten Schutz für freilaufende Haus- bzw. Nutztiere (Katzen, Hunde), Ausbringdichte abhängig von Wirkstoff, regelmäßige Beschickung und Kontrolle erforderlich
- Schalenwild: Hohe Schalenwilddichte kann ein Problem darstellen, denn die betroffenen Flächen sind nur sehr schwer schalenwildfrei zu halten. Gegenmaßnahmen sind oft aufwändig und kostenintensiv (Heringe: zusätzliche Verankerung zwischen den Zaunpfählen, Elektrozaun), Jagddruck erhöhen.

Maßnahmen zum Schutz der Kultur sind im Idealfall schon vor der Anlage des Versuchs zu ergreifen (siehe Kapitel 5.1 Flächenvorbereitung). Grundlegend kann zwischen Flächen- und Einzelschutz unterschieden werden:

Flächenschutz:

Zäunung der Versuchsfläche, Verwendung hasendichter Maschendrahtzäune, Zaunhöhe von den lokal vorkommenden Wildarten abhängig (z. B. Rehwild 1,50 m, Rotwild 1,80 m)

- *Holzpfähle*: aus Robinie oder Eiche, natürlich dauerhaft, Haltbarkeit: 20-30 Jahre
- *Metallpfähle* (verzinkte Eisenpfähle) Ausbringung kostengünstiger

Einzelerschutz:

Wuchshüllen, Drahtgeflechte, Fegeschutzspiralen denkbar im Weitverband (Pappeln und Edellaubhölzer, z. B. Wildkirsche, Wildobst)

Gefahren: schlechte Durchlüftung (Hitzestau), Einwachsen der Hüllen (Kontrolle), Brutstätten diverser Nager und Insekten, Gefahr des Terminaltriebverbisses, kostenintensive Entsorgung

7.1.2 Kultur- und Jungwuchspflege

Die Kultur- und Jungwuchspflege beinhaltet das Freihalten der Jungpflanzen von Gräsern, Kräutern, Stauden und Gehölzen. Zum Beispiel Brombeere, Waldrebe, Reitgras, Adlerfarn, Pestwurz, Holunder, Goldrute oder Stockausschläge, Wurzelbrut der früheren Bestockung oder Anflug von Birken oder Weiden können zu einer Verdämmung der Kultur führen und als starke Licht- und Nährstoffkonkurrenten auftreten. Generell besteht Pflegebedarf immer dann, wenn die Konkurrenzvegetation den Zuwachs des Terminaltriebs der Versuchspflanzen deutlich einschränkt. Da eine solche Einschränkung meist zu spät erkannt wird, sollten Pflegemaßnahmen im Zweifelsfall besser zu früh als zu spät durchgeführt werden.

Gefahren:

- Verletzung der Jungpflanzen (Schädigung des Kambiums, Rindenverletzungen = Eintrittsstelle für Pilzinfektionen)
- irrtümliches Umschneiden der Versuchspflanzen

Tipp:

Verpflockung jeder Versuchspflanze (Bambusstab, gut sichtbar) unmittelbar nach dem Aussetzen der Pflanzen

- Gefahr des irrtümlichen Umschneidens bei der Pflege wird reduziert,
- gewährleistet auch eine sichere Zuordnung der Versuchspflanzen bei starkem Naturverjüngungsaufkommen

Methoden:

- **Manuell:** Ausmähen, Aussicheln, Mulchplatten oder motormanuell mit Freischneidegerät, arbeits- und kostenintensiv
- **Maschinell:** maschinelle Entfernung des Begleitwuchses (z. B. Kleintraktoren mit angebautem Mulcher)
- **Kombination manuell-maschinell:** zwischen den Reihen maschinell, in den Reihen manuelle Entfernung
- **Chemisch:** Spritzen oder Sprühen von Herbiziden, bei extremer Verkrautung (Brombeere, Reitgras), Ausbringungshinweise (Angaben der Herstellerfirmen) sorgfältig durchlesen und beachten

Die Pflanzenschutzbestimmungen sind einzuhalten. Ein Sachkundenachweis Pflanzenschutz ist Voraussetzung für die Pflanzenschutzmittelanwendung. Gegebenenfalls sind Zertifizierungsaufgaben zu berücksichtigen.

Je nach Dringlichkeit und Wuchspotential der Konkurrenzvegetation hat die Kulturpflege ein- bis mehrmals pro Jahr zu erfolgen. Sie kann bis zum Entwachsen des Terminaltriebes aus dem Gefahrenbereich erforderlich sein, dies ist von der Baumart, dem Wuchspotential des Begleitwuchses und dem Standort abhängig.

7.2 Läuterung, Durchforstungen und weitere Pflegemaßnahmen

Fremdbaumarten (Abbildung 7.1) und aufkommende Naturverjüngung sind konsequent frühzeitig zu entnehmen.

Die **Läuterung** im waldbaulichen Sinne hat auf Versuchsflächen zu unterbleiben. Die Maßnahmen auf den Versuchsflächen sind dem Versuchsziel unterzuordnen.

Durchforstungen

Schematische (systematische) Durchforstung

Hierbei können systematisch ganze Reihen oder Einzelbäume entnommen werden. Bei der systematischen Entnahme von ganzen Reihen wird z. B. jede zweite Reihe entnommen. Bei der Entnahme von Einzelbäumen wird z. B. jeder zweite Baum in der Reihe entnommen, die Entnahme erfolgt versetzt zwischen den Reihen. Die systematische Entnahme bringt Vorteile im Versuchswesen und bei der statistischen Auswertung von Feldversuchen, da alle Versuchsglieder (vergleichbare Stückzahlen je Parzelle, gleicher Standraum) gleich behandelt werden. Bei Ausfällen können jedoch größere Lücken entstehen.

Niederdurchforstung

Bei der Niederdurchforstung werden vorrangig zurückgebliebene und absterbende Bäume entnommen. Eine konsequent durchgeführte Niederdurchforstung ist für das Versuchsziel unschädlich. Da sie in der Forstwirtschaft heute nicht mehr angewandt wird, hat sie jedoch den Nachteil, dass die Praxisnähe fehlt.

Auslesedurchforstung

Bei der Auslesedurchforstung werden qualitativ hochwertige Individuen gefördert. Der Zuwachs wird gezielt auf einzelne Bäume gelenkt. Die ausgewählten Zukunftsbäume (Z-Bäume) werden dabei konsequent freigestellt, d. h. es werden nur jene Bäume entnommen, die einen Z-Baum bedrängen. Der Abstand zwischen den Z-Bäumen ist abhängig vom Kronenexpansionsvermögen der jeweiligen Baumart

Die Auslesedurchforstung kann zu einer Ungleichbehandlung der Prüfglieder (divergierende Stückzahlen) führen, was die statistische Auswertung erschwert. Die Auslesedurchforstung ist für die Erreichung der Versuchsziele i. d. R. nicht geeignet.



Abbildung 7.1: Bedrängender Kiefernflug in einer Eichenversuchsfläche (Foto: D. SCHNECK)

In der waldbaulichen Praxis sind Form- und Kronenschnitte sowie Wertästungen als **weitere Pflegemaßnahmen** für viele Baumarten mittlerweile etablierte Praxis, denn nur so lassen sich die gewünschten hohen Qualitäten erzielen. Die Durchführung dieser Wertsteigerungsmaßnahmen auf Versuchsflächen kann jedoch die Versuchsziele erheblich beeinträchtigen, denn die natürliche Variation der Versuchsglieder bezüglich der Merkmale Schaftform, Zwieselbildung, Astigkeit, etc. wird durch die Eingriffe erheblich beeinträchtigt.

Läuterungen, Durchforstungen und weitere Pflegemaßnahmen sollten nur nach vorheriger Absprache mit dem Versuchsansteller durchgeführt werden.

Vor der Durchführung einer Maßnahme sollte Messung bzw. eine Qualitätsansprache der Bäume erfolgen. Hilfreich ist es, wenn auch nach einer Läuterung bzw. Durchforstung der verbleibende Bestand erfasst wird. Bei der Durchführung der Maßnahmen ist darauf zu achten, dass alle Prüfglieder gleich behandelt werden.

Die weiteren Pflegemaßnahmen können auch nur an zuvor ausgewählten Z-Bäumen durchgeführt werden. Das spart Kosten und ermöglicht dem Versuchsansteller eine Auswertung der Qualitätsmerkmale für alle nicht geschnittenen bzw. geasteten Bäume. Das Ausmaß der durchgeführten Maßnahme und der Zeitpunkt sind einzelbaumweise zu dokumentieren, um z. B. zukünftige Rangverschiebungen der Einzelbäume beurteilen zu können.

7.3 Begehungspfade, Rückegassen

7.3.1 Begehungspfade

Die Anlage von Begehungspfaden auf Versuchsflächen kann routinemäßig anfallende Kontroll-, Mess- und Pflegearbeiten maßgeblich erleichtern. Insbesondere ermöglichen sie

- das leichte Auffinden von Parzellen,
- einen raschen Überblick über den Flächenzustand (Schäden, erforderliche Eingriffe),
- erleichterte Aufnahmen (einseitige Astung),
- die raschere Durchführung von Pflegeeingriffen (Formschnitte, Ästungseingriffe),
- die Öffentlichkeitsarbeit (Nutzung als Exkursionspfade).

Begehungspfade (Abbildung 7.2) sollten im Versuchsplan festgehalten werden. Zudem ist eine regelmäßige Kontrolle und ggf. ein Freischneiden und Sauberhalten der Pfade zweckdienlich.



Abbildung 7.2: Begehungspfad in einem älteren Herkunftsversuch mit Küsten-Tanne
(Foto: M. LIESEBACH)

7.3.2 Rückegassen

Rückegassen werden als erster Schritt einer Durchforstung in die Bestände gelegt. Die eigentliche Durchforstung der Fläche findet etwa 3 Jahre später statt. Um größere Schäden an Versuchsflächen zu vermeiden, ist bereits bei der Versuchsplanung der Rückegassenaufrieb durch systematische Entnahme von Versuchspflanzenreihen zu berücksichtigen.

Aufgrund der heutzutage üblichen Durchforstung mit Harvestern empfiehlt sich eine Rückegassenbreite von mindestens 4 m. Das bedeutet, je nach Reihenabstand den Ausfall von mindestens einer (bei einem Reihenabstand von 2 m) bzw. zwei Reihen (bei einem Reihenabstand von 1,5 m).

Zukünftige Gassen können mit versuchsunbeteiligten „Randbäumen“ ausgepflanzt werden. Eine andere Möglichkeit ist in den Parzellen eine Reihe mehr zu pflanzen, um die letzte Reihe später zu entnehmen. Also statt einer 6 x 6er Parzelle 7 x 6 Pflanzen ausbringen, um später die 7. Reihe im Rahmen eines Rückegassenaufriebs zu entnehmen. Bei der Verteilung der Versuchsglieder auf die Parzellen ist zu beachten, dass nicht zufällig immer dieselben Versuchsglieder auf die späteren Rückegassen gepflanzt werden.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass zwischen den Gassen die gewünschte Arbeitsfeldbreite erzielt wird. Sie beträgt derzeit zwischen 20 und 40 m.

8 MESSUNGEN UND BONITUREN

8.1 Häufigkeit der Aufnahmen

Der Turnus von Aufnahmen hängt von verschiedenen Voraussetzungen ab. Zunächst ist zu klären, ob es sich um eine einmalige Beobachtung, Messung oder Erfassung eines Merkmals oder um die Entwicklung einer Zeitreihe über einen bestimmten Zeitraum handeln soll. Nach der Entscheidung über die Art der Beobachtung (einmalig, Zeitreihe) variiert der Beobachtungsturnus in Abhängigkeit von den zu erhebenden Merkmalen und von der gewünschten Intensität (Tabellen 8.1 und 8.2). Merkmale, die sich nur langfristig ändern, wie zum Beispiel die Häufigkeit der Zwieselbildung, können entweder einmalig oder bis zu einmal im Jahrzehnt aufgenommen werden. Wachstumsmerkmale, wie die Höhe und mit zunehmendem Alter der BHD, können in jüngeren Altersstadien der Versuche im Abstand von 5 Jahren, in älteren Altersstadien im Abstand von 10 Jahren gemessen werden. Merkmale, die sich in einer bestimmten Wachstumsphase mehr oder weniger konstant entwickeln, wie zum Beispiel der Blatt-/Nadelaustrieb im Frühjahr, sollten im Beobachtungszeitraum im besten Falle alle drei bis fünf Tage, mindestens jedoch einmal pro Woche bonitiert werden.

Tabelle 8.1: Typische Aufnahmemerkmale und deren Intensitäten

Merkmal	Aufnahmeturnus	Intensität
Phänologie (Austrieb/ Triebabschluss)	Einmalige Aufnahme während des Entwicklungszeitraums (Momentaufnahme)	Gering
	Regelmäßige Aufnahmen im Abstand von 3 bis 5 Tagen während des gesamten Entwicklungszeitraums (Verlauf)	Hoch
Abiotische/ biotische Schäden	Einmalige Aufnahme während oder nach dem Schadereignis (Stärke des Befalls)	Gering
	Regelmäßige Aufnahmen im Abstand von wenigen Tagen bis mehreren Wochen in Abhängigkeit vom Schadensverlauf (Verlauf des Befalls)	Hoch
Qualitative Merkmale	Einmalige Aufnahme zu einem Zeitpunkt, an dem das Merkmal sicher angesprochen werden kann	Gering
	Regelmäßige Aufnahmen in festgelegten, gleichmäßig großen Abständen von mehreren Jahren in Abhängigkeit von der Ausprägung des jeweiligen Merkmals	Hoch
Höhe/BHD	Einmalige Messungen in unregelmäßigen Abständen	Gering
	Regelmäßige Messungen in festgelegten Abständen	Hoch

Tabelle 8.2: Praxisübliche Intervalle bei vielen Versuchen

lfd. Nr.	Aufnahmeintervall
1	zum Ende der Baumschulphase
2	am Ende des Anlagejahres (Grundaufnahme/-messung)
3	nach dem 5. Vegetationsjahr der Pflanze (Pflanzenalter)
4	nach dem 10. Vegetationsjahr der Pflanze (Pflanzenalter)
5	weiter in 5- oder 10-Jahresintervallen

8.2 Grundgesamtheit und Stichprobe

Versuche stellen eine Stichprobe der Grundgesamtheit einer zu untersuchenden Baumart bzw. einer Population dar (MUNZERT 1992). Die Grundgesamtheit des Versuches wiederum ist die Menge aller Versuchspflanzen. Die Menge der Individuen, an denen Merkmale aufgenommen bzw. Messungen durchgeführt werden, wird ebenfalls als Stichprobe bezeichnet. Die Anzahl der Elemente einer Stichprobe wird als Stichprobenumfang bezeichnet (BÄTZ et al. 1987). Maßzahlen von Stichproben sind Schätzwerte und mit einem Fehler behaftet (MUNZERT 1992). Die Abweichungen zwischen Grundgesamtheit und Stichprobe werden immer kleiner, je größer der Stichprobenumfang wird (Gesetz der großen Zahlen). Eine Erhöhung des Stichprobenumfangs ist dann nicht mehr sinnvoll, wenn der Stichprobenfehler sehr klein und die Schätzung der Parameter der Grundgesamtheit sehr genau sind (MUNZERT 1992). Wenn verschiedene Voraussetzungen erfüllt sind, stellt die Untersuchung von Stichproben eine Zeit und Kosten sparende Möglichkeit dar, um zu repräsentativen, reproduzierbaren und zuverlässigen Ergebnissen zu kommen. Zu den Voraussetzungen gehören die Größe der Stichprobe sowie die Art und Weise der Stichprobennahme.

Die Stichprobengröße ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Genetischer Hintergrund der untersuchten Einheiten: Die Stichprobengröße steigt von Klonen zu Bestandesabsaaten kontinuierlich an (Abbildung 8.1).
- Genetische Kontrolle eines Merkmals: Je höher die genetische Kontrolle, desto kleiner kann die Stichprobe ausfallen (Abbildung 8.2).
- Statistische Genauigkeit des zu erwartenden Ergebnisses: Je höher die Genauigkeit sein soll, desto größer muss die Stichprobe gewählt werden (Abbildung 8.2).
- Art und Weise des Versuchsaufbaus oder der Versuchsflächenanlage: Die Stichprobengröße wird unter anderem durch die Versuchsanlagemethode, die Homogenität der Versuchsanlage und der Versuchsglieder sowie die Anzahl der Wiederholungen beeinflusst.
- Alter der untersuchten Bäume: Die Stichprobengröße für bestimmte Untersuchungen wie die Erfassung der Biomasse-Leistung wird durch das Alter des Untersuchungsgegenstandes und damit seiner Größe aus praktikablen Gründen begrenzt.

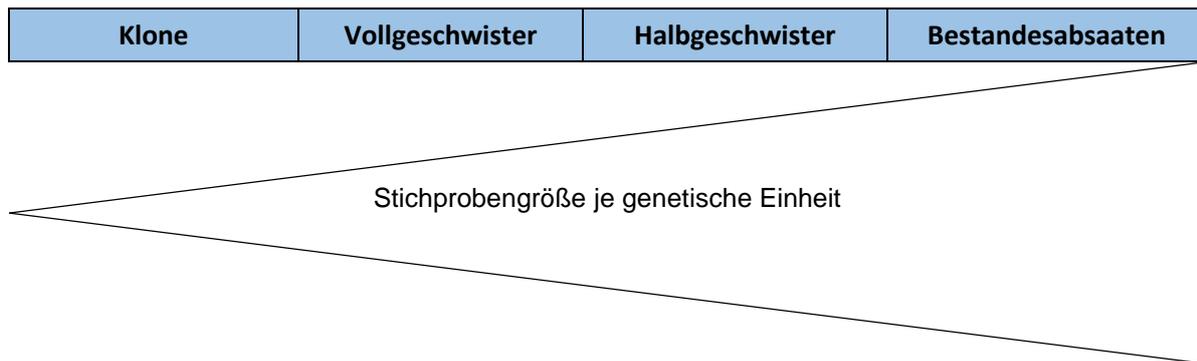


Abbildung 8.1: Stichprobengröße in Abhängigkeit von der Art des genetischen Hintergrunds

Die Art und Weise der Stichprobennahme soll die Repräsentanz, Reproduzierbarkeit und die Verlässlichkeit der Ergebnisse sicherstellen. Da die aufzunehmenden Versuchsflächen in der Hauptsache regelmäßige Strukturen aufweisen, kann z. B. auf die Anlage von Stichprobenkreisen wie im Falle der Bundeswaldinventur oder einer permanenten Stichprobeninventur abgesehen werden. Es ist in Abhängigkeit von der gewählten Stichprobengröße die Aufnahme jeder n-ten Reihe oder jedes n-ten Baumes innerhalb einer Parzelle möglich. Eine subjektive Auswahl der zu beobachtenden oder zu messenden Bäume ist unter allen Umständen zu vermeiden. Auch sind alle Wiederholungen bei der Datenerhebung gleichermaßen zu berücksichtigen.

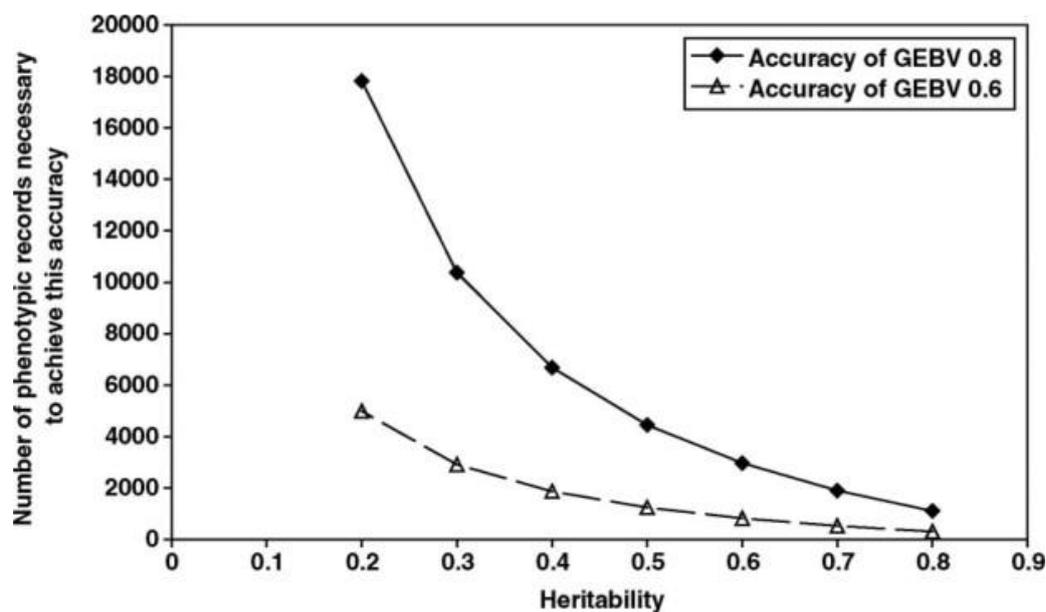


Abbildung 8.2: Benötigte Anzahl der phänotypischen Datensätze, um eine gewünschte Genauigkeit eines genetischen Züchtungswertes (genomic breeding value (GEBV)) bei einer gegebenen Erblichkeit eines Merkmals zu erhalten; effektive Populationsgröße von $N_e=1.000$ und eine Normalverteilung der Merkmalsausprägung unterstellt.

8.3 Erhebung von Merkmalsdaten

8.3.1 Zählen, Messen, Wiegen

Quantitative Merkmale wie Wüchsigkeit (Höhe, BHD) oder Biomasseleistung sollten, solange der Aufwand vertretbar ist, durch Messen oder Wiegen ermittelt werden. Die Erhebung qualitätsrelevanter Parameter durch Messen und Zählen ist aufwändig. Die gemessenen Daten sind jedoch im Vergleich zu Daten aus Boniturerhebungen genauer, objektiv und nachvollziehbar (BÖRNER et al. 2003). In Tabelle 8.3 ist eine Auswahl an Merkmalen zusammengestellt, die gezählt, gemessen bzw. gewogen werden.

Tabelle 8.3: Zusammenstellung ausgewählter Merkmale, die gezählt, gemessen bzw. gewogen werden

Aufnahmemethode	Merkmal
Zählen	Aufgelaufene Sämlinge Ausgefallene Pflanzen Geschädigte Pflanzen Stomata je Flächeneinheit Spitzenständige Knospen am Leittrieb Äste je Stammabschnitt
Messen	Höhe (Abb., 8.4.) Durchmesser (WHD, BHD, D in weiteren Höhen) Aststärke Astlänge
Wiegen	Biomasse

Die Erhebung der Baumhöhe, d. h. des Höhenunterschiedes zwischen der Baumspitze (dem Baumwipfelpunkt) und dem Baumfußpunkt (Abbildung 8.4), ist in Abhängigkeit vom Alter des Baumes und des Wuchsfortschrittes mit unterschiedlich hohem Aufwand und mit einer unterschiedlichen Genauigkeit möglich (Tabelle 8.4). Anders als in der Forsteinrichtung (-inventur) wird bei schrägstehenden Bäumen nicht das Lot als Höhe gemessen.

Grundsätzlich ist dabei durch gewissenhaftes und kontrolliertes Arbeiten sowie regelmäßige Überprüfung und Wartung der Messgeräte auf eine Vermeidung von groben Fehlern (z. B. gerätebedingten Fehler, Ablesefehler, Berechnungsfehler, Einstellungsfehler) und systematischen Fehlern (z. B. Falscheinstellung des Messgeräts, Augenfehler des Beobachters) zu achten. Zufällige Fehler durch schwierig zu messende Objekte oder durch Zielfehler, Fehler bei Einstellung von Messdistanzen und nicht eindeutig definierte Messpunkte lassen sich durch Mehrfachmessungen und Mittelwertbildung minimieren (KRAMER & AKÇA 1987). Bei gezwieselten Stämmen wird die Höhe des stärkeren der beiden Triebe gemessen.



Abbildung 8.3: Messtrupp bei der Höhenmessung mit Messlatte (Foto: Thünen-Institut)

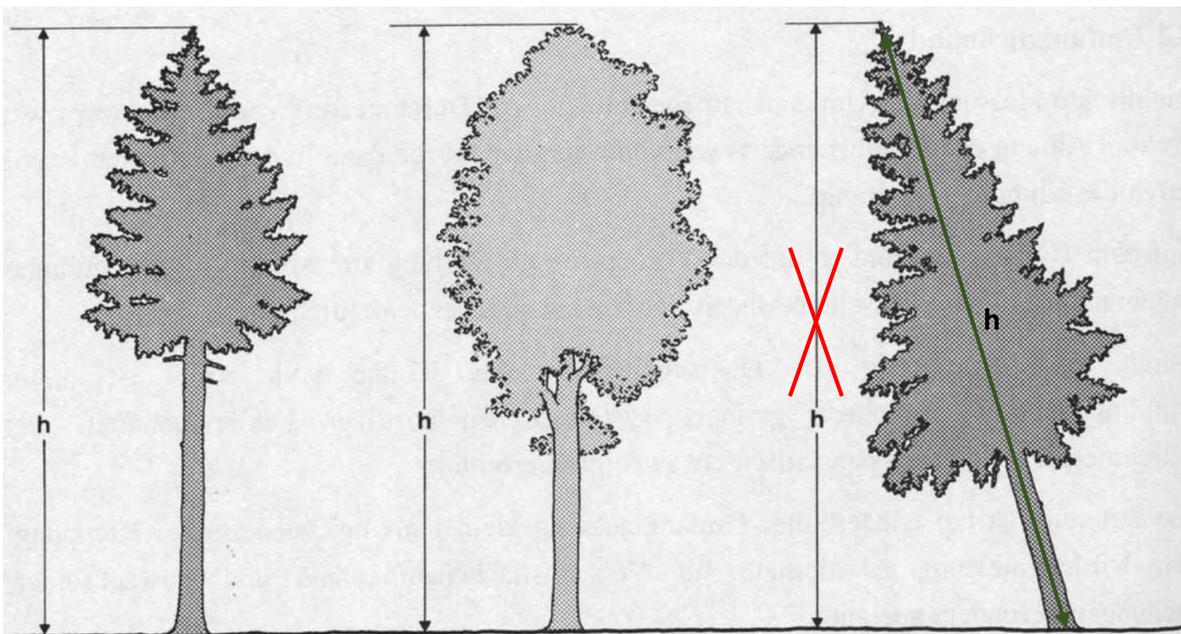


Abbildung 8.4: Definition der Baumhöhe (veröffentlicht in KRAMER & AKCA 1987: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 287 S., verändert)

Tabelle 8.4: Beispiele für Geräte zur Höhenmessung mit der angenommenen Genauigkeit des Verfahrens

Höhenrahmen	Messgerät	Genauigkeit
bis 2 m Höhe	Gliedermessstab, Messlatte	± 1 cm
2 bis 10 m Höhe	Messlatte, Teleskop-Messstange	± 5 cm
ab 5 m Höhe	Vertex-Höhenmesser Blume-Leiss	± 10 cm ± 1 % des Messwertes

Die Messung von Durchmessern (mit Rinde) ist unabhängig vom Alter des Baumes und des Wuchsfortschritts in Brusthöhe relativ problemlos möglich. Eine Ausnahme bilden stark astige, gezwieselte oder geschälte Bäume. Die Durchmessererhebung eines Stammes erfolgt üblicher Weise in 1,3 m Höhe (BHD oder $D_{1,3}$) und kann in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand auch am Wurzelhals (WHD), in 10 cm Höhe über dem Boden ($D_{0,1}$) oder in 1 m Höhe ($D_{1,0}$) erfolgen. Ab einem Durchmesser von 15 cm ist der BHD durch kreuzweises Kluppen, d. h. im Winkel von 90° versetzt durchgeführten Durchmessererhebung, oder unter Zuhilfenahme eines Umfangmessbandes zu ermitteln. Bei einfacher und kreuzweiser Messung ist darauf achten, dass die Kluppe in gleicher Richtung ausgerichtet wird. In Tabelle 8.5 sind in Abhängigkeit vom Durchmesserbereich die geeigneten Messgeräte und deren Genauigkeit zusammengestellt.

Tabelle 8.5: Beispiele für empfohlene Geräte zur Durchmessererhebung mit der angenommenen Genauigkeit des Verfahrens

Durchmesserrahmen	Messgerät	Genauigkeit
bis 5 cm	Messschieber, Miniaturkluppe	± 1 mm
5 bis 45 cm	Kluppe Umfangmessband	± 1 cm ± 1 cm
ab 45 cm	Umfangmessband	± 1 cm

Zur Erfassung der individuellen Form von einzelnen Bäumen ist neben dem BHD die Messung eines Durchmessers im oberen Teil des Baumes, z. B. in 5 m oder 7 m Höhe erforderlich (KRAMER & AKÇA 1987). Durchmessererhebungen in unterschiedlichen Höhen und an unterschiedlichen Teilen des Baumes können auch bei der Erfassung von qualitätsrelevanten Merkmalen notwendig sein. Hierzu gehört u. a. die Messung von Aststärken oder die Ermittlung der Ovalität des Schaftes durch kreuzweise Kluppung (BÖRNER et al. 2003).

Bei wiederholter Umfangmessung ist die Streuung geringer als bei der wiederholten Kluppung und ist daher für Versuchsflächenaufnahmen und Zuwachsuntersuchungen besonders geeignet (KRAMER & AKÇA 1987).

Ist die Durchmessererhebung in einer bestimmten Höhe des Stammes auf Grund von Astigkeit oder Schältschaden nicht einwandfrei möglich (Abbildung 8.5), ist der Durchmesser durch Messung im gleichen Abstand oberhalb und unterhalb der vorgesehenen Messstelle

und Mittelung der erhobenen Werte durchzuführen. Bei gezwieselten Stämmen wird der stärkere der beiden gemessen.

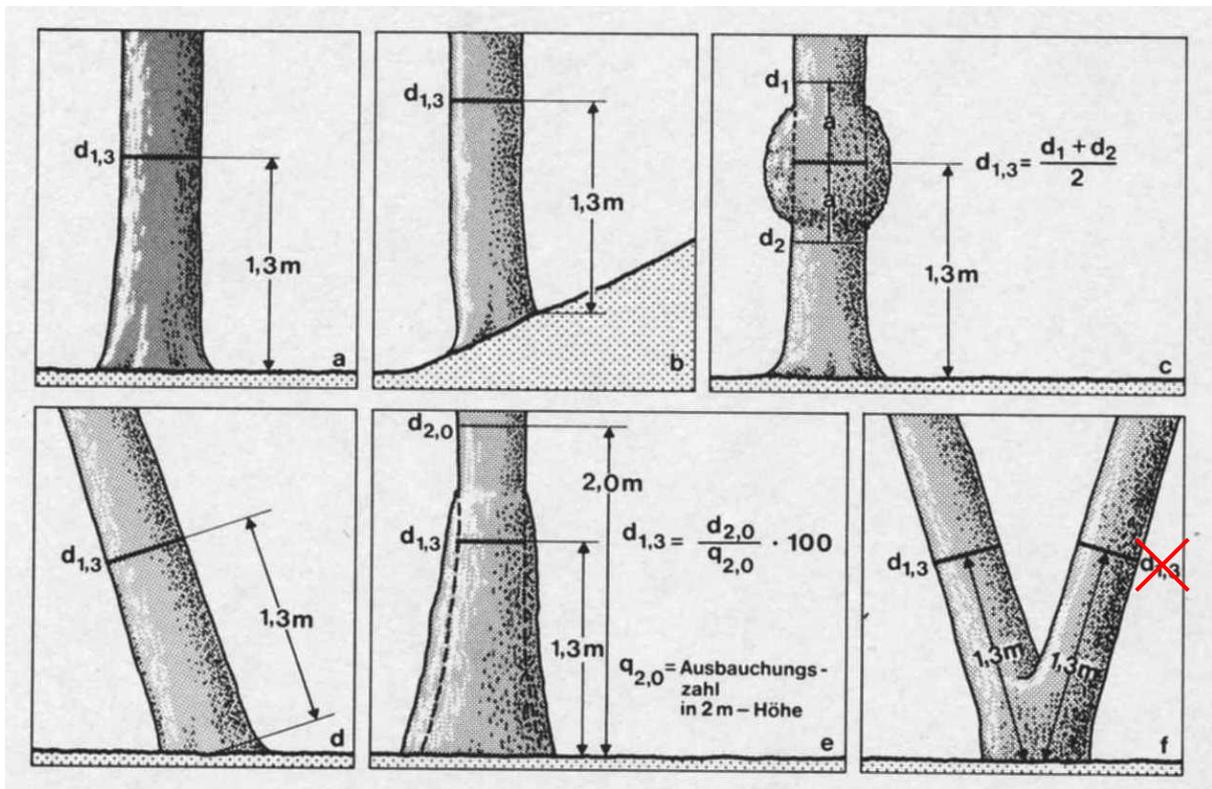


Abbildung 8.5: Definition der Brusthöhe (BHD) (veröffentlicht in KRAMER & AKCA 1987: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 287 S., verändert)

Bei weiteren Messungen z. B. zur Erfassung morphologischer Merkmale wie Nadel-/Blattlänge, Nadel-/Blattbreite oder Kerbtiefe (z. B. Aas et al. 1994), Ast- und Triebblängen oder Astwinkeln gelten die bereits bei der Höhen- und Durchmesser messung angesprochenen Grundsätze zur Fehlervermeidung entsprechend. Bei verschiedenen Messtrupps sind die Einheit und die Messgenauigkeit (z. B. mm, halbe cm) einheitlich festzulegen.

8.3.2 Bonituren

Unter einer Bonitur wird die Abschätzung, Beurteilung und Einschätzung von Pflanzen nach phänotypischen Merkmalen verstanden. Die Einschätzung erfolgt durch in Augenscheinnahme des zu beobachtenden Merkmals mit Hilfe einer Skala, bei der die Einschätzung einem bestimmten Zahlenwert/Stufe zugeordnet wird. Bonituren sind dann die Methode der Wahl, wenn ein Merkmal nur auf diesem Weg überhaupt festgestellt werden kann oder wenn eine metrische Erfassung des Merkmals mit einem sehr hohen Aufwand verbunden ist (MUNZERT 1992).

Jeder Bonitur liegt eine Skala zu Grunde, die zum Beispiel im pflanzenbaulichen Bereich von der Note 1 bis zur Note 9 reicht (UPOV – Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzzüchtungen). Die Note 1 bedeutet dabei immer die fehlende oder sehr geringe Ausprägung (z. B. geringer Krankheitsbefall, geringe Qualität), die Note 9 eine sehr starke, sehr hohe oder sehr gute Ausprägung eines Merkmals (MUNZERT 1992, ANONYMUS 2000).

Neben diesen wertenden Skalen, gibt es auch wertneutrale Skalen, die einen Zustand beschreiben (Determinationskalen). Diese können je nach Bedarf unterschiedliche Stufenzahlen haben und sind spezifisch zu definieren (MUNZERT 1992). Generell ist eine ungerade Anzahl an Ausprägungsstufen sinnvoll.

Beispiele aus dem forstlichen Versuchswesen für die Erfassung von Merkmalsausprägungen sind unter anderen Bonituren mit mehrstufigen Skalen von:

- Phänologischen Merkmalen (Blatt-/Nadel-Austrieb, Triebabschluss) (Tabellen 8.6 und 8.7, Abbildung 8.6),
- Qualitativen Merkmalen (Schaftform, Zwiesel-/Steilastbildung, Aststärke und Astanzahl) (Tabelle 8.8) und
- Resistenzmerkmalen (Insektenbefall, Pilzbefall, Frostscha-den, Trockenschaden) (Tabelle 8.9).

Tabelle 8.6: Beispiel für ein 7-stufiges Boniturschema zur Erfassung des Blattaustriebes an Rot-Buche (MALAISSE 1964)

Stufe	Beschreibung
1	Knospen winterlich
2	Knospen geschwollen und verlängert
3	Knospen beginnen aufzubrechen, erstes Grün sichtbar
4	Gefaltete und behaarte Blätter beginnen zu erscheinen
5	Einzelnsichtbare gefaltete und behaarte Blätter
6	Blätter entfaltet, noch fächerförmig, blasse Knospenschuppen vorhanden
7	Blätter entfaltet, glatt und glänzend

Tabelle 8.7: Beispiel für ein 5-stufiges Boniturschema zur Erfassung des Blattaustriebs an einem Langtrieb der Kirsche (s. auch Abb. 8.6)

Stufe	Beschreibung
1	weniger als 3 Knospen geöffnet
2	mind. 3 Knospen geöffnet, Blätter anliegend
3	Knospen spreizen sich
4	Laubblätter abgespreizt
5	Beginnende Triebbildung, Austrieb abgeschlossen



Abbildung 8.6: Austrieb bei Kirsche, Stufe 1 bis 4 (Stufe 5 nicht dargestellt) (Foto: D. SCHNECK)

Tabelle 8.8: Beispiel für ein 5-stufiges Boniturschema zur Erfassung der Stammform von Hybridlärche (nach HERING 1989)

Stufe	Beschreibung
1	Mehr als eine starke Krümmung oder stark bogig
2	Zahlreiche schwache oder mäßige Krümmungen und eine starke Krümmung
3	Zahlreiche schwache oder einzelne mäßige Krümmungen
4	Einzelne schwache Krümmungen oder schwach bogig
5	Gerader oder fast gerader, durchgehender Schaft

Tabelle 8.9: Beispiel für ein 5-stufiges Boniturschema zur Erfassung von Frostschäden an Nadelgehölzen wie z. B. Douglasie (nach WOLF & SKRØPPA 2011)

Stufe	Beschreibung
1	Kein Schaden – keine Nadeln verfärbt
2	Leichte Schäden – bis 33 % der Nadeln verfärbt
3	Mittlere Schäden – bis zu 66 % der Nadeln verfärbt
4	Schwere Schäden – bis zu 99 % der Nadeln verfärbt
5	Totalschaden – alle Nadeln verfärbt

Bei der Erfassung von Resistenzmerkmalen kann im Gegensatz zu einer linear verlaufenden Boniturskala auch eine logarithmische Skala verwendet werden. Durch den logarithmischen

Verlauf ist im Bereich einer geringeren Anfälligkeit eine feinere Erfassung von Unterschieden möglich. Mit zunehmender Befalls- bzw. Schadensstärke werden den höheren Boniturstufen größere Prozentspannen zugeordnet. Bei einem stärkeren Befall bzw. Schaden ist eine feinere Differenzierung meist nicht erforderlich, da sich die Aussagekraft nicht wesentlich verbessert (Tabelle 8.10; LINDNER & BILLMANN 2006).

Tabelle 8.10: Beispiel für logarithmischen Boniturschlüssel (nach LINDNER & BILLMANN 2006)

Stufe	Beschreibung	Prozentspanne
1	kein Befall/Schaden	0 %
2	sehr geringer bis geringer Befall/Schaden	> 0 – 2,5 %
3	geringer Befall/Schaden	> 2,5 – 5 %
4	geringer bis mittlerer Befall/Schaden	> 5 – 10 %
5	mittlerer Befall/Schaden	> 10 – 15 %
6	mittlerer bis starker Befall/Schaden	> 15 – 25 %
7	starker Befall/Schaden	> 25 – 35 %
8	starker bis sehr starker Befall/Schaden	> 35 – 67,5 %
9	sehr starker Befall/Schaden	> 67,5 – 100 %

Vor der Durchführung von Bonituren, welcher Art auch immer, wird aus Gründen der Vergleichbarkeit empfohlen, herauszufinden, ob es für das in Frage kommende Merkmal bereits eine geeignete Boniturskala gibt, die dann unverändert übernommen werden sollte. Diese sollte nur im Ausnahmefall an die konkrete Fragestellung angepasst werden. Es ist auf die Vergleichbarkeit der Bonituren mit Erhebungen von andern Flächen zu achten.

Für den Fall, dass noch keine Boniturskalen existieren, wird empfohlen, für jedes Merkmal eine Boniturskala mit ungerader Stufenzahl zu entwickeln. Eine Vermischung von unterschiedlichen Merkmalen sollte vermieden werden, um die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ableitung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen nicht zu erschweren oder unmöglich zu machen. Jeder Einzelparameter wird separat erfasst (BÖRNER et al. 2003).

Eine Note Null sollte in einer Boniturskala generell nicht verwendet werden, da Null-Werte bei Bonituren eine andere Bedeutung als bei Zählungen und Messungen haben. Bei letzteren stellt die Null einen Wert dar (ANONYMUS 2000).

Für Bonituren sollten nur ganze Noten verwendet werden. Eine weitere Unterteilung der Notenskala sollte nicht erfolgen (ANONYMUS 2000). Zu kleinteilige Stufen sollten vor dem Hintergrund des zu unterstellenden Subjektivitätsfaktors vermieden werden. Jede Boniturstufe sollte so präzise wie möglich verbal beschrieben und dokumentiert werden. Fotografien oder Zeichnungen der einzelnen Stufen erleichtern die Zuordnung der beobachteten Merkmalsausprägung zu einer Boniturstufe. Eine Veränderung der Bonitur in der laufenden Aufnahme bzw. Aufnahmeserie ist nicht statthaft.

Bonituren unterliegen stets einem subjektiven Einfluss, ohne dabei jedoch wertlos zu sein. Grundsätzlich sollte die Bonitierung eines gesamten Versuches ausschließlich durch eine

Person mit der entsprechenden Erfahrung durchgeführt werden. Wenn auf Grund der Größe des Versuchs mehrere Personen an der Bonitur beteiligt werden müssen, sollte jede Person eine komplette Wiederholung/Block bearbeiten, um einen möglichst einheitlichen Maßstab für alle Versuchsglieder innerhalb der Wiederholung/Block zu gewährleisten (MUNZERT 1992). Vor der Durchführung der Bonitur müssen sich die Ausführenden an konkreten Beispielen mit dem Boniturschema vertraut zu machen. Auch kann die Bezugnahme auf ein Kontrollversuchsglied mit bekannten Eigenschaften, wenn vorhanden, eine Einjustierung der Boniturschärfe erleichtern (MUNZERT 1992).

Bei der Durchführung der Bonitur scheiden Randpflanzen und Lückennachbarn für eine Beurteilung aus, wenn das zu erhebende Merkmal durch die Rand- bzw. Lückenstellung beeinflusst ist. Es wird absolut bonitiert, d. h. entsprechend dem tatsächlichen Schaden, Befall, Qualität oder Zustand. Es kann also vorkommen, dass auf einzelnen Parzellen nur wenige Ausprägungen vorkommen. In Zweifelsfällen sollte die zu begutachtende Einheit mit der jeweils schlechteren Note bewertet werden (ANONYMUS 2000).

Für internationale Versuche wurden im von der EU geförderten Projekt Tree4Future Standardprotokolle für die Aufnahme von Merkmalen für ausgewählte Baumarten und Merkmale erarbeitet (LIESEBACH et al. 2015). Die Merkmale sind im Anhang 12.4 aufgelistet. Anders als bei den Erhebungsschemata von UPOV und den gemeinsamen Protokollen aus dem EU-Projekt Trees4Future wird in Deutschland überwiegend nach Schulnoten bonitiert, d. h. die beste Note ist „1“ und die schlechteste Note hat den höchsten Wert in der jeweiligen Skala.

8.4 Aufnahmeprotokoll

Die schriftliche Dokumentation jeder wie auch immer gearteten Aufnahme eines Versuches einschließlich der durchgeführten Maßnahmen, Bonituren (einschließlich der verwendeten Boniturschemata), Beobachtungen und Feststellungen bildet die unverzichtbare Grundlage für die Auswertung und eventuelle spätere Veröffentlichung der Ergebnisse.

Jeder Schritt einer vorgesehenen Aufnahme sollte auf einem standardisierten Vordruck in Papierform oder elektronischer Form dokumentiert werden und beginnt bereits bei der Vorbereitung der Aufnahme. Die Vorbereitung umfasst zum einen die Festlegung der zu erhebenden Merkmale, der durchzuführenden Messungen einschließlich der gewünschten Genauigkeit und Bonituren, des Umfangs (Vollaufnahme, Stichprobe) und der Art der Stichprobe (n Pflanzen pro Parzelle, n-te Reihe, n-te Pflanze) sowie des Aufnahmezeitpunkts. In Abhängigkeit von dem zu erwartenden Arbeitsvolumen werden die beteiligten Personen bestimmt und entsprechend ihrer Erfahrungen und Kenntnisse sowie körperlichen Leistungsvermögens zu Aufnahmegruppen zusammengesetzt. Die Zusammensetzung der Gruppen, eventuelle Veränderungen innerhalb der Gruppe bei wechselndem Personenkreis oder die Vergabe der Aufnahme an Dritte sollten festgehalten werden. Die Anfahrt zur Fläche und die Einweisung vor Ort sollten ebenso schriftlich fixiert werden wie eine eventuelle gemeinsame Einweisung in Boniturschemata und Schadensansprachen. Ebenso sollte bereits die Laufrichtung und die Abfolge der Erhebungen festgelegt und dokumentiert werden. Im Zuge der Aufnahmeprobereitung sollten die Aufnahmeformulare oder -dateien in einem Format vorbereitet werden, damit eine spätere Weiterverarbeitung erleichtert

wird. In jedem Aufnahmeformat ist zusätzlich Platz für besondere Beobachtungen und Bemerkungen vorzusehen.

Am Tag der Aufnahme sind in einem standardisierten Aufnahmeprotokoll der aufzunehmende Versuch, Datum, Beginn und Ende der Arbeiten, Witterung, teilnehmende Personen einschließlich ihrer Funktion sowie die durchgeführten Arbeiten zu beschreiben. Abweichungen gegenüber dem Aufnahmeplan sind ebenso zu protokollieren wie besondere Vorkommnisse, Beobachtungen und Bemerkungen.

Nach Abschluss der Aufnahme vor Ort ist zunächst zu kontrollieren, ob alle Versuchseinheiten einschließlich der vorgesehenen Wiederholungen vollständig erfasst wurden. Des Weiteren wird die stichprobenweise Überprüfung der Plausibilität der erhobenen Daten empfohlen.

Die erhobenen Daten, die Aufnahmeplanung sowie das Aufnahmeprotokoll sind nach Rückkehr auf Vollständigkeit, Lesbarkeit und Plausibilität zu sichten. Eine Plausibilitätsprüfung ist besonders bei elektronischer Datenerfassung erforderlich. Häufige Fehlerquellen sind "0" statt kein Wert, Boniturnoten, die es nicht gibt, Zahlendoppler durch zu langes Tastenhalten (z. B. 5561 statt 561), Zahlendreher und das Drücken benachbarter Tasten (letztere Fehler sind nicht oder nur selten aufzufinden). Eventuell auftretende Ungereimtheiten sollten zeitnah zur Aufnahme so schnell wie möglich geklärt und nachgetragen werden. Elektronische Daten sind in geeigneter Form zu sichern, um einem Datenverlust vorzubeugen.

Die jeweiligen Aufnahmearbeiten werden mit einem zusammenfassenden Bericht über die vorläufigen Ergebnisse, Beobachtungen und Bemerkungen abgeschlossen. Es empfiehlt sich, diesen Bericht allen Beteiligten zur Kenntnis zu geben.

8.5 Aufnahmen in der Baumschule

In der Baumschule ist die zur Verfügung stehende Stichprobe größer als auf der später anzulegenden Feldversuchsfläche. Außerdem sind die Wege i. d. R. kürzer, so dass eine hohe Aufnahmeintensität möglich ist. Untersuchungen in der Baumschulphase erlauben die Erhebung erster Informationen zur Variation von morphologischen, phänologischen, physiologischen und ertragskundlichen Parametern des untersuchten Materials. Die Erfassung genannter Parameter liefert zum einen Informationen zur tatsächlichen Qualität des verwendeten Saatgutes als Grundlage für die spätere Interpretation von Daten. Zum anderen können die bereits in einem sehr frühen Stadium erhobenen Daten zur Ableitung von Jugend-Alters-Korrelationen verwendet werden.

Die Reproduzierbarkeit und Repräsentativität von Aufnahmen in der Baumschulphase kann durch die Aussaat des Versuchsmaterials in mehreren Wiederholungen sichergestellt werden. Empfehlenswert ist die Markierung derjenigen Sämlinge, die gemessen oder bonitiert werden sollen.

In der Sämlingsphase können nach der Aussaat im ersten Jahr das Auflaufergebnis und aufgetretene Schäden (Umfallkrankheit, Frost u. a.) sowie nach Abschluss der Vegetationsperiode die Pflanzenzahlen je Einheit, die Höhe oder weitere Merkmale von Interesse erhoben werden (siehe z. B. GAUDLITZ et al. 1985 und LARSEN & SCHAAF 1985).

In den folgenden Anzuchtjahren können wiederum aufgetretene Schäden, das Austriebsverhalten, die Höhe, der Wurzelhalsdurchmesser, die Biomasse (Frisch- und Trockenmasse) von ober- und unterirdischen Pflanzenteilen sowie die Pflanzenzahlen nach einer Verschulung erfasst werden.

8.6 Aufnahmen von Versuchsflächen

8.6.1 Aufnahme von Ausfällen

Nach Anlage einer Versuchsfläche sollten spätestens am Ende der ersten Vegetationsperiode verbunden mit der Grundmessung (Höhe) die Ausfälle mit einer Vollaufnahme ermittelt werden. Dabei ist die Laufrichtung (Pflanzplatznummerierung) für künftige Erhebungen zu dokumentieren. Die erhobenen Ausfallraten liefern, wenn keine Pflanzfehler oder äußere Einwirkungen (z. B. Wildschaden, Mäuseschäden, Überschwemmung) vorliegen, erste Informationen über die Anpassungsfähigkeit der untersuchten genetischen Einheiten an den jeweiligen Standort. Sie bilden die Grundlage für die möglicherweise vorgesehene Durchführung einer Nachbesserung der Versuchsfläche mit Reservepflanzen (siehe Kapitel 5.4).

Solange eine Versuchsfläche im Zuge einer Vollaufnahme aufgenommen wird, sind die jeweiligen Ausfälle relativ einfach durch das Verhältnis von vorhandenen bzw. aufgefundenen Pflanzen zu den ursprünglich ausgebrachten Pflanzen zu ermitteln. Wird eine Versuchsfläche ausschließlich durch stichprobenweise Erhebungen aufgenommen, bietet sich die Einrichtung von permanenten Probeflächen bzw. die Festlegung von bestimmten Reihen innerhalb einer Parzelle an. Die auf diesen Probeflächen bzw. Reihen ursprünglich ausgebrachte Pflanzenzahl dient dann als Referenz für die Ermittlung der Ausfälle. Unabhängig davon können die Ausfälle auch über die Stichproben hinaus zusätzlich erfasst werden

Die Auswertung von Ausfallaufnahmen ist bis zur Entnahme von Bäumen im Zuge von Pflege- oder Durchforstungsmaßnahmen unproblematisch. Nach erfolgtem Eingriff hängt die spätere Ausfallauswertung von der Qualität der Dokumentation der Entnahmen ab. Solange jede Entnahme von Bäumen dokumentiert ist, können die Ausfälle weiterhin erfasst werden.

8.6.2 Aufnahme von leistungs-, qualitäts- und resistenzbezogenen Merkmalen

Für die Aufnahme von Feldversuchen hat sich die Bildung von Messtrupps mit zwei bis drei Personen bewährt, die sich die erforderlichen Arbeitsschritte wie Messen, Bonitieren und Datenerfassung aufteilen.

Bei jüngeren Versuchsflächen bis zu einer Oberhöhe von 10 Metern bietet sich eine Vollaufnahme der Flächen an. Diese sollte pflanzplatzbezogen durchgeführt werden, das heißt, dass ein Messwert einem bestimmten Baum in der Parzelle zugeordnet werden kann. Dies bietet die Möglichkeit, Auswertungen auf Einzelbaumbasis durchzuführen und damit Entwicklungen von Individuen innerhalb eines Kollektivs aufzuzeigen. Mit einer Vollaufnahme ist gleichzeitig die Anzahl der lebenden Bäume bekannt.

Bei älteren Versuchsflächen mit Oberhöhen von 10 Metern und mehr sowie zunehmendem Dichtstand der Bäume gestalten sich Vollaufnahmen vor allem des Merkmals Baumhöhe schwieriger und zeitaufwändiger. Hier kann auf die stichprobenweise Erfassung der Höhen

zurückgegriffen werden. Dabei sollten 20 % der Pflanzplätze, mindestens 10 Pflanzen einer Parzelle gemessen werden (NW-FVA). In Brandenburg werden von 10 Bäumen je Parzelle, verteilt über den vertretenen Durchmesserbereich, die Höhen gemessen. Am Thünen-Institut werden in Abhängigkeit von Versuchsfrage und Baumart in der Regel nur die Bäume der Kraft'schen Klasse 1-3 berücksichtigt. Auch hierbei hat die Aufnahme pflanzplatzbezogen zu erfolgen.

8.7 Vergabe der Aufnahmen im Werkvertrag

Bei begrenzten Personalkapazitäten oder Arbeitsspitzen ist die Vergabe von Aufnahmen im Rahmen von Werkverträgen an forstliche Dienstleistungsunternehmen oder forstliche Sachverständige mit einer entsprechenden Qualifikation eine Alternative. Vor der Einholung von Angeboten, z. B. im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung, ist zuerst ein Leistungsverzeichnis zu erstellen. Das Leistungsverzeichnis sollte die Bezeichnung des Vorhabens, die Zielstellung, Art und Umfang der zu erbringenden Leistungen, den Ort der Leistungserbringung, eventuell vorgesehene Bearbeitungsetappen sowie den Zeitraum der Leistungserbringung enthalten. Weiterhin hat es sich bewährt, bereits in der Leistungsbeschreibung Einzelheiten des Abstimmungsverfahrens zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer sowie des Berichtswesens einschließlich Sachstandsberichte festzulegen. In einem abschließenden Abschnitt können sonstige Kriterien für die Vergabe des Auftrages benannt werden wie Nachweis besonderer Kenntnisse und Erfahrungen oder die Anwendung bestimmter Verfahren und Methoden. Letzteres ist vor allem in Zusammenhang mit anspruchsvollen Erhebungen von Bedeutung.

Zusammen mit der Erstellung des Leistungsverzeichnisses ist eine Abschätzung des erforderlichen Zeitaufwandes und sonstiger anfallender Kosten wie zum Beispiel von Reisekosten sinnvoll und erleichtert die Beurteilung eingehender Angebote.

Ausschreibung, Wertung der Angebote und Zuschlagserteilung richten sich nach jeweiligen verwaltungs- oder betriebsinternen Regelungen.

Nach Zuschlagserteilung und Abschluss des Werkvertrages, der die Leistungsbeschreibung als Bestandteil enthält, hat sich ein Termin zur Absprache und Einweisung vor Ort bewährt. Bei diesem Termin können die für die Durchführung des Werkvertrages erforderlichen Unterlagen übergeben, die gewünschten Verfahren und Methoden abgestimmt sowie die Einweisung in die Fläche vorgenommen werden. Nach Beginn der Arbeiten sollten in Abhängigkeit vom Arbeitsvolumen regelmäßige Vororttermine angestrebt werden, um den Fortgang und die Qualität der Arbeiten zu verfolgen und zu beurteilen. Es empfiehlt sich, über diese Termine jeweils ein Ergebnisprotokoll zu fertigen. Nach Abschluss der Arbeiten sind die erhobenen Daten auf ihre Plausibilität zu prüfen.

Bei der Werksvertragsgestaltung hat sich bewährt, den Einsatz Dritter unter einen Genehmigungsvorbehalt durch den Auftraggeber zu stellen bzw. nur unter Angabe der Qualifikation des Dritten zu gestatten. Für den Fall von Zuwiderhandlungen oder teilweiser Nichterfüllung von Vertragsbestandteilen können Vertragsstrafen vereinbart werden.

9 DOKUMENTATION

Die Dokumentation der Versuchsfelder ist entscheidend, da die Versuchsfelder über lange Zeiträume laufen und unterschiedliche Personen über die Jahre mit den Versuchsfeldern arbeiten. Ohne ausreichende Dokumentation gehen Informationen verloren und sind Ergebnisse langfristig nicht verfügbar. Eine umfassende Dokumentation ist die Voraussetzung für die Zusammenstellung von Ergebnissen.

9.1 Aktenmäßige Dokumentation

Eine (auch länderübergreifende) Versuchsserie ist mit einer einheitlichen Prüfgliedliste zu führen, die über die gesamte Versuchsdauer unverändert bleibt und auf allen Parallelfeldern gleich sein muss. Der Prüfgliedname sollte möglichst keine Abkürzungen oder Sonderzeichen enthalten. Für die Prüfglieder ist eine Prüfgliedliste anzulegen. Bei der Verwendung von Abkürzungen ist ein Abkürzungsverzeichnis anzulegen. Der Ursprung des Materials muss jederzeit nachvollziehbar sein.

Jedes Prüfglied (PG) sollte möglichst genau beschrieben werden (Baumart/Klon, Forstamt, Höhenlage, geographische Koordinaten, Herkunftsgebiet, Reifejahr, Kategorie nach FoVG, Menge des Saatguts, Lieferant, Stammzertifikatsnummer, Kurzbezeichnung, Verweis auf Zuchtbuch usw.).

Das Versuchsfelderdatenblatt (Abbildungen 9.1 und 9.2) fasst die wichtigsten Informationen über die Versuchsfelder zusammen. Es muss durch eine Anfahrtsskizze und den Versuchsplan ergänzt werden. Die Einzeichnung der Lage von Versuchsfeldern z. B. in Google Earth (Setzen von Markierungstools) hat sich bewährt.

Bei der Beschreibung der Lage der Felder (Forstamt/Forstbetrieb und Waldort) wird wegen Organisationsänderungen empfohlen, den Namen des nächstgelegenen Dorfs und den Flurnamen zu nennen. Dörfer können problemlos mit allen handelsüblichen Navigationsgeräten gefunden werden. Der Flurname bleibt - im Gegensatz zu Waldortnummern - über Jahrzehnte unverändert. Bei Umorganisationen sind die Kontaktdaten der zuständigen Revierleiter zu überprüfen.

Beispiele für eine Aktenbeschriftung:

- Einteilung der Versuche im Aktenzeichen nach Kategorien:
 - Anbau-/Provenienzversuche (FV 153)
 - Nachkommenschaftsprüfungen (FV 154)
 - Sorten-/Klonprüfungen Pappel (FV 155)
- Einteilung nach Baumarten mit fortlaufender Nummerierung innerhalb einer Baumart: Fi1, Fi2, Fi3 ...; Bu1, Bu2, Bu3 ...
- Einteilung nach Baumarten mit Zusatzinformation (Anlagejahr und fortlaufende Nummer): AS13/1, AS13/2, AS14/1, AS14/2, AS14/3
- Seriennummer und Flächennummer (Q11-11.10)
- Baumart, Serie, Fläche (Bu19_01)
- Aktenzeichen – Baumart – Forstbetrieb – „Waldort“ – (ggf. nächstgelegener Ort)

FV 155.1 Balsampappel – Traunstein – „Zeltsberg“ - St. Georgen

Die Kennung der Feldversuchsflächen ist in allen Medien (Papier und digital) einheitlich zu nutzen.

Für jede Versuchsfläche wird eine eigene Akte angelegt. Diese gegliedert sich in:

- Allgemeine Informationen (Anfahrtsskizzen, Versuchsplan, Materialliste, Versuchsdatenblatt [Beispiele für einen Anlagebericht siehe Abbildungen 9.1 und 9.2], Prüfgliedliste)
- Dokumentation der Kontrollen (Inspektionsberichte siehe Kapitel 6.4)
- Schriftverkehr
- Versuchsaufnahmen (Originalmesskladden oder Ausdrücke bei digitaler Erfassung)
- Ergebnisse, Veröffentlichungen
- Fotos

In den Anlagebericht gehören die in den Abbildungen 9.1 und 9.2 aufgelisteten Angaben. Dieses sind unter anderem:

- Flächennummer
- Datum (Stand der Information)
- Beschreibung der Versuchsfrage (Versuchsziel)
- weitere zu der Serie gehörende Flächen (Parallelfächen)
- Adressen der Ansprechpartner (Forstamt, Revier, Waldbesitzer, Waldbewirtschafter)
- Eigentumsverhältnisse
- Katasterdaten (geografische Koordinaten, Höhenlage)
- Flächengröße
- Standortbeschreibung (forstliches Wuchsgebiet und -bezirk, Boden, Klima)
- Angaben zum Versuchsmaterial (Baumart, Vorbehandlung)
- Angaben zur Versuchsanlage
- Aufbau der Feldversuchsfläche
- Versuchsflächenplan
- Kartenauszug mit der eingezeichneten Versuchsfläche
- Prüfgliedliste (eindeutige Identifikationsnummer mit Bezeichnung der Prüfglieder und Registernummer, Zuchtbuchnummer, Samenbuchnummer, Eingangsnummer (NW-FVA))
- Ggf. sonstige Hinweise

Die Bezeichnung der Prüfglieder wird unterschiedlich gehandhabt. Häufig wird das Forstamt mit Revier und Abteilung als Prüfgliedbezeichnung verwendet. Dieses hat sich als nachteilig heraus gestellt, da durch Forstreformen Ämter aufgelöst wurden und Namen verschwunden sind. Einige Versuchsansteller haben daraufhin die Prüfgliedbezeichnungen geändert, andere nicht. Die Namensänderung ist mit hohem Aufwand verbunden, da nicht alle Feldversuche und Prüfglieder in Datenbanken erfasst sind. Generell wird hiervon abgeraten, insbesondere wenn es sich um internationale Versuche handelt, da die Änderung nicht bis zum letzten Beteiligten durchgestellt werden kann.

Wenn Daten (Forstamt, Revier, Abteilungsnummer) dennoch geändert werden, sind die alten Bezeichnungen unbedingt zu archivieren, damit ein späterer Vergleich mit veröffentlichten Angaben möglich bleibt. Um eine eindeutige Zuordnung von Prüfgliedern zu

gewährleisten, ist auf eine exakte Angabe der Koordinaten größter Wert zu legen. Es empfiehlt sich, den Mittelpunkt einer Einsammlungseinheit zu erfassen und anzugeben. Ideal ist, wenn zu jedem Prüfglied ein Kartenausschnitt mit der Herkunft des Prüfgliedes beigelegt ist. Für den täglichen Sprachgebrauch sind Koordinaten ungeeignet, daher empfiehlt sich als verbale Bezeichnung die nächste Ortschaft oder ein Flurname. Diese ersetzen nicht die Koordinaten, da diese Namen mehrfach existieren können.

Kennwort	
Aktenzeichen	

DATENBLATT VERSUCH
VERSUCHSBEZEICHNUNG

VERSUCHSZWECK (KATEGORIE)

VERSUCHSFLÄCHE

Forstamt		Waldort	
Baumart		Fläche	

STANDORTBESCHREIBUNG

Wuchsgebiet			
Seehöhe (m)			
Ø-Niederschlag/Jahr (mm)		Ø-Niederschlag/VZ (mm)	
Ø-Temperatur/Jahr (°C)		Ø-Temperatur/VZ (°C)	
Klimabesonderheiten			
Bodenausformung			
Grundgestein			
Gründigkeit			
Wasserhaushalt			
Humusform			
Bodenart			
Bodentyp			
Pflanzengesellschaft			
Zusammenfassende Kennzeichnung des Standorts			
Vorbestand			
Anmerkung			

VERSUCHSPFLANZEN
 (Baumart, Herkunft, Pflanzengröße, Gesundheitszustand, Kühlhauslagerung etc.)

VERSUCHSANLAGE

Datum		Versuchsdesign	
Gesamtpflanzenanzahl		Verband	
Pflanzenalter		Pflanzmethode	
Witterung		Zaun	
Startdüngung		Kompostierung	
Art der Markierung			
Bemerkungen sonstiger Art			

KURZE VERSUCHSBESCHREIBUNG

(mit spezieller Problematik)

LITERATURHINWEISE - SONSTIGE BEMERKUNGEN

PFLEGEMASSNAHMEN

Datum	Maßnahme	Durchführung durch

AUFNAHMEN

Datum	Aufnahmekriterien	Durchführung durch

ERGEBNISSE - VERÖFFENTLICHUNGEN

VERSUCHSABSCHLUSS

Datum:

Abbildung 9.1: Beispiel für Versuchsflächendatenblatt in Bayern

Grunddaten zur Versuchsfläche (Feldversuchsdatenbank)

Flächen_id. erstellt von:

Stand:

1.1 Versuchsflächen-Kurzbezeichnung.

1.2 Versuchsserie:

dazu gehörende Flächen:

1.3 Versuchsart:

1.4 Versuchsfrage:

.

.

1.5 Versuchsansteller:

1.6 Sachbearbeiter:

2. Angaben zum Versuchsort:

2.1 Besitzverhältnis :

Land Eigentümer:

Bund (BMF)

Bund (BML)

Körperschaft (Kommune)

Körperschaft (weitere)

privat

unbekannt

2.2 Ansprechpartner

2.2.1 "Forstamt/ Name:

Verwaltung" Straße:

PLZ Ort:

Amtsleiter:

Tel.Nr.: FaxNr.:

2.2.2 "Försterei" Name:

Straße:

PLZ Ort:

Revierförster:

Tel.Nr.: FaxNr.:

2.3 Versuchsort, Forstort , Abteilung:

2.4 Flächengröße (mit Rand): ha

2.5 Bundesland:

Wuchsgebiet:

Wuchsbezirk:

2.6 geographische Länge: ° ' E

2.7 geographische Breite: ° ' N

2.8 Höhe ü. NN: m

2.9 Topographie Ebene

Hanglage: Neigung: Exposition:

Plateau, Kuppe

Tallage

unterschiedlich

2.10 Klimaangaben Station: m ü. NN

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Temp.												
Niederschlag												

2.10.1 mittlere Lufttemperatur (Jahr) °C

2.10.2 mittlere Lufttemperatur (Mai-September) °C

2.10.3 mittlerer Jahresniederschlag mm

2.10.4 mittlerer Niederschlag (Mai-September) mm

2.11 Standortskartierung liegt vor.

nicht vorhanden

2.12 geolog. Ausgangssubstrat:

2.13 Bodentyp:

2.14 Bodenart:

3. Angaben zum Versuchsmaterial

3.1 Gattung:

3.2 Baumart	Art des Materials	Alter	Sorti- ment

3.3 Vorbehandlung des Materials:
.
.
.
.

3.4 Bezug/Anzucht des Materials

unbekannt

Eigenanzucht (Sb-Nr siehe Herkunfts/Sortenliste)

Dritte (Firma, Institution):

.

4. Angaben zur Versuchsanlage:

4.1 Versuchsplandesign:

4.2 Anzahl Versuchsglieder:

4.3 Anzahl Wiederholungen:

4.4 Parzellenstruktur:

4.5 Pflanzverband: X

(Abstand der Reihen x Abstand in der Reihe)

- 4.6 vorherige Nutzung der Fläche
- | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Wald (unbekannt) | <input type="checkbox"/> Laubwald | <input type="checkbox"/> Nadelwald | <input type="checkbox"/> Mischwald |
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaft (unbekannt) | | <input type="checkbox"/> Acker | <input type="checkbox"/> Grünland |
| <input type="checkbox"/> andere | | | <input type="checkbox"/> unbekannt |
- 4.7 Vorbehandlung der Fläche:
-
-
-
-
-

5. technische Maßnahmen (Anlage des Versuches)

- 5.1 Datum der Pflanzung:
- 5.2 Witterung bei der Pflanzung:
- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> feucht und warm |
| <input type="checkbox"/> feucht und kalt |
| <input type="checkbox"/> trocken und warm |
| <input type="checkbox"/> trocken und kalt |
| <input type="checkbox"/> wechselnd |
| <input type="checkbox"/> unbekannt |
- Bemerkungen:
-
-
-
-
- 5.3 Pflanzverfahren:
-
- 5.4 weitere Maßnahmen bei der Pflanzung:
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> verpfählt | |
| <input type="checkbox"/> gezäunt vor der Pflanzung | <input type="checkbox"/> gezäunt nach der Pflanzung |
| <input type="checkbox"/> | |
| | |
| | |

5.5 angelegt von:

5.6 Bemerkungen

5.7 Planung:

Inspektion Datum:

technische Maßnahme Datum: Art:

.

wissenschaftl. Maßnahme Datum: Art:

.

6. Anlagen:

Lageplan des Versuches: Meßtischblatt Nr.

Versuchsplan

Herkunfts/Sortenliste

Abbildung 9.2: Beispiel für einen Anlagebericht einer Versuchsfläche des Thünen-Instituts

9.2 Dokumentation im Forstbetrieb

Der Forstbetrieb sollte über die wichtigsten Versuchsunterlagen (Versuchsplan, Anfahrtsskizze, Auswertungen) verfügen.

Im Revier sind folgende Maßnahmen sinnvoll:

- Einzeichnung in Forsteinrichtungs-Karte bzw. Waldfunktionenkarte
- Beschreibung im Revierbuch: Bewirtschaftungsauflagen müssen vermerkt sein. In der Regel genügt der Hinweis „Maßnahmen nur nach Rücksprache mit dem Versuchsansteller“
- ggf. Beschilderung im Gelände (Schild am Zugangstor aufstellen, mit Name des Versuchsanstellers und Telefon; Abbildung 9.3)
- ggf. Aufnahme in eine zentrale Versuchsdatenbank

Wenn in der Waldfunktionskartierung des jeweiligen Bundeslands die Funktion „Versuchsfläche“ vorgesehen ist, so sollte diese auch für die Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung vergeben werden.



Abbildung 9.3: Schild an einer Versuchsfläche mit der Anschrift des Versuchsanstellers (Foto: M. LIESEBACH)

10 ABSCHLUSS UND AUFGABE VON VERSUCHSFLÄCHEN

Versuchsflächen unterliegen einer unterschiedlichen Betreuungsintensität in Abhängigkeit vom Versuchsziel. Auch nach Abschluss des Versuchs kann die Beibehaltung von Verpflockungen usw. von Interesse sein. Eine sorgfältige Archivierung der Akten kann für zukünftige Fragestellungen von Bedeutung sein. So sind z. B. vergessene Pappelsorten für die Biomasseproduktion wieder von Interesse.

- Extensiv genutzte/stillgelegte Versuchsflächen (Erhaltung)
Kennzeichen: Beibehaltung der Verpflockung (bzw. Zuordnung der Versuchsglieder mittels Plan dauerhaft möglich), Pflege durch Forstbetrieb nach waldbaulichen Kriterien (ggf. Festlegung bestimmter Bewirtschaftungskriterien)
Nutzung als Demonstrationsfläche (z. B. beim Anbau seltener Baumarten)
Erhalt als genetische Ressource für künftige Untersuchungen (z. B. Referenzmaterial bei Laboranalysen, Kreuzungspartner)
Aufnahme nur in Ausnahmefällen (z. B. bei besonderen Fragestellungen und nur soweit noch ausreichend Pflanzen und Prüfglieder vorhanden sind)
Versuch bleibt in Versuchsflächendatei; Kennzeichnung in Forsteinrichtungskarte bzw. Versuchsflächenlayer bleibt
- Aufgegebene /aufgelassene Versuchsflächen
Gründe: Hohe Ausfälle, Versuchsziel erreicht, keine Aussage mehr möglich wegen zu geringer Pflanzenanzahl pro Parzelle, Zuordnung der Bäume nur noch mit unverhältnismäßig hohem Aufwand oder nicht möglich
Abschluss der Versuchsakte mit Bericht; Mitteilung der Auflassung an das zuständige Forstamt/Revier sowie die Forsteinrichtung. Weitere Kennzeichnung in der Forsteinrichtungskarte nicht mehr erforderlich. Dauerhafte Archivierung der Versuchsakte.
Folgenutzung aufgelassener Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung
 - reguläre Bewirtschaftung (ohne versuchsbedingte Einschränkungen)
 - Umbau in Saatguterntebestand
 - Weiternutzung für andere Versuchsansteller (z. B. Ertragskunde)
 - Sicherung ausgewählter Bäume für Samenplantagen (Erhalt als Genressource)

11 LITERATUR

- AAS G, KIRCHER F, MAIER J, 1994: Untersuchungen zur geographischen Variation morphologischer Merkmale von *Abies alba* Mill. In: WOLF H, (Hrsg.): Weißtannen-Herkünfte – Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill. ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 11-31.
- ANONYMUS (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hrsg.: Bundessortenamt, Landbuch Verlag, Hannover.
- BÄTZ G, DÖRFEL H, FUCHS A, THOMAS E, 1987: Einführung in die Methodik des Feldversuchs. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 327 S.
- BÖRNER M, GUERICKE M, LEDER B, NUTTO L, STÄHR F, WEINREICH A, 2003: Erhebung qualitätsrelevanter Parameter am Einzelbaum – Aufnahmestandards für junge und mittelalte Laubhölzer als Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen. Forstarchiv 74, 275-282.
- BONNER FT, KARRFALT RP (2008): The Woody Plant Seed Manual. USDA, Agriculture Handbook 727. http://www.nsl.fs.fed.us/nsl_wpsm.html
- BURKART A (2000): Kulturblätter. Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Samenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Eidg. Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- BURSCHEL P, HUSS J, 1987: Grundriss des Waldbaus: ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag P. Parey, 352 S.
- GAUDLITZ G, RUETZ WF, WIDMAIER T, 1985: Der Süddeutsche Weißtannenprovenienzversuch. In: KRAMER K, (Hrsg.): Ergebnisse des 4 Tannen-Symposiums. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 181-208.
- HAYES BJ, BOWMAN PJ, CHAMBERLAIN AJ, GODDARD ME, 2009: Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. J. Dairy Sci. 92:433–443, doi:10.3168/jds.2008-1646.
- HERING S, 1989: Hybridlärchenhochzuchtsorte für Rauchschatzgebiete der Mittelgebirge. Forschungs- und Überleitungszentrum Graupa, Institut für Forstwissenschaften Eberswalde. Bericht, 25 S., unveröffentlicht.
- KRAMER H, AKÇA A, 1982 und 1987: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 287 S.
- LARSEN B, SCHAAF W, 1985: Erste Ergebnisse des Weißtannenprovenienzversuches von 1982. In: Kramer K (Hrsg.): Ergebnisse des 4 Tannen-Symposiums. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 209-221.
- LIESEBACH M et al., 2015: Common protocols and reference standards for selected traits and species. http://www.trees4future.eu/uploads/t4fdeliverables/T4F_D21_submitted.pdf
- LINDNER U, BILLMANN B, (Hrsg.), 2006: Planung, Anlage und Auswertung von Versuchen im ökologischen Gemüsebau – Handbuch für die Versuchsanstellung. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Deutschland e. V., Frankfurt/Main, 264 S.
- MALASSE F, 1964: Contribution à l'étude des hêtraies d'Europe occidentale. Note 4: Quelques observations phénologiques de hêtraies en 1963. Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique 97: 85-97.

- MUNZERT M, 1992: Einführung in das pflanzenbauliche Versuchswesen. Pareys Studentexte 71, Paul Parey Verlag Berlin, Hamburg, 163 S.
- SCHUBERT L (1999): Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten; Eberswalde-Finow. Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (LÖBF)
- SEIFERT S (2005): Saatgutbehandlung bei Nadelgehölzen. Diplomarbeit. FH Osnabrück (Versuchs- und Beratungsring Baumschulen e.V. S.H.; LWK S-H) 155 S.
- SUSZKA B et al. (1996): Seeds of Forest Broadleaves from Harvest to Sowing. Paris: INRA. - XXIV, 293 S.: graph. Darst., Ill.; (INRA Edition: techniques and practices) ISBN 2-7380-0659-0
- WOLF H, SCHILDBACH M, 2011: Survey on and common protocol for the assessment of biomass. TREEBREEDEX-Activity N 5, State of art report, 14 p., www.treebreedex.eu.
- WOLF H, SKRØPPA T, 2011: Survey on and common protocol for the assessment of frost hardiness of young trees. TREEBREEDEX-Activity N°5, State of art report, 15 p, www.treebreedex.eu

12 ANHANG

12.1 Anzuchtvertrag für Forstpflanzen

Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
Teisendorf



Anzucht-Vertrag

zwischen

der Firma ...

und dem Freistaat Bayern

vertreten durch das Bayerische Amt für forstliche Saat und Pflanzenzucht
Forstamtsplatz 1, D-83317 Teisendorf

Auftragsgegenstand

Anzucht von Ballenpflanzen in Containern

Anzahl zu verrechnender Pflanzen: Topfpflanzen

Es handelt sich um nur eine Herkunft, sodass eine spezielle Kennzeichnung nicht erforderlich ist.

Anzuchtbeginn: Frühjahr

Die Anzucht erfolgt 2009/10 in kleinen Containerpaletten (Zapfencontainer aus Plastik). Wegen der Frostempfindlichkeit werden die Pflanzen im Winter 2009/10 im Gewächshaus überwintert.

Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung wird der Containertyp für die Verschulpflanzen erst im Frühjahr 2010 festgelegt. Es wird mit einer Standzeit von insgesamt ca. 3 Jahren gerechnet.

Saatgut

Der Auftraggeber stellt dem Auftragnehmer das Saatgut kostenlos zur Verfügung.

Die gelieferten Pflanzen dürfen ausschließlich aus dem bereitgestellten Saatgut des Auftraggebers angezogen werden.

Der Auftragnehmer verpflichtet sich, das gelieferte Saatgut ausschließlich zur Pflanzenanzucht für den Auftraggeber zu verwenden.

Das Saatgut muss ggf. vor der Aussaat mit Fungiziden behandelt werden.

Nicht benötigtes Saatgut verbleibt im Eigentum des Auftraggebers.

Qualität

Die Topfpflanzen müssen gesund und ausgewogen ernährt sein.

Die Pflanzen müssen frei von Schäden und Mängeln sein, insbesondere dürfen die Pflanzen keine tierischen und pilzlichen Schädlinge aufweisen.

Lieferung

- Die Kosten für Verpackung und Versand trägt der Auftraggeber.
- Die Auslieferung erfolgt in Absprache mit dem ASP gegen gesonderte Rechnung.

Der Zeitpunkt für die Auslieferung der Pflanzen wird rechtzeitig zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber vereinbart.

Vergütung

- Die Vergütung berechnet sich aus der Anzahl der erzeugten Forstpflanzen und dem vereinbarten Einzelpflanzenpreis.
- Der Auftraggeber behält sich vor, einen Teil der angezogenen Pflanzen als Sämling abzunehmen. Hierüber hat er den Auftragnehmer rechtzeitig in Kenntnis zu setzen. In diesem Fall beträgt der Preis für als Sämling ausgelieferte Pflanzen (1-jährig) ... zzgl. MwSt.
Der Auftragnehmer stellt im Frühjahr ... Sämlinge (maximal 15000 Sämlinge) zur Verschulung zur Verfügung.

Der Preis pro mehrjähriger Container-Pflanze wird in Abhängigkeit vom erforderlichen Anzucht-aufwand und Containertyp im Frühjahr 2010 vor Vertopfung der Sämlingspflanzen vereinbart. Es werden maximal ... Containerpflanzen verrechnet.

Die Anzuchtdauer wird in Abhängigkeit von der Pflanzenentwicklung festgelegt.

- Eine Abschlagszahlung in Höhe von ... kann im Winter 2009/10 für die Sämlingsanzucht geltend gemacht werden. Weitere Abschlagszahlungen sind in den Folgejahren nach gesonderter Vereinbarung möglich.
- Nach Abschluss der Arbeiten und Auslieferung der Pflanzen ist eine Gesamtrechnung zu erstellen.

Sonstiges

- Eine Abnahmegarantie und Bezahlung besteht nur für Pflanzen, die gemäß den Anforderungen des Auftraggebers erzeugt wurden.
- Bei Verstößen gegen diesen Vertrag steht es dem Auftraggeber offen, Schadensersatzansprüche beim Auftragnehmer geltend zu machen.
- Zur Durchführung von Messungen, Probennahmen oder anderen notwendigen wissenschaftlichen Erhebungen sowie zur Kontrolle der Anzucht ist den Mitarbeitern des ASP oder seinen Beauftragten der Zugang (während der Geschäftszeiten) zu den Anzuchtbeeten/Gewächshäusern zu gestatten.
- Die Durchführung von Teilarbeiten durch Subunternehmer bedarf der Zustimmung durch den Auftraggeber.
- Probleme und Gefahren, die den Anzuchterfolg gefährden, sind dem Auftraggeber unverzüglich mitzuteilen.
- Der Auftragnehmer hat alle fachgerechten Maßnahmen durchzuführen, um Schäden abzuwehren.

Der Auftraggeber bleibt Eigentümer des Vermehrungsgutes. Ein Eigentumsübergang des Vermehrungsgutes an Dritte ist ausgeschlossen.

Der Auftragnehmer verpflichtet sich, Misserfolge oder Verlust durch höhere Gewalt (z. B. Hagel, Frost) in den Anzuchtflächen dem Auftraggeber unverzüglich nach dem Erkennen des Schadens mitzuteilen.

Sollten einzelne Bestimmungen des Vertrages unwirksam sein oder werden, so berührt dies die Wirksamkeit des übrigen Vertrages nicht. Die unwirksame Bestimmung wird durch eine Regelung ersetzt, die dem gewollten Ergebnis in rechtlich gütiger Weise wirtschaftlich am nächsten kommt. Entsprechendes gilt bei ergänzungsbedürftigen Lücken des Vertrages. Gerichtsstand ist für alle Streitigkeiten aus dem Vertragsverhältnis, soweit nicht zwingendes Recht entgegensteht, der Sitz des jeweiligen Auftraggebers.

Teisendorf,
Auftraggeber

xxxx-Dorf,
Baumschule

12.2 Versuchsplan

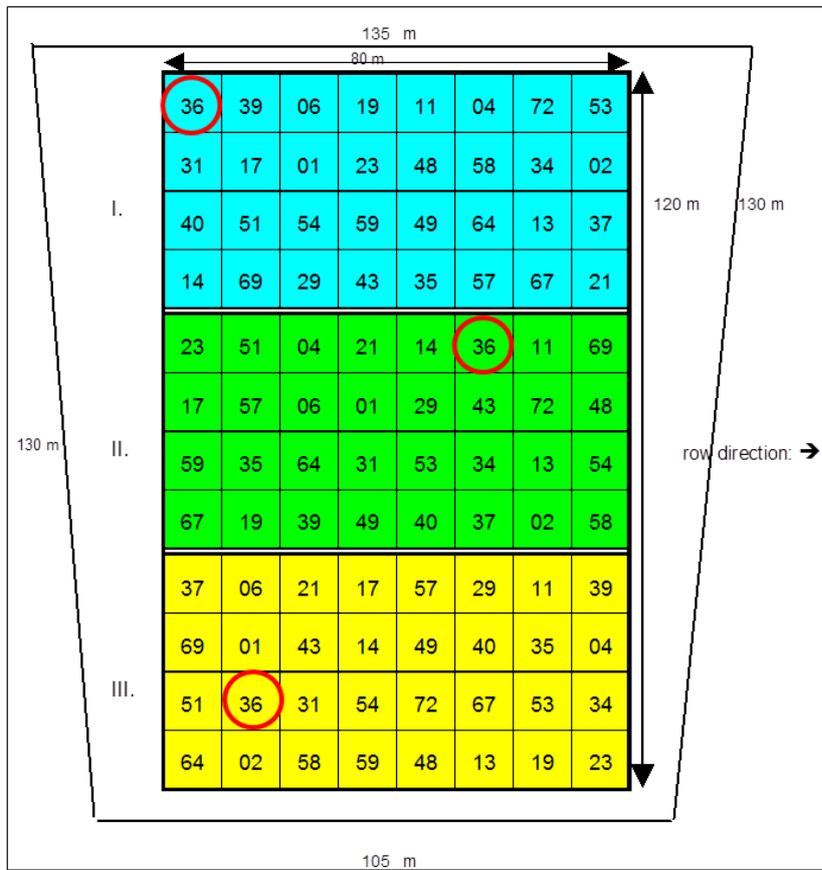


Abbildung 12.1: Versuchsplan Rot-Buche: 32 Prüfglieder, 3 Wiederholungen (vollständig randomisierte Blockanlage), Parzellengröße 10 m x 10 m

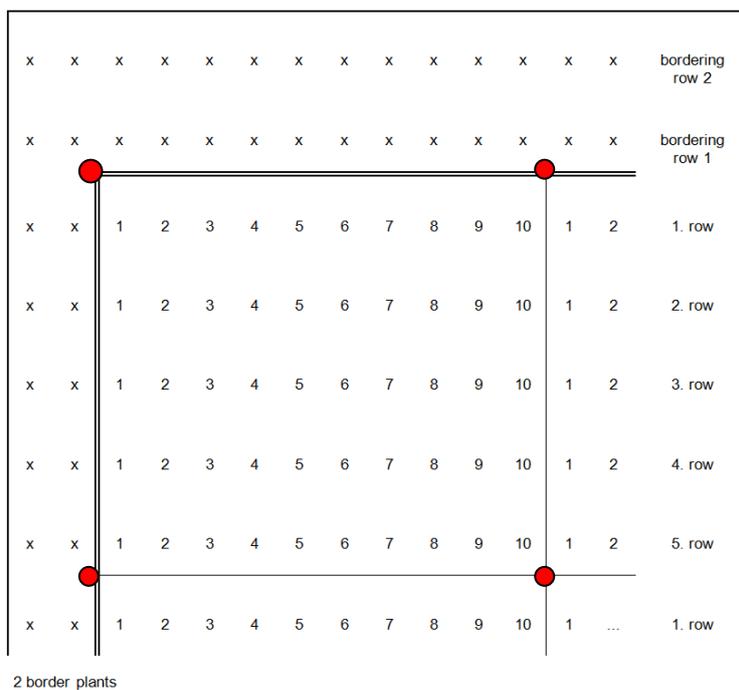


Abbildung 12.2: Eckparzelle (5 Reihen mit je 10 Pflanzen; Verband: 2 m x 1 m), 2 Randreihen

12.3 Vereinbarung zur Überlassung von Versuchsstandorten

Versuchsflächenvereinbarung

zwischen dem

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Hier handelnd: Thünen-Institut für Forstgenetik

STRASSE

PLZ ORT

vertreten durch den Präsidenten ...

-nachstehend Versuchsansteller genannt-

und

NAME

STRASSE

PLZ ORT

-nachstehend Flächeneigentümer genannt-

wird folgende Versuchsflächenvereinbarung geschlossen:

Anlage einer Versuchsfläche mit der Baumart Wald-Kiefer

1. Gegenstand

Der Versuchsansteller und der Flächeneigentümer vereinbaren die Anlage einer Versuchsfläche mit der Baumart Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) in der Gemeinde ..., Landkreis ... (Gemarkung ..., Flur ..., Flurstück ..., Forstort Abt.). Gegenstand der Versuchsanlage ist eine Nachkommenschaftsprüfung zur Identifizierung von Kiefern-Klonen mit besonders gutem Zuchtwert (Projekt *FitForClim*).

2. Leistungen

Die Vertragsparteien vereinbaren, dass der Flächeneigentümer die Fläche für Versuchszwecke unentgeltlich zur Verfügung stellt. Die Fläche bleibt im Eigentum des Flächeneigentümers. Der Flächeneigentümer stellt die Fläche im bepflanzbaren Zustand bereit (kahlgeschlagen und von Schlagabraum geräumt, Bodenvorbereitung durch Waldmeisterpflug im Reihenabstand von 2 m) und organisiert die Einzäunung. Der Versuchsansteller beteiligt sich an der Versuchsanlage durch Übernahme der Kosten für das Pflügen sowie für den Zaunaufbau (Projektmittel). Die spätere Zaununterhaltung obliegt dem Flächeneigentümer.

Die Pflanzung sowie alle Maßnahmen zur Kulturpflege bzw. zur Sicherung des Kulturserfolgs übernimmt der Versuchsansteller auf eigene Kosten. Sofern Reservepflanzen vorhanden sind, werden eventuelle Ausfälle durch den Versuchsansteller im ersten Jahr nachgebessert.

3. Verantwortlichkeiten

Durchforstungs-Maßnahmen auf der Versuchsfläche hat der Flächeneigentümer mindestens zwei Monate vor Maßnahmenbeginn beim Versuchsansteller anzumelden und ggf. mit diesem abzusprechen. Der Flächeneigentümer gewährleistet die jederzeitige Begehbarkeit der Fläche für den Versuchsansteller. Der Versuchsansteller ist verpflichtet, anstehende Daten-Aufnahmen beim Flächeneigentümer anzukündigen. Eventuelle Holzerlöse gehen an den Flächeneigentümer.

4. Auswertung des Versuches

Die Versuchsfläche ist in der Versuchsflächendatenbank des Versuchsanstellers unter der Bezeichnung *gki16* registriert. Sämtliche Ergebnisse, die im Rahmen der Versuche gewonnen werden, stehen im Eigentum des Versuchsanstellers und werden von diesem veröffentlicht. Der Flächeneigentümer erhält auf Wunsch die Auswertung der Versuchsflächendaten.

5. Beendigung des Versuches

Diese Vereinbarung wird auf unbestimmte Zeit getroffen und kann frühestens 2035 von jedem der beiden Partner zum Ablauf des jeweils folgenden Kalenderjahres schriftlich widerrufen werden. Mit Aufgabe des Versuchs wird der Versuch in der Versuchsflächendatenbank als aktiver Versuch gelöscht. Der Flächeneigentümer kann nach Aufgabe des Versuches die Bewirtschaftung des Bestands ohne Rücksprache mit dem Versuchsansteller erfolgen.

Unterschrift Versuchsansteller
Braunschweig, den

Unterschrift Flächeneigentümer
Ort, den

12.4 Gemeinsame Aufnahmeprotokolle

Seit über 100 Jahren werden Herkunftsversuche und Nachkommenschaftsprüfungen angelegt. In diesen Versuchen erfolgen regelmäßig Messungen und Bonituren. Dabei gibt es Standards für die Höhen und Durchmesser messung (BHD). Für die nicht messbaren Merkmale wurden zahlreiche Boniturschemata entwickelt. Dies führt dazu, dass Ergebnisse zwischen Instituten, aber auch zwischen Versuchen einer Serie und einzelnen Flächen, nur schwer oder gar nicht vergleichbar sind. Im FP7-Projekt „TREES4FUTURE - Designing Trees for the Future“ wurde dieser Fragestellung im „Arbeitspaket 2 - Entwicklung von gemeinsamen Standards und Protokollen“ aufgegriffen. Im Deliverable aus dem Task 2.1 „Entwicklung von gemeinsamen Protokollen und der Definition von Referenzgenotypen“ wurden baumartenspezifische und nicht baumartenspezifische gemeinsame Protokolle für fünf Laubbaumarten bzw. -gruppen und fünf Nadelbaumarten bzw. -gruppen zusammengestellt.

Die gemeinsamen Aufnahmeprotokolle sind auf der Internetseite des Projektes Tree4Future veröffentlicht (LIESEBACH et al. 2015) und die für Deutschland relevanten Protokolle in Tabelle 12.1 zusammengestellt.

Tabelle 12.1: Zusammenstellung der im EU-Projekt TREES4FUTURE verabschiedeten gemeinsamen Protokolle, die für Deutschland von Bedeutung sind

Baumart	Merkmale mit gemeinsamen Protokollen
Rot-Buche	Austrieb
Eichen	Austrieb
Esche	Austrieb, Eschentriebsterben
Schwarz- und Balsam-Pappeln	Austrieb, Knospenabschluss, <i>Melampsora larici-populina</i> , <i>Marssonina brunnea</i> , <i>Xantomonas populi</i>
Vogel-Kirsche	Austrieb, Blattabschluss, Holzfarbe
Laubgehölze	Geradschaftigkeit, Zwiesel, Astwinkel, Aststärke
Gewöhnliche Fichte	Austrieb
Douglasie	Austrieb, Knospenabschluss, Frosthärte, Rußige Douglasienschütte
Wald-Kiefer	<i>Lophodermium</i> Kieferschütte, Kieferndrehrost
Lärchen	Austrieb, Lärchenkrebs, Stammrisse durch Trockenheit
Nadelgehölze	Geradschaftigkeit, Stammanlauf, Zwiesel, Astwinkel, Aststärke

12.5 Kostenkalkulation Anlage von Versuchsflächen

Die Zusammenstellung der Zahlen und Werte stammt aus Erfahrungswerten der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (Stand 2016). Sie sind somit nur grobe Richtwerte und können je nach den Bedingungen der Versuchsansteller und Vorgaben örtlicher Forstbehörden abweichen.

Der Kalkulation liegen zugrunde: 1 ha Flächengröße (einschl. Vorgewende),
2 x 2 m-Verband,
Gesamtpflanzenzahl 2.000.

Tabelle 12.2: Kosten für die Anlage einer Versuchsfläche

Beschreibung, Umfang	Einheiten	Kosten/ Einheit	Gesamtkosten
Flächensuche , beinhaltet Telefonkontakte Forstämter, Datenbankabfragen, Luftbilder etc.	4-8 Std. gD	60,- €	240 bis 480,- €
Flächenbesichtigung , Vorabsprache Revierleiter, Forstämter, Dokumentation, je nach Entfernung, Lage, Fahrzeit zum Versuchsansteller mehr oder weniger möglich + Fahrtkosten (pauschal)	8-10 Std. gD	60,- €	480 bis 600,- € 100,-€
Flächenvorbereitung (je nach Erforderlichkeit): Hibsarbeiten, Räumung, Mulchen, i.d.R. durch Waldarbeiter (eD) vor Ort oder Unternehmereinsätze			1000 bis 3000,- €
Einmessung der Außengrenzen des gesamten Versuchsfeldes und der Parzellen sowie Markierung von Pflanzplätzen (Forstwirtschaftsmeister etc.) (2 – 3 Arbeitskräfte/Tag) + Fahrtkosten (pauschal)	8 Std. mD/gD 16-24 Std. eD/mD	40-60,- € 32 €	360 bis 480,- € 512 bis 768,- € 200,- €
Pflanzung, Anlage (bezogen auf ca. 1 ha, Verband 2 x 2 m, ca. 2000 Pflanzen): Bereitstellung des Pflanzgutes:			
Ladung	4 Std. eD	32,- €	128,- €
Vorsortierung, Verteilung auf Fläche	4 Std. eD	32,- €	128,- €
Pflanzung (Leistung 50 Stück/Std.)	40 Std. eD	32,- €	1280,- €
Nachkontrolle	1 Std. gD	60,- €	60,- €
+ Fahrtkosten pauschal			300,- €
Zaunbau: Zaunpfahl Holz, kesseldruck- imprägniert, Zopfstärke 5/7 cm, 200 - 250 cm 400 lfd. m Aufbau	100 Pfähle/ha 8 Rollen ca. 32 Std. mD	4,- € 80,- € 32,- €	400,- € 640,- € 1.024,- €

Einzelschutz: Preise können hier stark schwanken. So ist Einzelschutz im Regelfall etwas günstiger als Zaunbau. Preise für Fegeschutzmanschetten schwanken je nach Qualität und Beschaffenheit zwischen 0,5 € und 2,- €. Rabatte bei größerer Mengen möglich, daher werden zur Kalkulation 1,- €/Pflanze veranschlagt. Ggf. ist Stab/Stecken zum Fixieren von Manschetten mit zu berücksichtigen, ca. 0,5 €/Stück

	2.000 Stück	1,- €	2.000,- €
Markierung der Parzellen (ca. 75 – 100 Parzellen): Holzpfähle + Aluplaketten			
- Aluprofile	75-100	4,- €	300 bis 400,- €
- Metallrohre	75-100	1,80 €	135 bis 180,- €
Montage	4 Std. eD/mD	32,- €	128,- €
Dokumentation, Aktenanfertigung	ca. 4 Std. gD	60,- €	240,- €
Pflanzen aus Eigenanzucht	2.000 Pflanzen	2,50 €	5.000,- €
Gesamtkosten Versuchsflächenanlage			14.655,- € bis 17.536,- €

eD= einfacher Dienst
mD= mittlerer Dienst
gD= gehobener Dienst

Thünen Report

Bereits in dieser Reihe erschienene Hefte – *Volumes already published in this series*

1 - 29	siehe http://www.thuenen.de/de/infothek/publikationen/thuenen-report/
30	<p>Horst Gömann, Andrea Bender, Andreas Bolte, Walter Dirksmeyer, Hermann Englert, Jan-Henning Feil, Cathleen Frühauf, Marlen Hauschild, Sandra Krengel, Holger Lilienthal, Franz-Josef Löpmeier, Jürgen Müller, Oliver Mußhoff, Marco Natkhin, Frank Offermann, Petra Seidel, Matthias Schmidt, Björn Seintsch, Jörg Steidl, Kathrin Strohm, Yelto Zimmer</p> <p>Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)</p>
31	<p>Jan L. Wenker und Sebastian Rüter</p> <p>Ökobilanz-Daten für holzbasierte Möbel</p>
32	<p>Ländliche Lebensverhältnisse im Wandel 1952, 1972, 1993, 2012</p> <p>Luisa Vogt, Ralf Biernatzki, Michael Kriszan und Wolf Lorleberg</p> <p>Volume 1 – Dörfer als Wohnstandorte</p> <p>Simone Helmle und Carmen Kuczera</p> <p>Volume 2 – Typisch ist das vermeintlich Untypische: Alltag von Dorfbewohnern</p> <p>Andreas Keil, Charlotte Röhner, Ina Jeske, Michael Godau, Stefan Padberg, Jennifer Müller, Nur Seyfi und Mira Schraven</p> <p>Volume 3 – Kindheit im Wandel</p> <p>Stephan Beetz unter Mitarbeit von Alexander Voigt, Anna-Clara Gasch und Sarah Rodriguez-Abello</p> <p>Volume 4 – Soziale Unterstützungsstrukturen im Wandel</p> <p>Michaela Evers-Wölk, Britta Oertel, Sie Liong Thio, Carolin Kahlisch und Matthias Sonk</p> <p>Volume 5 – Neue Medien und dörflicher Wandel</p> <p>Gesine Tuitjer</p> <p>Volume 6 – Ländliche Arbeitsmärkte: Chancen für Frauen – Frauen als Chance</p>
33	<p>Anja-Kristina Techen, Elke Ries, Annett Steinführer</p> <p>Evaluierung der Gewässerschutzberatung in Hessen im Kontext der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Auswirkungen auf Wissen und Handeln von Landwirten</p>
34	<p>Jan T. Benthien, Sabrina Heldner, Martin Ohlmeyer, Christian Bähnisch, Jörg Hasener, Clemens Seidl, Alfred Pfemeter, Christian Kathmann</p> <p>Untersuchung der Faserqualität von TMP für die MDF-Produktion – Abschlussbericht zum FNR-Vorhaben „Fiber-Impact“ (FKZ: 22013211)</p>
35	<p>Andreas Tietz</p> <p>Überregional aktive Kapitaleigentümer in ostdeutschen Agrarunternehmen: Bestandsaufnahme und Entwicklung</p>
36	<p>Nicole Wellbrock, Erik Grüneberg, Daniel Ziche, Nadine Eickenscheidt, Marieanna Holzhausen, Juliane Höhle, Rainer Gemballa, Henning Andreae</p> <p>Entwicklung einer Methodik zur stichprobengestützten Erfassung und Regionalisierung von Zustandseigenschaften der Waldstandorte</p>
37	<p>Andrea Ackermann, Claudia Heidecke, Ulrike Hirt, Peter Kreins, Petra Kuhr, Ralf Kunkel, Judith Mahnkopf, Michael Schott, Björn Tetzlaff, Markus Venohr und Frank Wendland</p> <p>Der Modellverbund AGRUM als Instrument zum landesweiten Nährstoffmanagement in Niedersachsen</p>



- 38 Hermann Achenbach und Sebastian Rüter
Ökobilanz-Daten für die Erstellung von Fertighäusern in Holzbauweise
- 39 Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Ulrich Dämmgen, Annette Freibauer, Ulrike Döring, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Bernhard Osterburg
Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2014
Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2014
- 40 Frank Offermann, Martin Banse, Claus Deblitz, Alexander Gocht, Aida Gonzalez-Mellado, Peter Kreins, Sandra Marquardt, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Claus Rösemann, Petra Salamon, Jörn Sanders
Thünen-Baseline 2015 – 2025: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland
- 41 Stefan Kundolf, Patrick Küpper, Anne Margarian und Christian Wandinger
Koordination, Lernen und Innovation zur Entwicklung peripherer ländlicher Regionen
Phase II der Begleitforschung zum Modellvorhaben *LandZukunft*
- 42 Sebastian Rüter, Frank Werner, Nicklas Forsell, Christopher Prins, Estelle Vial, Anne-Laure Levet
ClimWood2030 'Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030' Final Report
- 43 Nicole Wellbrock, Andreas Bolte, Heinz Flessa (eds)
Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland – Ergebnisse der Boden-zustandserhebung im Wald 2006 bis 2008
- 44 Walter Dirksmeyer, Michael Schulte und Ludwig Theuvsen (eds)
Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie – Nachhaltigkeit und Regionalität – Chancen und Herausforderungen für den Gartenbau – Tagungsband zum 2. Symposium für Ökonomie im Gartenbau
- 45 Mirko Liesebach (ed)
Forstgenetik und Naturschutz – 5. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung am 15./16. Juni 2016 in Chorin – Tagungsband
- 46 Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Ulrich Dämmgen, Annette Freibauer, Ulrike Döring, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Bernhard Osterburg
Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2015
Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2015
- 47 Niko Sähn, Stefan Reiser, Reinhold Hanel und Ulfert Focken
Verfügbarkeit umweltrelevanter Daten zur deutschen Süßwasseraquakultur
- 48 Markus Ehrmann
Modellgestützte Analyse von Einkommens- und Umweltwirkungen auf Basis von Testbetriebsdaten
- 49 Mirko Liesebach, Wolfgang Ahrenhövel, Alwin Janßen, Manuel Karopka, Hans-Martin Rau, Bernd Rose, Randolph Schirmer, Dagmar Schneck, Volker Schneck, Wilfried Steiner, Silvio Schüler, Heino Wolf
Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung
Handbuch für die Versuchsanstellung



THÜNEN

Thünen Report 49

Herausgeber/Redaktionsanschrift

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesallee 50

38116 Braunschweig

Germany

www.thuenen.de

