

Dieter, Matthias et al.

Working Paper

Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte durch Umsetzung der EU-KOM-Vorschläge zur EU-Biodiversitätsstrategie auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten

Thünen Working Paper, No. 159a

Provided in Cooperation with:

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

Suggested Citation: Dieter, Matthias et al. (2020) : Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte durch Umsetzung der EU-KOM-Vorschläge zur EU-Biodiversitätsstrategie auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten, Thünen Working Paper, No. 159a, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig,
<https://doi.org/10.3220/WP1604417204000>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/228972>

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.

Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte durch Umsetzung der EU-KOM-Vorschläge zur EU-Biodiversitätsstrategie auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten

Matthias Dieter, Holger Weimar, Susanne Iost, Hermann Englert, Richard Fischer, Sven Günter, Christian Morland, Hans-Walter Roering, Franziska Schier, Björn Seintsch, Jörg Schweinle, Eliza Zhunusova

Thünen Working Paper 159a

Matthias Dieter, Holger Weimar, Susanne Iost, Hermann Englert, Richard Fischer, Sven Gün-
ter, Christian Morland, Hans-Walter Roering, Franziska Schier, Björn Seintsch, Jörg Schweinle,
Eliza Zhunusova

Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Bundesallee 50

38116 Braunschweig

Tel.: 040 73962-300/-314/-340

wf@thuenen.de

Thünen Working Paper 159a

Hamburg/Germany, November 2020

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| Inhaltsverzeichnis | i |
| Abkürzungsverzeichnis | iii |
| Tabellenverzeichnis | iv |
| Abbildungsverzeichnis | v |
| Zusammenfassung | vii |
| 1 Hintergrund | 1 |
| 2 Abschätzung des Einschlagrückgangs in der EU | 4 |
| 2.1 10 %-Stilllegungsszenario für Deutschland | 5 |
| 2.2 Old-Growth Forests-Szenario für Deutschland | 6 |
| 2.3 30 % FFH-Szenario für Deutschland | 7 |
| 2.4 EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario für Deutschland | 8 |
| 2.5 EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario | 9 |
| 3 Quantifizierung der Verlagerungseffekte | 10 |
| 3.1 Vorgehen und Methodik | 10 |
| 3.2 Ergebnisse der Holzmarktmodellierung | 12 |
| 4 Auswirkungen der Verlagerungseffekte in Drittstaaten außerhalb der EU | 17 |
| 4.1 Einleitung | 17 |
| 4.2 Wirkungsmechanismen | 18 |
| 4.3 Methode | 19 |
| 4.4 Ergebnisse | 22 |
| 4.4.1 Statistischer Vergleich der Mittelwerte | 22 |
| 4.4.2 Einzelindikatoren | 24 |
| 4.4.2.1 Governance-Qualität | 24 |
| 4.4.2.2 Nachhaltige Waldbewirtschaftung | 25 |
| 4.4.2.3 Waldzustand | 27 |
| 4.4.2.4 Entwaldungsdruck | 29 |
| 4.4.2.5 Biologische Vielfalt | 32 |
| 4.4.2.6 Sozioökonomische Aspekte | 37 |
| 4.5 Zusammenfassung und Bewertung der Verlagerungseffekte in Drittstaaten | 39 |
| 5 Diskussion und Schlussfolgerungen | 41 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.1 | Abschätzung des Einschlagsrückgangs in der EU | 41 |
| 5.2 | Reduktion des Rohholzaufkommens in der EU durch Naturschutzszenarien | 46 |
| 5.3 | Quantifizierung von Verlagerungseffekten außerhalb der Europäischen Union | 47 |
| 5.4 | Vulnerabilitäts- und Risikoabschätzung | 49 |
| | Literaturverzeichnis | 52 |
| | Anhang | 57 |
| 1 | Einschlagrückgang | A1 |
| 2 | Quantifizierung Verlagerung | A3 |
| 3 | Länderweise Indikatoren | A9 |
| 4 | Beschreibung der Indikatoren | A11 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------------------|---|
| BWI | Bundeswaldinventur |
| EFDM | European Forestry Dynamics Model |
| EFISCEN | European Forest Information SCENario Model |
| EU-BioDiv-Strategie | EU-Biodiversitätsstrategie 2030 |
| FRA | Global Forest Resources Assessment |
| FTE | Full Time Equivalent |
| GFPM | Global Forest Products Model |
| HAG | Holzartengruppe |
| ISIC | International Standard Industrial Classification of All Economic Activities |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature |
| KBA | Key Biodiversity Areas (Schlüsselbereiche hoher terrestrischer Biodiversität) |
| NACE | Statistical Classification of European Activities |
| NBS | Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt |
| NWE | Natürliche Waldentwicklung |
| PCA | Principal Component Analysis (Hauptkomponentenanalyse) |
| PPP | Purchasing Power Parity |
| SFM | Nachhaltige Waldbewirtschaftung (Sustainable Forest Management) |
| SSP | Shared Socioeconomic Pathways |
| UNCCD | United Nations Convention to Combat Desertification |
| VZÄ | Vollzeitäquivalent |
| WEHAM | Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung |
| WGI | World Governance Indicators |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1: | Verwendete Einzelindikatoren | 20 |
| Tabelle 2: | Vergleich der Vulnerabilität und des Risikos für aggregierte und einzelne Indikatoren zwischen EU Ländern und 37 Drittstaaten mit erwarteter erhöhter Rundholzproduktion | 23 |
| Tabelle 3: | Gesamt-Szenario für Deutschland: Flächenbilanz | A1 |
| Tabelle 4: | Gesamt-Szenario für Deutschland: Rohholzbilanz | A2 |
| Tabelle 5: | Gesamt-Szenario für Europa: Rundholz, gesamt | A3 |
| Tabelle 6: | Gesamt-Szenario für Europa: Nadelbrennholz | A4 |
| Tabelle 7: | Gesamt-Szenario für Europa: Laubbrennholz | A5 |
| Tabelle 8: | Gesamt-Szenario für Europa: industrielles Nadelrundholz | A6 |
| Tabelle 9: | Gesamt-Szenario für Europa: industrielles Laubrundholz | A7 |
| Tabelle 10: | Rundholz Produktion in Millionen m ³ für das Referenz- und das EU-BioDiv-Szenario in den Jahren 2020, 2030, 2040 und 2050. Leakage ist die Differenz beider Szenarien. | A8 |
| Tabelle 11: | Länderweise Vulnerabilitätsindikatoren | A9 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1: | Produktstruktur im GFPM | 11 |
| Abbildung 2: | Simulation der Rohholzproduktion in der EU im Referenzszenario und im EU-BioDiv-Szenario | 13 |
| Abbildung 3: | Rohholzproduktion der Länder mit den größten Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050 | 15 |
| Abbildung 4: | Produktion von Papier und Pappe der Länder mit den größten positiven Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050 | 16 |
| Abbildung 5: | Schnittholz- und Holzwerkstoffproduktion der Länder mit den größten Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050 | 17 |
| Abbildung 6: | Darstellung der zu Grunde gelegten Wirkungsmechanismen als Grundlage für die Auswahl relevanter Themenbereiche (grau) und Einzelindikatoren (blau) zur Abbildung von Vulnerabilität | 19 |
| Abbildung 7: | Länderweise Vulnerabilitäts-Indikatorwerte für Governance im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 25 |
| Abbildung 8: | Länderweise Vulnerabilitäts-Indikatorwerte für Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 26 |
| Abbildung 9: | Länderweise oberirdische Biomassevorräte in $t \cdot ha^{-1}$ im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 27 |
| Abbildung 10: | Anteile degradiertes Landesfläche (in %) im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 28 |
| Abbildung 11: | Länderweise Veränderungsrate der Waldfläche (in %) im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 29 |
| Abbildung 12: | Länderweise Waldflächen pro Einwohner im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 31 |
| Abbildung 13: | Länderweise Anteile intakter Waldlandschaften als Anteil des Waldes im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 32 |
| Abbildung 14: | Länderweise Rote Liste Index 2020 im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 33 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 15: | Länderweise Schutzmaßnahmen im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 35 |
| Abbildung 16: | Anzahl der in Forstwirtschaft und Holzeinschlag Beschäftigten im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 37 |
| Abbildung 17: | Länderweise Indikatorwerte für Armut und Ungleichheit im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten) | 38 |

Zusammenfassung

Übergeordnetes Ziel der Biodiversitätsstrategie für 2030 der EU ist die Erholung der biologischen Vielfalt durch Verstärkung des Schutzes und der Wiederherstellung der Natur. Schlüsselemente zur Erreichung der Ziele sind u.a. die Schaffung von Schutzzonen auf mindestens 30 % der Land- und Meeresgebiete und ein strengerer Schutz der europäischen Wälder. Die Implementierung konkreter Maßnahmen im Wald wird sich unmittelbar auf die Rohholzproduktion in den EU-Mitgliedsstaaten auswirken. Es ist jedoch zu erwarten, dass mindestens ein Teil der Rohholzproduktion in sogenannte Drittstaaten verlagert wird. Mit solchen Verlagerungseffekten besteht grundsätzlich die Gefahr des Verlustes von Biodiversität in den betreffenden Drittstaaten. Aus einer globalen Perspektive müssen diese Biodiversitätsverluste dem Biodiversitätsgewinn in der EU gegenübergestellt werden.

Die vorliegende Studie schätzt zunächst den Rückgang der Rohholzproduktion in den EU-Mitgliedsländern als Folge von vollständigen oder teilweisen Nutzungseinschränkungen in den Wäldern ab. Darauf aufbauend wird untersucht, wie sich eine reduzierte Rohholzproduktion innerhalb der EU-27 auf die globalen Holzmärkte auswirkt. Im dritten Schritt wird beurteilt, wie die Verlagerung der Rohholzproduktion in andere Länder anhand von Indikatoren zu Governance, nachhaltiger Waldbewirtschaftung, biologischer Vielfalt, Waldzustand, Entwaldungsdruck und sozio-ökonomischen Aspekten beurteilt werden kann.

Für die Abschätzung des Einschlagsrückgangs werden drei verschiedene Umsetzungsmaßnahmen anhand verfügbarer Modellergebnisse für Deutschland untersucht und miteinander verschnitten: (i) 10 % Flächenanteil von Stilllegungsflächen im Wald, (ii) Verzicht auf die Holznutzung auf allen Standorten mit „old-growth forest“ und (iii) 30 % Anteil der verbleibenden Flächen mit naturschutzfachlichen FFH-Bewirtschaftungsauflagen. Das Ergebnis zeigt, dass unter diesem Szenario das potenzielle Rohholzaufkommen in Deutschland im Mittel für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052 um insgesamt 23,96 Mio. m³/a auf 52,77 Mio. m³/a bzw. auf 69 % reduziert würde. Diese prozentuale Reduktion wird für die folgenden Berechnungsschritte auf alle EU-27-Länder übertragen.

Die Modellierung der internationalen Produktionsverlagerung mit Hilfe des globalen Holzmarktmodells GFPM ergibt für das Jahr 2050 einen projizierten Einschlagsrückgang von 42 % in der EU-27. Eine erhöhte Produktion in Drittstaaten würde 73% dieses Einschlagsrückgangs kompensieren, der Rest wäre preisbedingt als Verzicht auf die Verwendung von Holzprodukten zu interpretieren. Die in der EU-27 verringerte Rohholzproduktion würde bis 2050 vor allem durch die erhöhte Produktion von Rohholz in den USA abgefangen; ca. 26 % des gesamten Einschlagsrückgangs verlagern sich in den Modellierungsergebnissen dorthin. Weitere Verlagerungen würden nach Russland (12 %), Kanada (9 %) und Brasilien erfolgen (8 %). Betrachtet man den Verzicht auf die Verwendung von Holzprodukten, so zeigt das Modell in der Differenzierung nach Laub- und Nadelholz, dass der Verzicht auf die Verwendung von Laubholz mit 39% deutlich stärker ausfällt als der Verzicht auf die Verwendung von Nadelholz von 11%. Für Brennholzsortimente wäre die geringste Verlagerung zu erwarten. Hier zeigen die Ergebnisse einen hohen Rückgang des Verbrauchs. Grund sind deutlich steigende Preise und die Erwartung, dass Konsumenten dann auf andere Energieträger umsteigen. Für Produkte aus Papier und Pappe wurden geringe Verlagerungen errechnet. Die Verlagerungseffekte in der Schnittholz- und Holzwerkstoffproduktion entsprechen denen der Rohholzproduktion.

Durch Umsetzung von Maßnahmen der EU-Biodiversitätsstrategie würde die zu erwartende Mehrproduktion von Rohholz in Drittstaaten verlagert, die im Durchschnitt eine signifikant weniger nachhaltige Waldbewirtschaftung haben und einen im Vergleich zur EU noch signifikant höheren Anteil an intakten Waldflächen aufweisen, in den vergangenen Jahren aber deutliche Anteile dieser Flächen verloren haben. Eine Bedrohung dieser noch intakten Waldflächen kann durch die Verlagerungseffekte nicht ausgeschlossen werden. Drittstaaten, für die eine Produktionserhöhung erwartet wird, weisen meist niedrigere Biomassevorräte und höhere Anteile bereits degradierter Landfläche auf als in der EU-27. Dies könnte einerseits eine weitere Gefährdung und andererseits auch ein Potenzial zur Förderung von Aufforstungsmaßnahmen zur Pufferung von Druck auf Naturwälder andeuten.

Die Umsetzung weiterer Schutzmaßnahmen in der EU würde die Diskrepanz zu den Schutzmaßnahmen der Drittstaaten weiter vergrößern, da in den Drittstaaten die Nettoentwaldung höher ist, geringere Waldflächenanteile unter Schutz gestellt sind und weniger Geld für die Erhaltung der biologischen Vielfalt ausgegeben wird als in der EU. Der mittlere Rote Liste Index weist für die Drittstaaten auf ein erhöhtes Risiko des Artensterbens hin. In den meisten Drittstaaten sind Einkommensunterschiede größer als in EU-27-Ländern. Für besonders arme Länder könnte eine Verlagerung der Holzproduktion Arbeitsplätze schaffen, andererseits besteht das Risiko von Verdrängungseffekten für häufig Subsistenz-basierte Einkommensgruppen.

Stark von Produktionsverlagerungen betroffene Länder mit hoher Vulnerabilität rücken bei der Risikobewertung in den Vordergrund. Auf diese Länder sollten sich politische Maßnahmen besonders konzentrieren, um potenzielle Verlagerungseffekte abzufedern.

Zusammenfassend ist zu erwarten, dass die durch Unterschützstellung erzielten positiven Biodiversitätseffekte in der EU durch negative Effekte in Drittstaaten mit weniger nachhaltiger Waldbewirtschaftung konterkariert werden. Konkrete Risiken bestehen in einer stärkeren Gefährdung bedrohter Arten, Reduktion intakter Waldflächen, Zunahme degradierter Landflächen und verstärkter Nettoentwaldung. Vor diesem Hintergrund stellen die Ergebnisse die Effekte der EU-Biodiversitätsstrategie in Frage, wenn die Auswirkungen auf globaler Ebene betrachtet werden. Die Implementierung der EU-Biodiversitätsstrategie müsste durch Maßnahmen zur Stärkung von nachhaltiger Waldwirtschaft und entsprechender Governance in Drittstaaten flankiert werden, um mögliche Verlagerungseffekte zu mildern.

Der vorliegende Bericht ist als Vorstudie zu verstehen. Er basiert auf zurzeit verfügbaren Informationen. Für genauere Aussagen sind detailliertere Daten aus den EU-27-Ländern und Weiterentwicklungen in der Methodik notwendig.

Schlüsselwörter: Verlagerungseffekte, Biodiversität, EU, Forstwirtschaft, Wald

1 Hintergrund

Im Mai 2020 verabschiedete die Europäische Kommission die EU-Biodiversitätsstrategie für 2030. Übergeordnetes Ziel ist die Erholung der biologischen Vielfalt durch Verstärkung des Schutzes und der Wiederherstellung der Natur. Schlüsselemente dazu sind die Schaffung von Schutzzonen auf mindestens 30 % der Land- und Meeresgebiete Europas durch rechtsverbindliche Ziele und einen strengeren Schutz der europäischen Wälder, Wiederherstellung geschädigter Land- und Meeresökosysteme, Investitionen in Biodiversität und Einnahme einer globalen Vorreiterrolle durch die EU (KOM 2020). Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Publikation mögliche Verlagerungseffekte, welche durch Umsetzung der Vorschläge der Europäischen Kommission (KOM) zur EU-Biodiversitätsstrategie 2030 (EU-BioDiv-Strategie) auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten entstehen können. Es besteht ganz grundsätzlich die Gefahr des Verlustes von Biodiversität in den betreffenden Drittstaaten. Aus einer globalen Perspektive müssen diese Biodiversitätsverluste dem Biodiversitätsgewinn in der EU gegenübergestellt werden. Die vorliegende Studie stellt eine erste Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte dar und repräsentiert den Arbeitsstand von September 2020.

Verlagerungseffekte („Leakage“) sind besondere Arten von Nebenwirkungen („Spillovers“). Es handelt sich dabei um begleitende Wirkungen, die über etablierte geografische, zeitliche, gesetzliche, sektorale oder politische Grenzen hinweg erfolgen (Liu et al. 2018; Meyfroidt et al. 2018). Im Gegensatz zu diesem breiten Verständnis von Nebenwirkungen wird der Begriff Verlagerungseffekt enger gefasst und meint den konkreten Fall, in dem umweltpolitische Maßnahmen indirekte Effekte auslösen, welche gegen das eigentliche Ziel der umweltpolitischen Maßnahme wirken und somit den Gesamtnutzen der Maßnahme reduzieren (Meyfroidt et al. 2018). Diese Definition umfasst drei wesentliche Elemente, welche Verlagerungseffekte im engsten Sinne charakterisieren (Bastos Lima et al. 2019):

- Wirkungen treten als ursächlicher Effekt einer umweltpolitischen Maßnahme auf
- Der beeinflusste Indikator ist jener, auf den die umweltpolitische Maßnahme abzielt
- Die Verlagerung hat eine negative Wirkung auf die Zielvariable/den Zielindikator

Bedeutsame Beispiele sind Entwaldung, welche durch Maßnahmen zur Reduzierung der Entwaldung verursacht wird oder CO₂-Emissionen, die durch Klimaanpassungsstrategien erhöht werden. Im Umweltbereich treten häufig räumliche Verlagerungseffekte auf, d. h. die erwünschte Wirkung tritt an Orten auf, auf die sich die ursprüngliche Maßnahme zunächst nicht konzentriert hat (Bastos Lima et al. 2019).

Im gegebenen Kontext der EU-BioDiv-Strategie besteht das Ziel im Schutz der Biodiversität in den EU-Mitgliedsländern. Ein Verlagerungseffekt bestünde in dem Verlust von Biodiversität in Nicht-EU-Ländern, welche durch die Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie verursacht wird.

Die Verlagerungseffekte (bzw. im Folgenden „Leakage“) werden vornehmlich für die EU insgesamt untersucht, einzelne Mitgliedsstaaten der EU werden nicht gesondert betrachtet. Die vorliegende Untersuchung hat den Charakter einer Vorstudie. Die quantitativen und qualitativen Untersuchun-

gen erfolgen im Wesentlichen auf Grundlage der den Autor*innen kurzfristig zur Verfügung stehenden Informationen. In den nachfolgenden Kapiteln werden entsprechende Annahmen erläutert. Damit verbundene Einschränkungen bzw. deren Auswirkungen auf die Ergebnisse werden diskutiert. Die ökologische Bewertung von identifizierten Verlagerungseffekten kann aufgrund der Datenverfügbarkeit nur auf nationaler Ebene erfolgen und nicht in tieferer regionaler Untergliederung. Als Projektionszeitraum für die Bewertung der Verlagerungseffekte wurde der Zeitraum 2020 bis 2050 festgelegt. Die Entscheidung für diesen etwas längeren Zeitraum begründet sich damit, dass Forstwirtschaft auf langfristigen Prozessen beruht und sich Besonderheiten in der Baumarten- und Altersklassenausstattung der Wälder teilweise stark auf Zielgrößen wie Holzeinschlag oder Reinertrag auswirken. Die Wahl eines bestimmten Jahres kann damit größeren Einfluss auf das Ergebnis haben. Mit der Wahl eines längeren Betrachtungszeitraums werden die Wirkungen einzelner Besonderheiten auf das Ergebnis abgeschwächt.

Im Detail sind folgende Ziele der EU-BioDiv-Strategie KOM (2020, S.6) Grundlage der Untersuchung:

- „Gesetzlicher Schutz von mindestens 30 % der Landfläche und 30 % der Meeresgebiete der EU und Integration ökologischer Korridore als Teil eines echten transeuropäischen Naturschutznetzes“
- „strenger Schutz von mindestens einem Drittel der Schutzgebiete der EU, einschließlich aller verbleibenden Primär- und Urwälder der EU“¹
- „wirksame Bewirtschaftung aller Schutzgebiete, Festlegung klarer Erhaltungsziele und -maßnahmen und angemessene Überwachung dieser Gebiete“

Wie in der EU-BioDiv-Strategie weiter ausgeführt wird, wird es im „[...] Rahmen dieses Schwerpunkts auf einen strengen Schutz [...] von entscheidender Bedeutung sein, alle verbleibenden Primär- und Urwälder der EU zu bestimmen, zu erfassen, zu überwachen und streng zu schützen.“ In Fußnote 24 der Strategie wird weiterhin erläutert: „Ein strenger Schutz ist nicht unbedingt gleichbedeutend damit, dass das Gebiet für Menschen gesperrt ist, lässt aber natürliche Prozesse im Wesentlichen ungestört, um den ökologischen Erfordernissen der Gebiete gerecht zu werden.“ (KOM 2020, S. 4-6).

In Kapitel 2 erfolgt zunächst eine Abschätzung des Einschlagrückgangs in der EU. Es wird erwartet, dass sich eine Implementierung der EU-BioDiv-Strategie auf das Rohholzaufkommen in der EU auswirkt. Konkret wird daher in diesem Zusammenhang untersucht, wie sich i.) die Stilllegung (d. h. keine Rohholzproduktion) von 10 % der Waldfläche, ii.) der Verzicht auf Nutzung von Rohholz auf allen Standorten mit „old-growth forest“² und iii.) die Ausweisung einer Naturschutzgebietskulisse entsprechend der Bewirtschaftungsauflagen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH) auf 30 % der Waldfläche auf die Rohholzproduktion auswirken können.

¹ In der englischen Fassung der EU-BioDiv-Strategie KOM (2020, S.6) finden sich hierzu folgende Ausführungen: „2. Strictly protect at least a third of the EU’s protected areas, including all remaining EU primary and old-growth forests.“

² Dazu „old-growth forests“ keine EU-abgestimmte Definition vorliegt, wurde eine Altersgrenze von über 120 Jahren vorgeschlagen.

In Kapitel 3 wird die Quantifizierung der Verlagerungseffekte vorgenommen. Dazu wird die Wirkung einer reduzierten Rohholzproduktion auf globale Holzmärkte untersucht. Dies erfolgt mit Hilfe des Global Forest Products Model (GFPM). Es werden die globalen Holzströme in zwei Szenarien, dem Referenzszenario ohne und dem Szenario mit Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie berechnet. Aus der Differenz des Holzeinschlages der beiden Szenarioberechnungen werden in den einzelnen Ländern die Verlagerungseffekte abgeleitet.

In Kapitel 4 schließt eine Beurteilung der Auswirkungen der Verlagerungseffekte in Drittstaaten außerhalb der EU an. Eine Einschätzung zu den ökologischen Auswirkungen der Verlagerungseffekte wird anhand von Indikatoren vorgenommen. Mögliche abzudeckende Themenbereiche sind (i) Governance, (ii) Nachhaltige Waldbewirtschaftung, (iii) biologische Vielfalt, (iv) Waldzustand, (v) Entwaldungsdruck und (vi) sozio-ökonomische Aspekte.

Kapitel 5 schließt mit der Diskussion der Ergebnisse und im Anhang werden die Ergebnisse im Detail dargestellt.

2 Abschätzung des Einschlagrückgangs in der EU

Zur Abschätzung der Wirkung einer Implementierung der EU-BioDiv-Strategie auf das Rohholzaufkommen in der EU soll die Wirkung folgender Maßnahmen untersucht werden:

- i. 10 % Flächenanteil von Stilllegungsflächen im Wald,
- ii. Nutzungsverzicht auf die Rohholzproduktion auf allen Standorten mit „old-growth forest“ und
- iii. 30 % Flächenanteil einer Schutzgebietskulisse mit naturschutzfachlichen FFH-Bewirtschaftungsauflagen.

Da den Autorinnen und Autoren zur Waldstruktur und zum (potenziellen) Rohholzaufkommen in der künftigen Entwicklung sowie zu Art und Umfang der derzeitigen und beabsichtigten Implementierung von Naturschutzmaßnahmen in den EU-Mitgliedsländern kurzfristig keine Informationen vorlagen, erfolgte eine Abschätzung zur Wirkung einer Maßnahmenimplementierung auf das Rohholzaufkommen in der EU auf Basis einer Wirkungsabschätzung für Deutschland. Die relativen Veränderungsraten des inländischen Rohholzaufkommen bzw. des Einschlages wurden dann auf die anderen EU-Mitgliedsstaaten übertragen. Alternativ hätten die Auswirkungen nur durch sehr aufwändig und langwierig zu erhebenden und zu modellierenden länderspezifischen Daten der EU-27-Mitgliedsländer abgeschätzt werden können.

Als zentrale Datenquellen für die Abschätzungen der Einschlagsentwicklung nach dem aktuellen Waldnaturschutzniveau (Referenz) und nach einer Umsetzung der beschriebenen Naturschutzmaßnahmen für die EU-BioDiv-Strategie wurden die Ergebnisse der Bundeswaldinventur (BWI) 2012 zum Waldzustand sowie der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) des Basisszenario 2012 zum potenziellen Rohholzaufkommen verwendet. Das WEHAM-Basisszenario 2012 wurde von Bund und Ländern zusammen mit forstlichen Verbänden auf Grundlage der BWI 2012 entwickelt. Es soll die (damals) erwartete Waldbewirtschaftung widerspiegeln und bildet die damaligen ökonomischen und legislativen Rahmenbedingungen der Waldbewirtschaftung ab (Rock et al. 2016).^{3 4}

Die BWI 2012 weist von den 11.419.124 ha der deutschen Gesamtwaldfläche 10.887.990 ha als begehbaren Wald aus. Hiervon entfallen 260.477 ha auf Lücken und Blößen. Hieraus errechnet sich eine begehbare, bestockte Waldfläche von 10.627.513 ha nach BWI 2012. Da im WEHAM-Basisszenario 2012 der Flächenumfang der begehbaren Waldfläche sowie der (unbestockten) Lücken und Blößen in der zeitlichen Entwicklung als konstant unterstellt wird, wurde als Referenzwaldfläche für die eigenen Bewertungen ebenfalls die begehbare, bestockte Waldfläche in Höhe von 10.627.513 ha für den deutschen Wald unterstellt (BWI 2012; Rock et al. 2016; Johann Heinrich von Thünen-Institut 2012).

³ Die aktuellen Waldschäden durch Extremwetterlagen seit dem Jahr 2018 sind nicht berücksichtigt (siehe z. B. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2/26/2020).

⁴ Aus Zeitgründen wurde auf eine eigenständige Simulation der Waldentwicklung und des Einschlages mit dem Strugholtz-Englert-Modell (vgl. Rosenkranz and Seintsch 2015) verzichtet.

Während die Ergebnisse der BWI 2012 und des WEHAM-Basisszenario 2012 direkt als Referenz für eine Waldbewirtschaftung nach dem aktuellen Waldnaturschutzniveau übernommen wurden, wurden zu den drei Naturschutzmaßnahmen erst isoliert Einzelszenarien entwickelt. Diese wurden in ein Gesamtszenario für Deutschland zusammengeführt, welches die Grundlage für die Übertragung des deutschen Einschlagrückganges auf die EU-27 bildete. Zu jedem Szenario wurde ein Flächenwerk mit den betroffenen Flächen auf Basis der BWI 2012 berechnet. Hierauf aufbauend wurden Abschläge auf das potenzielle Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenarios 2012 bis zum Jahr 2052 abgeschätzt.⁵ Diese prozentualen Abschläge auf das potenzielle Rohholzaufkommen des Gesamtszenarios wurden auf Basis von FAO-Daten zum Rohholzaufkommen in der EU-27 angewendet. Hierbei wurden die FAO-Daten der EU-27-Mitgliedsländer im (historischen) Mehrjahresmittel 2015 – 2018 konstant in die Zukunft fortgeschrieben und mit den berechneten Abschlägen für Deutschland reduziert.

Mit diesem Ansatz soll somit in einer ersten Grobabschätzung die Frage beantwortet werden, welche Auswirkungen es auf das EU-Rohholzaufkommen hätte, wenn die deutschen Umsetzungsszenarien der Naturschutzmaßnahmen mit der gleichen Wirkungsintensität auch auf die anderen EU-Mitgliedsstaaten übertragen würden. Grundsätzlich ist jedoch zu betonen, dass diese Grobabschätzung Unsicherheiten und Einschränkungen unterliegt. Ein Hinweis auf eine einseitige Verzerrung der Hochrechnung liegt aber nicht vor.

2.1 10 %-Stilllegungsszenario für Deutschland

Nach der (deutschen) „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ (NBS) soll Wald mit „natürlicher Waldentwicklung“ bis 2020 einen Flächenanteil von 5 % der Waldfläche Deutschlands (bzw. 10 % der Wälder der öffentlichen Hand) haben (BMUB 2007, S. 31).⁶ Da eine konsensfähige Definition und Kriterien zu Wäldern mit natürlicher Waldentwicklung sowie eine Eröffnungsbilanz fehlten, wurde das Projekt „Natürliche Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NWE5)“ durchgeführt.⁷ Neben dem dauerhaften Ausschluss von direkten forstlichen Eingriffen oder Eingriffen aus Gründen des Naturschutzes auf den Waldflächen wurde als ein wesentliches Kriterium für NWE-Flächen ein dauerhafter Schutzstatus durch rechtsverbindliche Sicherstellung, wie z. B. durch hoheitliche Unterschutzstellung oder durch vertragliche oder dingliche Sicherung, als NWE-Definition des Forschungsprojektes vorgeschlagen (Engel et al. 2016, S. 46).

Wird dieses NWE-Kriterium auf die BWI 2012-Ergebnisse übertragen, weist die BWI als außerbetriebliche Ursachen für Waldflächen auf denen Holznutzung nicht zulässig oder nicht zu erwarten

⁵ Die letzte 5-Jahresperiode der Projektion des WEHAM-Basisszenario 2012 umfasst die Jahre 2048 bis 2052.

⁶ In engem Zusammenhang mit dem 5 %-Ziel für natürliche Waldentwicklung wurde auch das NBS-Ziel von 2 % Wildnisgebieten auf der Fläche Deutschlands diskutiert (BMUB 2007, S. 28). In Abhängigkeit von der (nichtdefinierten) Mindestgröße für Wildnisgebiet bestehen kleinere oder größere Schnittmengen mit der NWE-Gebietskulisse.

⁷ siehe <https://www.nw-fva.de/index.php?id=454> sowie laufendes Folgeprojekt „Natürliche Waldentwicklung in Deutschland – operationale und systematische Ergänzung der bestehenden Flächenkulisse (NWEos)“ unter <https://www.nw-fva.de/index.php?id=712>

ist 149.657 ha für Naturschutz und 28.046 ha für Schutzwald aus.⁸ Wird unterstellt, dass diese 177.703 ha Waldfläche nach NWE-Kriterien ausschließlich auf der begehbaren und bestockten Waldfläche von 10.627.513 ha (Referenzfläche) verortet sind, errechnet sich zum BWI-Stichtag 01.10.2012 ein Flächenanteil von 1,67 %. Zum Erreichen eines Flächenanteils von 10 % der deutschen Waldfläche wären demnach im Stilllegungsszenario weitere 885.048 ha bzw. 8,33 % aus der Rohholznutzung zu nehmen. Zur Verteilung der bestehenden und zusätzlichen NWE-Flächen würden gleiche Anteile über alle Holzartengruppen und Altersklassen unterstellt. Diese ausgewogene Verteilung auf alle Waldlebensraumtypen und Waldentwicklungsphasen erscheint aus naturschutzfachlicher Sicht für eine natürliche Waldentwicklung sachgerecht.⁹

Aufgrund dieser Annahme wurde das potenzielle Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenarios 2012 pauschal um 8,33 % reduziert. Durch Stilllegung produktiver Holzbodenfläche für das 10 %-Ziel reduziert sich das potenzielle Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenario 2012 im Mittel für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052 um insgesamt 6,39 Mio. m³/a, wovon 2,29 Mio. m³/a auf Laubbäume und 4,09 Mio. m³/a auf Nadelbäume entfällt.

2.2 Old-Growth Forests-Szenario für Deutschland

Obwohl die EU-BioDiv-Strategie den Schutz aller verbleibenden Primär- und Urwälder der EU als Ziel formuliert, gibt es keine EU-einheitliche Definition für diese, im englischen Sprachgebrauch als „old-growth forest“ bezeichneten Wälder (vgl. Wirth et al. 2009). Differenziert nach Holzartengruppen (HAG) wurden daher in das „old-growth forest“-Szenario jene Altersklassen der BWI 2012 einbezogen, welche über den üblichen Umtriebszeiten der HAG liegen. Bei der Festlegung der üblichen Umtriebszeiten wurden die Steuerungsparameter des WEHAM-Basisszenarios 2012 als Orientierung verwendet (Rock et al. 2016). Den „old-growth forests“ wurden bei der HAG Eiche Altersklassen von über 160 Jahren, bei der HAG Buche über 140 Jahren, bei der HAG Fichte über 100 Jahren und bei der HAG Kiefer über 120 Jahren zugeordnet. Nach diesen Annahmen würden 1.292.384 ha bzw. 12 % der begehbaren und bestockten Waldfläche als „old-growth forest“ für die Rohholzerzeugung nicht mehr zur Verfügung stehen. Hiervon entfielen 463.506 ha auf Laubwälder (bzw. 10 % der gesamten Laubbaumfläche) und 828.878 ha auf Nadelwälder (bzw. 14 % auf die gesamte Anbaufläche der Nadelbäume).

Da zum WEHAM-Basisszenario 2012 auch Auswertungen zum potenziellen Rohholzaufkommen der Holzartengruppen differenziert nach Altersklassen vorliegen, konnte der Anteil der den „old-growth forest“ zugeordneten Altersklassen am Rohholzaufkommen bestimmt werden. Für die WEHAM-Periode 2013 bis 2018 beläuft sich dieser Anteil für die Laubbäume auf 17,36 % und für die Nadelbäume auf 26,88 %. Werden diese Anteile auf die nachfolgenden WEHAM-Perioden über-

⁸ Bezogen auf die 10.887.990 ha der begehbaren Waldfläche.

⁹ Würde bspw. ausschließlich Altbestände in die NWE-Gebietskulisse gelegt, wären aufgrund der natürlichen Waldentwicklung zu späteren Zeitpunkten im großen Umfang Waldentwicklungsphasen mit einem geringen naturschutzfachlichen Wert zu erwarten, welche einen unzureichenden Beitrag zum Biodiversitätsschutz leisten würden.

tragen, reduziert sich das potenzielle Rohholzaufkommen des Basisszenario im Mittel für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052 um insgesamt 18,08 Mio. m³/a, wovon 4,79 Mio. m³/a auf Laubbäume und 13,28 Mio. m³/a auf Nadelbäume entfallen.¹⁰ Der Vergleich des Einschlagsrückgangs beim „old-growth forest“-Szenario zum 10 % Stilllegung-Szenario verdeutlicht, dass bei einer Unterschutzstellung von Altbeständen besonders hohe Opportunitäten zur Rohholzproduktion entstehen.

2.3 30 % FFH-Szenario für Deutschland

Ein zentrales Ziel der EU-BioDiv-Strategie ist, mindestens 30 % der EU-Landfläche unter gesetzlichen Schutz zu stellen (KOM 2020, S. 4-6). Wie bereits von Polley (2009) aufgezeigt wurde, unterliegen 67 % der deutschen Waldfläche einer oder mehreren naturschutzrechtlichen Schutzgebietskategorien, welche untereinander zahlreiche Flächenüberschneidungen aufweisen. Die deutschen Natura 2000-Gebiete vereinen Schutzgebiete nach der Vogelschutz- und der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie und haben einen Anteil von rund 24 % an der Gesamtwaldfläche (Polley 2009, S. 76). In 2019 standen 3.327.708 ha, dies entspricht 9,3 % der terrestrischen Landesfläche, nach Art. 4 Abs. 1 der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) als natürliche Habitats unter Schutz (BfN 2019a). Gemeinsam mit den nach Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) geschützten Gebieten entsteht so das Natura-2000-Gebiet, welches in Summe 15,5 % der terrestrischen Fläche Deutschlands umfasst. EU-weit liegt der Meldeanteil der Natura 2000-Gebiete bei ca. 18 % der Landfläche aller Mitgliedstaaten (BfN 2019b).

Von Wippel et al. (2013) wurde der Umsetzungsstand der FFH-Richtlinie im Wald in Deutschland erhoben und von Rosenkranz et al. (2014) die naturalen und ökonomischen Auswirkungen der FFH-Maßnahmenplanungen auf die Waldbewirtschaftung durch Fallstudienanalysen ermittelt. Damals waren rund 1,8 Mio. ha Wald in FFH-Gebieten gemeldet. Hiervon hatten 817.000 ha (bzw. 46 %) Waldlebensraumtypen (Wald-LRT) als Schutzobjekt. Die verbleibenden Waldflächen dienten dem Artenschutz oder als Füll- und Pufferflächen. Von den Wald-LRT hatten Buchenwald-LRT mit 585.967 ha den größten Anteil, gefolgt von Eichen-LRT mit 100.276 ha. Zum Erhalt oder der Wiederherstellung eines guten Erhaltungszustandes der Wald-LRT haben insbesondere folgende FFH-Maßnahmenplanungen einen Einfluss auf das Rohholzaufkommen: i.) Mindestflächenanteil von LRT-typischen Baumarten (u.U. Einschränkung der Baumartenwahl), ii.) Mindestflächenanteil von Altholzbeständen (u. U. Verlängerung der Umtriebszeit / Nutzungsaufschub), iii.) Erhalt von Alt- und Biotopbäumen (Nutzungsverzicht) sowie iv.) Erhalt von Totholz (Nutzungsverzicht).

Aufbauend auf diesem Kenntnisstand wurden von Rosenkranz and Seintsch (2015) die naturalen und ökonomischen Auswirkungen der Bewirtschaftungsauflagen für FFH-Wald-Lebensraumtypen für Naturschutzvorrangflächen im deutschen Wald modelliert. Die LRT-Waldfläche wurde dabei zu 69 % der Holzartengruppe (HAG) Buche, 21 % der HAG Eiche, 6 % der HAG Fichte und 5 % der HAG Kiefer zugeordnet.

¹⁰ Doppelzählungen zu den Flächen des Stilllegungsszenarios sind bei dieser isolierten Betrachtung des „old-growth forest“-Szenario noch unberücksichtigt.

Im FFH-Szenario wurden diese HAG-Anteile für die im Rahmen der EU-BioDiv-Strategie auszuweisenden Schutzgebietsfläche unterstellt. Da die Wald-LRT als Schutzobjekte aktiv (forstwirtschaftliche oder naturschutzfachliche Maßnahme) zu erhalten oder wiederherzustellen sind, wurde im FFH-Szenario angenommen, dass dies nicht gleichzeitig auf der 10 % Stilllegungsfläche für NWE und Schutzgebietsfläche für „old-growth forests“ möglich ist. Im Hinblick auf das Gesamtszenario wurden die 30 % Schutzgebietsfläche daher ausschließlich in Altersklassen gelegt, welche nicht bereits im Stilllegungs- oder „old-growth forest“-Szenario berücksichtigt waren.

Als Bewirtschaftungsauflagen in Wald-LRT wurden von Rosenkranz and Seintsch (2015) die eingeschränkte Baumartenwahl, punktuelle Nutzungsverzichte für dauerhafte Habitatbäume, der Erhalt eines definierten Totholzvorrates sowie eine Erhöhung der Produktionszeiten modelliert. Hierbei wurde ein 200-jähriges Einschlagsmittel in Wäldern mit Naturschutzvorrangfunktion von $6,3 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und im „normalen“ Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandard von $7,8 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$ berechnet (im Status quo). Orientiert an diesen Berechnungen wurde ein Abschlag von 19 % auf das Rohholzpotenzial des WEHAM-Basisszenarios 2012 für eine Waldbewirtschaftung nach den FFH-Auflagen unterstellt.

Aufgrund dieser Annahmen wird im FFH-Szenario eine Schutzgebietsfläche mit FFH-Bewirtschaftungsauflagen von 3.188.254 ha (30 % der Gesamtwaldfläche) unterstellt, wovon 2.859.482 ha auf Laubwälder (60 % der Gesamtwaldlaubfläche) und 328.772 ha auf Nadelwälder (6 % der Gesamtnadelwaldfläche) entfallen. Unter den FFH-Bewirtschaftungsauflagen reduziert sich das potenzielle Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenario 2012 im Mittel für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052 um insgesamt 0,99 Mio. m^3/a , wovon 0,19 Mio. m^3/a auf Laubholz und 0,80 Mio. m^3/a auf Nadelholz entfallen. Dies entspricht über alle HAG einen Einschlagrückgang von $0,31 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Hiermit liegen die Einschlagsverluste durch die FFH-Maßnahmenplanungen in einer vergleichbaren Größenordnung zu den Berechnungen von (Wippel et al. 2013, S. 14) für Buchen-LRT. Diese lagen im 200jährigen Mittel bei $0,4 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$ (arithmetisches Mittel) bzw. $0,33 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$ (Median). Bei Rosenkranz and Seintsch (2015) beläuft sich der Einschlagrückgang durch Bewirtschaftungsauflagen auf $1,5 \text{ m}^3/(\text{ha} \cdot \text{a})$ im langfristigen Mittel.

2.4 EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario für Deutschland

Die vorgestellten Einzelszenarien wurden im „EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario für Deutschland“ (DE BioDiv-Szenario) zusammengeführt. Hierfür wurden die Flächenüberscheidungen in den Altersklassen über der üblichen Umtriebszeit von Stilllegungs- und „old-growth forest“-Szenario herausgerechnet und die Abschläge auf das Rohholzpotenzial korrigiert. Im DE BioDiv-Szenario berechnet sich so eine Schutzgebietsfläche von 5.414.151 ha. Hiervon entfallen 3.749.363 ha auf Laubwälder und 1.664.788 ha auf Nadelwälder. Während auf 2.225.897 ha die Rohholzproduktion vollständig eingestellt wird (889.881 ha der Laubwälder und 1.336.015 ha der Nadelwälder) ist die Rohholzerzeugung auf 3.188.254 ha (2.859.482 ha der Laubwälder und 328.772 ha der Nadelwälder) unter FFH-Bewirtschaftungsauflagen weiter möglich. Aufgrund der pauschalen Ausweisung von Naturschutzflächen nach festen Anteilen im Stilllegungs- und FFH-Szenario errechnet sich im DE BioDiv-Szenario für Waldflächen ohne Schutzgebietsauflagen für die HAG Eiche in den Altersklassen 1 bis 40 Jahre und für die HAG Buche in den Altersklassen 101 bis

140 Jahre jeweils eine negative Flächenbilanz. Diese gleicht sich jedoch in Summe durch andere Altersklassen aus.

Die Umsetzung der drei Naturschutzmaßnahmen nach den Annahmen des Szenarios reduziert das potenzielle Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenario 2012 im Mittel für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052 um insgesamt 23,96 Mio. m³/a, wovon 6,88 Mio. m³/a auf Laubbäume und 17,07 Mio. m³/a auf Nadelbäume entfallen. Ausgehend vom Rohholzpotezial des WEHAM-Basisszenarios 2012 von 76,73 Mio. m³/a würde sich das inländische Rohholzaufkommen auf 52,77 Mio. m³/a reduzieren bzw. auf 69 % des Mittels für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052.

2.5 EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario

Diese oben beschriebenen Abschläge auf das potenzielle Rohholzaufkommen des „EU-Biodiversitätsstrategie-Gesamtszenario für Deutschland“ (EU-BioDiv-Szenario) wurden auf das historische Rohholzaufkommen der einzelnen EU-Mitgliedsländer für eine Projektion angewendet. Als Datenquelle hierfür diente die FAO-Datenbank zum inländischen Rohholzaufkommen der EU-Mitgliedsstaaten für die Jahre 2015 bis 2018. Nicht berücksichtigt in den Berechnungen zur Umsetzung der BioDiv-Strategie in der EU wurde das Vereinigte Königreich wegen des kürzlich erfolgten EU-Austritts (Brexit). Weiter wird in der globalen Holzmarktmodellierung die geteilte Insel Zypern dem Kontinent Asien zugerechnet, so dass auch Zypern in dieser Analyse nicht in der Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie berücksichtigt wurde. Malta ist ebenfalls nicht Teil der Analyse, da dieses Land nicht explizit mit dem „Global Forest Products Model (GFPM)“ modelliert wird. Die FAO-Daten lagen differenziert vor für i.) Wood fuel, coniferous, ii.) Wood fuel, non-coniferous, iii.) Industrial roundwood, coniferous und iv.) Industrial roundwood, non-coniferous.¹¹ Zur Projektion des Rohholzaufkommens der anderen EU-Mitgliedsländer wurde aus den historischen Daten 2015 bis 2018 ein Mehrjahresmittel zum gesamten inländischen Rohholzaufkommen gebildet. Auf dieses wurden die im vorhergehenden Abschnitt berechneten Reduktionsfaktoren auf das WEHAM-Basisszenario 2012 im DE BioDiv-Szenario für die Jahre 2020 (69,1 %), 2030 (68,8 %), 2040 (68,6 %) und 2050 (68,5 %) angewendet. Diese deutschen Reduktionsfaktoren auf das Gesamtrohholzaufkommen wurden in der Projektion mit den länderspezifischen Anteilen des historischen Mehrjahresmittels auf die einzelnen Sortimenten aufgeteilt.

Ausgehend von einem Gesamt-Rohholzaufkommen der EU-27 im Mehrjahresmittel 2015 – 2018 von 473,40 Mio. m³ würde sich das Rohholzaufkommen im Jahr 2050 nach Maßnahmenimplementierung für die EU-BioDiv-Strategie um 149,18 Mio. m³ auf 324,22 Mio. m³ reduzieren. Im Jahr 2050 würde sich das Gesamtrohholzaufkommen mit 24,14 Mio. m³ (7 %) auf Nadelbrennholz (wood fuel, coniferous), 56,50 Mio. m³ (17 %) auf Laubbrennholz (Wood fuel, non-coniferous), 189,95 Mio. m³ (59 %) auf industrielles Nadelrundholz (industrial roundwood, coniferous) und 53,62 Mio. m³ (17 %) industrielles Laubrundholz (industrial roundwood, non-coniferous) verteilen.

¹¹ Beim „Industrial roundwood“ ist zu beachten, dass es sich nach internationaler Definition hierbei um sämtliches stoffliche genutztes Rohholz und nicht das deutsche „Industrieholz“ handelt.

3 Quantifizierung der Verlagerungseffekte

Aufbauend auf den in Kapitel 2 errechneten Ergebnissen zur Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie werden im Folgenden mögliche Auswirkungen auf die forstbasierte Wirtschaft sowohl in der EU als auch in anderen Ländern der Welt aufgezeigt. Dabei kann es bei der Implementierung der KOM-Vorschläge zu Verlagerungen der globalen Produktion von Rohholz und Holzprodukten sowie des internationalen Holzhandels kommen. Der Schutz der Wälder in einem Land könnte so den Wald-erhalt in anderen Ländern beeinflussen, da die Märkte für Holz und holzbasierte Produkte interna-tional stark miteinander verflochten sind (Dieter and Englert 2007; Gan and McCarl 2007).

Ziel der nachfolgenden Analyse ist daher die quantitative Abschätzung möglicher Verlagerungsef-fekte und damit deren Wirkung auf die Rohholzproduktion außerhalb der EU. Die Messung von Verlagerungseffekten mittels allgemeiner Gleichgewichtsmodellierung (Gan and McCarl 2007) o-der partieller Holzmarktmodellierung ist ein bewährter methodischer Ansatz für diese Art der Ana-lyse (Kallio et al. 2006). Mit Hilfe von dynamisch mathematischen Simulationsmodellen wird es möglich, auf globaler Ebene länder- und produktspezifische Marktentwicklungen simultan und über mehrere Perioden abzubilden, die in ihrer Komplexität andernfalls schwer zu durchdringen sind. Das Global Forest Products Model (GFPM, Buongiorno 2003) hat sich dabei in der Vergangen-heit als ein solches Instrument zur Politikfolgen- oder Szenarienabschätzung bewährt (Buongiorno 2015; Nepal et al. 2012; van Kooten and Johnston 2014; Schier et al. 2018). Das GFPM ist ein parti-elles und dynamisches Gleichgewichtsmodell, das Produktion, Handel und Verbrauch von Holz und holzbasierten Produkten verschiedener Verarbeitungsstufen in 180 Ländern der Erde simu-liert. Die Modellstruktur unterscheidet Roh-, Zwischen- und Endprodukte. Durch die Simulation verschiedener Szenarien kann der Einfluss verschiedener exogener Markteinflüsse auf die Produk-tion und den Verbrauch von Holz und Holzprodukten analysiert werden. Das GFPM wurde auch bereits vielfach als methodischer Ansatz verwendet, um mögliche Auswirkungen von Handelsbar-rieren (Johnston and Buongiorno 2017; Turner et al. 2008), Zahlungen zur Kompensation von Treib-hausgasemissionen (Johnston and van Kooten 2016; Buongiorno and Zhu 2013), oder Auswirkun-gen des internationalen Handels mit Holz und Holzprodukten auf die globale Wohlfahrt (Buongiorno et al. 2017) zu untersuchen.

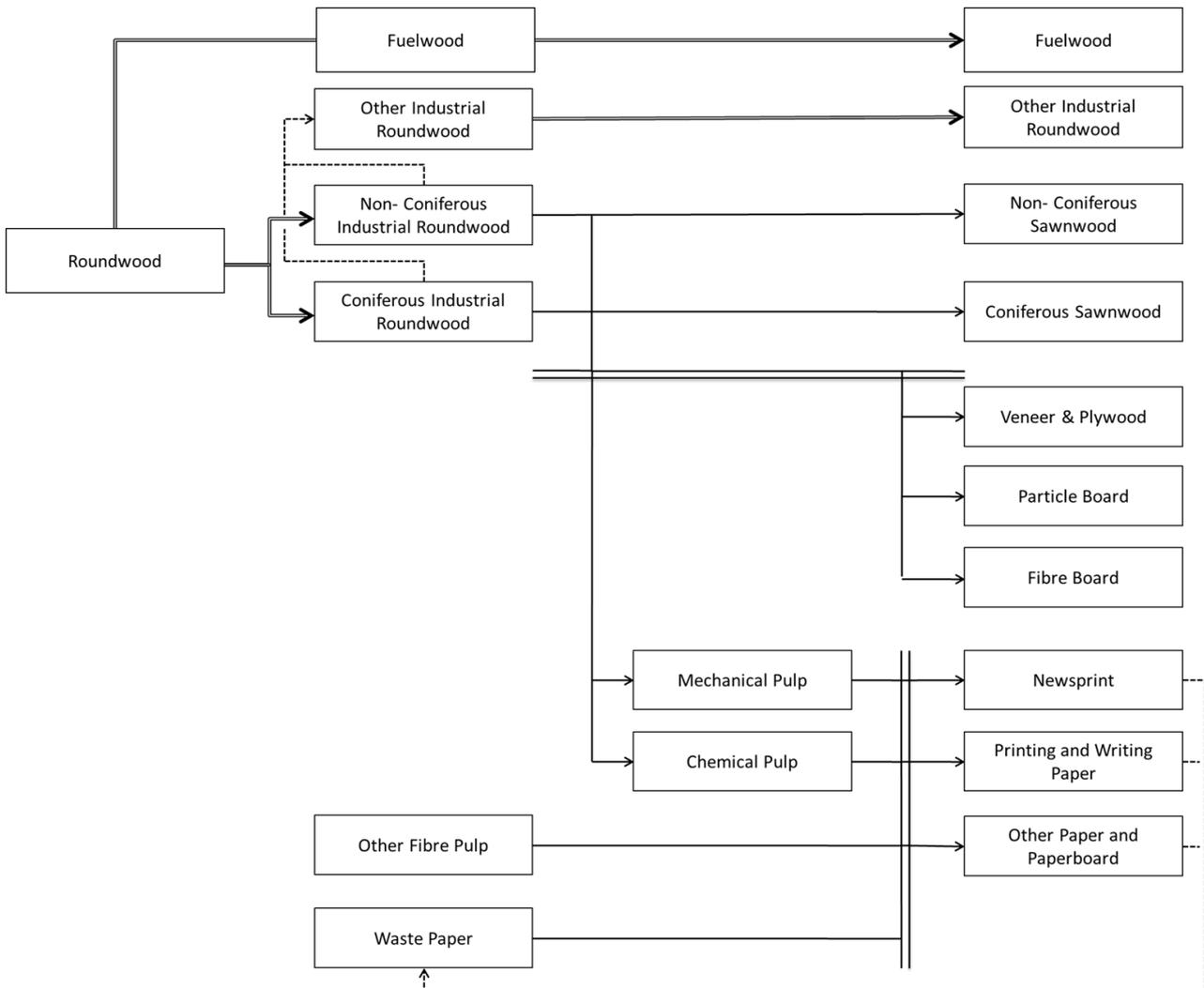
3.1 Vorgehen und Methodik

Zur Untersuchung der Maßnahmen zur Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie werden zwei alterna-tive Szenarien mit dem GFPM gerechnet und miteinander verglichen. In einem ersten Szenario wird, basierend auf allgemeinen sozioökonomischen Parametern, die Entwicklung des globalen Holzmarktes ohne eine mögliche Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie errechnet. Diese Simulation dient als Referenzszenario. Das zweite Szenario berücksichtigt alle in Kapitel 2 berechneten Maß-nahmen und Vorgaben zur Begrenzung der Rohholzproduktion in der EU, wie sie aus der Umset-zung der EU-BioDiv-Strategie resultieren könnten. Aus der Differenz der beiden Szenarien werden mögliche Verlagerungseffekte quantifiziert.

Für dieses Vorhaben wird eine erweiterte Version des GFPM verwendet. In dieser Modellversion wird industrielles Rohholz in Laub- und Nadelholz für die stoffliche Nutzung sowie Schnittholz in

Laub- und Nadelholz unterschieden und als neue Produkte unterschieden (Schier and Weimar 2018; Schier et al. 2018). Damit simuliert das GFPM Produktion und Handel für insgesamt 16 Produkte (Abbildung 1).

Abbildung 1: Produktstruktur im GFPM



Quelle: Schier et al. (2018)

Diese Änderungen kamen bereits bei der Umsetzung des WEHAM-Szenarien Projektes erfolgreich zum Einsatz (Schier and Weimar 2018). Damit kann die Entwicklung des Rohholzaufkommens von Laub- und Nadelholz separat modelliert werden. Weiter erlauben die Änderungen der dem Modell zugrundeliegenden Datenstruktur und Kalibrierung, dass Holzwerkstoffe sowie Holz- und Zellstoff aus einem Mix aus Laub- und Nadelrohholz hergestellt werden. Damit ist eine differenziertere Abbildung der Holzmarktentwicklung in den Szenarien möglich.

Die Eingangsdaten für das GFPM werden aus drei globalen Datenbanken bezogen: Der Forststatistik der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO 2020a), der Datenbank des Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA, FAO 2010) und der Datenbank der Weltbank (World Bank 2020a). Die Simulationen des Referenzszenarios und des EU-BioDiv-

Szenarios bauen auf der für das WEHAM-Szenarien Projekt erstellten Modellstruktur auf. Das Basis- und Startjahr der Simulationen ist das Jahr 2012.

Für die Simulation im Modell GFPM wurden Verhaltensparameter und Steuergrößen wie folgt angepasst:

- Die Preis- und Einkommenselastizität für Schnittholz sind durch die in Morland et al. (2018) geschätzten Preis- und Einkommenselastizitäten der Nachfrage nach Laub- und Nadelholz ersetzt worden.
- Für Deutschland wurden auf Basis der Arbeiten zur Entwicklung der Produktionskapazitäten und Holzrohstoffnutzung in der Holzwerkstoff- sowie der Holz- und Zellstoffindustrie (Döring et al. 2017a, 2017b) die Laub- und Nadelholzanteile im Rohstoffmix berechnet.

Einer der wichtigsten Parameter für die Entwicklung des GFPM ist das GDP (gross domestic product bzw. BIP, Bruttoinlandsprodukt). Dieses wird als gesamtwirtschaftliches Einkommen interpretiert. Erhöht sich nun dieses Einkommen steigt potenziell auch die Nachfrage nach Holzprodukten. Diese erhöhte Nachfrage wird dann modellintern durch das Angebot bzw. die Preisbildungsmechanismen begrenzt, sodass für jede Simulationsperiode ein eigenes Gleichgewicht entsteht. Die Annahmen über zukünftige Entwicklungen des BIP (bzw. des Bevölkerungswachstums für die Berechnung des Pro-Kopf-Einkommens) basieren auf dem IPCC-A1 Szenario (Nakicenovic et al. 2000). Dieses Szenario beschreibt eine Welt des dynamischen, ökonomischen Wachstums, effizienter Technologieentwicklungen und sich verringernde Unterschiede in der globalen Verteilung des Pro-Kopf-Einkommens. Weitere globale, exogene Modell- und Verhaltensparameter wurden aus der Basisversion des GFPM (Buongiorno 2003, Version 2016/03/01) verwendet, dazu gehören die Entwicklung der Waldflächen und der Bestockung (welche ursprünglich auf FAO 2010 beruhen) sowie des technologischen Fortschritts.

Ab dem Jahr 2020 stehen für die Simulation die in Kapitel 2 beschriebenen Rohholzmengen als exogene Vorgabe zur Verfügung. Für die Berechnung des EU-BioDiv-Szenarios mit dem GFPM wird daher der Rückgang der Rohholzproduktion in den EU-Ländern bis 2020 umgesetzt und mit diesen Vorgaben bis zum Jahr 2050 simuliert. Für das Referenzszenario werden keine spezifischen Restriktionen der Rohholzproduktion für Deutschland oder die EU angenommen.

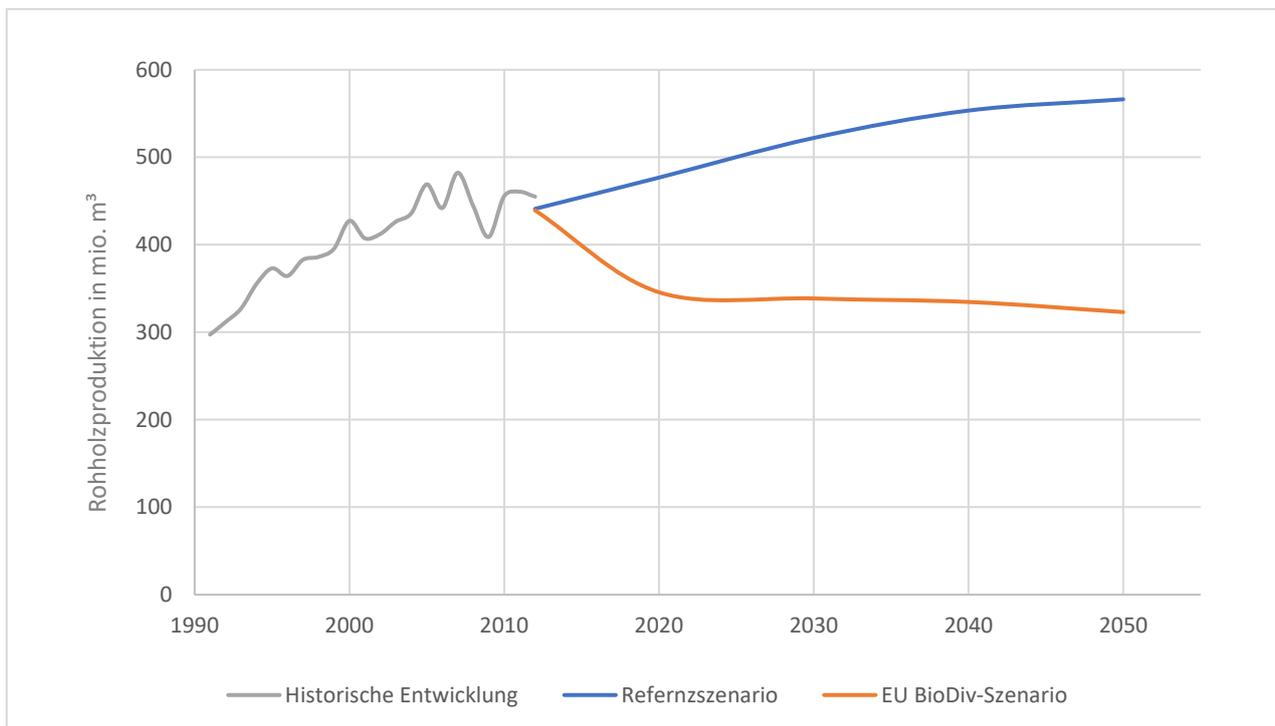
Die nachfolgende Ergebnisdarstellung vergleicht die beiden Szenarien und zeigt die Differenz in der Rohholzproduktion einzelner Länder für das Jahr 2050. Daraus lässt sich ableiten, in welchen Ländern, bei Verringerung der EU-Rohholzproduktion, die Produktion von Rohholz zunimmt. Nebeneffekte bei weiteren Holzprodukten aus dem Vergleich der Szenarien werden nur in Ansätzen dargestellt.

3.2 Ergebnisse der Holzmarktmodellierung

In der Basisperiode wird durch die Holzaufkommensmodellierung eine um rund 31 % geringe Rohholzproduktion, als durch FAOSTAT berichtet, ausgegeben. Im Jahr 2050 ergibt sich aus der Simu-

lation der Holzmarktmodellierung für das Referenzszenario eine projizierte Gesamtrohholzproduktion der EU-27 Länder von 576 Mio. m³. Im EU-BioDiv-Szenario ergibt sich nach konstanter Fortschreibung der verfügbaren Rohholzmenge nach Maßnahmenimplementierung eine Gesamtrohholzproduktion von 332 Mio. m³ im Jahr 2050. Davon werden 80 Mio. m³ energetisch als Brennholz genutzt, 190 Mio. m³ werden als Nadelrohholz und 53 Mio. m³ als Laubrohholz stofflich genutzt. Somit liegen die gesamten jährlichen Rohholzentnahmen in der EU-27 im Jahr 2050 um 42 % (-244 Millionen m³) niedriger als im projizierten Referenzszenario. Die um 42 % geringeren Rohholzentnahmen im EU-BioDiv-Szenario sind als ein projiziertes Entnahmedefizit im Vergleich zum Referenzszenario im Jahr 2050 zu verstehen. Zusätzlich ergibt sich ein Entnahmedefizit von drei Millionen Kubikmeter in einigen wenigen Ländern außerhalb der EU im Vergleich zum Referenzszenario, womit sich aus dem EU-BioDiv-Szenario globale Verlagerungseffekte in Höhe von insgesamt 247 Mio. m³ ergeben. Dabei werden 73 % (bzw. 181 Millionen m³) dieses Einschlagsrückgangs durch eine erhöhte Produktion in anderen Ländern der Welt kompensiert. Die verbleibenden 66 Millionen m³ werden global nicht mehr produziert und nachgefragt und ggf. durch andere, nicht holzbaasierte Produkte substituiert. Abbildung 2 zeigt die Auswirkung der im EU-BioDiv-Szenario berücksichtigten Einzelmaßnahmen auf die Rohholzproduktion in der EU im Vergleich zum Referenzszenario Naturschutzmaßnahmen.

Abbildung 2: Simulation der Rohholzproduktion in der EU im Referenzszenario und im EU-BioDiv-Szenario



Quelle: Eigene Berechnungen

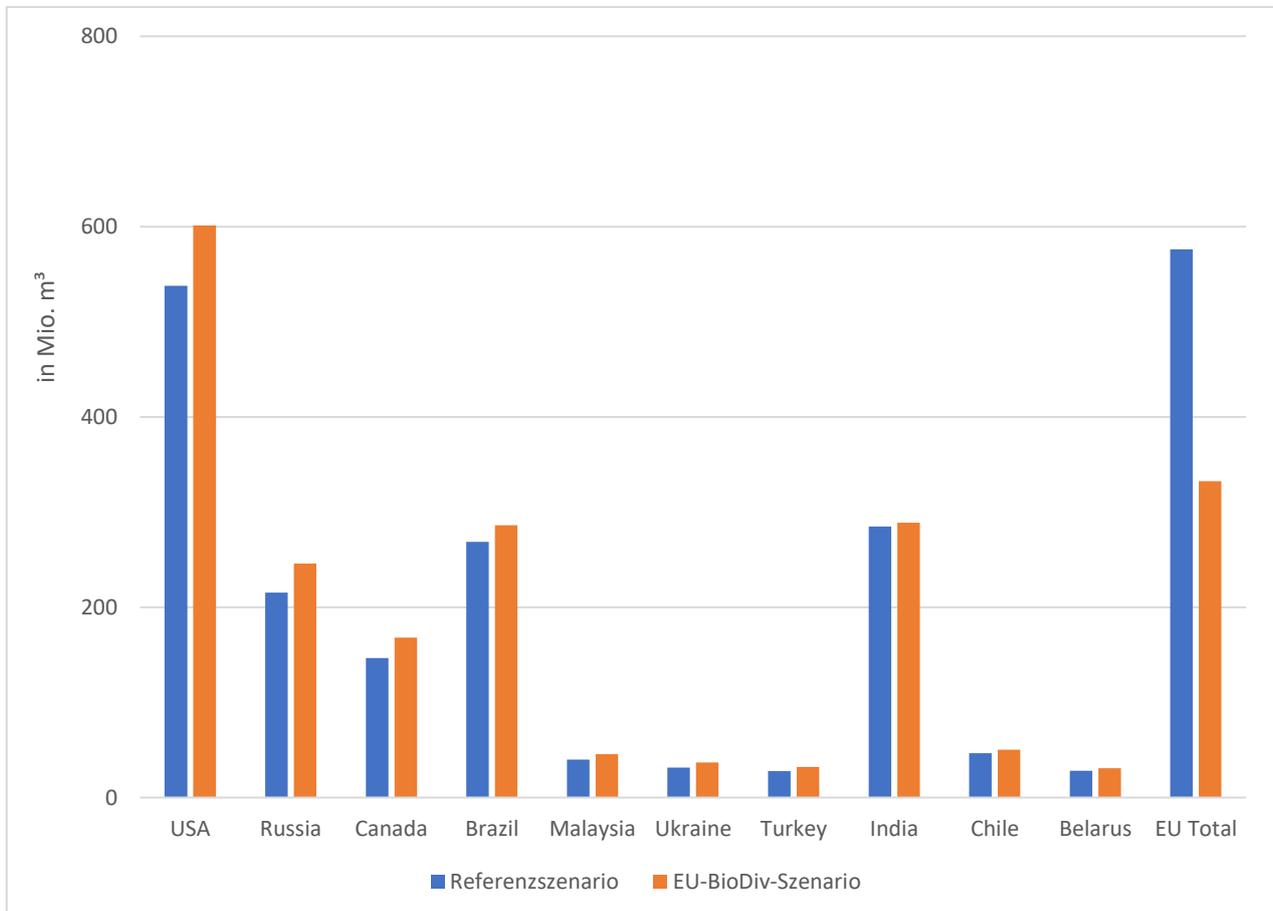
Die in der EU-27 verringerte Rohholzproduktion wird bis 2050 vor allem durch die erhöhte Produktion von Rohholz in den USA abgefangen (hierhin verschieben sich 26 % des Entnahmedefizits). Aber auch in Russland (hierhin verschieben sich 12 % des Entnahmedefizits), Kanada (hierhin ver-

schieben sich 9 % des Entnahmedefizits) und Brasilien (hierhin verschieben sich 8 % des Entnahmedefizits) erhöht sich im Vergleich zum Referenzszenario die Rohholzproduktion. Die Ergebnisse zeigen, dass mengenmäßig ein Großteil (61 % oder 151 Mio. m³) der Veränderung der Rohholzproduktion in Drittstaaten der nördlichen Hemisphäre erfolgt.

Die Produktion von Nadelholz für die stoffliche Holznutzung verlagert sich vor allem in die USA (39 % der verringerten Nadelholzproduktion in der EU verschieben sich hierher), Russland (16 %) und Kanada (14 %) während sich die Produktionsänderung von stofflich genutztem Laubholz hauptsächlich nach Brasilien (19 %), Russland (10 %) und Malaysia (8 %) verschiebt. Allerdings zeigt sich, dass im Laubholzsegment ca. 39 % des Entnahmedefizits nicht mehr konsumiert und ggf. durch Produkte aus anderen Rohstoffen substituiert wird. Dieser Anteil ist damit deutlich höher als im Nadelholzsegment, hier liegt er bei 11 %.

Noch stärker wirkt sich der Konsumverzicht im Brennholzsektor aus. Hier werden ca. 67 % des in der EU nicht mehr produzierten Brennholzes nicht durch die Verlagerung der Produktion von Brennholz in Drittstaaten kompensiert, sondern durch eine Verringerung des globalen Konsums. Ein Grund hierfür könnte sein, dass der Preis für Brennholz im EU-BioDiv-Szenario um 38 % höher liegt als im Referenzszenario. Bei einem vergleichsweise hohen Brennholzpreis ist es daher möglich, dass Konsumenten auf andere (konventionellere) Energieträger umschwenken (Glasenapp et al. 2019).

Abbildung 3: Rohholzproduktion der Länder mit den größten Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050



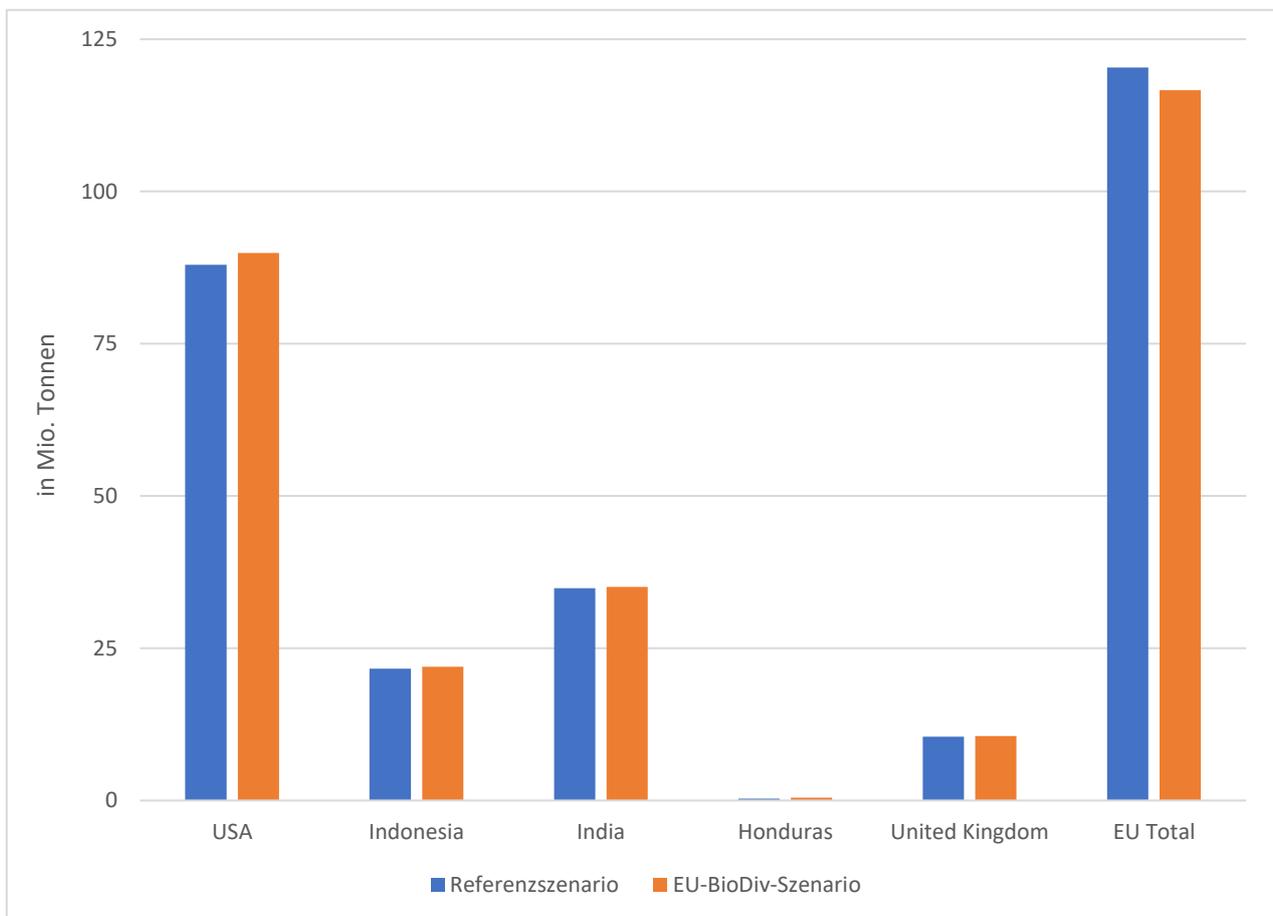
Quelle: Eigene Berechnungen

Bei den weiterverarbeiteten Holzprodukten zeigt sich, dass die Produktion von Papier und Pappe kaum durch eine mögliche Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie beeinflusst wird. Die Produktion des Papiersektors innerhalb der EU sinkt hier nur um 3 % von 120 Mio. Tonnen auf 117 Mio. Tonnen, der Konsum sogar nur um 1 % auf 97 Mio. Tonnen. Dies wird durch einen Rückgang des Exports von Papierprodukten aus der EU in Drittstaaten möglich. Global liegt im Jahr 2050 die Produktionsmenge des Papiersektors im EU-BioDiv-Szenario 1 % unter jener des Referenzszenarios. Jedoch zeigen sich innerhalb des Sektors Verschiebungen in den Produktionsmengen einzelner Länder. Neben den EU-Staaten produzieren auch Drittstaaten wie Russland (-21 %), Japan (-4 %), Kanada (-16 %), Thailand (-4 %) und Brasilien (-3 %) weniger Papierprodukte unter dem EU-BioDiv-Szenario. Dieser Produktionsrückgang wird jedoch von anderen Drittstaaten kompensiert (siehe Abbildung 4), so dass es in Summe bei den Papierprodukten nur sehr geringfügige Nebenwirkungen gibt.

Anders verhält es sich allerdings für die Produktion von Schnittholz und Platten. Hier ist insgesamt im EU-BioDiv-Szenario eine um 31 % geringere europäische Produktion (270 Mio. m³) im Vergleich zum projizierten Referenzszenario (392 Mio. m³) zu beobachten. Gleichzeitig sinkt der Konsum bei diesen beiden Produktgruppen insgesamt nur um 4 % auf 317 Mio. m³. Dies liegt hauptsächlich an

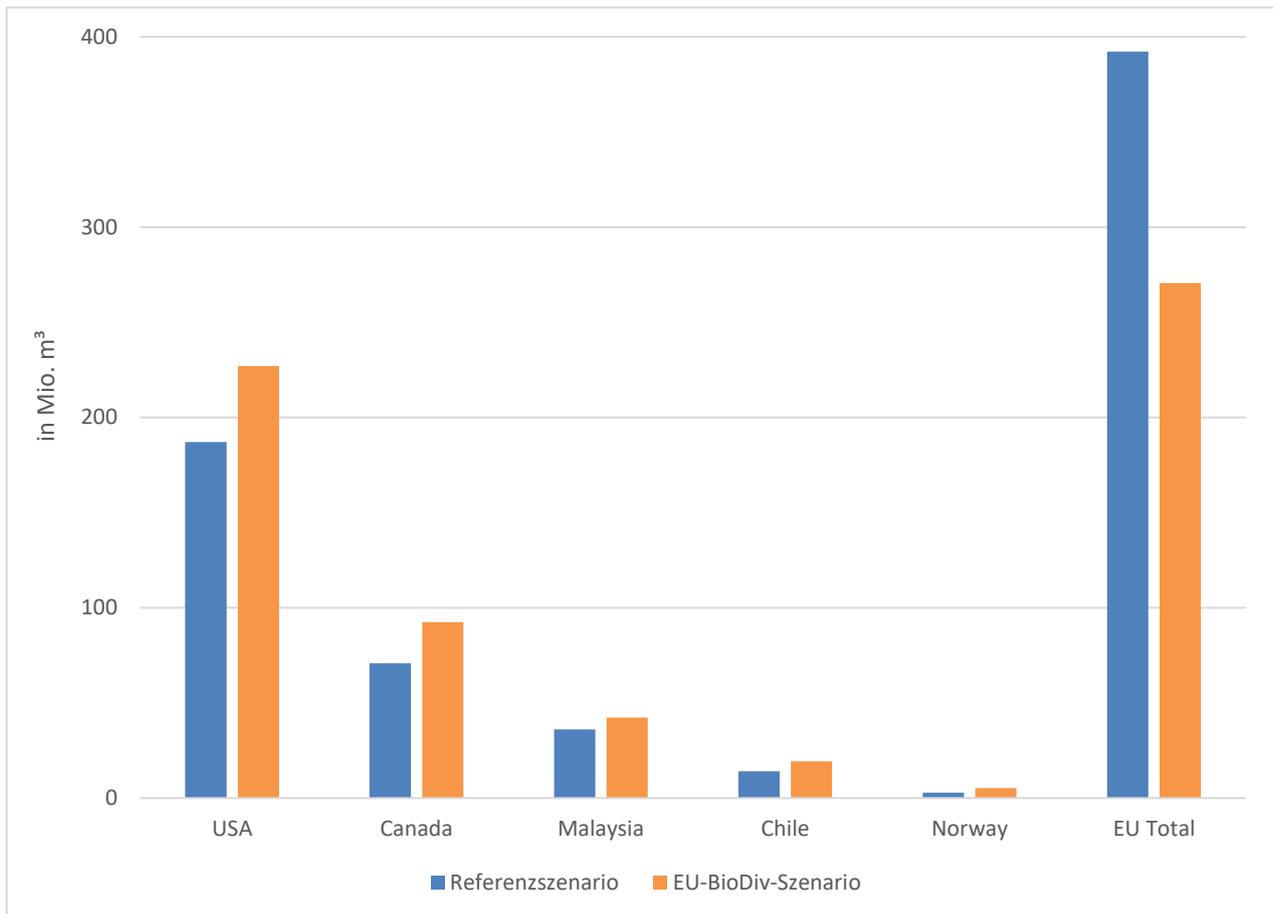
den stark sinkenden Exporten, während die Importe zunehmen. Global ist die Produktion von Schnittholz und Holzwerkstoffen um 8 % geringer, wodurch die Diskrepanz zwischen einer deutlich verringerten Produktion bei nur leicht geringerem Konsum von Schnittholz und Platten in der EU zu einer Verlagerung der Produktion in Drittstaaten führt. Abbildung 5 zeigt, dass sich diese Verlagerung hauptsächlich auf die USA (hierhin verschieben sich 32 % des Produktionsdefizits), Kanada (17 %) und Malaysia (5 %) verteilt.

Abbildung 4: Produktion von Papier und Pappe der Länder mit den größten positiven Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050



Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 5: Schnittholz- und Holzwerkstoffproduktion der Länder mit den größten Veränderungen sowie die EU: Referenzszenario (blau), EU-BioDiv-Szenario (orange) im Jahr 2050



Quelle: Eigene Berechnungen

4 Auswirkungen der Verlagerungseffekte in Drittstaaten außerhalb der EU

4.1 Einleitung

In Kapitel 3 wurde gezeigt, dass eine verminderte Rohholzproduktion in der EU zu einer erhöhten Rohholzproduktion in Drittstaaten führt. Durch erhöhten Rohholzeinschlag in Ländern außerhalb der EU besteht die Gefahr von ökologischen und sozioökonomischen Verlagerungseffekten („Leakage“) in Drittstaaten. Dies kann Auswirkungen u. a. auf die biologische Vielfalt in Gebieten mit weltweit wichtigen Biodiversitäts-Hotspots haben. Es gilt daher, Risiken abzuschätzen, die mit einer verstärkten Holznutzung in Ländern außerhalb der EU einhergehen können. Diese Risiken können mit den entsprechenden Bedingungen innerhalb der EU verglichen werden. Als Risiken werden hier negative Auswirkungen bezeichnet. Holznutzung in anderen Ländern kann auch Chancen beinhalten. Diese werden im Folgenden ebenfalls dargestellt.

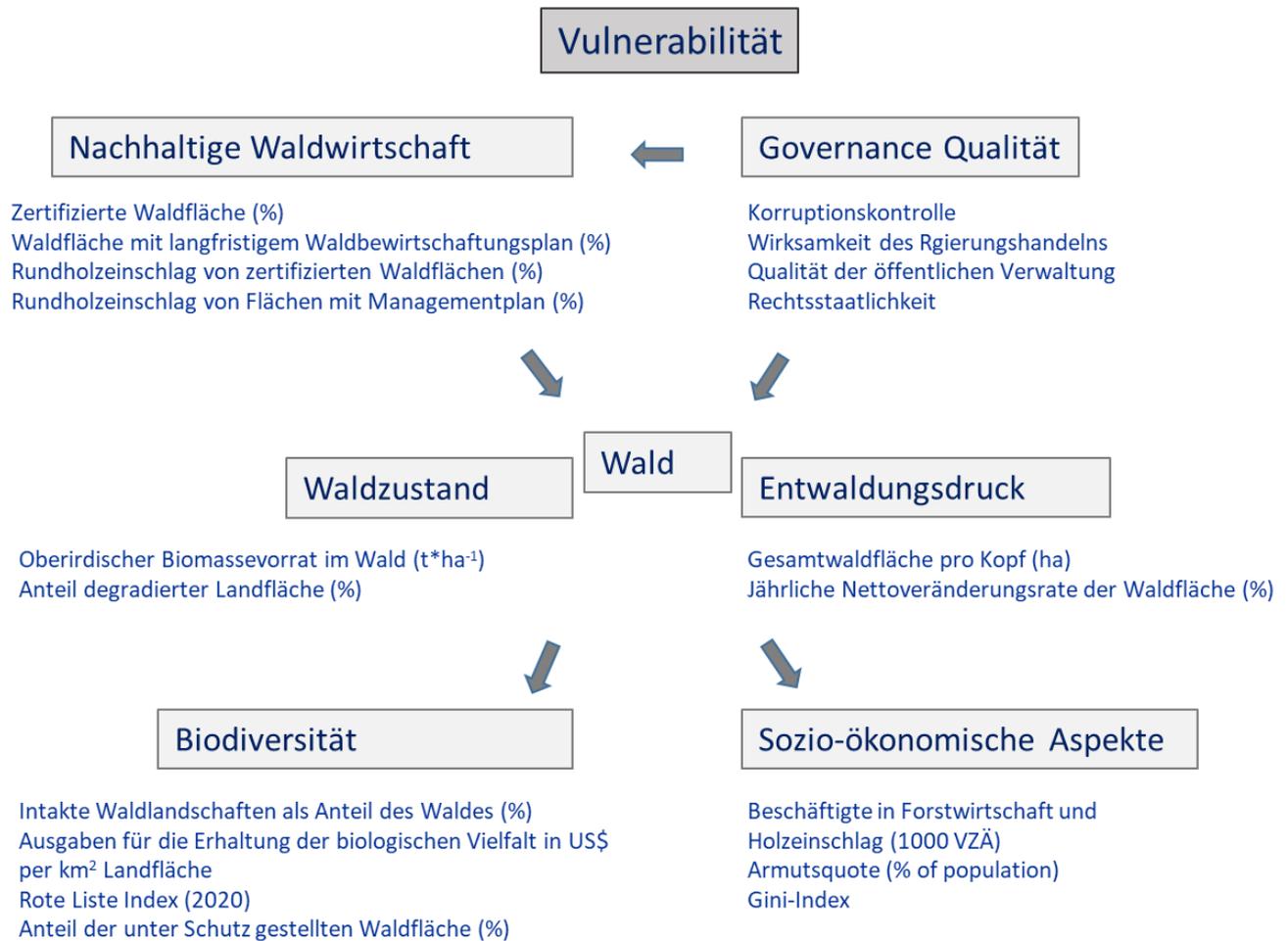
Das Ziel dieses Kapitels ist es, die Vulnerabilität in Bezug auf verschiedene Indikatoren in jenen Ländern außerhalb der EU abzuschätzen, in denen aufgrund des verstärkten Waldnaturschutzes innerhalb der EU ein erhöhter Holzeinschlag erwartet werden kann.

4.2 Wirkungsmechanismen

Bei einer Risikoabschätzung (R) pro Land müssen sowohl die potentielle Gefährdung (G) bezogen auf Verlagerung als auch die Vulnerabilität (V) berücksichtigt werden. Der Begriff "Vulnerabilität" beschreibt die Bedingungen einer gefährdeten Gesellschaft, in diesem Fall eines Landes, das eine Verlagerung erlebt, die auch die Auswirkungen der potenziellen Gefahr in Form von Verlusten und Störungen bestimmen (Birkmann 2011). Da das Risiko im Allgemeinen als das Produkt aus der Wahrscheinlichkeit einer Gefahr und ihren Folgen definiert wird, kann das Risiko als eine Funktion des Gefahrenereignisses und der Vulnerabilität der Elemente, die der Gefahr ausgesetzt sind, betrachtet werden (Birkmann 2011).

Die potentielle Gefahr von Leakage-Effekten ist insgesamt umso größer je mehr Holz in einem anderen Land zusätzlich produziert werden muss, um eine geringere Holzproduktion in der EU auszugleichen. Sie wird daher durch die zusätzlichen Einschlagsmengen quantifiziert. Die Vulnerabilität kann anhand verschiedener Indikatoren pro Land für verschiedene Bereiche abgebildet werden (siehe Abbildung 6). Die Abschätzung der Vulnerabilität erfolgt anhand von Indikatoren zur nachhaltigen Waldwirtschaft, zu Governance Qualität, zu Waldzustand und Entwaldungsdruck sowie zur biologischen Vielfalt und Sozioökonomie. Dabei wird davon ausgegangen, dass nachhaltige Waldwirtschaft und Governance Rahmenbedingungen darstellen, die sich auf den Wald auswirken, und zwar auf den Waldzustand einerseits, sowie in einigen Regionen der Welt auf die Entwaldung andererseits. Waldzustand und Waldflächenveränderung haben Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die Sozioökonomie. Um eine abschließende Risikoabschätzung (R) vorzunehmen, werden die Werte einzelner oder gruppierter Vulnerabilitäts-Indikatoren (V) mit den zusätzlichen Einschlagsmengen in den Ländern (G) außerhalb der EU gewichtet ($R=V*G$).

Abbildung 6: Darstellung der zu Grunde gelegten Wirkungsmechanismen als Grundlage für die Auswahl relevanter Themenbereiche (grau) und Einzelindikatoren (blau) zur Abbildung von Vulnerabilität



Quelle: Eigene Darstellung, Beschreibung der Indikatoren, siehe Tabelle 1 und Anhang.

4.3 Methode

Zahlen zu einzelnen Indikatoren sind v. a. durch das Forest Resources Assessment (FRA) der FAO und die Nachhaltigkeitsindikatoren der UN (Sustainable Development Indicators) verfügbar (Tabelle 1, Anhang). Die Indikatoren werden für jene 37 Länder außerhalb der EU dargestellt, die mindestens 0,1 % der Einschlagsreduktion innerhalb der EU durch Mehreinschlag kompensieren (Anhang 3). Die Indikatoren dieser Drittstaaten wurden mit den Mittelwerten der Indikatoren für die 27 EU Länder verglichen. Die Indikatoren wurden inhaltlich zu Themenbereichen gruppiert. Die detaillierte Beschreibung und Interpretation der Einzelindikatoren beschreibt Anhang 4.

Tabelle 1: Verwendete Einzelindikatoren

| Governance Qualität | Quelle | Wirkung auf Governance | Verwendung |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Korruptionskontrolle (2018) | (Kaufmann et al. 2010) | positiv | aggregiert (Gov.) |
| Wirksamkeit des Regierungshandelns oder Effektivität des Staates (2018) | (Kaufmann et al. 2010) | positiv | aggregiert (Gov.) |
| Regulatorische Qualität oder Qualität der öffentlichen Verwaltung (2018) | (Kaufmann et al. 2010) | positiv | aggregiert (Gov.) |
| Rechtsstaatlichkeit (2018) | (Kaufmann et al. 2010) | positiv | aggregiert (Gov.) |
| Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM) | | Wirkung auf SFM | |
| Anteil der zertifizierten Waldflächen | (FAO 2020b) | positiv | aggregiert (SFM) |
| Anteil der Waldfläche mit langfristigem Waldbewirtschaftungsplan (%) | (FAO 2020b) | positiv | aggregiert (SFM) |
| Anteil des Rundholzeinschlags, der von zertifizierten Waldflächen bereitgestellt werden kann (%) | (FAO 2020b) | positiv | aggregiert (SFM) |
| Anteil des Rundholzeinschlags, der von Flächen mit langfristigem Management Plan bereitgestellt werden kann (%) | (FAO 2020b) | positiv | aggregiert (SFM) |
| Waldzustand | | Wirkung auf Waldzustand | |
| Oberirdischer Biomassevorrat im Wald (t/ha) (2016) | (FAO 2020b) | positiv | Einzelindikator |
| Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtlandfläche (%) | (United Nations Statistics Division 2020) | negativ | Einzelindikator |
| Entwaldungsdruck | | Wirkung auf Entwaldungsdruck | |
| Gesamtwaldfläche pro Kopf (ha) | (FAO 2020b; United Nations Statistics Division 2020) | negativ | Einzelindikator |
| Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche (%) (2015-2020) | (FAO 2020b) | negativ | Einzelindikator |
| Erhaltung der Biodiversität | | Wirkung auf Biodiversität | |
| Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes (%) | (World Resources Institute 2020; Potapov et al. 2017) | positiv | Einzelindikator |
| Rote Liste Index (2020) | (United Nations Statistics Division 2020) | positiv | Einzelindikator |
| Ausgaben für die Erhaltung der biologischen Vielfalt in US\$ pro km ² Landfläche | (Waldron et al. 2013) | positiv | aggregiert (Schutzmaßnahmen) |
| Anteil der unter Schutz gestellten Waldflächen (%) | (FAO 2020b) | positiv | aggregiert (Schutzmaßnahmen) |
| Sozioökonomische Aspekte | | Wirkung auf Sozioökonomie | |
| Beschäftigung in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag (1000 VZÄ) 2015 | (FAO 2020a) | positiv | Einzelindikator |
| Armutquote bei 1,90 USD pro Tag (PPP 2011) (% der Bevölkerung) im letzten verfügbaren Jahr | (World Bank 2020b) | negativ | aggregiert (Armut und Ungleichheit) |
| Gini-Index (Schätzung der Weltbank) letztes verfügbares Jahr (vorwiegend 2016/17) | (World Bank 2020b) | negativ | aggregiert (Armut und Ungleichheit) |

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die Originaldaten der einzelnen Indikatoren werden auf verschiedenen Skalen erfasst. Um diese vergleichbar zu machen, wurden die Einzelindikatoren mittels sog. z-score Transformation standardisiert. Dabei wird der Mittelwert für alle EU und Drittstaaten für den jeweiligen Indikator von

den Einzelwerten subtrahiert. Dadurch wird der Mittelwert für jeden Einzelindikator zunächst auf Null gesetzt. Anschließend wird die Differenz zwischen dem jeweiligen Einzelwert und dem Mittelwert durch die Standardabweichung dividiert. Dies ergibt eine Standardabweichung für jeden Einzelindikator von 1.

Um für einen Ausgangswert x einen standardisierten Wert x^* zu berechnen, gilt

$$x^* = (x-m)/sd$$

mit

m – Mittelwert des Indikators

sd – Standardabweichung

Ein standardisierter Wert von 1 bedeutet, dass der Originalwert um den Betrag der Standardabweichung über dem Mittelwert liegt. Bei -1 liegt der Originalwert um den Betrag der Standardabweichung unter dem Mittelwert. Ein Wert von 0 bedeutet, dass der Ausgangswert eines Landes dem Mittelwert aller Länder entspricht. Die standardisierten Werte liegen nicht in einem spezifischen Intervall und können theoretisch jeden Wert annehmen. Alle Einzelindikatoren wurden zunächst standardisiert, um sie untereinander zu vergleichen und in Hauptkomponentenanalysen (Principal Component Analysis, PCA) zusammenfassen zu können. Die PCA dient dazu, zu prüfen, welche Indikatoren eines Themenbereichs ähnliche Wirkungsrichtung zeigen und daher auf eine zu Grunde liegende gemeinsame Ursache hindeuten. Miteinander verwandte Indikatoren können dann zu einer gemeinsamen zu Grunde liegenden Komponente zusammengefasst werden.

Hauptkomponentenanalysen berechnen Faktoren, die auf linearen Kombinationen für mehrere Variable beruhen, wobei die Varianz dieser einzelnen Variablen minimiert wird. Solche Analysen wurden für alle Themenbereiche gerechnet, ergaben aber nur für vier Bereiche eine zu Grunde liegende Komponente, d. h. in diesen Themenbereichen gab es Indikatoren die sich zusammenfassen ließen. Im folgenden Text werden die Komponenten als aggregierte Indikatoren bezeichnet. Für Themenbereiche, in denen sich keine aggregierte Komponente darstellen ließ, wurden nicht transformierte Einzelindikatoren verwendet. Darüber hinaus wurden auch innerhalb der Themenbereiche diejenigen Einzelindikatoren separat verwendet, die sich nicht auf einer Komponente aggregieren ließen. Hauptkomponentenanalysen ergaben für folgende vier Themenbereiche aggregierte Indikatoren: (i) Governance Qualität, (ii) Nachhaltige Waldbewirtschaftung, (iii) Erhaltung der Biodiversität, sowie (iv) Sozioökonomie (siehe Tab. 1). Für die ersten drei der aggregierten Indikatoren bedeuten höhere Werte eine Verbesserung, während für den aggregierten Indikator Armut und Ungleichheit höhere Indikatorwerte eine Verschlechterung der sozioökonomischen Situation anzeigen.

Die Unterschiede der Indikatormittelwerte zwischen den EU Ländern und den Ländern mit erwarteten Verlagerungseffekten wurden mittels t-Tests (StataCorp. 2019) auf Signifikanz getestet. Für die Tests wurde ein Signifikanzniveau von 0,1 zugrunde gelegt.

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Statistischer Vergleich der Mittelwerte

Die Mittelwerte der aggregierten Indikatoren und der Einzelindikatoren wurden für die 37 Drittstaaten und die 27 EU Länder verglichen. Mittels der ungewichteten Mittelwerte wurde die Vulnerabilität bewertet (Tabelle 2, Spalten (1) und (2)). Für eine Risikoabschätzung wurden diese Mittelwerte für die Drittstaaten mit dem zusätzlichen, bzw. für die EU Länder mit dem reduzierten Holzeinschlagsvolumen gewichtet (Spalten (3) und (4)), denn die Vulnerabilität von Ländern mit mehr zusätzlichem Holzeinschlag muss in einer Risikobewertung mehr Gewicht erhalten. Signifikanztests sind statistisch nur für die ungewichteten Mittelwerte möglich (Tabelle 2, Spalte (1)–(2)).

Die Vergleiche zeigen über fast alle Indikatoren deutliche und signifikante Unterschiede der Vulnerabilität zwischen der EU und den nicht-EU-Ländern. Für nachhaltige Waldbewirtschaftung, für Governance, für den Rote Liste Index und Schutzmaßnahmen weisen die Länder der EU im Mittel in allen Fällen höhere Indikatorwerte auf. Der Biomassevorrat und der Anteil der Wälder in intakten Waldlandschaften ist in den 37 Drittstaaten höher. Werden die Länder mit dem Einschlagsvolumen gewichtet, haben die EU Länder allerdings den höheren Biomassevorrat, d. h. die Holzproduktion würde im Durchschnitt in Ländern mit niedrigerem Biomassevorrat steigen. Die Drittstaaten haben darüber hinaus auch einen signifikant höheren Anteil an degradierter Landfläche. Die Drittstaaten zeichnen sich durch deutlich mehr Waldfläche pro Einwohner aus, was zunächst auf einen niedrigeren Entwaldungsdruck schließen lassen könnte (vgl. Ferrer Velasco et al. 2020). Allerdings zeigen beide Mittelwertvergleiche eine deutlich höhere Waldzunahme in den EU-Ländern, der Entwaldungsdruck ist in der EU daher letztendlich niedriger, obwohl pro Kopf weniger Wald zur Verfügung steht. Der Vergleich der sozioökonomischen Aspekte zeigt, dass durch die Einschlagsreduktion innerhalb der EU die Rohholzproduktion vor allem in Ländern mit mehr Beschäftigten im Forstbereich sowie in Ländern mit ärmerer Bevölkerung und höheren Ungleichgewichten in der Einkommens- und Vermögensverteilung steigen würde.

Tabelle 2: Vergleich der Vulnerabilität und des Risikos für aggregierte und einzelne Indikatoren zwischen EU Ländern und 37 Drittstaaten mit erwarteter erhöhter Rundholzproduktion

| Indikatoren | Vulnerabilitätsindikatoren | | | Grundlage Risikobewertung | |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | Mittelw. EU-27 | Mittelw. 37 Drittstaaten | t-test für Mittelw. Vergleich | Gew. Mittelw. EU-27 | Gew. Mittelw. 37 Drittstaaten |
| | (1) | (2) | (1)-(2) | (3) | (4) |
| Governance | | | | | |
| Governance Qualität, aggregiert | 1,15 | -0,84 | 1,99*** | 1,50 | 0,30 |
| Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM) | | | | | |
| Nachhaltige Waldbewirtschaftung, aggregiert | 0,64 | -0,47 | 1,11*** | 1,20 | -0,17 |
| Waldzustand | | | | | |
| Oberirdischer Biomassevorrat im Wald (t/ha) | 128,6 | 143,6 | -14,9 ^{ns} | 145,46 | 111,97 |
| Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtlandfläche (%) | 6,5 | 19,9 | -13,3*** | 9,23 | 17,75 |
| Entwaldungsdruck | | | | | |
| Gesamtwaldfläche pro Kopf (ha) | 0,67 | 1,66 | -0,99** | 0,81 | 2,87 |
| Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche (%) | 0,30 | -0,02 | 0,32* | 0,12 | 0,04 |
| Biodiversität | | | | | |
| Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes (%) | 0,25 | 13,87 | -13,6*** | 0 | 21 |
| Rote Liste Index (2020) | 0,94 | 0,84 | 0,1*** | 0,95 | 0,87 |
| Schutzmaßnahmen, aggregiert | 0,28 | -0,22 | 0,50** | 0,02 | -0,53 |
| Sozioökonomische Aspekte | | | | | |
| Beschäftigung in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag (1000 VZÄ) | 18,4 | 271,2 | -252,8 ^{ns} | 30,9 | 225,9 |
| Armut und Ungleichheit, aggregiert | -0,66 | 0,48 | -1,13*** | -0,67 | 0,23 |

Quelle: Eigene Berechnungen

*, **, *** p-Werte für Irrtumswahrscheinlichkeiten von 0,1, 0,05, 0,01, ^{ns} nicht signifikant. Gew. Mittelw.: Mittelwerte gewichtet nach Anteil des jeweiligen Landes an der gesamten aus der EU verlagerten Holzproduktion (für die 37 Leakage Länder), bzw. gewichtet entsprechend dem Anteil an der Einschlagsreduktion (für EU Länder). Quelle: eigene Auswertungen.

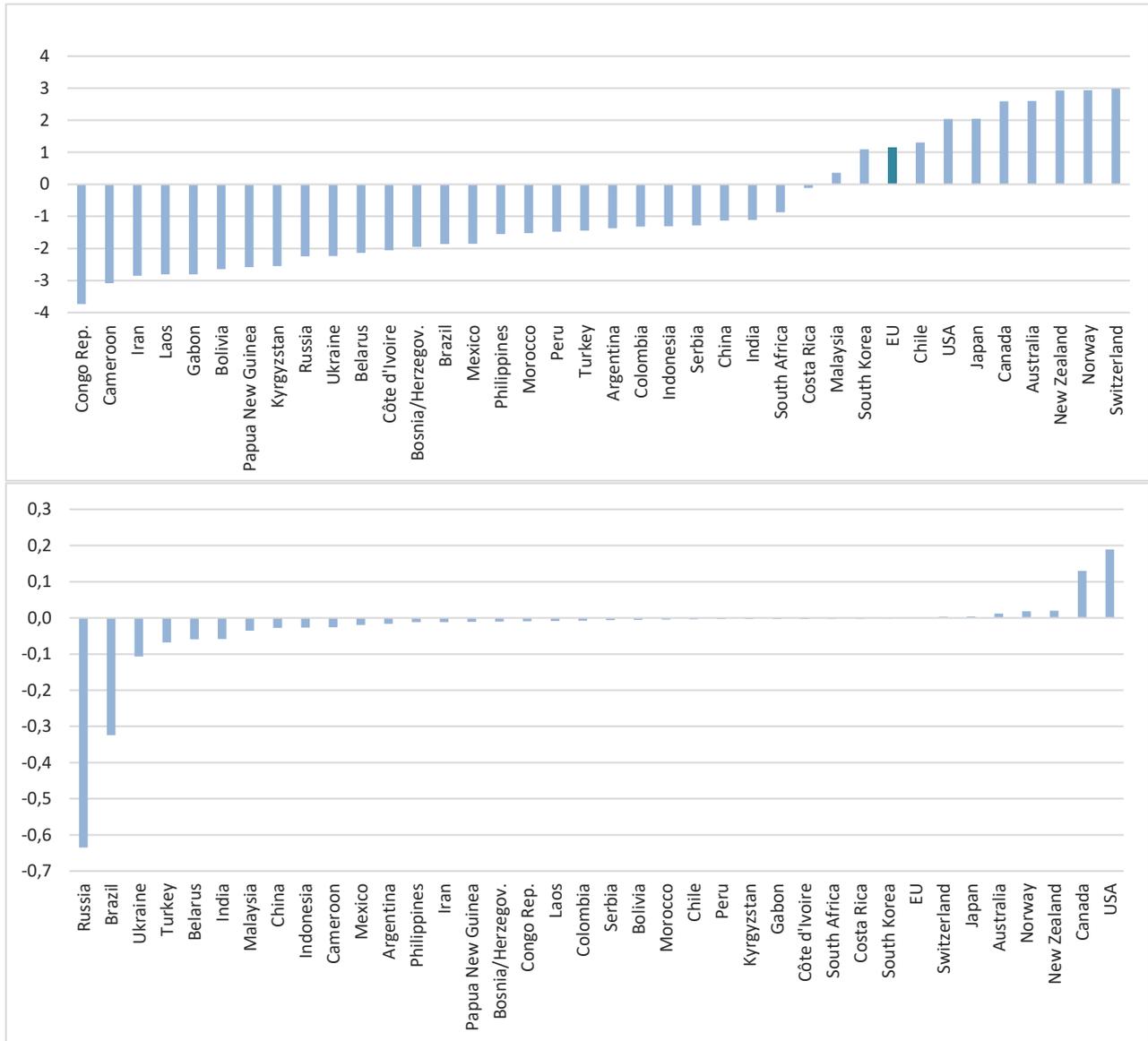
4.4.2 Einzelindikatoren

Die Abbildungen 7 bis 17 zeigen im oberen Teil die Werte der Vulnerabilitätsindikatoren für die 37 Drittstaaten im Vergleich zum Mittelwert desselben Indikators für die EU Länder. Für jeden Indikator wird außerdem die Risikobewertung separat im unteren Teil der Abbildungen 7 bis 17 dargestellt. Dazu wird für jedes Land der Indikatormittelwert der EU subtrahiert und das Resultat mit den zusätzlichen Einschlagsmengen gewichtet. Für Länder, die einen niedrigeren Indikatorwert als die EU aufweisen ergibt sich daher ein Risiko dafür, dass der Mehreinschlag negative Auswirkungen auf Waldzustand, Biodiversität und sozioökonomische Entwicklung hat. Das Ausmaß des Risikos hängt von der Menge des zusätzlichen Einschlags ab. Mit dem zusätzlichen Einschlag müssen nicht zwangsläufig nur Risiken (negative Effekte) verbunden sein. Erhöhter Einschlag kann z. B. auch positive sozio-ökonomische Auswirkungen haben. In der Zusammenfassung des Kapitels wird versucht, eine Bewertung der Risiken vorzunehmen.

4.4.2.1 Governance-Qualität

Der Vulnerabilitäts-Governance Indikator (Abbildung 7, oben) ist für die meisten Drittstaaten niedriger als für die EU. Die USA und Kanada sind die beiden Länder mit einem im Vergleich zur EU höheren Governanbewertung und vergleichsweise hohem Zusatzeinschlag. Für diese Länder ist das Risiko, dass schlechte Governance negative Auswirkungen auf nachhaltige Waldbewirtschaftung, Biodiversität und Sozio-Ökonomie hat, gering. Dieses Risiko ist in Russland, Brasilien und die Ukraine am höchsten (Abbildung 7, unten).

Abbildung 7: Länderweise Vulnerabilitäts-Indikatorwerte für Governance im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

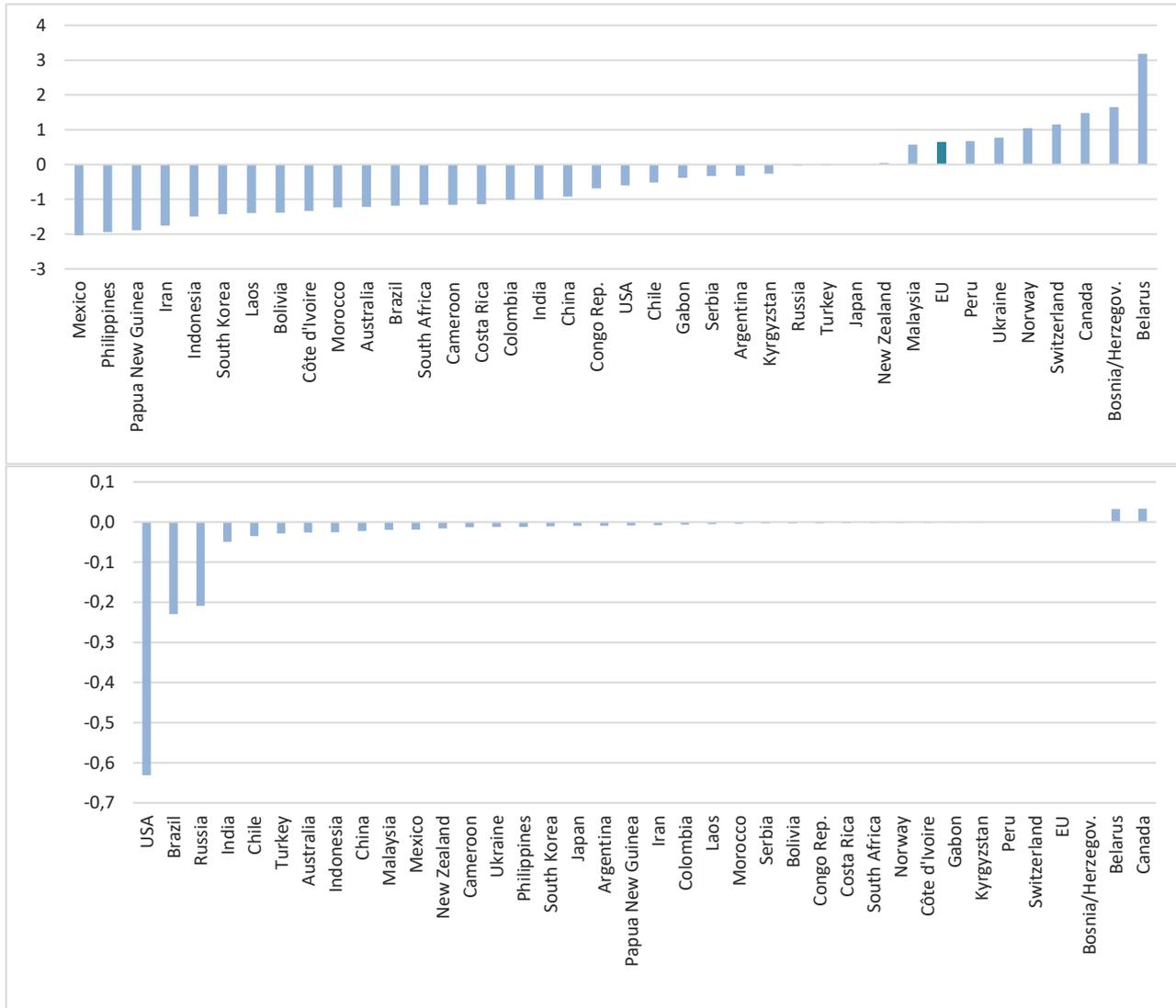


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Governance-Qualität, aggregiert. Unten: Governance-Qualität aggregiert, volumengewichtet (Risiko). Die Werte für den aggregierten Governance Indikator ergeben sich aus der Hauptkomponentenanalyse. Sie können nicht in den Einheiten der Originalindikatoren interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder untereinander. Die Risikobewertung erfolgt durch Gewichtung des Indikators mit dem zusätzlich eingeschlagenen Holzvolumen.

4.4.2.2 Nachhaltige Waldbewirtschaftung

Der aggregierte Indikator für nachhaltige Waldbewirtschaftung (Abbildung 8, oben) ist in den meisten Drittstaaten niedriger als in der EU. Die Nachhaltigkeit wird dabei am Vorhandensein von Managementplänen und am Ausmaß der zertifizierten Waldflächen

Abbildung 8: Länderweise Vulnerabilitäts-Indikatorwerte für Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

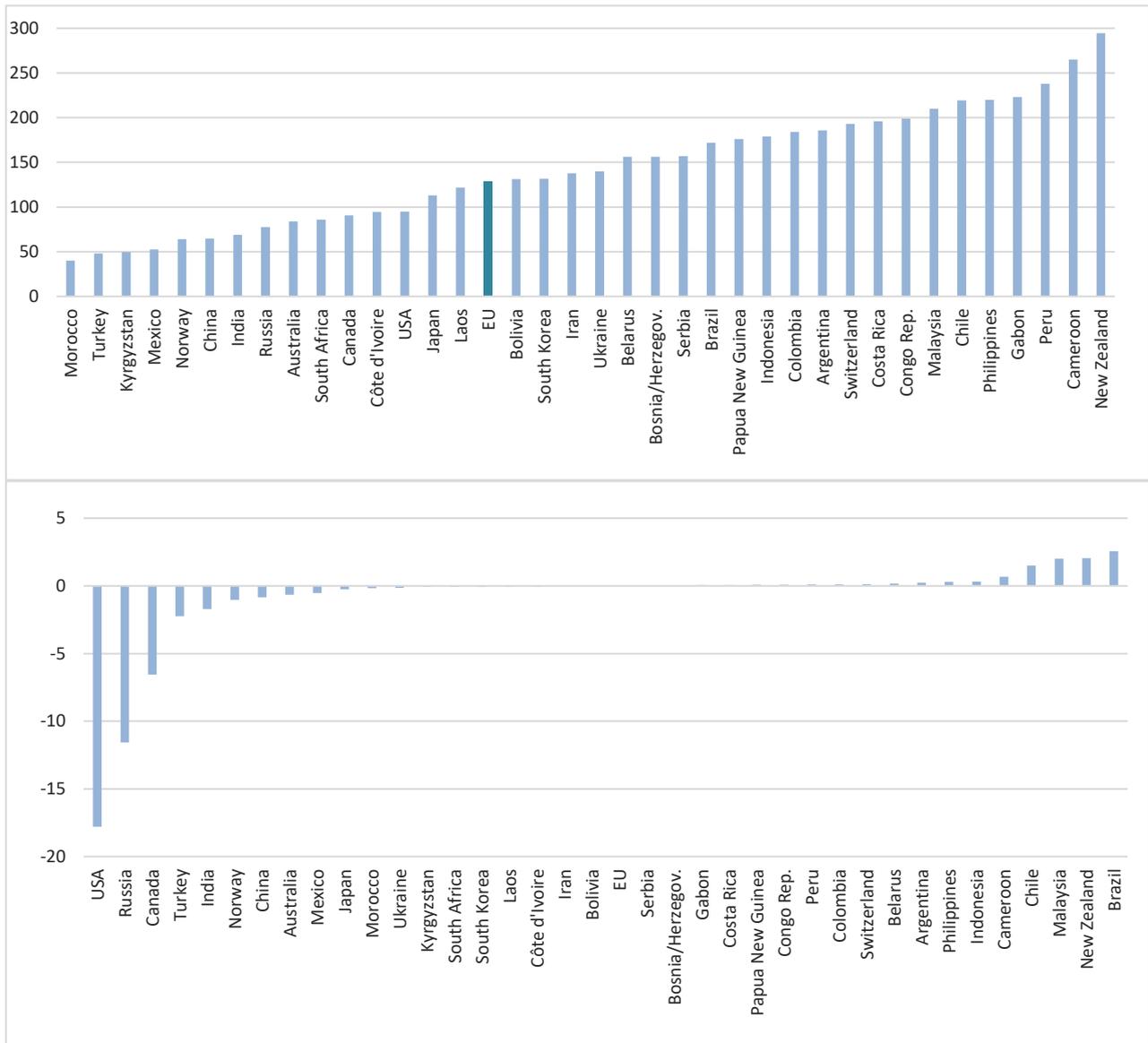


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM), aggregiert. Unten: Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM), aggregiert, volumengewichtet. Die Werte für den aggregierten SFM-Indikator ergeben sich aus der Hauptkomponentenanalyse. Sie können nicht in den Einheiten der Originalindikatoren interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder untereinander. Die Risikobewertung erfolgt durch Gewichtung des Indikators mit dem zusätzlich eingeschlagenen Holzvolumen.

gemessen. Der Indikator zeigt nicht notwendigerweise die Qualität der Managementpläne an. Werden die Vulnerabilitätsindikatoren mit den Einschlagsmengen gewichtet, ergeben sich für die USA, Brasilien und Russland aufgrund der relativ hohen Anteile an den zu erwartenden zusätzlichen Einschlagsmengen ein vergleichsweise hohes Risiko, dass der Mehreinschlag aus Wäldern kommt, die im Vergleich zur EU zu einem geringeren Anteil zertifiziert und anhand langfristiger Managementpläne bewirtschaftet werden.

4.4.2.3 Waldzustand

Abbildung 9: Länderweise oberirdische Biomassevorräte in $t \cdot ha^{-1}$ im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

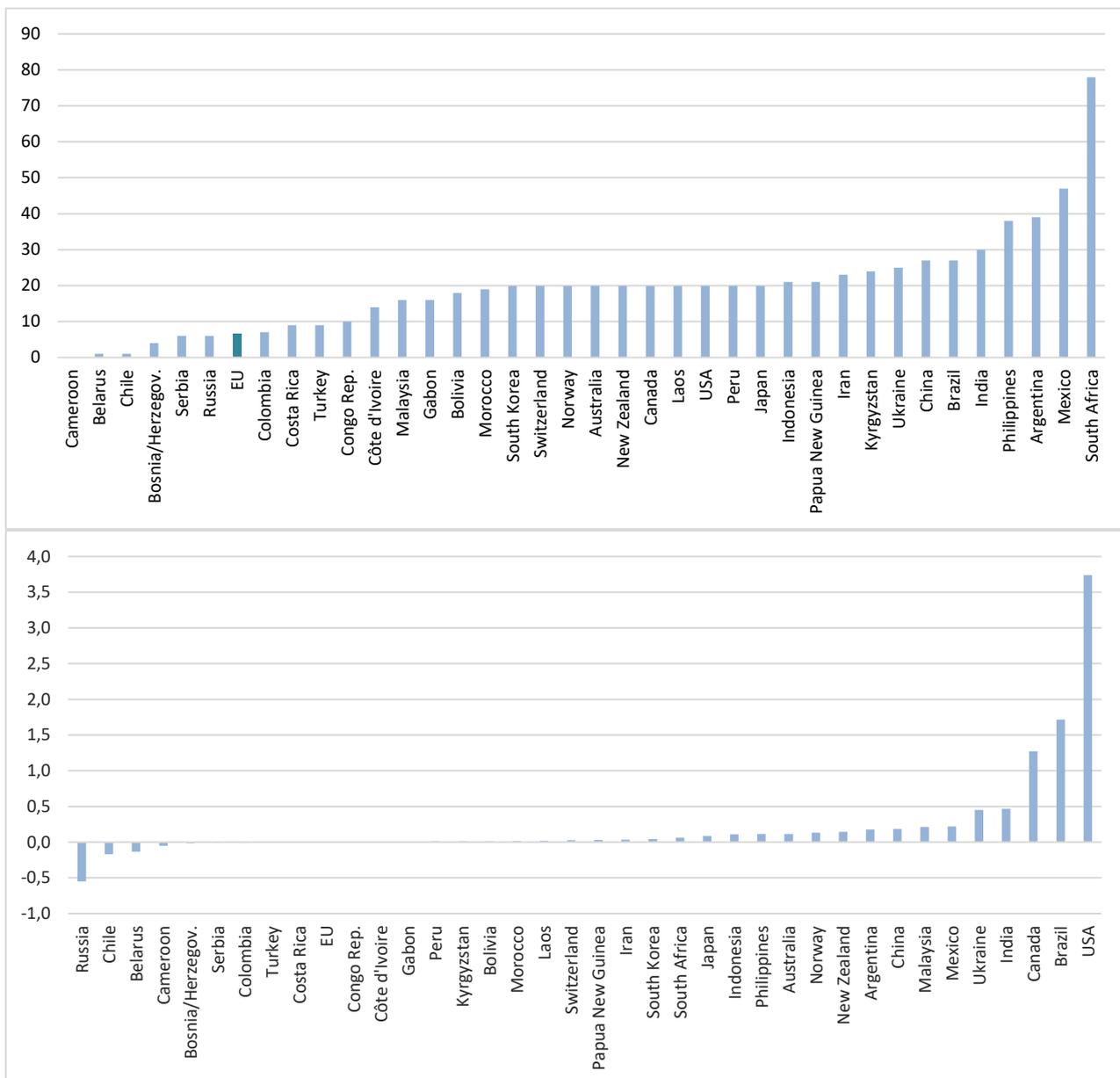


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Oberirdischer Biomassevorrat im Wald ($t \cdot ha^{-1}$). Unten: Oberirdischer Biomassevorrat im Wald, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

Der überwiegende Anteil der Vergleichsländer weist höhere oberirdische Biomassevorräte pro Hektar aus als die EU (Abbildung 9, oben). Biomassevorräte hängen einerseits von den naturräumlich vorherrschenden Waldtypen ab. Sie sind in den borealen Wäldern des Nordens von Natur aus niedriger als in den Tropen. Zum anderen werden sie durch die Waldbewirtschaftung beeinflusst. Die meisten Länder mit höheren Biomassevorräten würden nur sehr geringe zusätzliche Mengen

an Rundholz liefern, wohingegen die Wälder der meisten Hauptlieferanten niedrigere Vorräte aufweisen. Das Risiko, durch den Mehreinschlag Biomassevorräte noch weiter abzusenken, ist in den USA, Russland und Kanada am höchsten (Abbildung 9, unten).

Abbildung 10: Anteile degradiertes Landesfläche (in %) im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)



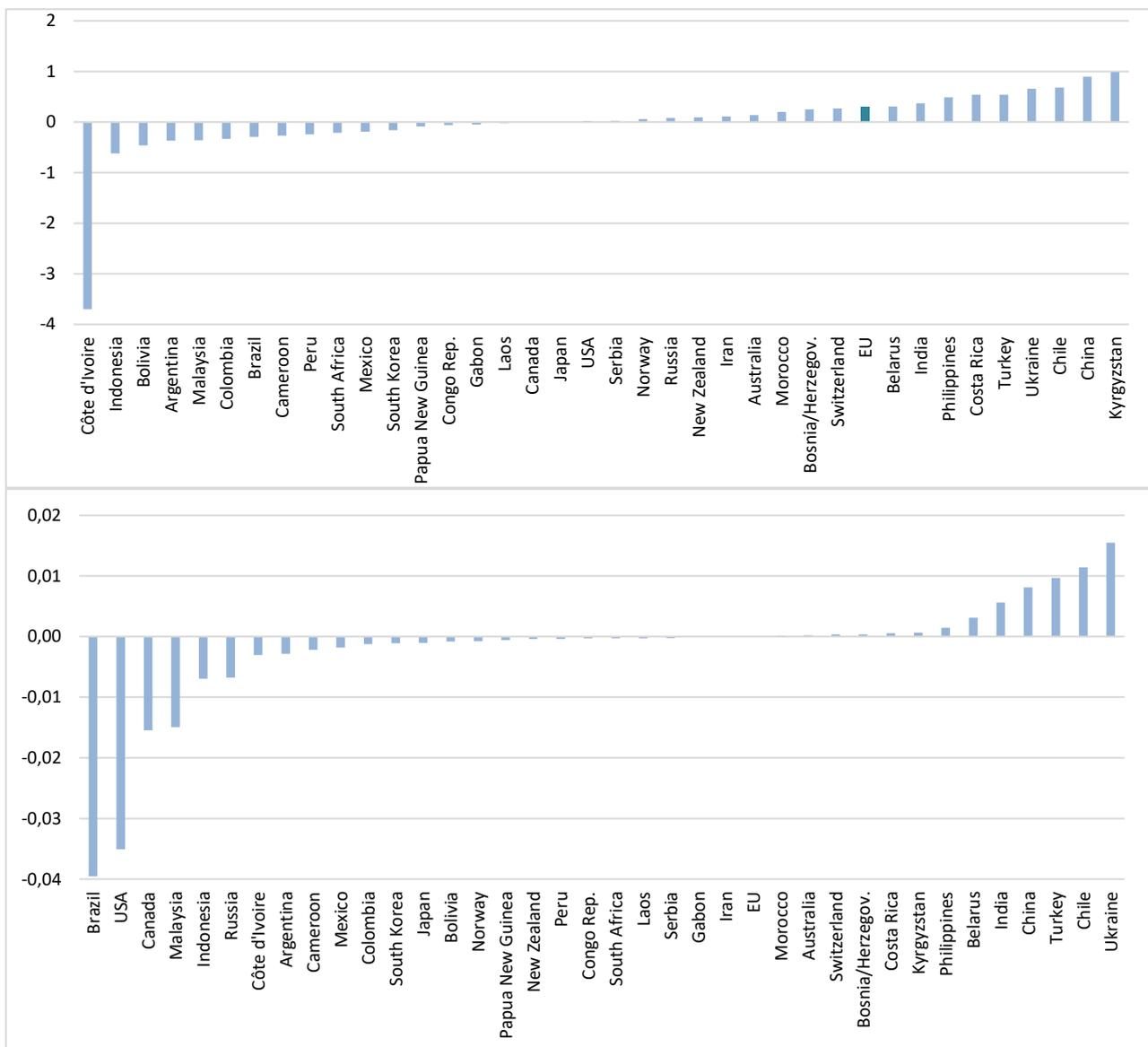
Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtfläche (in %). Unten: Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtlandfläche, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung (unten) ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

Der Großteil der Länder mit zu erwartendem höherem Holzeinschlag weist einen deutlich höheren Anteil an degradiertes Landesfläche aus (Abbildung 10, oben). Die Anteile beziehen sich auf die

jeweilige gesamte Landesfläche und nicht nur auf Wälder. Degradierung kann durch nicht nachhaltige Landnutzung und Übernutzung entstehen. (Abbildung 10, unten). Da der überwiegende Anteil des Mehreinschlags in den USA, Kanada und Russland anfällt, kann im Vergleich zur EU auch das Risiko höher sein, dass dieser Mehreinschlag von degradierten Flächen kommt.

4.4.2.4 Entwaldungsdruck

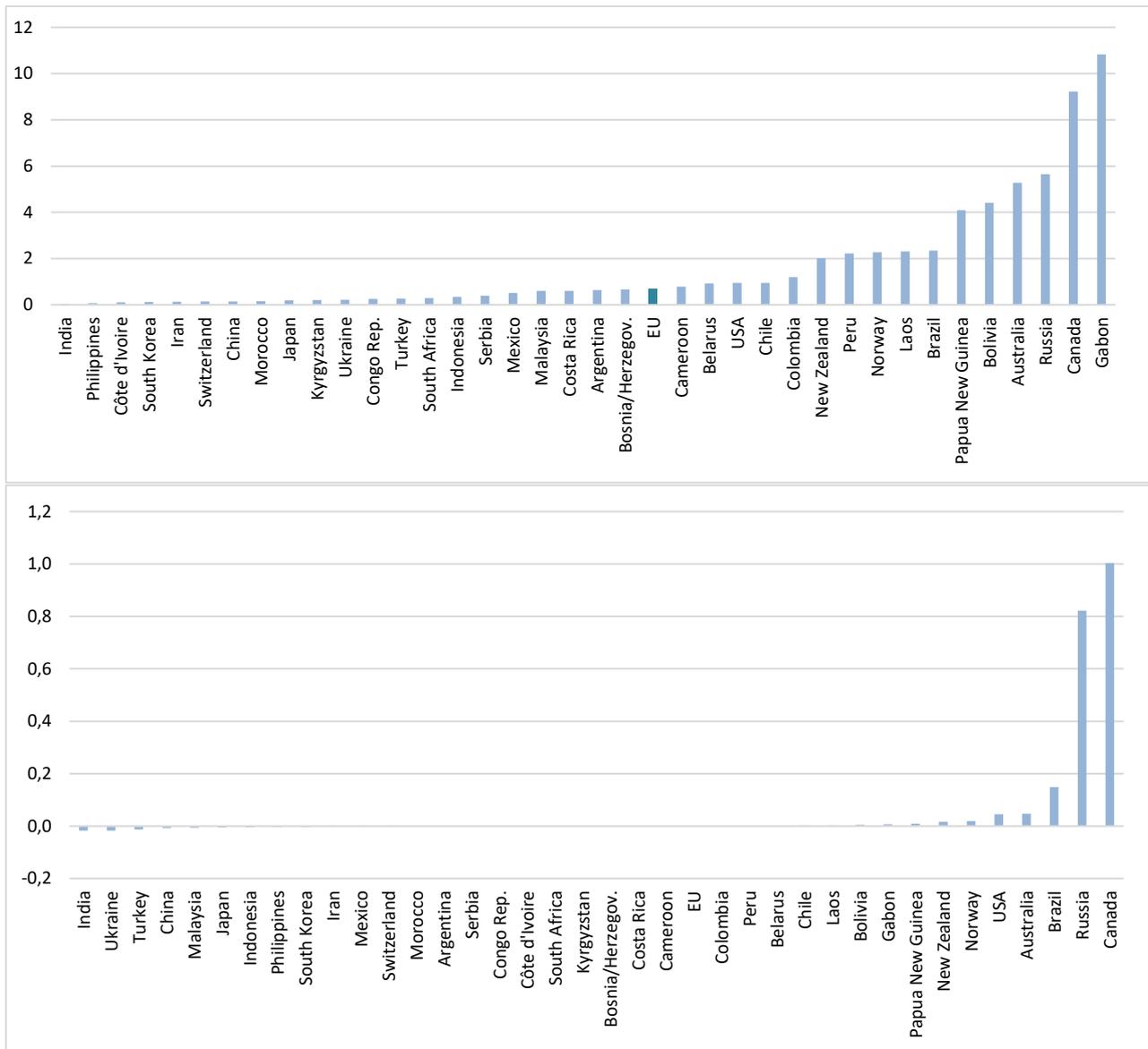
Abbildung 11: Länderweise Veränderungsrate der Waldfläche (in %) im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)



Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche (%) für 2015 -2020. Unten: Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

Die Hälfte der Drittstaaten weist eine Nettoentwaldung auf, während die andere Hälfte der Drittstaaten und die EU im Mittel eine Waldzunahme verzeichnen (Abbildung 11, oben). Statistisch weisen die Drittstaaten im Mittel eine höhere Entwaldung auf als die EU (Tabelle 2). Das Risiko durch zusätzlichen Holzeinschlag zur Entwaldung beizutragen ist für Brasilien, die USA und Kanada am höchsten. Für andere Länder wie die Türkei, Chile und die Ukraine ergeben sich rechnerisch keine Risiken sondern eher Chancen, da die Waldfläche in diesen Ländern derzeit zunimmt (Abbildung 11, unten). Aufgrund der höheren zusätzlichen Einschlagsmengen in Ländern mit Nettoentwaldung besteht das Risiko dadurch insgesamt zur Entwaldung beizutragen. Ob dieses Risiko, durch den Mehreinschlag aus Ländern mit zunehmender Waldfläche wie Ukraine, Chile oder die Türkei kompensiert werden kann, ist fraglich.

Abbildung 12: Länderweise Waldflächen pro Einwohner im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

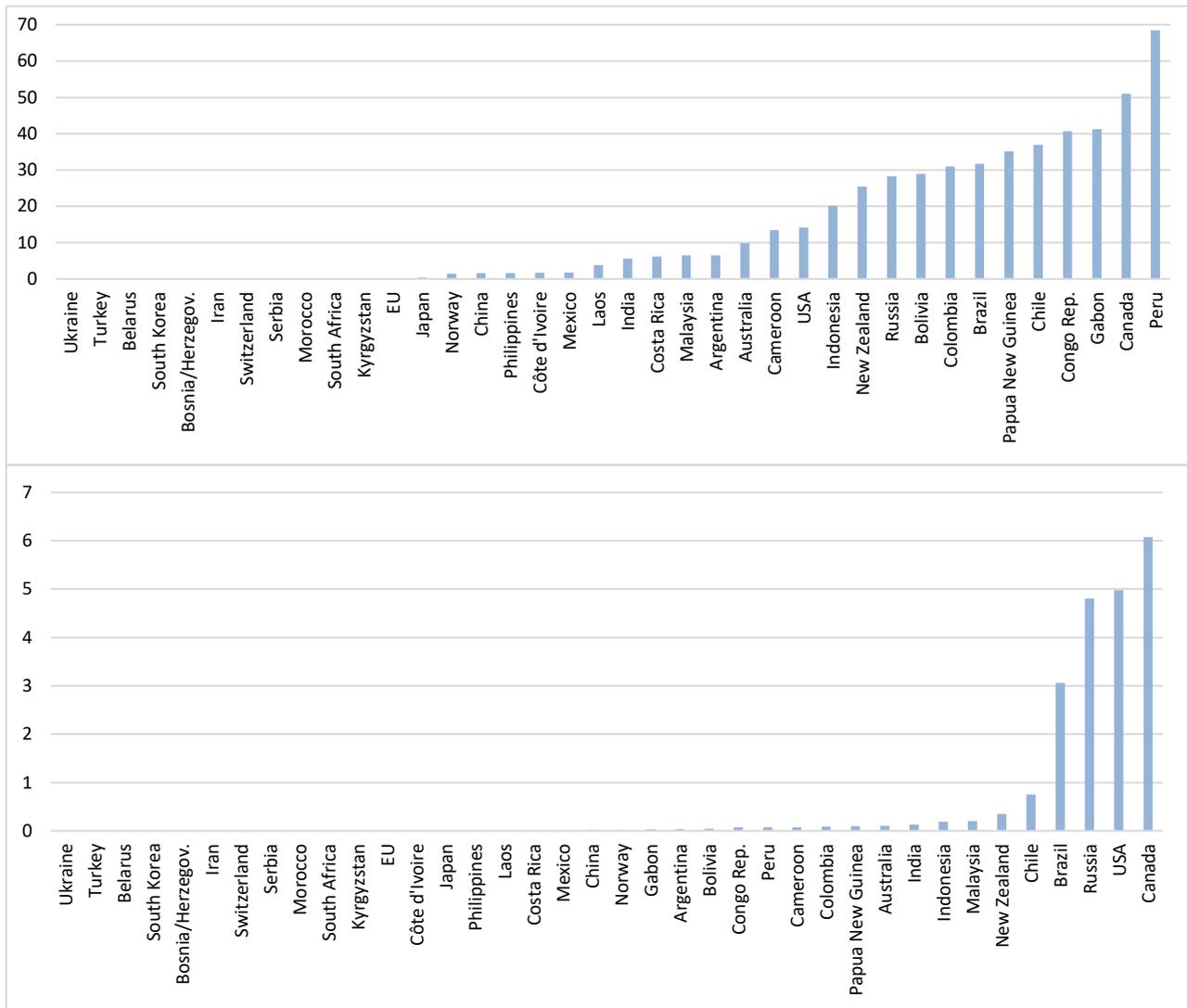


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Gesamtwaldfläche pro Kopf (in ha). Unten: Gesamtwaldfläche pro Kopf, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

Knapp die Hälfte der Vergleichsländer haben mehr Waldfläche pro Einwohner als die EU (Abbildung 12, oben). Der Indikator gibt einen Hinweis auf den Bevölkerungsdruck, sagt allerdings nichts darüber aus, inwieweit die Bevölkerung den Wald auch nutzt. Entsprechend nimmt die Waldfläche in Ländern wie Brasilien ab und nicht zu wie in der EU (Abbildung 11, oben), obwohl in Brasilien wesentlich mehr Wald pro Einwohner vorhanden ist (Abbildung 12, oben). Die Gesamtwaldfläche pro Einwohner ist in Indien, den Philippinen und Côte d'Ivoire mit weniger als 0,11 Hektar pro Kopf am niedrigsten. Da potentielle Hauptlieferanten wie USA, Brasilien, Russland und Kanada mehr Wald pro Kopf aufweisen als die EU, ergibt sich für diese Länder aus der reinen Betrachtung dieses Indikators kein Risiko (Abbildung 12, unten).

4.4.2.5 Biologische Vielfalt

Abbildung 13: Länderweise Anteile intakter Waldlandschaften als Anteil des Waldes im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

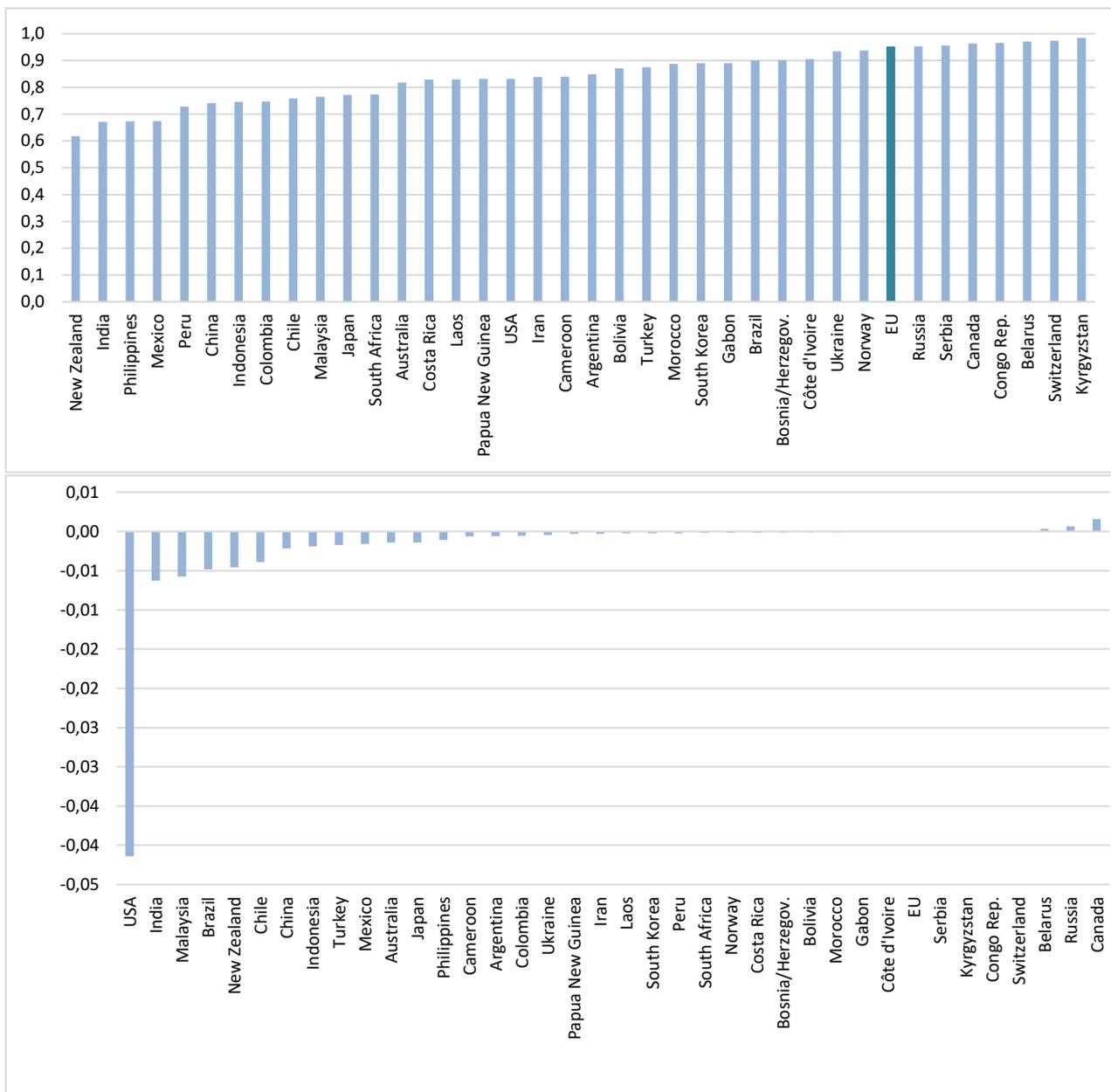


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes (in %). Unten: Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

25 der 37 Drittstaaten weisen noch intakte Waldlandschaften auf. (Abbildung 13, oben). Als intakte Waldlandschaften werden nahtlos zusammenhängende Wälder mit natürlicher Biodiversität von mind. 500 km² bezeichnet (Potapov, P. 2013). Die Wälder in den 37 Drittstaaten liegen durchschnittlich noch zu 14 % in intakten Waldlandschaften. Die 25 Drittstaaten mit intakten Waldlandschaften verloren im Durchschnitt der Jahre 2000 – 2013 11 % dieser Waldflächen (nicht abgebildet). In der EU gab es im Jahr 2000 nur noch in Finnland, Schweden und Rumänien vergleichsweise

kleine intakte Waldlandschaften. Im Jahr 2013 waren diese Flächen in Rumänien bereits verschwunden. Da der Mehreinschlag hauptsächlich in Kanada, den USA, Russland und Brasilien erfolgt und dort noch intakte Waldflächen vorhanden sind, ist im Vergleich zur EU das Risiko höher, den Anteil intakter Waldflächen zu verringern. Es müsste daher Sorge dafür getragen werden, dass dies nicht geschieht (Abbildung 13, unten).

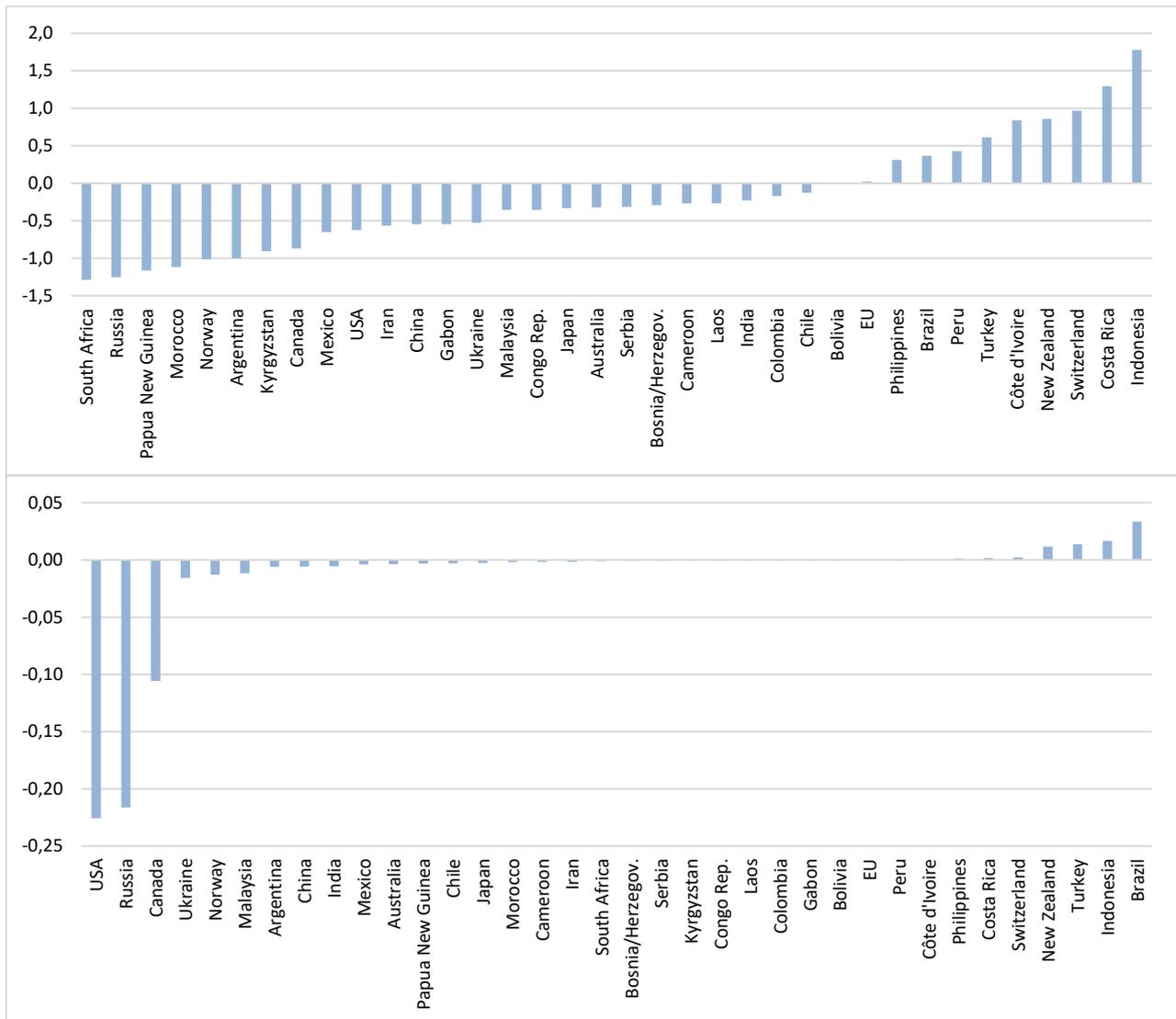
Abbildung 14: Länderweise Rote Liste Index 2020 im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)



Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Rote Liste Index (2020). Unten Rote Liste Index 2020, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

Der Rote Liste Index zeigt die Gefährdung der Arten, auszusterben. Er berechnet basierend auf den Rote Listen das Risiko des Aussterbens als aggregierten Wert summarisch für verschiedenen Artengruppen. Ein theoretischer Wert von 1 bedeutet, dass es kein Risiko des Artensterbens gibt. Dieses Risiko ist in 30 der 37 Drittstaaten höher als in der EU (Abbildung 14, oben). Da ein großer Anteil des Mehreinschlags in den USA erfolgen würde und dort im Vergleich zur EU ein höheres Risiko des Artensterbens besteht, muss sichergestellt werden, dass durch den Mehreinschlag das Risiko des Artensterbens nicht erhöht wird (Abbildung 14, unten). Bei der Dateninterpretation ist allerdings zu berücksichtigen, dass die zugrundeliegende Datenqualität in vielen tropischen Ländern als niedriger eingeschätzt wird (Collen et al., 2008). Das Risiko könnte daher v. a. für Tropenländer mit relativ hohem Zusatzeinschlag, wie Brasilien und Malaysia, unterschätzt sein.

Abbildung 15: Länderweise Schutzmaßnahmen im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)



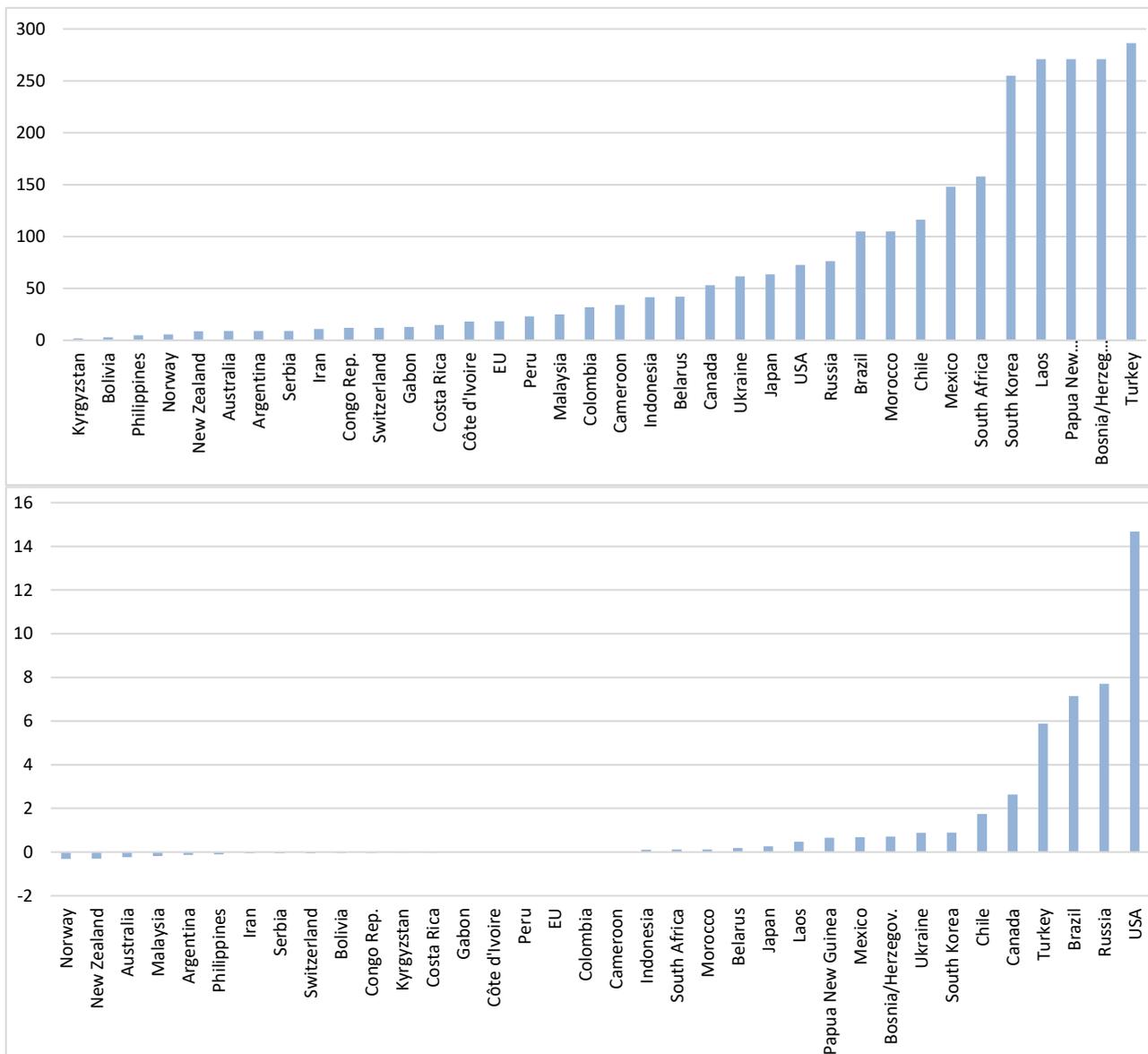
Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Länderweise Schutzmaßnahmen, aggregiert. Unten: Schutzmaßnahmen, aggregiert, volumengewichtet. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder. Die Risikobewertung erfolgt durch Gewichtung des Indikators mit dem zusätzlich eingeschlagenen Holzvolumen.

Der aggregierte Indikator für Schutzmaßnahmen beinhaltet Informationen zum Anteil der Waldflächen in Schutzgebieten und zu Ausgaben der Länder zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Für die meisten Drittstaaten liegt der Indikatorwert unter dem der EU (Abbildung 15, oben). Während die EU Staaten im Mittel 1750 USD pro km² Landesfläche für die Erhaltung der biologischen Vielfalt ausgeben und 22 % der Waldflächen einen Schutzgebietsstatus aufweisen, geben die Drittstaaten im Durchschnitt 290 USD aus und haben 19 % der Waldfläche unter Schutz gestellt (nicht abgebildet). Von den Ländern mit vergleichsweise hohem zusätzlichem Einschlag weisen Brasilien und Indonesien höhere Werte auf als die EU. Brasilien hat 30 % und Indonesien 54 % der Waldfläche als geschützt an die FAO gemeldet. Die Ausgaben zur Erhaltung der biologischen Vielfalt sind aber in

beiden Ländern niedriger als in der EU. Werden die Indikatorwerte mit den zusätzlichen Einschlagsmengen gewichtet, überwiegen die Risiken insgesamt deutlich, denn die Länder mit den höchsten zusätzlichen Einschlagsvolumina - USA, Russland und Kanada - haben sowohl deutlich niedrigere Anteile der Waldflächen geschützt und geben gleichzeitig weniger Geld pro km² Landesfläche für die Erhaltung der biologischen Vielfalt aus (Abbildung 15, unten).

4.4.2.6 Sozioökonomische Aspekte

Abbildung 16: Anzahl der in Forstwirtschaft und Holzeinschlag Beschäftigten im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)

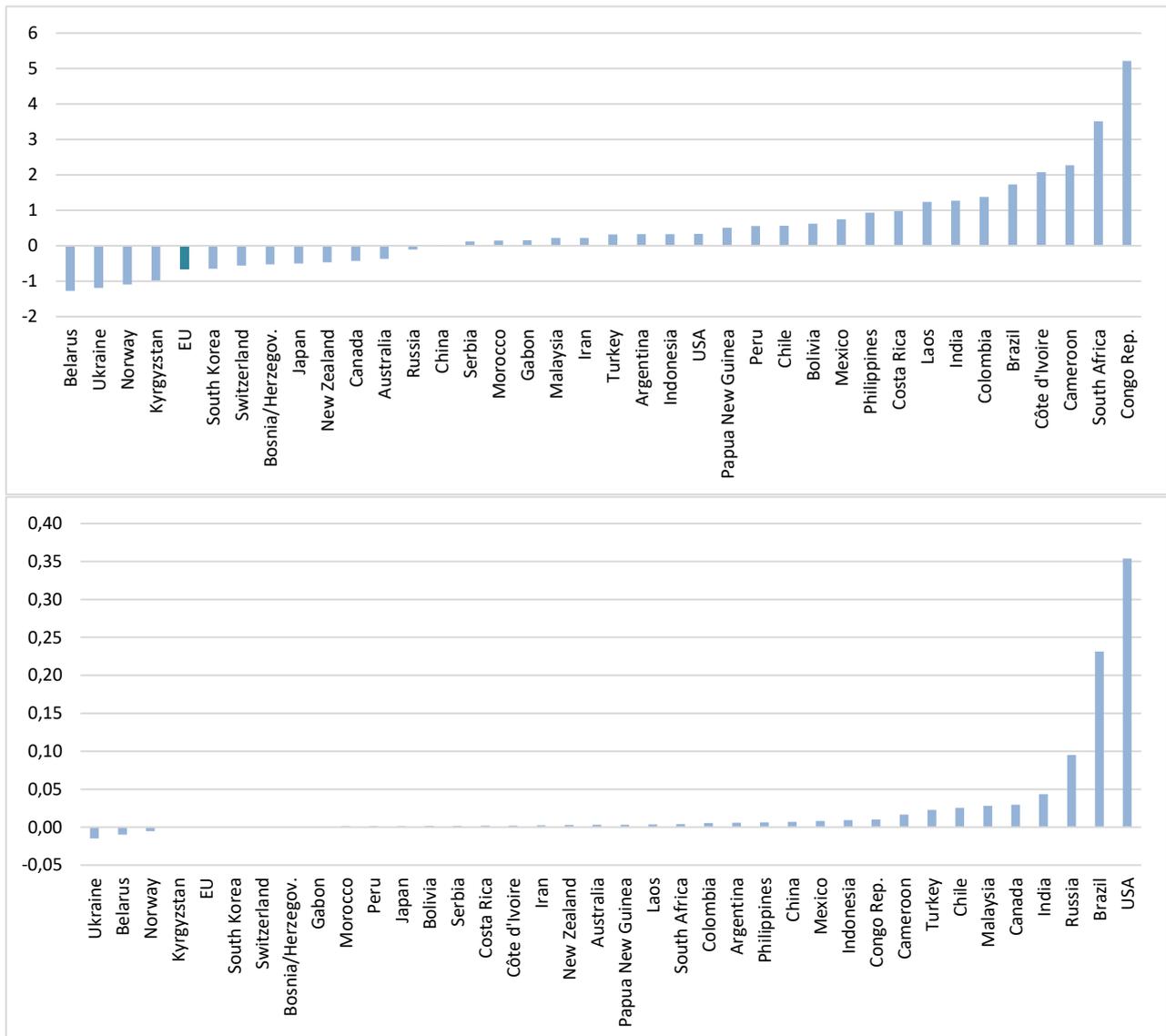


Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Beschäftigung in Forstwirtschaft und Holzeinschlag (in VZÄ). Unten: Beschäftigung in Forstwirtschaft und Holzeinschlag, volumengewichtet. **Extremwerte** für China (1147) und Indien (6242) sind nicht dargestellt. Die Werte für die Risikoabschätzung ergeben sich aus dem mit der zusätzlich eingeschlagenen Holzmenge gewichteten Vulnerabilitätsindikator. Sie können nicht in den Einheiten des Originalindikators interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder.

In den meisten Ländern sind mehr Menschen in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag beschäftigt als in der EU (Abbildung 16, oben). Es handelt sich hier allerdings nur um formal gemeldete Beschäftigung. Die Bedeutung der informellen Beschäftigung im Forstsektor wird dadurch nicht abgebildet. Weitere Analysen basierend auf Sekundärliteratur könnten hier tiefere Einblicke geben. Durch die Verlagerung des Einschlages würde sich in den betroffenen Ländern auf jeden Fall

kein Risiko, sondern eine Chance auf zunehmende Beschäftigung in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag ergeben, wohingegen die Beschäftigung in der EU abnehmen würde

Abbildung 17: Länderweise Indikatorwerte für Armut und Ungleichheit im Vergleich zum Mittelwert für die EU-Länder (oben) und sich daraus ergebende Risiken (unten)



Quelle: Eigene Berechnungen. Oben: Armut und Ungleichheit, aggregiert. Unten: Armut und Ungleichheit, aggregiert, volumengewichtet. Die Werte für den aggregierten Armuts- und Ungleichheitsindikator ergeben sich aus der Hauptkomponentenanalyse. Sie können nicht in den Einheiten der Originalindikatoren interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder untereinander. Die Risikobewertung erfolgt durch Gewichtung des Indikators mit dem zusätzlich eingeschlagenen Holzvolumen.

Verstärkter exportorientierter Holzeinschlag kann zu verstärkter Armut und ungleichen Lebensverhältnissen führen, wenn er in Ländern mit hoher Subsistenznutzung der lokalen Bevölkerung Lebensgrundlagen entzieht. Er kann aber auch Wohlstand fördern, wenn er nachhaltig umgesetzt wird und die Bevölkerung durch wirtschaftliche Entwicklung davon profitiert. Nur vier der Ver-

gleichsländer weisen eine geringere Armut und/oder Ungleichheit in den Einkommens- und Vermögensverhältnissen auf als die EU (Abbildung 17, oben). Die Risikobewertung zeigt die höchsten Werte für die USA, Brasilien und Russland (Abbildung 17, unten). In diesen Ländern muss besonders darauf geachtet werden, dass durch höheren Holzeinschlag Armut und/oder Ungleichheit nicht gefördert werden.

4.5 Zusammenfassung und Bewertung der Verlagerungseffekte in Drittstaaten

Vulnerabilität

- Die EU weist im Mittel für fast alle Indikatoren signifikant höhere Werte und damit eine niedrigere Vulnerabilität auf als die Drittstaaten, die eine weitere Unterschützstellung in der EU durch Mehreinschlag kompensieren würden.
- Schutz von Biodiversitäts-Hotspots und bedrohten Arten ist ein Kernanliegen der EU-BioDiv-Strategie. Die zu erwartende Mehrproduktion würde in Länder verlagert werden, die einen im Vergleich zur EU signifikant höheren Anteil an intakten Waldflächen aufweisen, in den vergangenen Jahren aber deutliche Anteile dieser Flächen verloren haben. In den Drittstaaten ist darüber hinaus das Risiko des Artensterbens signifikant höher als in der EU. Die Drittstaaten haben deutlich niedrigere Waldflächenanteile unter Schutz gestellt und geben weniger Geld für die Erhaltung der biologischen Vielfalt aus als die EU Länder. Durch weitere Schutzmaßnahmen in der EU würde sich die Diskrepanz zu den Schutzmaßnahmen der anderen Länder weiter vergrößern.
- Die Drittstaaten haben außerdem niedrigere Indikatorwerte für nachhaltige Waldbewirtschaftung und Governance als die EU und sind durch höhere Entwaldungsraten geprägt. Einige wenige Länder haben aber auch höhere Werte.
- Viele der betroffenen Länder haben höhere Biomassevorräte pro Hektar und somit möglicherweise größere Pufferkapazitäten als die EU. Die am meisten betroffenen Länder weisen allerdings niedrigere Vorräte auf. Der Großteil der Länder zeigt höhere Anteile an bereits degradierter Landfläche. Dies könnte einerseits eine weitere Gefährdung oder andererseits Potenzial zur Förderung von Aufforstungsmaßnahmen zur Pufferung von Druck auf Naturwälder andeuten.
- In den meisten Drittstaaten sind mehr Menschen im Forstsektor beschäftigt als in der EU. Der Wert wird in absoluten Beschäftigungszahlen an die FAO gemeldet und ist daher einerseits für große und walddreiche Länder höher. Andererseits kann er aber auch auf eine höhere Mechanisierung in der EU hinweisen. Darüber hinaus lässt sich aber möglicherweise ein Abwandern von Potenzialen der Bioökonomie-Entwicklung aus der EU ableiten. Der Großteil der Länder ist durch stärkere Ungleichheitsindizes geprägt als die EU. Für besonders arme Länder könnte das einerseits eine Chance bedeuten, von potenziellem Aufbau von Arbeitsplätzen zu profitieren, andererseits aber auch das Risiko von Verdrängungseffekten für häufig Subsistenz-basierte Einkommensgruppen.

Risikoabschätzung

- Die weitere Unterschutzstellung von Waldflächen in der EU mit einer damit verbundenen Verlagerung der Holzproduktion in andere Länder birgt das Risiko, negative Effekte auf andere Länder mit meist ohnehin höherer Vulnerabilität zu verlagern. Dies gilt insbesondere für Aspekte der Biodiversität. Die durch Unterschutzstellung positiven Biodiversitätseffekte in der EU werden durch negative Effekte in Drittstaaten konterkariert.
- Länder mit hoher Holz-Mehrproduktion und hoher Vulnerabilität rücken bei der Risikobewertung stärker in den Vordergrund. Auf diese Länder sollten sich politische Maßnahmen besonders konzentrieren, um potenzielle Leakage-Effekte abzupuffern.
- In den meisten Ländern besteht das Risiko einer stärkeren Gefährdung bedrohter Arten und intakter Waldflächen. Bedingt durch die höhere Holzproduktion einerseits und höhere Vulnerabilität im Vergleich zur EU andererseits, könnten hiervon v. a. intakte Waldflächen in Kanada, den USA, Russland, aber auch Brasilien und Chile betroffen sein.
- Aufgrund der bereits niedrigeren Waldbiomasse können höhere Einschläge v. a. in den USA, Russland und Kanada schlechter abgepuffert werden. In den USA, Brasilien, Kanada und Indien besteht das Risiko, dass der Mehreinschlag zu einem höheren Anteil als in der EU von degradiertes Landesfläche kommt. In Brasilien und Russland, zwei Länder mit großem Anteil des Mehreinschlags, ist das Governance Niveau im Vergleich zu Europa deutlich geringer. Der hohe Anteil des Mehreinschlags und der im Vergleich zur EU geringere Anteil anhand von Managementplänen oder nach Zertifizierungsrichtlinien bewirtschafteter Waldfläche in Brasilien, USA und Russland würde dazu führen, dass eine vergleichsweise große Menge des Mehreinschlags von Waldflächen ohne Zertifizierung oder langfristigen Managementplan stammen würde. Zur Vermeidung von Leakage-Effekten sollte auf verbesserte Governance und Waldwirtschaft auf höherem Nachhaltigkeitsniveau hingewirkt werden, bevor besonders in diesen Ländern nicht nachhaltige Waldwirtschaft in bestehenden Wäldern intensiviert wird, um Nutzungsverzichte in der EU zu kompensieren.
- Besonders in Brasilien, USA, Kanada, Malaysia und zu einem geringeren Teil in Indonesien und Russland besteht das Risiko, dass die im Vergleich zur EU ohnehin höhere Nettoentwaldung durch eine höhere Holznutzung verstärkt wird. Potenzielle Risiken der Waldflächenverluste in diesen Ländern werden zumindest flächenmäßig durch mögliche Waldflächenzunahme in der Ukraine, Chile, Türkei, China und Indien nur teilweise ausgeglichen.
- Von Veränderungen der Beschäftigung des Sektors Forst können v. a. USA, Russland, Brasilien, Türkei, Kanada und Chile profitieren. Dies ist eine Folge des höheren Einschlags in diesen Ländern. In Europa werden aufgrund des verringerten Einschlags entsprechend Arbeitsplätze im Bereich der Waldbewirtschaftung verloren gehen.
- Besonders in den USA, Brasilien, Russland, Indien, Kanada und Malaysia muss darauf geachtet werden, dass durch die Umsetzung der EU-Politik negative soziale Effekte und ungleiche Verteilung von Einkommen vermieden werden.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung liegt zum einen auf der quantitativen Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte und zum anderen auf der qualitativen Bewertung möglicher negativer Auswirkungen auf die Forstwirtschaft in den betroffenen Drittstaaten als Folge einer Implementierung der EU-BioDiv-Strategie in Europa. Im ersten Schritt wird dafür in einem Szenario zur Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie abgeschätzt, in welchem Umfang eine Reduktion des Rohholzaufkommens der EU eintreten könnte. Darauf aufbauend wird mit Hilfe eines globalen Holzmarktmodells berechnet, wie sich globale Märkte für Holz und Holzprodukte verändern und in welche Drittstaaten sich die Rohholzproduktion verlagern könnte. Abschließend werden Vulnerabilität und Risiko dieser Drittstaaten für eine daraus folgende weniger nachhaltige Waldbewirtschaftung abgeschätzt.

5.1 Abschätzung des Einschlagsrückgangs in der EU

Zur Abschätzung der Wirkung einer Implementierung der EU-BioDiv-Strategie auf das Rohholzaufkommen in der EU wurde die Wirkung folgender Maßnahmen untersucht:

- i. 10 % Flächenanteil von Stilllegungsflächen im Wald,
- ii. Nutzungsverzicht auf die Rohholzproduktion auf allen Standorten mit „old-growth forest“ und
- iii. 30 % Flächenanteil einer Schutzgebietskulisse mit naturschutzfachlichen FFH-Bewirtschaftungsauflagen.

Da den Autoren kurzfristig keine Informationen zum Waldzustand, zur Waldentwicklung, zum künftigen Rohholzaufkommen sowie zur Implementierung von Naturschutzmaßnahmen in den EU-Mitgliedsländern zu erschließen waren, erfolgte eine Abschätzung zur Wirkung der Maßnahmen auf das Rohholzaufkommen in der EU auf Basis einer Wirkungsabschätzung für Deutschland. Hierzu wurden für die drei aufgeführten Naturschutzmaßnahmen zuerst isoliert nationale Umsetzungsszenarien entwickelt, welche danach in ein Gesamtszenario eingingen. Zur Abschätzung der Wirkung der Umsetzungsvorschläge der EU-BioDiv-Strategie auf das Rohholzaufkommen der EU insgesamt wurden für Deutschland Reduktionsfaktoren für das potenzielle Rohholzaufkommen berechnet. Diese wurden auf das, in die Zukunft fortgeschriebene, tatsächliche Rohholzaufkommen der anderen EU-Mitgliedsstaaten übertragen. Zentrale Datenquellen für diese Berechnungen waren die BWI 2012, das WEHAM-Basisszenario 2012 sowie FAO-Daten zum Rohholzaufkommen der EU-27.

Entwicklung von Umsetzungsszenarien der EU-BioDiv-Strategie

Für die Entwicklung von Umsetzungsszenarien eröffnen die vagen Zielformulierungen der EU-BioDiv-Strategie KOM (2020, S.6) einen hohen Interpretationsspielraum. Zum ersten Ziel „1.) Gesetzlicher Schutz von mindestens 30 % der Landfläche [...] der EU und Integration ökologischer Korridore als Teil eines echten transeuropäischen Naturschutznetzes“ bleibt letztendlich offen, welchen gesetzlichen Schutzstatus diese Gebiete formal unterliegen müssen. Nach Polley (2009: 75)

waren bereits im Jahr 2002 67 % der deutschen Waldfläche mit einer oder mehreren naturschutzrechtlichen Schutzgebietskategorien belegt, wenn Nationalparke, Biosphärenreservate, Naturschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete, Naturparke und Landschaftsschutzgebiete berücksichtigt werden. Die naturschutzrechtlichen Auflagen der einzelnen Schutzgebietskategorien können dabei vom Erhalt der (Wald-)Kulturlandschaft mit marginalen Auflagen für die forstliche Rohholzproduktion bis hin zum Prozessnaturschutz mit kompletter Einstellung der Rohholzerzeugung reichen. Sollten Mindestanforderungen an den gesetzlichen Schutzstatus bestehen, wären diese in der EU-BioDiv-Strategie offenzulegen. Im FFH-Szenario wurden Naturschutzauflagen für den Erhalt von Waldlebensraumtypen unterstellt, welche eine forstwirtschaftliche Bewirtschaftung weiterhin zulassen und die Rohholzerzeugung durch naturschutzfachliche Bewirtschaftungsauflagen signifikant, jedoch nicht gravierend einschränken. Die Annahme, dass 30 % der Waldfläche mit den FFH-Bewirtschaftungsauflagen belegt sind, erscheint moderat da in der EU-BioDiv-Strategie die Forderung nach mindestens 30 % der Landfläche der EU besteht. In der Realität dürften Waldflächen zu überproportionalen Anteilen in diese Schutzgebietskategorie fallen, da bspw. Siedlungs- und Infrastrukturfächen (als ein Teil der EU-Landfläche) nicht ausgewiesen werden dürften.

Auch das zweite Ziel „2.) strenger Schutz von mindestens einem Drittel der Schutzgebiete der EU, einschließlich aller verbleibenden Primär- und Urwälder [= „old-growth forest“] der EU“ bietet einen hohen Interpretationsspielraum. Erläuternd führt die EU-BioDiv-Strategie hierzu aus, dass ein „[...] strenger Schutz [...] nicht unbedingt gleichbedeutend damit [ist], dass das Gebiet für Menschen gesperrt ist, lässt aber natürliche Prozesse im Wesentlichen ungestört, um den ökologischen Erfordernissen der Gebiete gerecht zu werden.“ (KOM 2020, S. 4-6). Dieser Forderung folgend wurden im Stilllegungsszenario im Sinne der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS)“ Waldflächen nach den Kriterien einer „Natürlichen Waldentwicklung (NWE)“ ausgewiesen. In diesem Szenario wurden auf 10 % der gesamten deutschen Waldfläche über alle Baumarten und Altersklassen hinweg Prozessnaturschutzflächen unterstellt. Da nach der EU-BioDiv-Strategie in den streng geschützten Gebieten Prozessnaturschutz erfolgen soll, dürfte auch hier zu überproportionalen Flächenanteilen Wald subsumiert sein (auch Prozessnaturschutz in der landwirtschaftlichen Kulturlandschaft Deutschlands dürfte mehrheitlich durch natürliche Sukzession zu Waldentwicklung und damit Zunahme der Waldfläche führen (Elsasser 2008)). Diese Forderung impliziert eine Einstellung der Rohholzproduktion und anderer forstlicher Maßnahmen, aber auch aktive Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen zum Erhalt von Schutzgütern. Diese streng geschützten Schutzgebiete ließen sich demnach überwiegend nicht innerhalb der FFH-Schutzgebietskategorie im Wald verwirklichen, da hier zahlreiche Waldlebensraumtypen als Schutzobjekte durch aktive Maßnahmen zu erhalten sind (z. B. sekundäre Eichenlebensraumtypen¹²). Zudem dürften aufgrund des Klimawandels zunehmend auch aktive Maßnahmen zum Erhalt der Waldlebensräume erforderlich werden. Aufgrund der langen Entwicklungszyklen von Waldökosystemen leitet sich weiterhin ab, dass bei strengem Schutzstatus alle Waldentwicklungsphasen zum Schutz ungestörter natürlicher Prozesse in ausgewogenen Anteilen zu beteiligen sind. Eine ausschließliche Fokussierung auf die naturschutzfachlich besonders wertvollen Alt- und Zerfallsphasen von Waldökosystemen würde nur Teilaspekte der natürlichen Prozesse von Waldökosystemen abbilden.

¹² Sekundäre Wälder sind Wälder, in denen die Hauptbaumart trotz Anpassung an den Standort nicht wettbewerbsfähig ist und nur durch dauerhafte spezifische Waldbewirtschaftung als solche erhalten werden kann.

Weiterhin sollen nach der zweiten Zielformulierung der EU-BioDiv-Strategie alle verbleibenden Primärwälder und „old-growth forest“ der EU streng geschützt werden. Da in der Kulturlandschaft Deutschlands und vieler anderer EU-Mitgliedsländer Primärwälder weitgehend fehlen (Sabatini et al. 2018), vermittelt die EU-BioDiv-Strategie den Eindruck, dass „old-growth forests“ als „Ersatzbiotope“ für die nicht vorhandenen Primärwälder in vielen EU-Mitgliedsländern zu betrachten sind. Da eine EU-einheitliche Definition für „old-growth forests“ fehlt und eine Vielzahl verwandter Begriffe auf EU-Ebene verwendet werden, wurde hier einem Begriffsverständnis gefolgt, welches „old-growth forests“ als Wälder späterer Bestandesentwicklungsphasen interpretiert. Im „old-growth forests“-Szenario für Deutschland“ wurden daher alle Altersklassen über den üblichen Umtriebszeiten der Holzartengruppen den „old-growth forests“ zugeordnet. Aufgrund der eigenen Annahmen zu den durchschnittlichen Produktionszeiten der Holzartengruppen entfallen höhere Anteile auf die Nadelwaldfläche. Aus naturschutzfachlicher Sicht wären höhere Laubholzanteile in Deutschland anzustreben. Entsprechend dieser Annahme zum Totalschutz von „old-growth forests“ würden 12 % der Waldfläche nicht mehr für die Rohholzerzeugung zur Verfügung stehen.

Aus der zweiten Zielformulierung der EU-BioDiv-Strategie geht zudem nicht eindeutig hervor, auf welche Gesamtschutzgebietskulisse der EU sich das angestrebte Ziel von einem Drittel streng geschützter Schutzgebiete bezieht. Bezieht es sich auf die Mindestforderung der Unterschutzstellung von 30 % der Landesfläche oder auf die tatsächlich ausgewiesene Schutzgebietskulisse (ein Drittel bezogen auf die mindestens 30 % Schutzgebietsflächen würde bspw. 10 % streng geschützte Gebietsfläche bedeuten, während ein Drittel bezogen auf die 67 % tatsächlich unter Schutz gestellten Waldflächen in Deutschland (Polley 2009) 20 % streng geschützte Gebietsfläche zur Folge haben würde).

Vor dem Hintergrund der Verschneidung der Einzelszenarien zu einem Gesamtszenario wurde die Schutzgebietsfläche im FFH-Szenario ausschließlich in Altersklassen innerhalb der üblichen Produktionszeiten gelegt, um komplizierte Flächenüberschneidungen mit den „old-growth forests“ zu meiden. Hierdurch dürften die Auswirkungen der FFH-Bewirtschaftungsauflagen auf das Rohholzaufkommen unterschätzt werden, da der Anteil von Altbeständen hierdurch unterrepräsentiert sein dürfte.

Im DE BioDiv Szenario wurden Flächenüberlappungen der oberen Altersklassen des „old-growth forests“-Szenarios mit denen des Stilllegungsszenarios berücksichtigt. Die eigenen Annahmen würden jedoch nur geringe Flächenüberschneidungen bei den Altbeständen bedingen. In Summe errechnet sich im EU-BioDiv-Szenario für den Prozessnaturschutz im Sinne von „natürlicher Waldentwicklung“ und „old-growth forests“ ein Anteil von 20,9 % an der Gesamtwaldfläche.

Bundeswaldinventur 2012 und WEHAM-Basisszenario

Als Datenbasis zur Abschätzung des aktuellen Waldnaturschutzniveaus wurde die BWI 2012 und das WEHAM-Basisszenario 2012 verwendet. Sämtliche Flächenbelegungen zur Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie wurden in den 10.627.513 ha der begeharen und bestockten Waldfläche (Flächenbasis des WEHAM-Modells) verortet. Die Ziele der EU-BioDiv-Strategie könnten jedoch zusätzlich auch in den nicht begeharen und unbestockten Flächen der insgesamt 11.419.124 ha des deutschen Gesamtwaldes verwirklicht werden. Sollte dies im nennenswerten Umfang möglich

sein, würden die eigenen Abschätzungen die Auswirkungen der EU-BioDiv-Strategie auf das Rohholzaufkommen überschätzen. Die EU-BioDiv-Strategieziele würde dann zu einem geringeren Anteil auf produktiver Holzbodenfläche verwirklicht werden, was Zielkonflikte mit der Rohholzerzeugung reduzieren könnte.

Weiterhin bildet die BWI 2012 mit Stichtag 01.10.2012 und das WEHAM-Basiszenario 2012 das Waldnaturschutzniveau zum damaligen Stand ab. Seither sind bspw. weitere Prozessnaturschutzflächen für die „Natürliche Waldentwicklung“ hinzugekommen (Engel et al. 2016: 46)¹³, ebenso dürften einige Forstbetriebe in ihren Bewirtschaftungskonzepten zusätzliche Biodiversitätsbelange berücksichtigt haben. Daher dürfte das tatsächliche Ausgangsniveau des Waldnaturschutzniveaus unterschätzt und die erforderlichen zusätzlichen Maßnahmen zur Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie überschätzt sein. Der Rückgang des potenziellen Rohholzaufkommens dürfte dadurch ebenfalls leicht überschätzt sein.

Im vorangegangenen WEHAM-Basiszenario 2002 wurde der tatsächliche Nadelholzeinschlag unterschätzt, während der tatsächliche Laubholzeinschlag überschätzt wurde (Schmitz et al. 2005; BWI 2012). Da mit den WEHAM-Basiszenarien insbesondere eine Waldbehandlung nach den forstpolitischen Zielen der Länder abgebildet wird, kann diese Über- und Unterschätzung auch beim WEHAM-Basiszenario 2012 nicht ausgeschlossen werden. Vor diesem Hintergrund könnten die tatsächlichen Auswirkungen der EU-BioDiv-Strategie auf das potenzielle Rohholzaufkommen beim Nadelholz unter- und beim Laubholz überschätzt sein.

Zudem ist anzumerken, dass das WEHAM-Basiszenario 2012 nicht klimasensitiv modelliert ist und auch keinen Waldumbau berücksichtigt. Zudem sind die großen Waldschäden durch Extremwetter seit dem Jahr 2018 in Deutschland beim Waldzustand und beim potenziellen Rohholzaufkommen unberücksichtigt. Insbesondere das potenzielle Rohholzaufkommen in der Holzartengruppe Fichte aus regulärer Nutzung dürfte künftig durch die Waldschäden reduziert sein.

Die EU-BioDiv-Strategie zielt darauf ab, die Schutzgebietskulisse und das dortige Schutzniveau für die Waldbiodiversität zu erhöhen. Der damit verbundene Rückgang des Rohholzaufkommens aus dieser Schutzgebietskulisse kann grundsätzlich durch eine Intensivierung der Rohholzproduktion auf den Restflächen (innerhalb eines gewissen Rahmens) kompensiert werden. Diese Möglichkeiten wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt und dürften ebenfalls ökologische Verlagerungseffekte innerhalb der EU zur Folge haben.

¹³ Nach der Definition von „Natürlicher Waldentwicklung (NWE)“ des NWE5-Forschungsprojektes wurde für das Jahr 2013 eine NWE-Fläche von 213.145 ha bzw. 1,9 % der Gesamtwaldfläche ermittelt (nach der eigenen Flächenbasis würde dies 2,01 % entsprechen). Bis 2020 wurde ein NWE-Anteil von 2,3 % und für die Zeit unmittelbar danach von 3 % erwartet (Engel et al. 2016: 46).

Übertragung auf die EU-27

Die für Deutschland berechneten Reduktionsfaktoren auf das potentielle Rohholzaufkommen wurden auf das Rohholzaufkommen der anderen EU-Mitgliedsstaaten übertragen. Ob hierfür die Waldstrukturen, Waldbehandlungs- und Waldnaturschutzkonzepte in Deutschland annäherungsweise den EU-Mittelwert abbilden können, konnte kurzfristig nicht geprüft werden. Zumindest auf Ebene einzelner EU-Mitgliedsstaaten können durch das gewählte Vorgehen – Übertragung der Verhältnisse Deutschlands – auch deutliche Veränderung im Rückgang des Rohholzaufkommens erwartet werden.

Die FAO-Daten zum Rohholzaufkommen der EU-27 wurden mit den (historischen) Mehrjahresmittelwerten 2015 – 2018 konstant in die Zukunft fortgeschrieben und um die für Deutschland berechneten Faktoren reduziert. Dieses reduzierte Rohholzaufkommen der EU-27 diente in der nachfolgenden Marktmodellierung des EU-BioDiv-Szenarios als Produktionsobergrenze, die als Nebenbedingung bei der Gleichgewichtsbildung im Modell erfüllt werden muss. Rohholznachfragen werden im GFPM entsprechend dieser Setzungen in Abhängigkeit der jeweiligen Preise sowohl aus nationalem als auch aus internationalem Angebot bedient.

Während das fortgeschriebene, tatsächliche Rohholzaufkommen der EU-27 im Mehrjahresmittel 2015 bis 2018 bei 473 Mio. m³/a nach FAO-Daten liegt, weist das EFSOS II-Referenz-Szenario ein potenzielles Rohholzaufkommen für die EU-27 („Fellings on FAWs“ - forests available for wood supply) von 509 Mio. m³/a (2020) und 526 Mio. m³/a (2030) aus (UNECE und FAO 2011). Diese Abweichung dürfte vor allem damit zu erklären sein, dass das EFSOS II Szenario ein Potenzial ausweist, während die FAO-Daten die tatsächliche Nutzung der Vergangenheit ausdrücken. Die Höhe der Abweichungen zeigt, dass die unterstellten Nutzungen im EU-BioDiv-Szenario schon nahe am potentielle Holzaufkommen in der EU liegen. Nichtsdestotrotz könnte vor diesem Hintergrund die biologische Produktionsobergrenze durch die Fortschreibung der historischen FAO-Daten zum tatsächlichen Rohholzaufkommen unterschätzt sein.

Auch für Deutschland liegen die Rohholzpotenzialmengen über den tatsächlichen Nutzungsmengen der Vergangenheit. Während die FAO-Daten für Deutschland ein tatsächliches Rohholzaufkommen von 68 Mio. m³/a im Mittel der Jahre 2015 bis 2018 ausweisen, beläuft sich das potenzielle Rohholzaufkommen des Basisszenario 2012 mit dem nationalen WEHAM-Modell auf 77 Mio. m³/a für den Simulationszeitraumes 2018 bis 2032. Das EFSOS II-Referenz-Szenario für Deutschland liegt mit 80 Mio. m³/a für den Simulationszeitraum 2020 bis 2030 nochmals leicht darüber.

Ebenso wurde die historische Aufteilung des Gesamtrohholzaufkommens in der EU-27 auf die Rohholzsortimente industriell genutztes Rundholz und Brennholz unverändert in die Zukunft fortgeschrieben. Bei einer deutlichen Verknappung des Rohholzaufkommens durch Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie könnten sich diese Verwendungsanteile stärker zur stofflichen Nutzung verschieben.

5.2 Reduktion des Rohholzaufkommens in der EU durch Naturschutzszenarien

Ausgehend von einem zukünftigen Rohholzaufkommen des WEHAM-Basisszenarios 2012 von rund 77 Mio. m³/a in Deutschland resultiert aus einer Anhebung der Stilllegungsfläche von 1,67 % auf 10 % der produktiven Holzbodenfläche eine Reduktion um insgesamt 6 Mio. m³/a für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052. Bei einem Nutzungsverzicht von „old-growth forests“ reduziert sich das potenzielle Rohholzaufkommen um insgesamt 18 Mio. m³/a. Der Vergleich des Einschlagsrückgangs der Stilllegungs- und „old-growth forests“-Szenarien verdeutlicht, dass bei einer Unterschutzstellung von Altbeständen mittelfristig besonders hohe Opportunitäten zur Rohholzproduktion entstehen. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass die Unterschutzstellung der „old-growth forests“ die Forstbetriebe überproportional belastet, da die wirtschaftlichen Werte häufig gerade in den Altbeständen liegen und nicht gleichmäßig über die Altersklassen verteilt sind.

Unter den FFH-Bewirtschaftungsauflagen reduziert sich das potenzielle Rohholzaufkommen um insgesamt 1 Mio. m³/a. Die Umsetzung der drei Naturschutzmaßnahmen zusammen reduziert das potenzielle Rohholzaufkommen um insgesamt 24 Mio. m³/a, wovon 7 Mio. m³/a auf Laubbäume und 17 Mio. m³/a auf Nadelbäume entfallen. Ausgehend vom Rohholzpotenzial des WEHAM-Basisszenarios 2012 von 77 Mio. m³/a würde sich das inländische Rohholzaufkommen auf 53 Mio. m³/a reduzieren bzw. auf 69 % des Mittels für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2052.

Für eine Wirkungsabschätzung der Implementierung der EU-BioDiv-Strategie wurden aus diesen Ergebnissen für Deutschland abgeleitete Reduktionsfaktoren auf das Rohholzaufkommen auf die anderen EU-Mitgliedsstaaten übertragen. Ausgehend von einem Gesamt-Rohholzaufkommen der EU-27 im Mehrjahresmittel 2015 – 2018 von 473 Mio. m³ würde sich das Rohholzaufkommen im Jahr 2050 nach Maßnahmenimplementierung der EU-BioDiv-Strategie um 149 Mio. m³ auf 324 Mio. m³ reduzieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es sowohl Gründe dafür gibt, den errechneten Einschlagsrückgang innerhalb der EU als Überschätzung anzusehen als auch dafür, ihn als Unterschätzung zu betrachten. So sind zwar Flächenüberschneidungen des Stilllegungs- und des „old-growth forests“-Szenarios herausgerechnet worden, im FFH-Szenario wurden allerdings ausschließlich verbleibende Waldfläche einbezogen. Eine Einbeziehung der bereits geschützten Flächen (old-growth und Stilllegung) in die 30 %-Forderung hätte den Einschlagsrückgang abgemildert. Die Entscheidung über die "richtige" Flächenzuordnung ist allerdings noch nicht getroffen worden und das Ergebnis zeigt der Politik somit die Möglichkeit auf, mit ihren Umsetzungsregeln die EU-BioDiv-Strategie möglichst effizient, d. h. mit möglichst wenig Einschlagsrückgang umzusetzen.

Auf der anderen Seite sind die vorliegenden Ergebnisse aber kein Maximalszenario, da die genaue Definition von „old-growth forests“ ganz wesentlich bestimmt, wie hoch der Einschlagsrückgang ausfallen wird. Die hier gesetzten Schwellenwerte nach Hauptbaumartengruppen können in der weiteren Diskussion von den Protagonisten der EU-BioDiv-Strategie auch noch niedriger angesetzt werden, mit entsprechend höherem Einschlagsrückgang.

5.3 Quantifizierung von Verlagerungseffekten außerhalb der Europäischen Union

Dem in Kapitel 2 entwickelten Szenario für eine mögliche Reduktion des Rohholzaufkommens bei Implementierung der EU-BioDiv-Strategie wurde in der Marktmodellierung (Kapitel 3) ein Referenzszenario gegenübergestellt. Seit 1991 zeichnet sich die tatsächliche Rohholzproduktion durch ein kontinuierliches Wachstum aus. Im hier gerechneten Referenzszenario wird diese Dynamik über den Simulationszeitraum hinweg fortgesetzt. Dabei werden Nachfrageentwicklungen, aber auch Angebotsentwicklung in Drittstaaten und internationale Handelsentwicklungen simultan simuliert. Dementsprechend entwickeln sich die Entnahmen im Referenzszenario bis 2019 sehr ähnlich zu den tatsächlich durch die FAO berichteten Daten (FAO 2020a). Im Weiteren beschreibt dieses Referenzszenario die Entwicklung des Marktes über die nächsten Dekaden ohne Einschränkung der Rohholzproduktion in der EU durch die EU-BioDiv-Strategie.

Ziel der Marktmodellierung war es, mit Hilfe eines partiellen, globalen Gleichgewichtsmodells mögliche Verschiebungen der internationalen Angebotsituation aufgrund einer Reduktion der Rohholzentnahmen in der EU-27 aufzuzeigen. Hierfür wurden die in Kapitel 2 errechneten-Mengen für das Rohholzangebot der EU-27 für die Jahre 2020 bis 2050 als exogenes Produktionspotenzial in das globale Holzmarktmodell übertragen. Die in Kapitel 2 erfolgte Abschätzung des Rohholzpotenzials stützt sich auf das durch die FAO berichtete Mehrjahresmittel (2015 – 2018) der Rohholzentnahmen (vgl. FAO 2020a). Für das Basisjahr errechnen sich auf Basis der Abschätzungen aus Kapitel 2 für Deutschland eine rund 30 % geringere Rohholzentnahme. Im EU-BioDiv-Szenario wird diese reduzierte Entnahmemenge für Rohholz durch die Holzaufkommensabschätzung konstant bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben. Da die in Kapitel 2 abgeschätzten, zur Verfügung stehenden Rohholzmengen naturgemäß niedriger waren als die gegenwärtigen, durch die FAO berichteten Holzentnahmen, fungierte dieses Produktionspotenzial von Beginn des Simulationszeitraums im Modell als exogene Produktionsobergrenze im EU-BioDiv-Szenario.

Zu Beginn des Simulationszeitraums ist das gemessene Leakage (rund 30 % Reduktion der Rohholzentnahmen) geringer als das, am Referenzszenario gemessene, Leakage, am Ende des Simulationszeitraums (rund 40 % Reduktion der Rohholzentnahmen). Diese 40 % sind als ein projiziertes Defizit der Holzentnahmen zu verstehen. Die wachsende Schere zwischen den Szenarien ergibt sich auch dadurch, dass dem dynamischen Referenzszenario im EU-BioDiv-Szenario eine nahezu gleichbleibende Rohholzproduktion gegenübergestellt wird und damit auf den bewirtschafteten Flächen keine Entwicklung der forstlichen Produktion stattfinden wird. Die Annahme konstanter Rohholzproduktion im EU-BioDiv-Szenario ist vor allem Ergebnis des Umstandes, dass die Abschätzung des Rohholzaufkommens für Deutschland keinen Wachstumspfad für die Rohholzproduktion ausweist. Dieses Ergebnis wurde in Kapitel 2 auf die anderen Mitgliedsländer der EU übertragen. Durch die angenommene Stagnation der Flächenproduktion im EU-BioDiv-Szenario im Vergleich zur dynamischen Entwicklung im Referenzszenario könnte es zu einer Überschätzung des Leakage in der vorliegenden Arbeit gekommen sein, je nach Strenge der zukünftigen Auflage der FFH-Waldbewirtschaftungsauflagen.

Durch den Vergleich des EU-BioDiv-Szenarios mit dem Referenzszenario werden mögliche, durch die europäische Angebotsverknappung verursachten, Marktverschiebungen aufgezeigt. Dabei wird deutlich, dass sich die Komponenten der Verlagerungseffekte über die verschiedenen Jahrzehnte der Simulation verschieben. Gerade zu Beginn des Simulationszeitraumes, in dem die Effekte des reduzierten Rohholzaufkommens in der EU-27 erstmalig zum Tragen kommen, ist verstärkt ein Verzicht auf die Nutzung des Rohstoffs Holz zu beobachten. Im weiteren Verlauf der Simulation verringert sich in der EU-27 der Konsumverzicht auf Holz, da die Produktion in Drittstaaten zunehmend wettbewerbsfähiger und so die Nachfrage nach Holzprodukten in der EU-27 bedient wird. Dass die Wettbewerbsfähigkeit von Drittstaaten im EU-BioDiv-Szenario immer weiter steigt, liegt unter anderem an der starken und anhaltenden Rohholzverknappung in den EU-27 Ländern. So entsteht eine Kluft zwischen Rohholzbedarf und -angebot, wodurch die Rohholzpreise in der EU-27 kontinuierlich steigen und damit die Produkte aus Übersee (trotz hoher Kosten durch Transport) für den EU-Markt attraktiver werden. Einen ähnlichen Effekt kann man gerade in Nordamerika beobachten. Hier steigen die Preise für Nadelschnittholz sehr stark an, weil der Bedarf zum Bau von Häusern die derzeit mögliche Produktion deutlich übersteigt (EUWID 2020). Hielte dieser Zustand länger an, würde der Export nach Nordamerika aufgrund der hohen Preise immer attraktiver werden.

Da die aus Kapitel 2 hervorgehende Abschätzung der Rohholzmengen eine sehr starke Reduktion der Rohholzproduktion in der EU-27 bedeuten, welche in der Historie bisher noch nicht beobachtet werden konnte (FAO 2020a), erscheint eine weitere Untersuchung von Alternativszenarien und Durchführung einer Sensitivitätsanalyse sinnvoll. Neben verschiedenen, geringeren Reduktionsraten der Rohholzproduktion wäre hierbei auch eine dynamische, länderspezifische Untersuchung zur Waldentwicklung und dem damit verbundenen potenziellen Rohholzaufkommen, bei der die Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie für jedes Mitgliedsland einzeln ermittelt wird, eine wünschenswerte Erweiterung. Es ist wahrscheinlich, dass durch die unterschiedliche forstliche Ressourcenausstattung der einzelnen EU-Mitgliedsländer, die Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie unterschiedliche Wirkungen auf den Holzmarkt entfalten würde. Auch die Intensität der Rohholzentnahmen auf den produktiven Flächen würde vermutlich unterschiedlich erfolgen. Folglich würden die Rohholzproduktion wie auch Produktion, Handel und Konsum von Holzprodukten in den Ländern unterschiedliche Dynamiken entwickeln. Beispielsweise könnten in solchen Alternativszenarien geringere Mengeneffekte entstehen, welche dann unmittelbaren Einfluss auf die Preisentwicklung hätten. So könnte bspw. eine geringere Rohholzverknappung in der EU-27 im Vergleich zum hier verwendeten Szenario zu einem geringeren Preisanstieg für Rohholz führen. Dadurch wiederum könnte der Transport aus weiter entfernten Drittstaaten weniger wirtschaftlich sein, sodass sich die Verlagerungseffekte stärker auf näherliegende Drittstaaten mit geringeren Transportkosten fokussieren könnten. Dabei müssen sich diese Marktänderungen nicht zwangsläufig linear verhalten, da sie vom Zusammenspiel von Preisen und Kosten abhängen. Wenn bspw. die Produktion von Rohholz in einem alternativen Szenario EU-weit lediglich um 15 % unter der Referenz liegen würde, führte dies nicht zwangsläufig zu proportionalen Effekten derselben Größenordnung in den bisher

ermittelten Drittstaaten; vielmehr können sich auch strukturelle Änderungen des Marktgeschehens ergeben. Solche strukturellen Änderungen könnten dann nicht nur die Höhe des Leakage und das Länderranking verschieben, sondern vermutlich auch die Länderzusammensetzung verändern.

In der hier genutzten Version des GFPM werden keine bilateralen Handelsströme simuliert. Es können somit keine direkten Handelsverschiebungen, bzw. Verlagerungseffekte zwischen einzelnen Ländern aufgezeigt werden, sondern nur summarische. Die Berechnung bilateralen Handelsströme zur Quantifizierung direkter Verlagerungseffekte böte eine gute Grundlage zur Einschätzung politischer Handlungsoptionen zur Leakageverringering.

Bei der Interpretation der Ergebnisse aus dem partiellen Gleichgewichtsmodell muss auch beachtet werden, dass insbesondere Produktions- und Nachfrageentwicklungen, sowohl für das gesamte Referenzszenario als auch für das EU-BioDiv-Szenario, von exogenen Projektionen zur globalen Einkommens- und Bevölkerungsentwicklung beeinflusst werden. Die hier genutzte Modellversion stützt sich auf die dynamischen ökonomischen Wachstumsraten des IPCC-Szenarios A1 (Nakicenovic et al. 2000). Eine Anpassung dieser Entwicklungen hat in den jünger veröffentlichten SSP Szenarien (The Shared Socioeconomic Pathways, O'Neill et al. 2014) stattgefunden. Die Ergebnisse zu den Verlagerungseffekten durch die Implementierung der EU-BioDiv-Strategie würden unter Nutzung eines aktuellen SSP-Szenarios vermutlich anders ausfallen. In welcher Form lässt sich a priori nicht konkret abschätzen. Jedoch könnte sich die Zusammensetzung der Drittstaaten, in denen sich eine erhöhte Rohholzproduktion zeigt, in Abhängigkeit neuer Einkommensprojektionen verändern.

5.4 Vulnerabilitäts- und Risikoabschätzung

Die Wirkungszusammenhänge (Abbildung 6) wurden mittels eines im Rahmen der Studie erstellen Konzeptes dargestellt, welches einzelne Themenbereiche in logische Zusammenhänge stellt. Die Liste der Vulnerabilitätsindikatoren, welche diese Themenbereiche charakterisieren, basiert auf öffentlich verfügbaren Datensätzen. Das Konzept kann für weitere Fragestellungen erweitert werden und müsste dann zusätzliche Indikatoren berücksichtigen. Die Auswahl der verglichenen Indikatoren ist auch durch die Datenverfügbarkeit bedingt. Es konnten nur Indikatoren verwendet werden, die global verfügbar sind. So enthält der Themenbereich Biodiversität nur zwei waldspezifische Indikatoren. Es gibt zwar weitere Information zur Gefährdung der Waldarten (Bubb et al. 2009) oder zur „biological intactness“ der Wälder (UNEP-WCMC and Natural History Museum 2016), diese müssten aber erst in Zusatzstudien für die betreffenden Länder ausgewertet und aggregiert werden. Eine aktualisierte Liste der bedrohten Baumarten wird derzeit erst erarbeitet (<https://globaltrees.org/threatened-trees/red-list/>). Für sozioökonomische Auswirkungen der Holznutzung existiert kein global vergleichbarer Indikator. Darüber hinaus gibt es kein vergleichbares Datenmaterial zur formellen und informellen Beschäftigung im Forstbereich. Weitere Daten könnten erarbeitet werden und könnten ggf. die Ergebnisse beeinflussen. Allerdings wurden bereits mehrere Indikatoren pro Kategorie getestet, die eine konsolidierte und konsistente Grundlage, insbesondere für den Vergleich zwischen der EU und Drittstaaten, ermöglichen.

Alle Berechnungen beruhen auf länderweisen Daten. Eine subnationale Betrachtung, die die Vulnerabilität und Risiken der tatsächlich betroffenen Gebiete berücksichtigt, ist mit den global verfügbaren Daten nicht möglich. Während es möglich wäre, die theoretisch neuen Schutzgebiete in der EU zu lokalisieren, gibt es keine Information darüber, in welchen Gebieten und unter welchen Umständen das zusätzliche Holz in den Drittstaaten produziert würde. Selbst wenn die entsprechenden Gebiete bekannt wären, gäbe es darüber hinaus für die subnationale Ebene keine vergleichbaren Indikatorwerte.

Um möglichst viele Länder zu berücksichtigen, wurden als Vergleichsländer solche mit mindestens 0,1 % Anteil am gesamten Mehreinschlag in Drittstaaten ausgewählt. Die relative Einschlagsänderung innerhalb der einzelnen Drittstaaten wurde nicht berücksichtigt. In Ländern mit hoher relativer Änderung wäre der zusätzliche Druck auf den Wald aber besonders groß. Von allen nicht berücksichtigten Drittstaaten weist aber nur Saudi-Arabien eine rechnerische relative Einschlagsänderung von über 20 % auf. Der absolute Einschlag ist hier aber äußerst niedrig. Die ausgewählten Länder realisieren darüber hinaus 99 % des Mehreinschlags.

Die vorgestellten Ergebnisse beinhalten keine Vorhersage, wie sich die Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie auf die Erhaltung der biologischen Vielfalt in den Drittstaaten auswirken wird. Die aktuelle Evaluierung gibt lediglich an, welche Länder basierend auf den ausgewählten Indikatoren wahrscheinlich einem höheren Risiko für Biodiversitätsverlust im Vergleich zur EU ausgesetzt sind. Darüber hinaus werden die sozioökonomischen Aspekte in den Ländern analysiert, um erste Anhaltspunkte über weitere Nebenwirkungen der Umsetzung der EU-BioDiv-Strategie zu gewinnen. Darüber hinaus wäre eine detailliertere Analyse der einzelnen Länder mit dem höchsten potentiellen Risiko erforderlich, um die zugrundeliegenden Mechanismen besser verstehen zu können. Dies würde es ermöglichen, politische Ansätze auf den jeweiligen Länderkontext anzupassen, würde aber zusätzliche Daten aus einzelnen Sektoren und Regionen innerhalb der Länder erfordern.

Es wurden einzelne PCAs für die Indikatoren einzelner Themenbereiche gerechnet. Es sind jedoch auch entsprechende alternative analytische Ansätze möglich. Beispielsweise könnte eine PCA mit allen Indikatoren ohne vorherige Definition von Themenbereichen gerechnet werden, mit dem Ziel, neue Kategorien basierend auf den resultierenden Hauptkomponenten zu klassifizieren.

Die Abschätzung der zukünftigen Verlagerungseffekte basiert auf Projektionen des Holzmarktes. Die zukünftigen Vulnerabilitätsindikatoren konnten nicht prognostiziert werden, denn eine Modellierung der Indikatorwerte für zukünftige Jahre ist ohne spezifische aufwändige Forschung nicht möglich. Daher wurden aktuelle Indikatorwerte mit zusätzlichem Holzeinschlag in der Zukunft verglichen.

Risikoabschätzungen basieren auf der Multiplikation von Vulnerabilitätsindikatoren und zusätzlichem Holzvolumen. Für die Risikoabschätzung wurde damit unterstellt, dass das Risiko linear mit der zusätzlichen Holzmenge ansteigt. In Wirklichkeit könnte die Funktion auch nichtlinear sein und dadurch zu höheren oder niedrigeren Risikowerten führen. Die Vergleichbarkeit zwischen Ländern und Regionen würde davon allerdings nicht beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen einen relativen Vergleich zwischen einzelnen Ländern. Eine absolute Quantifizierung des Risikos ist nicht möglich.

Die aktuelle Risikobewertung wurde basierend auf der Verlagerung der Holzproduktion (Saldo aus Referenzszenario und EU-BioDiv-Szenario vorgenommen). Eine getrennte Berechnung von Risikoindikatoren getrennt nach Referenzszenario und EU-BioDiv-Szenario zu unterschiedlichen Zeitpunkten 2020/2050 ist ebenfalls denkbar.

Vulnerabilitäts- und Risikoabschätzungen mit umfassenderen Indikatorensets ergänzt durch statistische Verfahren können die Robustheit der Ergebnisse verbessern, benötigen aber mehr Zeit.

Literaturverzeichnis

- BASTOS LIMA, MAIRON G.; PERSSON, U. MARTIN; MEYFROIDT, PATRICK (2019): Leakage and boosting effects in environmental governance: a framework for analysis. In *Environ. Res. Lett.* 14 (10), p. 105006. DOI: 10.1088/1748-9326/ab4551.
- BIRKMANN, JOERN (2011): Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. In *Environmental Hazards* 7 (1), pp. 20–31. Available online at Literaturverzeichnis
- UNECE; FAO (2011): The European Forest Sector Outlook Study II: 2010 - 2030. Hg. v. United Nations (UN). United Nations Economic Commission for Europe. Geneva (United Nations publication). Online verfügbar unter <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/sp-28.pdf>, zuletzt geprüft am 07.08.2020., checked on 10/1/2020.
- BMUB (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. Edited by Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. Available online at https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/biologischevielfalt/Dokumente/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf, checked on 8/7/2020.
- BUBB, PHILIP; BUTCHART, STUART; COLLEN, BEN; DUBLIN, HOLLY; KAPOS, VAL; POLLOCK, CAROLINE ET AL. (2009): IUCN Red List Index. Guidance for national and regional use. Version 1.1. Edited by IUCN. Gland, Switzerland. Available online at <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-001.pdf>, checked on 9/9/2020.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2019a): Aktueller Meldestand der FFH-Gebiete in Deutschland. Edited by Bundesamt für Naturschutz, Abteilung Biotopschutz und Landschaftsökologie, FG II 2.2. Bonn. Available online at https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/natura2000/Dokumente/Meldeueb_FFH_20191213_bf.pdf, updated on 12/13/2019, checked on 8/10/2020.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2019b): Zum Stand der Umsetzung von Natura 2000 in Deutschland. Edited by Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn. Available online at <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/natura-2000-gebiete.html>, checked on 8/10/2020.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2/26/2020): Pressemitteilungen - Waldschäden: Bundesministerium veröffentlicht aktuelle Zahlen. Berlin. Available online at <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/040-waldschaeden.html>, checked on 8/7/2020.
- BUONGIORNO, JOSEPH (2003): The Global Forest Products Model. [S.l.]: Academic Press.
- BUONGIORNO, JOSEPH (2015): Global modelling to predict timber production and prices: the GFPM approach. In *Forestry* 88 (3), pp. 291–303. DOI: 10.1093/forestry/cpu047.
- BUONGIORNO, JOSEPH; JOHNSTON, CRAIG; ZHU, SHUSHUAI (2017): An assessment of gains and losses from international trade in the forest sector. In *Forest Policy and Economics* 80, pp. 209–217. DOI: 10.1016/j.forpol.2017.04.004.
- BUONGIORNO, JOSEPH; ZHU, SHUSHUAI (2013): Consequences of carbon offset payments for the global forest sector. In *JFE* 19 (4), pp. 384–401. DOI: 10.1016/j.jfe.2013.06.005.
- BWI (2012): Dritte Bundeswaldinventur-Ergebnisdatenbank. Edited by Johann Heinrich von Thünen-Institut. Available online at <https://bwi.info/start.aspx>, checked on 8/7/2020.
- DIETER, MATTHIAS; ENGLERT, HERMANN (2007): Competitiveness in the global forest industry sector: an empirical study with special emphasis on Germany. In *European Journal of Forest Research* 126 (3), pp. 401–412. DOI: 10.1007/s10342-006-0159-x.

- DÖRING, P.; GLASENAPP, S.; MANTAU, U. (2017a): Holz- und Zellstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung.
- DÖRING, P.; GLASENAPP, S.; MANTAU, U. (2017b): Holzwerkstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung.
- ELSASSER, PETER (2008): Neuwaldbildung durch Sukzession: Flächenpotenziale, Hindernisse, Realisierungschancen. Edited by Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft (Arbeitsbericht des Instituts für Forstökonomie, 5). Available online at https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dk041111.pdf, checked on 9/30/2020.
- ENGEL, F.; MEYER, P.; BAUHAUS, J.; GÄRTNER, S.; REIF, A.; SCHMIDT, M. ET AL. (2016): Wald mit natürlicher Entwicklung - ist das 5%-Ziel erreicht? In *AFZ - Der Wald* 71 (9), pp. 46–48.
- EUWID (2020): USA: 2x4 prices jump well above 900 US\$ mark. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID Wood Products and Panels). Available online at <https://www.euwid-wood-products.com/news/roundwoodsawnwood/single/Artikel/usa-2x4-prices-jump-well-above-900-us-mark.html>, updated on 9/17/2020, checked on 9/30/2020.
- FAO (2010): Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA 2010). Available online at <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/past-assessments/fra-2010/en/>.
- FAO (2015): Global Forest Resources Assessment 2015. Rome: FAO. Available online at <http://www.fao.org/3/a-i4808e.pdf>.
- FAO (2020a): Forestry Production and Trade. Available online at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.
- FAO (2020b): Global Forest Resources Assessment. Terms and Definitions (Forest Resources Assessment Working Paper 188). Available online at <http://www.fao.org/3/l8661EN/i8661en.pdf>, checked on 9/7/2020.
- FERRER VELASCO, RUBÉN; KÖTHKE, MARGRET; LIPPE, MELVIN; GÜNTER, SVEN (2020): Scale and context dependency of deforestation drivers: Insights from spatial econometrics in the tropics. In *PLOS ONE* 15 (1), e0226830. DOI: 10.1371/journal.pone.0226830.
- FSC (Ed.) (2020): FSC Facts and Figures Web Map. Available online at <https://fsc-int.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=06188ad39e5344db96a4a181e135c393&mobileBreakPoint=300>, updated on 7/9/2020, checked on 9/4/2020.
- GAN, JIANBANG; MCCARL, BRUCE A. (2007): Measuring transnational leakage of forest conservation. In *Ecological Economics* 64 (2), pp. 423–432. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.02.032.
- GLASENAPP, SEBASTIAN; AGUILAR, FRANCISCO X.; WEIMAR, HOLGER; MANTAU, UDO (2019): Assessment of residential wood energy consumption using German household-level data. In *Biomass and Bioenergy* 126, pp. 117–129. DOI: 10.1016/j.biombioe.2019.04.020.
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT (Ed.) (2012): Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung Ergebnisdatenbank. Available online at <https://bwi.info/start.aspx>, checked on 8/7/2020.
- JOHNSTON, CRAIG M. T.; BUONGIORNO, JOSEPH (2017): Impact of Brexit on the forest products industry of the United Kingdom and the rest of the world. In *Forestry* 90 (1), pp. 47–57. DOI: 10.1093/forestry/cpw062.
- JOHNSTON, CRAIG M.T.; VAN KOOTEN, G. CORNELIS (2016): Global trade impacts of increasing Europe's bioenergy demand. In *JFE* 23, pp. 27–44. DOI: 10.1016/j.jfe.2015.11.001.

- KALLIO, A. MAARIT I.; MOISEYEV, ALEXANDER; SOLBERG, BIRGER (2006): Economic impacts of increased forest conservation in Europe: a forest sector model analysis. In *Environmental Science & Policy* 9 (5), pp. 457–465. DOI: 10.1016/j.envsci.2006.03.002.
- KAUFMANN, DANIEL; KRAAY, AART; MASTRUZZI, MASSIMO (2010): The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues (World Bank Policy Research Working Paper, 5430). Available online at https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1682130, checked on 9/4/2020.
- KOM (2020): EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 - Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. Edited by KOM. Brussels (Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den RAT, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, COM (2020) 380 final). Available online at https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-annex-eu-biodiversity-strategy-2030_de.pdf, checked on 8/7/2020.
- LIU, JIANGUO; DOU, YUE; BATISTELLA, MATEUS; CHALLIES, EDWARD; CONNOR, THOMAS; FRIIS, CECILIE ET AL. (2018): Spillover systems in a telecoupled Anthropocene: typology, methods, and governance for global sustainability. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* 33, pp. 58–69. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.04.009.
- MEYFROIDT, P.; ROY CHOWDHURY, R.; BREMOND, A. DE; ELLIS, E. C.; ERB, K.-H.; FILATOVA, T. ET AL. (2018): Middle-range theories of land system change. In *Global Environmental Change* 53, pp. 52–67. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2018.08.006.
- MORLAND, CHRISTIAN; SCHIER, FRANZISKA; JANZEN, NIELS; WEIMAR, HOLGER (2018): Supply and demand functions for global wood markets: Specification and plausibility testing of econometric models within the global forest sector. In *Forest Policy and Economics* 92, pp. 92–105. DOI: 10.1016/j.forpol.2018.04.003.
- NAKICENOVIC, NEBOJSA; ALCAMO, JOSEPH; DAVIS, GERALD; VRIES, BERT DE; FENHANN, JOERGEN; GAFFIN, STUART ET AL. (2000): Special report on emissions scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Nebojsa Nakicenovic, Robert Swart. IPCC. Cambridge. Available online at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/emissions_scenarios-1.pdf, checked on 9/8/2020.
- NEPAL, PRAKASH; INCE, PETER J.; SKOG, KENNETH E.; CHANG, SUN J. (2012): Projection of U.S. forest sector carbon sequestration under U.S. and global timber market and wood energy consumption scenarios, 2010–2060. In *Biomass and Bioenergy* 45, pp. 251–264. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.06.011.
- O'NEILL, BRIAN C.; KRIEGLER, ELMAR; RIAHI, KEYWAN; EBI, KRISTIE L.; HALLEGATTE, STEPHANE; CARTER, TIMOTHY R. ET AL. (2014): A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socio-economic pathways. In *Climatic Change* 122 (3), pp. 387–400. DOI: 10.1007/s10584-013-0905-2.
- PEFC (2020): PEFC Global Statistics. Edited by PEFC. Available online at <https://cdn.pefc.org/pefc.org/media/2020-08/d48bcf2b-562f-4feb-bde6-e5a6316ec7c1/5948cc30-e0ea-59bd-b3bc-6dabbb108685.pdf>, checked on 8/26/2020.
- POLLEY, HEINO (2009): Wald in Schutzgebieten - ein Überblick Sonderheft (327), pp. 75–82. Available online at https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk041611.pdf, checked on 8/11/2020.
- POTAPOV, PETER; HANSEN, MATTHEW C.; LAESTADIUS, LARS; TURUBANOVA, SVETLANA; YAROSHENKO, ALEXEY; THIES, CHRISTOPH ET AL. (2017): The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. In *Science Advances* 3 (1), e1600821, checked on 9/30/2020.
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Richtlinie

- 92/43/EWG des Rates. In *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* (L 206/7). Available online at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=DE>, checked on 8/10/2020.
- ROCK, JOACHIM; DUNGER, KARSTEN; MARKS, ALEXANDER; SCHMIDT, URSULA (2016): Wald und Rohholzpotenzial der nächsten 40 Jahre: Ausgewählte Ergebnisse der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung 2013 bis 2052. Edited by Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Berlin. Available online at https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Wald-RohholzPotenzial-40Jahre.pdf;jsessionid=ED7D78C8F7B6DFD567C2D6475DD49EAA.internet2841?_blob=publicationFile&v=3, checked on 8/19/2020.
- ROSENKRANZ, LYDIA; SEINTSCH, BJÖRN (2015): Opportunitätskostenanalyse zur Implementierung des naturschutzorientierten Waldbehandlungskonzepts „Neue Multifunktionalität“. In *Landbauforschung - Applied Agricultural and Forestry Research* 65 (3/4), pp. 145–160. DOI: 10.3220/LBF1452524672000.
- ROSENKRANZ, LYDIA; SEINTSCH, BJÖRN; WIPPEL, BERND; DIETER, MATTHIAS (2014): Income losses due to the implementation of the Habitats Directive in forests — Conclusions from a case study in Germany. In *Forest Policy and Economics* 38, pp. 207–218. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.10.005.
- SABATINI, FRANCESCO MARIA; BURRASCANO, SABINA; KEETON, WILLIAM S.; LEVERS, CHRISTIAN; LINDNER, MARCUS; PÖTZSCHNER, FLORIAN ET AL. (2018): Where are Europe’s last primary forests? In *Divers Distrib* 24 (10), pp. 1426–1439. DOI: 10.1111/ddi.12778.
- SCHIER, FRANZISKA; MORLAND, CHRISTIAN; JANZEN, NIELS; WEIMAR, HOLGER (2018): Impacts of changing coniferous and non-coniferous wood supply on forest product markets: a German scenario case study. In *European Journal of Forest Research* 137 (3), pp. 279–300. DOI: 10.1007/s10342-018-1111-6.
- SCHIER, FRANZISKA; WEIMAR, HOLGER (2018): Holzmarktmodellierung - Szenarienbasierte Folgenabschätzung verschiedener Rohholzangebotssituationen für den Sektor Forst und Holz. In *Thünen Working Paper* (91). DOI: 10.3220/WP1523005251000.
- SCHMITZ, FRIEDRICH; POLLEY, HEINO; HENNIG, PETRA; DUNGER, CARSTEN; ENGLERT, HERMANN (2005): Das potenzielle Rohholzaufkommen 2003 bis 2042 - Das Wichtigste in Kürze. Zu den Bundeswaldinventur-Erhebungen 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988. Edited by BMELV.
- STATA STATISTICAL SOFTWARE. Version 16 (2019). College Station, Texas, USA: StataCorp LLC.
- TURNER, JAMES A.; BUONGIORNO, JOSEPH; KATZ, ANDRES; ZHU, SHUSHUAI (2008): Implications of the Russian roundwood export tax for the Russian and global wood products sectors. In *Scandinavian Journal of Forest Research* 23 (2), pp. 154–166. DOI: 10.1080/02827580801995307.
- UNEP-WCMC; NATURAL HISTORY MUSEUM (2016): Biodiversity Intactness. Available online at www.global-forestwatch.org, checked on 9/9/2020.
- UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION (Ed.) (2020): SDG Indicators Database. Available online at <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>, checked on 9/4/2020.
- VAN KOOTEN, G. CORNELIS; JOHNSTON, CRAIG (2014): Global impacts of Russian log export restrictions and the Canada–U.S. lumber dispute: Modeling trade in logs and lumber. In *Forest Policy and Economics* 39, pp. 54–66. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.11.003.
- WALDRON, ANTHONY; MOOERS, ARNE O.; MILLER, DANIEL C.; NIBBELINK, NATE; REDDING, DAVID; KUHN, TYLER S. ET AL. (2013): Targeting global conservation funding to limit immediate biodiversity declines. In *PNAS* 110 (29), pp. 12144–12148, checked on 9/30/2020.

- WIPPEL, BERND; BECKER, GERO; SEINTSCH, BJÖRN; ROSENKRANZ, LYDIA; ENGLERT, HERMANN; DIETER, MATTHIAS ET AL. (2013): Project FFH-Impact: Implementing the Habitats Directive in German Forests. Executive Summary of a case study on the economic and natural impacts on forest enterprises. Edited by Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Forstökonomie, Zentrum Holzwirtschaft Universität Hamburg, Becker, Borchers and Wippel consultancy, Juristische Fakultät Universität Göttingen. Hamburg (Arbeitsbericht des Instituts für Forstökonomie, 01/2013). Available online at https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn052208.pdf, checked on 8/7/2020.
- WIRTH, CHRISTIAN; MESSIER, CHRISTIAN; BERGERON, YVES; FRANK, DOROTHEA; FANKHÄNEL, ANJA (2009): Old-Growth Forest Definitions: a Pragmatic View. In Christian Wirth, Gerd Gleixner, Martin Heimann (Eds.): Old-Growth Forests. Function, Fate and Value. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (Ecological Studies, Analysis and Synthesis, 207), pp. 11–33.
- WORLD BANK (2020a): World Development Indicators. Available online at <https://data-bank.worldbank.org/reports.aspx?source=World-Development-Indicators>.
- WORLD BANK (2020b): World Development Indicators | DataBank. Available online at <https://data-bank.worldbank.org/source/world-development-indicators>, updated on 9/4/2020, checked on 9/4/2020.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (Ed.) (2020): Global Forest Watch. Forest Monitoring, Land Use & Deforestation Trends. Available online at <http://www.globalforestwatch.org/>, updated on 9/30/2020, checked on 9/30/2020.

Anhang

1 Einschlagrückgang

Tabelle 3: Gesamt-Szenario für Deutschland: Flächenbilanz

| 1.) Gesamtwaldfläche | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------------|
| Holzartengruppen | Einheit | 1 - 20 Jahre | 21 - 40 Jahre | 41 - 60 Jahre | 61 - 80 Jahre | 81 - 100 Jahre | 101 - 120 Jahre | 121 - 140 Jahre | 141 - 160 Jahre | > 160 Jahre | alle Baumaltersklassen |
| Eiche | [ha] | 68.735 | 93.501 | 122.590 | 163.810 | 139.047 | 155.607 | 144.663 | 122.725 | 119.029 | 1.129.706 |
| Buche | [ha] | 547.422 | 580.208 | 632.208 | 556.572 | 393.484 | 304.711 | 238.472 | 193.351 | 151.125 | 3.597.554 |
| alle Laubbäume | [ha] | 616.157 | 673.709 | 754.798 | 720.382 | 532.531 | 460.319 | 383.136 | 316.076 | 270.155 | 4.727.260 |
| Fichte | [ha] | 359.362 | 583.734 | 806.360 | 460.358 | 422.241 | 285.870 | 129.038 | 68.926 | 47.690 | 3.163.580 |
| Kiefer | [ha] | 91.314 | 373.549 | 667.000 | 529.923 | 434.421 | 343.112 | 181.045 | 83.984 | 32.324 | 2.736.673 |
| alle Nadelbäume | [ha] | 450.677 | 957.284 | 1.473.360 | 990.281 | 856.662 | 628.982 | 310.083 | 152.910 | 80.014 | 5.900.253 |
| Gesamt | [ha] | 1.066.834 | 1.630.992 | 2.228.158 | 1.710.663 | 1.389.192 | 1.089.301 | 693.219 | 468.986 | 350.169 | 10.627.513 |

| 2.) Schutzgebietsfläche | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------------|
| Holzartengruppen | Einheit | 1 - 20 Jahre | 21 - 40 Jahre | 41 - 60 Jahre | 61 - 80 Jahre | 81 - 100 Jahre | 101 - 120 Jahre | 121 - 140 Jahre | 141 - 160 Jahre | > 160 Jahre | alle Baumaltersklassen |
| Eiche | [ha] | 91.232 | 93.709 | 96.617 | 100.739 | 98.263 | 99.919 | 98.825 | 96.631 | 119.029 | 894.965 |
| Buche | [ha] | 366.830 | 370.109 | 375.309 | 367.745 | 351.436 | 342.559 | 335.935 | 193.351 | 151.125 | 2.854.399 |
| alle Laubbäume | [ha] | 458.062 | 463.817 | 471.926 | 468.484 | 449.699 | 442.478 | 434.760 | 289.982 | 270.155 | 3.749.363 |
| Fichte | [ha] | 71.267 | 93.704 | 115.967 | 81.367 | 77.555 | 285.870 | 129.038 | 68.926 | 47.690 | 971.385 |
| Kiefer | [ha] | 34.484 | 62.708 | 92.053 | 78.345 | 68.795 | 59.664 | 181.045 | 83.984 | 32.324 | 693.402 |
| alle Nadelbäume | [ha] | 105.752 | 156.412 | 208.020 | 159.712 | 146.350 | 345.534 | 310.083 | 152.910 | 80.014 | 1.664.788 |
| Gesamt | [ha] | 563.813 | 620.229 | 679.946 | 628.196 | 596.049 | 788.013 | 744.843 | 442.892 | 350.169 | 5.414.151 |

| 3.) Restwaldfläche | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|------------------------|
| Holzartengruppen | Einheit | 1 - 20 Jahre | 21 - 40 Jahre | 41 - 60 Jahre | 61 - 80 Jahre | 81 - 100 Jahre | 101 - 120 Jahre | 121 - 140 Jahre | 141 - 160 Jahre | > 160 Jahre | alle Baumaltersklassen |
| Eiche | [ha] | -22.497 | -208 | 25.973 | 63.070 | 40.783 | 55.688 | 45.838 | 26.094 | 0 | 234.742 |
| Buche | [ha] | 180.592 | 210.099 | 256.899 | 188.827 | 42.048 | -37.848 | -97.463 | 0 | 0 | 743.155 |
| alle Laubbäume | [ha] | 158.095 | 209.892 | 282.872 | 251.897 | 82.831 | 17.841 | -51.624 | 26.094 | 0 | 977.897 |
| Fichte | [ha] | 288.095 | 490.030 | 690.393 | 378.991 | 344.686 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.192.195 |
| Kiefer | [ha] | 56.830 | 310.842 | 574.947 | 451.578 | 365.626 | 283.448 | 0 | 0 | 0 | 2.043.270 |
| alle Nadelbäume | [ha] | 344.925 | 800.872 | 1.265.340 | 830.569 | 710.312 | 283.448 | 0 | 0 | 0 | 4.235.465 |
| Gesamt | [ha] | 503.021 | 1.010.763 | 1.548.212 | 1.082.466 | 793.143 | 301.288 | -51.624 | 26.094 | 0 | 5.213.363 |

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 4: Gesamt-Szenario für Deutschland: Rohholzbilanz

| 1.) Gesamtwaldfläche | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Baumartengruppe | Einheit | 2013-2017 | 2018-2022 | 2023-2027 | 2028-2032 | 2033-2037 | 2038-2042 | 2043-2047 | 2048-2052 | 2013-2052 |
| Holzartengruppe Eiche | [1000 m³/a] | 6.302 | 6.675 | 5.598 | 5.900 | 5.355 | 5.930 | 5.544 | 5.852 | 5.895 |
| Holzartengruppe Buche | [1000 m³/a] | 27.619 | 24.635 | 20.646 | 21.692 | 21.319 | 20.786 | 21.312 | 20.919 | 22.366 |
| alle Laubbäume | [1000 m³/a] | 33.921 | 31.310 | 26.244 | 27.592 | 26.674 | 26.716 | 26.856 | 26.771 | 28.261 |
| Holzartengruppe Fichte | [1000 m³/a] | 35.493 | 34.900 | 31.828 | 33.353 | 33.691 | 34.395 | 34.121 | 36.530 | 34.289 |
| Holzartengruppe Kiefer | [1000 m³/a] | 16.341 | 16.596 | 14.976 | 14.702 | 14.663 | 14.411 | 14.660 | 15.133 | 15.185 |
| alle Nadelbäume | [1000 m³/a] | 51.834 | 51.496 | 46.804 | 48.055 | 48.354 | 48.806 | 48.780 | 51.663 | 49.474 |
| alle Baumarten | [1000 m³/a] | 85.755 | 82.806 | 73.048 | 75.647 | 75.028 | 75.522 | 75.636 | 78.434 | 77.735 |

| 2.) Schutzwald | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Baumartengruppe | Einheit | 2013-2017 | 2018-2022 | 2023-2027 | 2028-2032 | 2033-2037 | 2038-2042 | 2043-2047 | 2048-2052 | 2013-2052 |
| Holzartengruppe Eiche | [1000 m³/a] | 2.003 | 2.016 | 1.691 | 1.782 | 1.617 | 1.791 | 1.674 | 1.768 | 1.780 |
| Holzartengruppe Buche | [1000 m³/a] | 6.902 | 5.808 | 4.867 | 5.114 | 5.026 | 4.900 | 5.024 | 4.932 | 5.273 |
| alle Laubbäume | [1000 m³/a] | 8.905 | 7.824 | 6.558 | 6.896 | 6.643 | 6.691 | 6.699 | 6.699 | 7.053 |
| Holzartengruppe Fichte | [1000 m³/a] | 14.499 | 13.345 | 12.170 | 12.753 | 12.883 | 13.152 | 13.047 | 13.968 | 13.111 |
| Holzartengruppe Kiefer | [1000 m³/a] | 4.606 | 4.441 | 4.007 | 3.934 | 3.923 | 3.856 | 3.923 | 4.049 | 4.063 |
| alle Nadelbäume | [1000 m³/a] | 19.105 | 17.786 | 16.177 | 16.687 | 16.806 | 17.008 | 16.970 | 18.017 | 17.174 |
| alle Baumarten | [1000 m³/a] | 28.010 | 25.609 | 22.736 | 23.583 | 23.450 | 23.699 | 23.668 | 24.717 | 24.228 |

| 3.) Restwaldfläche | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Baumartengruppe | Einheit | 2013-2017 | 2018-2022 | 2023-2027 | 2028-2032 | 2033-2037 | 2038-2042 | 2043-2047 | 2048-2052 | 2013-2052 |
| Holzartengruppe Eiche | [1000 m³/a] | 4.299 | 4.659 | 3.907 | 4.118 | 3.738 | 4.139 | 3.870 | 4.085 | 4.114 |
| Holzartengruppe Buche | [1000 m³/a] | 20.717 | 18.827 | 15.779 | 16.578 | 16.293 | 15.886 | 16.288 | 15.987 | 17.093 |
| alle Laubbäume | [1000 m³/a] | 25.016 | 23.486 | 19.686 | 20.696 | 20.031 | 20.025 | 20.157 | 20.072 | 21.207 |
| Holzartengruppe Fichte | [1000 m³/a] | 20.995 | 21.555 | 19.657 | 20.599 | 20.808 | 21.243 | 21.074 | 22.562 | 21.178 |
| Holzartengruppe Kiefer | [1000 m³/a] | 11.735 | 12.155 | 10.969 | 10.768 | 10.739 | 10.555 | 10.737 | 11.084 | 11.122 |
| alle Nadelbäume | [1000 m³/a] | 32.729 | 33.710 | 30.626 | 31.368 | 31.548 | 31.798 | 31.811 | 33.646 | 32.300 |
| alle Baumarten | [1000 m³/a] | 57.745 | 57.196 | 50.313 | 52.064 | 51.579 | 51.823 | 51.968 | 53.717 | 53.507 |

Quelle: Eigene Berechnungen

2 Quantifizierung Verlagerung

Tabelle 5: Gesamt-Szenario für Europa: Rundholz, gesamt

| Item | Item Code | Element | Area | Unit | FAO Historisch | | | | Mittelwert 2015-2018 | | Projektion WaldD | | | | |
|---------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|--|
| | | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | [m³] | [%] | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | |
| Total rawwood | 1864 | Production | Austria | m3 | 17.549.526 | 16.763.033 | 17.647.118 | 19.192.060 | 17.787.934 | 100% | 12.286.650 | 12.242.491 | 12.205.979 | 12.182.480 | |
| | | | Belgium | m3 | 5.412.140 | 5.412.140 | 5.412.140 | 5.212.140 | 5.362.140 | 100% | 3.703.788 | 3.690.476 | 3.679.470 | 3.672.386 | |
| | | | Bulgaria | m3 | 6.372.102 | 6.409.662 | 6.405.268 | 6.529.115 | 6.429.037 | 100% | 4.440.725 | 4.424.765 | 4.411.568 | 4.403.075 | |
| | | | Croatia | m3 | 5.178.471 | 5.165.279 | 5.307.125 | 5.619.722 | 5.317.649 | 100% | 3.673.057 | 3.659.856 | 3.648.941 | 3.641.916 | |
| | | | Cyprus | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Czechia | m3 | 16.163.000 | 17.617.000 | 19.387.000 | 25.689.000 | 19.714.000 | 100% | 13.617.041 | 13.568.099 | 13.527.635 | 13.501.591 | |
| | | | Denmark | m3 | 4.311.300 | 3.842.100 | 3.842.100 | 3.842.100 | 3.959.400 | 100% | 2.734.874 | 2.725.045 | 2.716.918 | 2.711.687 | |
| | | | Estonia | m3 | 9.515.031 | 10.218.940 | 9.947.728 | 11.452.000 | 10.283.425 | 100% | 7.103.064 | 7.077.535 | 7.056.428 | 7.042.843 | |
| | | | Finland | m3 | 59.410.884 | 61.433.874 | 63.279.358 | 68.289.165 | 63.103.320 | 100% | 43.587.323 | 43.430.665 | 43.301.140 | 43.217.777 | |
| | | | France | m3 | 51.005.348 | 51.228.506 | 49.769.664 | 49.381.975 | 50.346.373 | 100% | 34.775.724 | 34.650.735 | 34.547.395 | 34.480.885 | |
| | | | Germany | m3 | 68.999.000 | 66.179.000 | 65.717.000 | 71.802.000 | 68.174.250 | 100% | 47.089.963 | 46.920.716 | 46.780.783 | 46.690.721 | |
| | | | Greece | m3 | 1.432.000 | 1.432.000 | 1.432.000 | 1.432.000 | 1.432.000 | 100% | 989.125 | 985.570 | 982.630 | 980.739 | |
| | | | Hungary | m3 | 5.743.969 | 5.586.169 | 5.586.169 | 5.673.180 | 5.647.372 | 100% | 3.900.806 | 3.886.786 | 3.875.194 | 3.867.734 | |
| | | | Ireland | m3 | 2.907.990 | 3.050.423 | 2.944.332 | 3.540.623 | 3.110.842 | 100% | 2.148.750 | 2.141.027 | 2.134.642 | 2.130.532 | |
| | | | Italy | m3 | 12.887.464 | 12.928.000 | 12.928.000 | 12.908.020 | 12.912.871 | 100% | 8.919.301 | 8.887.243 | 8.860.739 | 8.843.680 | |
| | | | Latvia | m3 | 12.294.416 | 13.051.406 | 12.896.149 | 12.942.170 | 12.796.035 | 100% | 8.838.599 | 8.806.832 | 8.780.567 | 8.763.662 | |
| | | | Lithuania | m3 | 6.414.000 | 6.747.000 | 6.795.000 | 6.982.000 | 6.734.500 | 100% | 4.651.718 | 4.634.999 | 4.621.176 | 4.612.279 | |
| | | | Luxembourg | m3 | 372.389 | 324.712 | 367.760 | 447.900 | 378.190 | 100% | 261.227 | 260.288 | 259.512 | 259.012 | |
| | | | Malta | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Netherlands | m3 | 2.245.700 | 3.253.305 | 3.150.886 | 3.113.422 | 2.940.828 | 100% | 2.031.317 | 2.024.016 | 2.017.980 | 2.014.095 | |
| | | | Poland | m3 | 41.375.282 | 42.401.232 | 45.312.633 | 46.586.000 | 43.918.787 | 100% | 30.336.000 | 30.226.969 | 30.136.822 | 30.078.803 | |
| | | | Portugal | m3 | 11.399.677 | 13.103.429 | 13.555.016 | 13.957.100 | 13.003.806 | 100% | 8.982.112 | 8.949.829 | 8.923.137 | 8.905.959 | |
| | | | Romania | m3 | 15.314.700 | 15.116.714 | 14.491.635 | 14.975.408 | 14.974.614 | 100% | 10.343.407 | 10.306.232 | 10.275.495 | 10.255.713 | |
| | | | Slovakia | m3 | 8.994.604 | 9.266.868 | 9.361.492 | 9.602.854 | 9.306.455 | 100% | 6.428.242 | 6.405.138 | 6.386.036 | 6.373.742 | |
| Slovenia | m3 | 5.054.443 | 5.381.391 | 4.509.048 | 5.093.701 | 5.009.646 | 100% | 3.460.310 | 3.447.873 | 3.437.590 | 3.430.972 | | | | |
| Spain | m3 | 17.427.490 | 16.248.295 | 16.910.937 | 17.457.119 | 17.010.960 | 100% | 11.749.972 | 11.707.741 | 11.672.824 | 11.650.352 | | | | |
| Sweden | m3 | 74.300.000 | 74.800.000 | 72.880.000 | 73.028.000 | 73.752.000 | 100% | 50.942.680 | 50.759.585 | 50.608.203 | 50.510.773 | | | | |
| EU 27 | m3 | 462.080.926 | 466.960.478 | 469.835.558 | 494.748.774 | 473.406.434 | 100% | 326.995.774 | 325.820.511 | 324.848.804 | 324.223.407 | | | | |

Quelle: FAOSTAT: Production and Trade, eigene Berechnungen

Tabelle 6: Gesamt-Szenario für Europa: Nadelbrennholz

| Item | Item Code | Element | Area | Unit | FAO Historisch | | | | Mittelwert 2015-2018 | | Projektion WaldD | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | [m³] | [%] | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | |
| Wood fuel, coniferous | 1627 | Production | Austria | m3 | 2.999.342 | 2.709.688 | 2.872.955 | 3.217.600 | 2.949.896 | 17% | 2.037.580 | 2.030.257 | 2.024.202 | 2.020.305 | |
| | | | Belgium | m3 | 61.570 | 61.570 | 61.570 | 61.570 | 61.570 | 1% | 42.528 | 42.375 | 42.249 | 42.168 | |
| | | | Bulgaria | m3 | 603.627 | 792.901 | 875.117 | 850.358 | 780.501 | 12% | 539.115 | 537.177 | 535.575 | 534.544 | |
| | | | Croatia | m3 | 62.546 | 58.050 | 62.165 | 62.165 | 61.232 | 1% | 42.294 | 42.142 | 42.017 | 41.936 | |
| | | | Cyprus | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Czechia | m3 | 1.514.000 | 1.550.000 | 1.647.000 | 3.600.000 | 2.077.750 | 11% | 1.435.163 | 1.430.005 | 1.425.740 | 1.422.995 | |
| | | | Denmark | m3 | 1.532.400 | 1.357.500 | 1.357.500 | 1.357.500 | 1.401.225 | 35% | 967.867 | 964.389 | 961.513 | 959.662 | |
| | | | Estonia | m3 | 1.200.000 | 1.100.000 | 1.072.727 | 1.200.000 | 1.143.182 | 11% | 789.629 | 786.791 | 784.445 | 782.935 | |
| | | | Finland | m3 | 3.946.391 | 3.389.162 | 3.677.519 | 3.547.190 | 3.640.066 | 6% | 2.514.301 | 2.505.264 | 2.497.792 | 2.492.984 | |
| | | | France | m3 | 2.596.209 | 2.594.000 | 2.440.901 | 2.366.181 | 2.499.323 | 5% | 1.726.356 | 1.720.151 | 1.715.021 | 1.711.719 | |
| | | | Germany | m3 | 9.045.000 | 8.498.000 | 8.432.000 | 8.135.000 | 8.527.500 | 13% | 5.890.196 | 5.869.025 | 5.851.522 | 5.840.257 | |
| | | | Greece | m3 | 97.000 | 97.000 | 97.000 | 97.000 | 97.000 | 7% | 67.001 | 66.760 | 66.561 | 66.433 | |
| | | | Hungary | m3 | 140.358 | 148.757 | 148.757 | 133.690 | 142.891 | 3% | 98.699 | 98.344 | 98.051 | 97.862 | |
| | | | Ireland | m3 | 105.126 | 255.435 | 149.344 | 109.304 | 154.802 | 5% | 106.926 | 106.542 | 106.224 | 106.020 | |
| | | | Italy | m3 | 1.180.000 | 1.180.000 | 1.180.000 | 1.180.000 | 1.180.000 | 9% | 815.061 | 812.131 | 809.709 | 808.150 | |
| | | | Latvia | m3 | 200.000 | 200.000 | 200.000 | 200.000 | 200.000 | 2% | 138.146 | 137.649 | 137.239 | 136.975 | |
| | | | Lithuania | m3 | 739.000 | 754.000 | 721.000 | 441.000 | 663.750 | 10% | 458.472 | 456.824 | 455.461 | 454.585 | |
| | | | Luxembourg | m3 | 27.721 | 28.034 | 36.230 | 45.900 | 34.471 | 9% | 23.810 | 23.725 | 23.654 | 23.608 | |
| | | | Malta | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Netherlands | m3 | 140.000 | 411.000 | 420.000 | 420.000 | 347.750 | 12% | 240.201 | 239.338 | 238.624 | 238.165 | |
| Poland | m3 | 2.694.000 | 2.570.698 | 2.607.537 | 2.595.500 | 2.616.934 | 6% | 1.807.593 | 1.801.097 | 1.795.725 | 1.792.268 | | | | |
| Portugal | m3 | 200.000 | 207.266 | 169.437 | 234.600 | 202.826 | 2% | 140.098 | 139.594 | 139.178 | 138.910 | | | | |
| Romania | m3 | 1.017.574 | 869.986 | 858.392 | 741.416 | 871.842 | 6% | 602.207 | 600.043 | 598.253 | 597.101 | | | | |
| Slovakia | m3 | 237.744 | 251.094 | 317.812 | 262.126 | 267.194 | 3% | 184.559 | 183.895 | 183.347 | 182.994 | | | | |
| Slovenia | m3 | 202.520 | 180.018 | 153.015 | 198.020 | 183.393 | 4% | 126.675 | 126.220 | 125.843 | 125.601 | | | | |
| Spain | m3 | 2.895.890 | 1.418.927 | 1.036.385 | 1.036.385 | 1.596.897 | 9% | 1.103.024 | 1.099.059 | 1.095.781 | 1.093.672 | | | | |
| Sweden | m3 | 3.500.000 | 3.450.000 | 3.750.000 | 3.500.000 | 3.550.000 | 5% | 2.452.090 | 2.443.276 | 2.435.990 | 2.431.300 | | | | |
| EU 27 | m3 | 36.938.018 | 34.133.086 | 34.344.363 | 35.592.505 | 35.251.993 | 7% | 24.349.590 | 24.262.075 | 24.189.717 | 24.143.147 | | | | |

Quelle: FAOSTAT: Production and Trade, eigene Berechnungen

Tabelle 7: Gesamt-Szenario für Europa: Laubbrennholz

| Item | Item Code | Element | Area | Unit | FAO Historisch | | | | Mittelwert 2015-2018 | | Projektion WaldD | | | | |
|---------------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|--|
| | | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | [m³] | [%] | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | |
| Wood fuel, non-coniferous | 1628 | Production | Austria | m3 | 1.979.722 | 1.880.264 | 2.035.758 | 2.025.620 | 1.980.341 | 11% | 1.367.880 | 1.362.964 | 1.358.899 | 1.356.283 | |
| | | | Belgium | m3 | 831.180 | 831.180 | 831.180 | 831.180 | 831.180 | 16% | 574.121 | 572.057 | 570.351 | 569.253 | |
| | | | Bulgaria | m3 | 2.244.572 | 2.135.311 | 2.114.138 | 1.998.856 | 2.123.219 | 33% | 1.466.570 | 1.461.299 | 1.456.941 | 1.454.136 | |
| | | | Croatia | m3 | 1.706.195 | 1.710.404 | 1.795.877 | 2.108.474 | 1.830.238 | 34% | 1.264.199 | 1.259.655 | 1.255.899 | 1.253.481 | |
| | | | Cyprus | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Czechia | m3 | 822.000 | 794.000 | 729.000 | 646.000 | 747.750 | 4% | 516.493 | 514.637 | 513.102 | 512.114 | |
| | | | Denmark | m3 | 745.800 | 703.600 | 703.600 | 703.600 | 714.150 | 18% | 493.284 | 491.512 | 490.046 | 489.102 | |
| | | | Estonia | m3 | 1.875.000 | 2.091.667 | 2.033.333 | 2.300.000 | 2.075.000 | 20% | 1.433.264 | 1.428.112 | 1.423.853 | 1.421.112 | |
| | | | Finland | m3 | 4.018.054 | 3.717.976 | 4.271.572 | 4.211.541 | 4.054.786 | 6% | 2.800.760 | 2.790.694 | 2.782.371 | 2.777.014 | |
| | | | France | m3 | 23.365.884 | 23.320.416 | 21.968.107 | 21.295.629 | 22.487.509 | 45% | 15.532.785 | 15.476.958 | 15.430.801 | 15.401.094 | |
| | | | Germany | m3 | 14.300.000 | 13.664.000 | 13.956.000 | 13.739.000 | 13.914.750 | 20% | 9.611.328 | 9.576.784 | 9.548.222 | 9.529.840 | |
| | | | Greece | m3 | 968.000 | 968.000 | 968.000 | 968.000 | 968.000 | 68% | 668.626 | 666.223 | 664.236 | 662.957 | |
| | | | Hungary | m3 | 2.538.813 | 2.487.393 | 2.487.393 | 2.580.390 | 2.523.497 | 45% | 1.743.054 | 1.736.789 | 1.731.609 | 1.728.276 | |
| | | | Ireland | m3 | 97.669 | 60.929 | 60.929 | 101.518 | 80.261 | 3% | 55.439 | 55.240 | 55.075 | 54.969 | |
| | | | Italy | m3 | 9.659.000 | 9.659.000 | 9.659.000 | 9.659.000 | 9.659.000 | 75% | 6.671.756 | 6.647.777 | 6.627.951 | 6.615.191 | |
| | | | Latvia | m3 | 1.000.000 | 1.500.000 | 2.000.000 | 2.000.000 | 1.625.000 | 13% | 1.122.435 | 1.118.401 | 1.115.066 | 1.112.919 | |
| | | | Lithuania | m3 | 1.371.000 | 1.331.000 | 1.294.000 | 1.308.000 | 1.326.000 | 20% | 915.907 | 912.615 | 909.894 | 908.142 | |
| | | | Luxembourg | m3 | 40.258 | 36.697 | 33.600 | 38.620 | 37.294 | 10% | 25.760 | 25.667 | 25.591 | 25.541 | |
| | | | Malta | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Netherlands | m3 | 1.257.000 | 1.890.000 | 1.912.000 | 1.921.000 | 1.745.000 | 59% | 1.205.323 | 1.200.991 | 1.197.409 | 1.195.104 | |
| | | | Poland | m3 | 2.803.000 | 2.724.445 | 2.640.676 | 2.665.000 | 2.708.280 | 6% | 1.870.689 | 1.863.965 | 1.858.407 | 1.854.829 | |
| | | | Portugal | m3 | 400.000 | 884.763 | 878.213 | 943.600 | 776.644 | 6% | 536.451 | 534.523 | 532.929 | 531.903 | |
| | | | Romania | m3 | 4.061.727 | 4.293.795 | 4.055.491 | 3.908.352 | 4.079.841 | 27% | 2.818.067 | 2.807.938 | 2.799.564 | 2.794.174 | |
| | | | Slovakia | m3 | 322.050 | 264.079 | 273.297 | 261.494 | 280.230 | 3% | 193.563 | 192.867 | 192.292 | 191.922 | |
| Slovenia | m3 | 1.039.709 | 1.091.694 | 885.828 | 944.113 | 990.336 | 20% | 684.054 | 681.596 | 679.563 | 678.255 | | | | |
| Spain | m3 | 1.626.981 | 1.504.379 | 1.232.209 | 1.232.209 | 1.398.945 | 8% | 966.292 | 962.819 | 959.948 | 958.100 | | | | |
| Sweden | m3 | 3.500.000 | 3.450.000 | 3.750.000 | 3.500.000 | 3.550.000 | 5% | 2.452.090 | 2.443.276 | 2.435.990 | 2.431.300 | | | | |
| EU 27 | m3 | 82.573.614 | 82.994.992 | 82.569.201 | 81.891.196 | 82.507.251 | 17% | 56.990.189 | 56.785.360 | 56.616.007 | 56.507.010 | | | | |

Quelle: FAOSTAT: Production and Trade, eigene Berechnungen

Tabelle 8: Gesamt-Szenario für Europa: industrielles Nadelrundholz

| Item | Item Code | Element | Area | Unit | FAO Historisch | | | | Mittelwert 2015-2018 | | Projektion WaldD | | | | |
|----------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|--|
| | | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | [m³] | [%] | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | |
| Industrial roundwood, coniferous | 1866 | Production | Austria | m3 | 11.571.481 | 11.144.513 | 11.721.906 | 12.820.998 | 11.814.725 | 66% | 8.160.778 | 8.131.448 | 8.107.197 | 8.091.589 | |
| | | | Belgium | m3 | 3.515.400 | 3.515.400 | 3.515.400 | 3.315.400 | 3.465.400 | 65% | 2.393.654 | 2.385.051 | 2.377.938 | 2.373.360 | |
| | | | Bulgaria | m3 | 2.427.526 | 2.436.254 | 2.330.248 | 2.623.747 | 2.454.444 | 38% | 1.695.357 | 1.689.263 | 1.684.225 | 1.680.983 | |
| | | | Croatia | m3 | 775.334 | 749.552 | 812.520 | 812.520 | 787.482 | 15% | 543.937 | 541.982 | 540.365 | 539.325 | |
| | | | Cyprus | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Czechia | m3 | 12.871.000 | 14.374.000 | 16.088.000 | 20.613.000 | 15.986.500 | 81% | 11.042.347 | 11.002.659 | 10.969.845 | 10.948.726 | |
| | | | Denmark | m3 | 1.768.900 | 1.555.600 | 1.555.600 | 1.555.600 | 1.608.925 | 41% | 1.111.332 | 1.107.338 | 1.104.035 | 1.101.910 | |
| | | | Estonia | m3 | 4.381.364 | 4.827.273 | 4.700.001 | 5.427.000 | 4.833.910 | 47% | 3.338.924 | 3.326.923 | 3.317.001 | 3.310.615 | |
| | | | Finland | m3 | 42.924.675 | 45.360.272 | 46.528.477 | 50.632.499 | 46.361.481 | 73% | 32.023.241 | 31.908.145 | 31.812.985 | 31.751.738 | |
| | | | France | m3 | 16.490.702 | 16.519.319 | 16.716.683 | 16.988.983 | 16.678.922 | 33% | 11.520.623 | 11.479.216 | 11.444.981 | 11.422.947 | |
| | | | Germany | m3 | 39.894.000 | 37.539.000 | 37.306.000 | 43.183.000 | 39.480.500 | 58% | 27.270.345 | 27.172.332 | 27.091.295 | 27.039.139 | |
| | | | Greece | m3 | 230.000 | 230.000 | 230.000 | 230.000 | 230.000 | 16% | 158.868 | 158.297 | 157.825 | 157.521 | |
| | | | Hungary | m3 | 808.385 | 854.073 | 854.073 | 833.970 | 837.625 | 15% | 578.572 | 576.493 | 574.774 | 573.667 | |
| | | | Ireland | m3 | 2.702.132 | 2.728.560 | 2.728.560 | 3.325.155 | 2.871.102 | 92% | 1.983.155 | 1.976.027 | 1.970.134 | 1.966.341 | |
| | | | Italy | m3 | 1.292.445 | 1.318.000 | 1.318.000 | 1.298.020 | 1.306.616 | 10% | 902.518 | 899.275 | 896.593 | 894.867 | |
| | | | Latvia | m3 | 8.045.736 | 8.623.985 | 7.549.275 | 7.700.000 | 7.979.749 | 62% | 5.511.848 | 5.492.038 | 5.475.658 | 5.465.117 | |
| | | | Lithuania | m3 | 2.713.000 | 2.993.000 | 3.083.000 | 3.248.000 | 3.009.250 | 45% | 2.078.578 | 2.071.107 | 2.064.930 | 2.060.955 | |
| | | | Luxembourg | m3 | 156.351 | 133.268 | 177.890 | 238.130 | 176.410 | 47% | 121.851 | 121.413 | 121.051 | 120.818 | |
| | | | Malta | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Netherlands | m3 | 550.000 | 642.651 | 536.558 | 467.913 | 549.281 | 19% | 379.404 | 378.041 | 376.913 | 376.188 | |
| | | | Poland | m3 | 27.937.438 | 29.254.685 | 32.309.678 | 33.182.000 | 30.670.950 | 70% | 21.185.329 | 21.109.186 | 21.046.232 | 21.005.714 | |
| | | | Portugal | m3 | 2.788.056 | 3.836.000 | 3.811.886 | 4.109.100 | 3.636.261 | 28% | 2.511.672 | 2.502.645 | 2.495.181 | 2.490.378 | |
| | | | Romania | m3 | 5.006.838 | 4.550.441 | 4.419.524 | 4.631.161 | 4.651.991 | 31% | 3.213.267 | 3.201.718 | 3.192.170 | 3.186.024 | |
| Slovakia | m3 | 4.424.515 | 4.942.543 | 5.200.488 | 5.527.265 | 5.023.703 | 54% | 3.470.020 | 3.457.548 | 3.447.236 | 3.440.600 | | | | |
| Slovenia | m3 | 2.860.000 | 3.313.000 | 2.752.000 | 3.291.279 | 3.054.070 | 61% | 2.109.536 | 2.101.954 | 2.095.685 | 2.091.651 | | | | |
| Spain | m3 | 6.183.470 | 6.121.920 | 7.792.271 | 8.012.644 | 7.027.576 | 41% | 4.854.154 | 4.836.708 | 4.822.283 | 4.812.999 | | | | |
| Sweden | m3 | 63.760.000 | 64.300.000 | 62.130.000 | 61.241.000 | 62.857.750 | 85% | 43.417.700 | 43.261.652 | 43.132.631 | 43.049.592 | | | | |
| EU 27 | m3 | 266.078.748 | 271.863.309 | 276.168.038 | 295.308.384 | 277.354.620 | 59% | 191.577.009 | 190.888.458 | 190.319.164 | 189.952.762 | | | | |

Quelle: FAOSTAT: Production and Trade, eigene Berechnungen

Tabelle 9: Gesamt-Szenario für Europa: industrielles Laubrundholz

| Item | Item Code | Element | Area | Unit | FAO Historisch | | | | Mittelwert 2015-2018 | | Projektion WaldD | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | [m³] | [%] | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | |
| Industrial roundwood, non-coniferous | 1867 | Production | Austria | m3 | 998.981 | 1.028.568 | 1.016.499 | 1.127.842 | 1.042.973 | 6% | 720.412 | 717.823 | 715.682 | 714.304 | |
| | | | Belgium | m3 | 1.003.990 | 1.003.990 | 1.003.990 | 1.003.990 | 1.003.990 | 19% | 693.485 | 690.993 | 688.932 | 687.606 | |
| | | | Bulgaria | m3 | 1.096.377 | 1.045.196 | 1.085.765 | 1.056.154 | 1.070.873 | 17% | 739.684 | 737.025 | 734.827 | 733.412 | |
| | | | Croatia | m3 | 2.634.396 | 2.647.273 | 2.636.563 | 2.636.563 | 2.638.699 | 50% | 1.822.627 | 1.816.076 | 1.810.660 | 1.807.174 | |
| | | | Cyprus | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Czechia | m3 | 956.000 | 899.000 | 923.000 | 830.000 | 902.000 | 5% | 623.038 | 620.799 | 618.947 | 617.756 | |
| | | | Denmark | m3 | 264.200 | 225.400 | 225.400 | 225.400 | 235.100 | 6% | 162.390 | 161.807 | 161.324 | 161.014 | |
| | | | Estonia | m3 | 2.058.667 | 2.200.000 | 2.141.667 | 2.525.000 | 2.231.334 | 22% | 1.541.248 | 1.535.708 | 1.531.128 | 1.528.181 | |
| | | | Finland | m3 | 8.521.764 | 8.966.464 | 8.801.790 | 9.897.935 | 9.046.988 | 14% | 6.249.021 | 6.226.562 | 6.207.992 | 6.196.040 | |
| | | | France | m3 | 8.552.553 | 8.794.771 | 8.643.973 | 8.731.182 | 8.680.620 | 17% | 5.995.960 | 5.974.410 | 5.956.592 | 5.945.124 | |
| | | | Germany | m3 | 5.760.000 | 6.478.000 | 6.023.000 | 6.745.000 | 6.251.500 | 9% | 4.318.095 | 4.302.576 | 4.289.744 | 4.281.485 | |
| | | | Greece | m3 | 137.000 | 137.000 | 137.000 | 137.000 | 137.000 | 10% | 94.630 | 94.290 | 94.009 | 93.828 | |
| | | | Hungary | m3 | 2.256.413 | 2.095.946 | 2.095.946 | 2.125.130 | 2.143.359 | 38% | 1.480.481 | 1.475.160 | 1.470.761 | 1.467.929 | |
| | | | Ireland | m3 | 3.063 | 5.499 | 5.499 | 4.646 | 4.677 | 0% | 3.230 | 3.219 | 3.209 | 3.203 | |
| | | | Italy | m3 | 756.019 | 771.000 | 771.000 | 771.000 | 767.255 | 6% | 529.965 | 528.061 | 526.486 | 525.472 | |
| | | | Latvia | m3 | 3.048.680 | 2.727.421 | 3.146.874 | 3.042.170 | 2.991.286 | 23% | 2.066.170 | 2.058.743 | 2.052.604 | 2.048.652 | |
| | | | Lithuania | m3 | 1.591.000 | 1.669.000 | 1.697.000 | 1.985.000 | 1.735.500 | 26% | 1.198.761 | 1.194.452 | 1.190.890 | 1.188.598 | |
| | | | Luxembourg | m3 | 148.059 | 126.713 | 120.040 | 125.250 | 130.016 | 34% | 89.806 | 89.483 | 89.216 | 89.044 | |
| | | | Malta | m3 | | | | | | | | | | | |
| | | | Netherlands | m3 | 298.700 | 309.654 | 282.328 | 304.509 | 298.798 | 10% | 206.388 | 205.647 | 205.033 | 204.639 | |
| Poland | m3 | 7.940.844 | 7.851.404 | 7.754.742 | 8.143.500 | 7.922.623 | 18% | 5.472.389 | 5.452.720 | 5.436.459 | 5.425.992 | | | | |
| Portugal | m3 | 8.011.621 | 8.175.400 | 8.695.480 | 8.669.800 | 8.388.075 | 65% | 5.793.891 | 5.773.067 | 5.755.850 | 5.744.768 | | | | |
| Romania | m3 | 5.228.561 | 5.402.492 | 5.158.228 | 5.694.479 | 5.370.940 | 36% | 3.709.867 | 3.696.533 | 3.685.509 | 3.678.413 | | | | |
| Slovakia | m3 | 4.010.295 | 3.809.152 | 3.569.895 | 3.551.969 | 3.735.328 | 40% | 2.580.101 | 2.570.828 | 2.563.161 | 2.558.226 | | | | |
| Slovenia | m3 | 952.214 | 796.679 | 718.205 | 660.289 | 781.847 | 16% | 540.045 | 538.104 | 536.499 | 535.466 | | | | |
| Spain | m3 | 6.721.149 | 7.203.069 | 6.850.072 | 7.175.881 | 6.987.543 | 41% | 4.826.502 | 4.809.155 | 4.794.812 | 4.785.581 | | | | |
| Sweden | m3 | 3.540.000 | 3.600.000 | 3.250.000 | 4.787.000 | 3.794.250 | 5% | 2.620.800 | 2.611.381 | 2.603.593 | 2.598.580 | | | | |
| EU 27 | m3 | 76.490.546 | 77.969.091 | 76.753.956 | 81.956.689 | 78.292.571 | 17% | 54.078.986 | 53.884.619 | 53.723.917 | 53.620.488 | | | | |

Quelle: FAOSTAT: Production and Trade, eigene Berechnungen

Tabelle 10: Rundholz Produktion in Millionen m³ für das Referenz- und das EU-BioDiv-Szenario in den Jahren 2020, 2030, 2040 und 2050. Leakage ist die Differenz beider Szenarien.

| 2020 | | | | | 2030 | | | | | 2040 | | | | | 2050 | | | | |
|------|------------------------------|----------------|-----------|--------------|------|------------------------------|----------------|----------------|--------------|------|--------------------------------|----------------|----------------|--------------|------|-------------------------|----------------|-----------|---------|
| Rank | Country | Refer- ence | EU BioDiv | Leak- age | Rank | Country | Refer- ence | EU Bio- Div | Leak- age | Rank | Country | Refer- ence | EU Bio- Div | Leak- age | Rank | Country | Refer- ence | EU BioDiv | Leakage |
| 1 | USA | 421.9 | 441.3 | 19.4 | 1 | USA | 465.0 | 500.1 | 35.1 | 1 | USA | 501.8 | 559.7 | 57.8 | 1 | USA | 537.8 | 601.2 | 63.4 |
| 2 | Canada | 149.6 | 166.4 | 16.8 | 2 | Canada | 147.7 | 170.9 | 23.2 | 2 | Russia | 212.4 | 234.8 | 22.4 | 2 | Russia | 215.2 | 245.9 | 30.7 |
| 3 | Russia | 194.0 | 207.4 | 13.4 | 3 | Russia | 208.5 | 224.6 | 16.1 | 3 | Canada | 145.2 | 166.8 | 21.6 | 3 | Canada | 146.5 | 168.0 | 21.6 |
| 4 | Brazil | 249.3 | 256.6 | 7.2 | 4 | Brazil | 250.9 | 259.2 | 8.3 | 4 | Brazil | 258.4 | 269.9 | 11.4 | 4 | Brazil | 268.5 | 286.0 | 17.5 |
| 5 | New Zea- land | 27.7 | 31.3 | 3.7 | 5 | New Zea- land | 27.6 | 31.3 | 3.7 | 5 | Ukraine | 27.2 | 31.7 | 4.5 | 5 | Malaysia | 39.8 | 45.4 | 5.6 |
| 6 | Chile | 53.3 | 56.0 | 2.7 | 6 | Australia | 30.2 | 33.7 | 3.5 | 6 | India | 288.1 | 292.3 | 4.2 | 6 | Ukraine | 31.6 | 36.8 | 5.2 |
| 7 | Australia | 29.5 | 32.2 | 2.7 | 7 | Chile | 52.0 | 55.1 | 3.1 | 7 | Chile | 49.3 | 52.8 | 3.4 | 7 | Turkey | 27.9 | 32.1 | 4.2 |
| 8 | Indonesia | 111.2 | 113.5 | 2.3 | 8 | Turkey | 25.8 | 28.5 | 2.7 | 8 | Turkey | 27.2 | 30.6 | 3.4 | 8 | India | 284.7 | 288.7 | 4.1 |
| 9 | Japan | 19.5 | 21.5 | 2.1 | 9 | Malaysia | 27.0 | 29.5 | 2.5 | 9 | Malaysia | 32.4 | 35.4 | 3.0 | 9 | Chile | 46.5 | 50.2 | 3.7 |
| 10 | China | 430.4 | 432.3 | 1.9 | 10 | Ukraine | 23.0 | 25.4 | 2.4 | 10 | China | 481.7 | 484.7 | 3.0 | 10 | Belarus | 28.0 | 30.9 | 2.9 |
| 11 | United Kingdom | 11.4 | 12.9 | 1.5 | 11 | Japan | 19.7 | 22.0 | 2.3 | 11 | New Zea- land | 26.7 | 29.5 | 2.9 | 11 | New Zealand | 26.2 | 28.7 | 2.5 |
| 12 | Malaysia | 22.8 | 24.4 | 1.5 | 12 | China | 474.0 | 476.3 | 2.3 | 12 | Australia | 31.4 | 34.2 | 2.8 | 12 | Norway | 18.3 | 20.5 | 2.3 |
| 13 | Vietnam | 38.0 | 39.4 | 1.4 | 13 | Belarus | 20.4 | 22.4 | 2.0 | 13 | Belarus | 24.2 | 26.4 | 2.2 | 13 | Australia | 32.7 | 34.6 | 1.9 |
| 14 | Turkey | 23.5 | 24.9 | 1.3 | 14 | Vietnam | 36.7 | 38.5 | 1.9 | 14 | Norway | 17.1 | 18.7 | 1.7 | 14 | China | 467.2 | 469.1 | 1.9 |
| 15 | Ukraine | 19.5 | 20.6 | 1.1 | 15 | Norway | 14.8 | 16.6 | 1.8 | 15 | Japan | 19.3 | 20.7 | 1.5 | 15 | Indonesia | 105.4 | 107.1 | 1.7 |
| 16 | Thailand | 36.6 | 37.7 | 1.1 | 16 | Indonesia | 111.7 | 113.4 | 1.7 | 16 | Indonesia | 110.1 | 111.4 | 1.3 | 16 | Japan | 18.7 | 20.2 | 1.4 |
| 17 | South Af- rica | 29.1 | 29.9 | 0.8 | 17 | United Kingdom | 12.1 | 13.7 | 1.6 | 17 | Thailand | 33.8 | 35.1 | 1.3 | 17 | Argentina | 17.1 | 18.2 | 1.1 |
| 18 | Mexico | 41.9 | 42.7 | 0.8 | 18 | South Af- rica | 31.6 | 33.0 | 1.4 | 18 | South Af- rica | 34.1 | 35.2 | 1.2 | 18 | Mexico | 40.4 | 41.4 | 1.0 |
| 19 | Belarus | 17.3 | 18.0 | 0.7 | 19 | Thailand | 35.0 | 36.2 | 1.3 | 19 | Mexico | 40.2 | 41.2 | 1.0 | 19 | Cameroon | 10.6 | 11.6 | 1.0 |
| 20 | Norway | 12.8 | 13.5 | 0.7 | 20 | Mexico | 39.7 | 40.8 | 1.1 | 20 | South Ko- rea | 14.0 | 14.9 | 0.9 | 20 | South Korea | 16.9 | 17.7 | 0.7 |
| 21 | India | 318.6 | 319.2 | 0.6 | 21 | India | 299.6 | 300.4 | 0.8 | 21 | Vietnam | 34.9 | 35.7 | 0.8 | 21 | Philippines | 14.0 | 14.8 | 0.7 |
| 22 | Uruguay | 11.1 | 11.6 | 0.5 | 22 | Bos- nia/Herze- govina | 4.5 | 5.3 | 0.8 | 22 | Switzer- land | 6.2 | 6.9 | 0.7 | 22 | Bosnia/Her- zegovina | 5.6 | 6.2 | 0.5 |
| 23 | Bos- nia/Herze- govina | 4.2 | 4.7 | 0.5 | 23 | South Ko- rea | 11.0 | 11.8 | 0.8 | 23 | Argentina | 17.7 | 18.3 | 0.6 | 23 | Papua New Guinea | 8.5 | 9.0 | 0.5 |
| 24 | South Ko- rea | 8.1 | 8.5 | 0.4 | 24 | Switzer- land | 5.6 | 6.3 | 0.7 | 24 | Papua New Guinea | 8.3 | 8.9 | 0.6 | 24 | Colombia | 11.3 | 11.8 | 0.5 |
| 25 | Switzer- land | 5.1 | 5.6 | 0.4 | 25 | Argentina | 17.6 | 18.3 | 0.7 | 25 | Bosnia and Herze- govina | 5.0 | 5.5 | 0.5 | 25 | Iran | 2.2 | 2.7 | 0.5 |

Quelle: Eigene Berechnungen

3 Länderweise Indikatoren

Die Werte für die aggregierten Indikatoren ergeben sich aus Hauptkomponentenanalysen. Sie können nicht in den Einheiten der Originalindikatoren interpretiert werden und dienen lediglich dem Vergleich der Länder untereinander. Nicht aggregierte Originalindikatoren werden in den originalen Einheiten angegeben.

Tabelle 11: Länderweise Vulnerabilitätsindikatoren

| | Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM), aggregiert | Governance Qualität, aggregiert | Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes (%) | Rote Liste Index (2020) | Schutzmaßnahmen, aggregiert | Oberirdischer Biomassevorrat im Wald (t/ha), 2016 | Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtlandfläche (%), 2015 | Gesamtwaldfläche pro Kopf (ha) | Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche (%) (2015 – 2020) | Beschäftigung in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag (1000 VZÄ) 2015 | Armut und Ungleichheit, aggregiert |
|-------------|---|---------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|---|---|--------------------------------|--|---|------------------------------------|
| USA | -0,60 | 2,04 | 14,20 | 0,83 | -0,62 | 94,67 | 19,90 | 0,94 | 0,02 | 72,78 | 0,34 |
| Russia | -0,03 | -2,24 | 28,30 | 0,95 | -1,25 | 77,33 | 6,00 | 5,65 | 0,08 | 76,27 | -0,11 |
| Canada | 1,48 | 2,59 | 51,00 | 0,96 | -0,87 | 90,43 | 19,90 | 9,23 | -0,01 | 53,05 | -0,42 |
| Brazil | -1,18 | -1,86 | 31,70 | 0,90 | 0,37 | 171,92 | 27,00 | 2,35 | -0,29 | 104,99 | 1,73 |
| Malaysia | 0,57 | 0,36 | 6,50 | 0,77 | -0,36 | 209,87 | 16,00 | 0,60 | -0,36 | 25,11 | 0,23 |
| Ukraine | 0,77 | -2,23 | 0,00 | 0,93 | -0,53 | 140,00 | 25,00 | 0,22 | 0,66 | 61,70 | -1,18 |
| Turkey | -0,02 | -1,44 | 0,00 | 0,88 | 0,61 | 48,11 | 9,00 | 0,27 | 0,54 | 286,46 | 0,32 |
| India | -1,01 | -1,11 | 5,60 | 0,67 | -0,23 | 68,70 | 30,00 | 0,05 | 0,37 | 6242,00 | 1,27 |
| Chile | -0,52 | 1,31 | 36,90 | 0,76 | -0,13 | 219,27 | 1,00 | 0,95 | 0,68 | 116,24 | 0,57 |
| Belarus | 3,19 | -2,14 | 0,00 | 0,97 | n.v. | 156,10 | 1,00 | 0,93 | 0,31 | 42,01 | -1,27 |
| New Zealand | 0,04 | 2,93 | 25,40 | 0,62 | 0,86 | 294,65 | 19,90 | 2,01 | 0,09 | 8,71 | -0,47 |
| Norway | 1,04 | 2,94 | 1,40 | 0,94 | -1,01 | 64,16 | 19,90 | 2,28 | 0,06 | 5,77 | -1,09 |
| Australia | -1,22 | 2,60 | 9,80 | 0,82 | -0,32 | 83,98 | 19,90 | 5,28 | 0,14 | 8,98 | -0,37 |
| China | -0,93 | -1,13 | 1,60 | 0,74 | -0,55 | 64,72 | 27,00 | 0,15 | 0,90 | 1147,30 | 0,02 |
| Indonesia | -1,50 | -1,31 | 20,10 | 0,75 | 1,78 | 178,95 | 21,00 | 0,34 | -0,62 | 41,58 | 0,33 |
| Japan | 0,00 | 2,05 | 0,40 | 0,77 | -0,33 | 113,00 | 19,90 | 0,20 | -0,01 | 63,66 | -0,50 |
| Argentina | -0,32 | -1,37 | 6,50 | 0,85 | -1,00 | 185,74 | 39,00 | 0,64 | -0,36 | 9,00 | 0,33 |
| Mexico | -2,04 | -1,86 | 1,80 | 0,67 | -0,65 | 52,44 | 47,00 | 0,51 | -0,19 | 147,84 | 0,75 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Cameroon | -1,15 | -3,09 | 13,40 | 0,84 | -0,27 | 265,05 | 0,00 | 0,79 | -0,27 | 34,00 | 2,27 |
| South Korea | -1,43 | 1,09 | 0,00 | 0,89 | n.v. | 131,69 | 19,90 | 0,12 | -0,16 | 254,81 | -0,65 |
| Philippines | -1,94 | -1,55 | 1,60 | 0,67 | 0,31 | 219,77 | 38,00 | 0,07 | 0,49 | 4,84 | 0,94 |
| Bosnia/ Herzegov. | 1,65 | -1,95 | 0,00 | 0,90 | -0,29 | 156,37 | 4,00 | 0,66 | 0,25 | 271,00 | -0,53 |
| Papua New Guinea | -1,89 | -2,59 | 35,10 | 0,83 | -1,16 | 176,00 | 21,00 | 4,09 | -0,09 | 271,00 | 0,51 |
| Colombia | -1,02 | -1,32 | 31,00 | 0,75 | -0,17 | 184,13 | 7,00 | 1,19 | -0,33 | 31,90 | 1,38 |
| Iran | -1,76 | -2,86 | 0,00 | 0,84 | -0,56 | 137,67 | 23,00 | 0,13 | 0,11 | 10,81 | 0,23 |
| Switzerland | 1,15 | 2,98 | 0,00 | 0,97 | 0,97 | 193,06 | 19,90 | 0,15 | 0,27 | 12,10 | -0,56 |
| Serbia | -0,34 | -1,28 | 0,00 | 0,96 | -0,32 | 156,99 | 6,00 | 0,39 | 0,02 | 9,09 | 0,12 |
| Laos | -1,39 | -2,81 | 3,80 | 0,83 | -0,27 | 121,50 | 19,90 | 2,31 | -0,02 | 271,00 | 1,24 |
| Congo, Republic of | -0,69 | -3,74 | 40,70 | 0,97 | -0,35 | 198,80 | 10,00 | 0,25 | -0,06 | 12,00 | 5,21 |
| Morocco | -1,23 | -1,52 | 0,00 | 0,89 | -1,12 | 39,89 | 19,00 | 0,16 | 0,20 | 105,02 | 0,15 |
| Bolivia | -1,38 | -2,65 | 28,90 | 0,87 | 0,00 | 131,26 | 18,00 | 4,42 | -0,46 | 3,00 | 0,63 |
| Costa Rica | -1,14 | -0,11 | 6,20 | 0,83 | 1,29 | 196,00 | 9,00 | 0,60 | 0,54 | 14,81 | 0,98 |
| Peru | 0,67 | -1,47 | 68,50 | 0,73 | 0,43 | 237,79 | 19,90 | 2,22 | -0,24 | 23,00 | 0,56 |
| South Africa | -1,16 | -0,87 | 0,00 | 0,77 | -1,29 | 85,66 | 78,00 | 0,29 | -0,21 | 158,00 | 3,51 |
| Côte d'Ivoire | -1,33 | -2,06 | 1,70 | 0,91 | 0,84 | 94,45 | 14,00 | 0,11 | -3,70 | 18,17 | 2,07 |
| Kyrgyzstan | -0,27 | -2,55 | 0,00 | 0,98 | -0,90 | 49,66 | 24,00 | 0,20 | 0,99 | 1,90 | -0,98 |
| Gabon | -0,38 | -2,81 | 41,20 | 0,89 | -0,54 | 223,25 | 16,00 | 10,83 | -0,05 | 13,00 | 0,16 |

Quelle: Eigene Berechnung

n. v.: Daten nicht verfügbar.

4 Beschreibung der Indikatoren

Governance Qualität

Alle verwendeten Governance Indikatoren gehören zu den World Governance Indicators, die von der Weltbank berechnet und veröffentlicht werden. Die Indikatorwerte sind Einheiten einer Standardnormalverteilung. Sie liegen überwiegend in einem Bereich zwischen -2,5 bis 2,5 (Kaufmann et al. 2010). Detaillierte Dokumentation der World Governance Indicators (WGI), interaktive Tools zur Untersuchung der Daten und vollständiger Zugriff auf die zu Grunde liegenden Quelldaten unter www.govindicators.org.

- **Korruptionskontrolle**

Die Korruptionskontrolle erfasst das Ausmaß, in der öffentliche Macht zum privaten Vorteil ausgeübt wird, einschließlich kleiner und großer Ausmaße der Korruption, sowie die "Eroberung" des Staates durch Eliten und private Interessen.

- **Wirksamkeit des Regierungshandelns oder Effektivität des Staates**

Die Wirksamkeit des Regierungshandelns erfasst die Qualität öffentlicher Dienstleistungen, die Qualität des öffentlichen Dienstes und den Grad seiner Unabhängigkeit von politischem Druck, die Qualität der Formulierung und Umsetzung politischer Maßnahmen sowie die Glaubwürdigkeit des Engagements der Regierung für solche Maßnahmen.

- **Regulatorische Qualität oder Qualität der öffentlichen Verwaltung**

Die Qualität der öffentlichen Verwaltung erfasst die Fähigkeit der Regierung, solide Richtlinien und Vorschriften zu formulieren und umzusetzen, die die Entwicklung des Privatsektors ermöglichen und fördern.

- **Rechtsstaatlichkeit**

Die Rechtsstaatlichkeit erfasst, inwieweit Mitglieder der Gesellschaft Vertrauen in die Regeln der Gesellschaft haben und diese einhalten, insbesondere die Qualität der Vertragsdurchsetzung, der Eigentumsrechte, der Polizei und der Gerichte sowie die Wahrscheinlichkeit von Straftaten und Gewalt.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung (SFM)

- **Anteil der Waldfläche mit langfristigem Waldbewirtschaftungsplan (%)**

Dieser Indikator wird als Anteil der Waldfläche mit einem Waldbewirtschaftungsplan an der Gesamtwaldfläche berechnet. Das Vorhandensein eines dokumentierten Waldbewirtschaftungsplans wird als Grundlage für eine langfristige und nachhaltige Bewirtschaftung der Waldressourcen für eine Vielzahl von Bewirtschaftungszielen angesehen.

Eine zunehmende Fläche, die im Rahmen eines des Waldbewirtschaftungsplans bewirtschaftet wird, ist daher ein Indikator für Fortschritte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung (Global Forest Resources Assessment, FAO 2020b).

- **Anteil der zertifizierten Waldflächen (%)**

Dieser Indikator wird als Anteil der zertifizierten Waldfläche an der gesamten Waldfläche berechnet. Solche Zertifizierungssysteme wenden Standards an, die im Allgemeinen höher sind

als die gesetzlichen Anforderungen an nachhaltige Waldbewirtschaftung eines Landes. Die Einhaltung wird von einem unabhängigen und akkreditierten Zertifizierer überprüft. Das Ansteigen der zertifizierten Waldfläche liefert daher einen zusätzlichen Hinweis auf Fortschritte eines Landes auf dem Weg zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Es sollte jedoch beachtet werden, dass auch die nachhaltig bewirtschaftete Waldfläche, die nicht zertifiziert ist, entweder, weil ihre Eigentümer sich dagegen entschieden haben oder weil kein glaubwürdiges oder erschwingliches Zertifizierungssystem in diesem Bereich vorhanden ist, groß sein kann.

Quelle: Waldfläche im Rahmen von unabhängig überprüften Zertifizierungssystemen für die Waldbewirtschaftung gemäß Global Forest Resources Assessment (FAO 2020b).

- **Anteil des Rundholzeinschlags, der von Flächen mit langfristigem Management Plan bereitgestellt werden kann (%)**

Der Indikator drückt aus wie hoch der Anteil des Gesamtrundholzeinschlags eines Landes ist, der rechnerisch von der Waldfläche mit langfristigem Managementplan bereitgestellt werden kann und wie sich der Anteil durch Leakage verändert. Datengrundlage für die Berechnung des Indikators sind der von GFPM ausgewiesene Rundholzeinschlag eines Landes in EFm. o. R., die Waldfläche eines Landes mit langfristigem Managementplan in ha (FAO 2020b) und der jährliche durchschnittliche Derbholzzuwachs des Waldes eines Landes in EFm. o. R./ha. Informationen zum jährlichen durchschnittlichen Derbholzzuwachs stammen aus dem Global Forest Resources Assessment 2015 (FAO 2015, Tab. 17). Sofern für ein Land Informationen zum Zuwachs fehlen, ist der Wert anhand der geographischen Lage und den vorherrschenden Waldtypen gutachterlich geschätzt. Durch Multiplikation der Waldfläche mit langfristigem Managementplan mit dem jährlichen Zuwachs wird zunächst das rechnerisch zur Verfügung stehende Rohholzpotenzial des Waldes mit langfristigem Managementplan berechnet. Diese Menge wird dann dem Gesamtrundholzeinschlag gegenübergestellt. Daraus resultiert der prozentuale Anteil des Gesamtrundholzeinschlags, der rechnerisch von der Waldfläche mit langfristigem Managementplan bereitgestellt werden kann. Einschränkend ist anzumerken, dass der Indikator nichts über die Qualität und Effektivität der Management Pläne in den untersuchten Ländern aussagt.

- **Anteil des Rundholzeinschlags, der von zertifizierten Waldflächen bereitgestellt werden kann (%)**

Der Indikator drückt aus, wie viel des Gesamtrundholzeinschlags eines Landes rechnerisch von der zertifizierten Waldfläche eines Landes bereitgestellt werden kann und wie sich der Anteil durch Leakage verändert. Datengrundlage zur Berechnung des Indikators ist der vom GFPM ausgewiesene Rundholzeinschlag in EFm o. R., die von FSC (FSC 2020) und PEFC (PEFC 2020) zur Verfügung gestellten Informationen zu zertifizierten Waldflächen in ha und der durchschnittliche Derbholzzuwachs des Waldes eines Landes in EFm. o. R./ha (FAO 2015, Tab. 17). Sofern für ein Land Informationen zum Zuwachs fehlen, ist der Wert anhand der geographischen Lage und den vorherrschenden Waldtypen gutachterlich geschätzt. Durch Multiplikation der zertifizierten Waldfläche mit dem jährlichen Derbholzzuwachs wird zunächst das rechnerisch zur Verfügung stehende Rohholzpotenzial der zertifizierten Waldfläche berechnet. Diese

Menge wird dann dem Gesamtrundholzeinschlag gegenübergestellt. Daraus resultiert der prozentuale Anteil des Gesamtrundholzeinschlags, der rechnerisch von der zertifizierten Waldfläche eines Landes bereitgestellt werden kann.

Waldzustand

- **Oberirdischer Biomassevorrat im Wald (Tonnen pro Hektar), 2016**

Änderungen des oberirdischen Biomassevorrats im Wald zeigen das Gleichgewicht zwischen Zuwachs des Biomassevorrats aufgrund von Waldwachstum und Verlusten aufgrund von Holzentnahme, natürlichen Verlusten, Feuer, Wind, Schädlingen und Krankheiten. Auf Länderebene und über einen längeren Zeitraum würde eine nachhaltige Waldbewirtschaftung einen stabilen oder einen bis zu einem Waldtypen spezifischen Maximalwert zunehmenden Biomassevorrats pro Hektar bedeuten, während eine langfristige Verringerung des Biomassevorrats pro Hektar entweder eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und/oder unerwartete größere Verluste aufgrund von Feuer, Wind, Schädlingen oder Krankheiten bedeuten würde (FAO 2020b).

- **Anteil der degradierten Landfläche in Relation zur Gesamtlandfläche (%)**

Landdegradation ist definiert als die Verringerung oder der Verlust der biologischen oder wirtschaftlichen Produktivität und Komplexität von unbewässertem Ackerland, bewässertem Ackerland oder Weideland, Wald und Waldgebieten, die aus einer Kombination von Belastungen, einschließlich Landnutzung und Bewirtschaftungspraktiken, resultieren. Diese Definition wurde von den 196 Ländern, die Vertragsparteien der UNCCD sind, übernommen und wird von diesen verwendet. Die Maßeinheit für diesen Indikator ist die räumliche Ausdehnung (Hektar oder km²), ausgedrückt als Anteil (Prozent oder %) der degradierten Landfläche in Relation zur gesamten Landfläche (United Nations Statistics Division 2020).

Entwaldungsdruck

- **Gesamtwaldfläche pro Kopf (ha)**

Die Gesamtwaldfläche pro Kopf wird berechnet, indem die Gesamtwaldfläche in Hektar durch die Gesamtbevölkerungsgröße des Landes dividiert wird. Quelle für die gesamte Waldfläche: Globale Bewertung der Waldressourcen (FAO 2020b); Quelle für die Gesamtbevölkerungsgröße: Weltentwicklungsindikatoren (World Bank 2020b).

- **Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche (%) (2015 – 2020)**

Trends in der Waldfläche sind entscheidend für die Überwachung von SFM. Der Indikator konzentriert sich sowohl auf die Richtung der Änderung (ob es einen Verlust oder Gewinn in der Waldfläche gibt) als auch darauf, wie sich die Änderungsrate im Laufe der Zeit ändert. Letzteres ist wichtig, um die Fortschritte zwischen Ländern zu erfassen, die Waldflächen verlieren, aber die jährliche Waldflächenverlustrate senken konnten. Die durchschnittliche jährliche Änderungsrate für 2015 bis 2020 wird auf der Grundlage des Indikators „Jährliche Nettoveränderungsrate der Waldfläche“ aus Global Forest Resources Assessment (FAO 2020b) berechnet.

Status der Biologischen Vielfalt

- **Intakte Waldlandschaften als Anteil des Waldes (%)**

Als intakte Waldlandschaft (IFL) werden nahtlos zusammenhängende Mosaiken aus Wald und natürlich baumlosen Ökosystemen bezeichnet, die mittels Fernerkundung keine menschliche Aktivität erkennen lassen und eine Mindestfläche von 500 km² aufweisen. IFLs sind groß genug, um die gesamte ursprüngliche biologische Vielfalt zu erhalten, einschließlich lebensfähiger Populationen von Arten mit großräumigen Habitaten (Potapov, S. 2008). Der Begriff „intakte Waldlandschaft“ unterscheidet sich von „Primärwald“, wie er von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) (2010) definiert wurde. Intakte Waldlandschaften wurden in Bezug zur Waldfläche gesetzt. Diese wurde unter Verwendung des globalen Datensatzes zur Baumkronenabdeckung des Jahres 2000 (Hansen, M.C. 2013) berechnet. Waldflächen wurden als Flächen mit mind. 20 % Baumkronenbedeckung bestimmt (Global Forest Watch 2014, Potapov et al., 2017).

- **Rote Liste Index**

Der Rote-Liste-Index misst die Veränderung des aggregierten Risikos auszusterben zwischen Artengruppen. Es basiert auf echten Veränderungen in der Anzahl der Arten in jeder Kategorie des Risikos auszusterben.

Die Rote Liste der bedrohten Arten der IUCN (Bubb et al. 2009) wird als Änderung eines Index zwischen 0 und 1 ausgedrückt. Der Indexwert der Roten Liste reicht von 1 (alle Arten sind als „am Geringsten bedroht“ eingestuft) bis 0 (alle Arten sind kategorisiert als 'Ausgestorben') und gibt damit an, wie weit sich die Artengruppe insgesamt in Richtung Aussterben bewegt hat. Somit ermöglicht der Rote-Liste-Index Vergleiche zwischen Artengruppen sowohl hinsichtlich ihres Gesamtniveaus des Risikos auszusterben (d. h., wie bedroht sie im Durchschnitt sind) als auch hinsichtlich der Rate, mit der sich dieses Risiko im Laufe der Zeit ändert. Ein Abwärtstrend im Index der Roten Liste im Laufe der Zeit bedeutet, dass sich die erwartete Rate des zukünftigen Artensterbens verschlechtert (d. h., die Rate des Verlusts der biologischen Vielfalt steigt). Ein Aufwärtstrend bedeutet, dass die erwartete Rate des Artensterbens abnimmt (d. h. die Rate des Verlusts der biologischen Vielfalt nimmt ab), und ein unveränderter Verlauf bedeutet, dass die erwartete Rate des Artensterbens gleichbleibt. Ein Aufwärtstrend des Index der Roten Liste würde darauf hinweisen, dass das SDG-Ziel 15.5, die Verschlechterung natürlicher Lebensräume zu verringern und bedrohte Arten zu schützen, auf Kurs ist. Ein Indexwert der Roten Liste von 1 würde anzeigen, dass der Verlust der biologischen Vielfalt gestoppt wurde (United Nations Statistics Division 2020).

- **Ausgaben für die Erhaltung der biologischen Vielfalt in US\$ pro km² Landfläche**

Die Daten stammen aus einer online verfügbaren Datenbank mit länderweisen Daten zu Ausgaben für die Erhaltung der biologischen Vielfalt. Diese berücksichtigen (inländische) Finanzströme der nationalen Regierungen, Zuwendungen von Geberländern, Treuhandfonds und Eigenfinanzierungen über Zahlungen der Nutzer, z. B. Eintrittsgelder für Nationalparks und andere Nutzungsgebühren. Aus den Daten von 2001 – 2008 wurden jährliche Mittelwerte berechnet (Waldron, A. 2013). Die jährlichen Ausgaben wurden dann durch die jeweilige Landfläche (CIA, 2020) geteilt.

- **Anteil der unter Schutz gestellten Waldflächen (%)**

Der Anteil der Waldfläche innerhalb formell eingerichteter Schutzgebiete, unabhängig vom Zweck, für den die Schutzgebiete eingerichtet wurden (FAO 2020b).

Sozioökonomische Aspekte

- **Beschäftigung in der Forstwirtschaft und im Holzeinschlag (1000 VZÄ) 2015**

Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Herstellung von Gütern aus Wäldern. Diese Kategorie entspricht der ISIC / NACE Rev.2-Aktivität A02 (Forstwirtschaft und Holzeinschlag). Vollzeitäquivalent (VZÄ/FTE) ist eine Messung, die einer Person entspricht, die während eines bestimmten Bezugszeitraums Vollzeit arbeitet, und zwei Halzeitbeschäftigte zählen ebenfalls als ein VZÄ/FTE (Global Forest Resources Assessment, FAO 2020b; 2020a).

- **Armutquote bei 1,90 USD pro Tag (PPP 2011) (% der Bevölkerung) im letzten verfügbaren Jahr**

Die Armutquote von 1,90 USD pro Tag ist der Prozentsatz der Bevölkerung, der zu internationalen Preisen von 2011 von weniger als 1,90 USD pro Tag lebt (Weltentwicklungsindikatoren, World Bank 2020b).

- **Gini-Index (Schätzung der Weltbank) letztes verfügbares Jahr (vorwiegend 2016/17)**

Der Gini-Index misst, inwieweit die Verteilung des Einkommens (oder in einigen Fällen der Konsumausgaben) zwischen Einzelpersonen oder Haushalten innerhalb einer Volkswirtschaft von einer vollkommen gleichmäßigen Verteilung abweicht. Eine Lorenz-Kurve zeigt die kumulierten Prozentsätze des Gesamteinkommens gegen die kumulierte Anzahl der Empfänger, beginnend mit der ärmsten Person oder dem ärmsten Haushalt. Der Gini-Index misst die Fläche zwischen der Lorenzkurve und einer hypothetischen Linie der absoluten Gleichheit, ausgedrückt als Prozentsatz der maximalen Fläche unter der Linie. Ein Gini-Index von 0 steht also für perfekte Gleichheit, während ein Index von 100 für perfekte Ungleichheit steht (Weltentwicklungsindikatoren, World Bank 2020b).

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 Bibliografie; 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:

Dieter M, Weimar H, Iost S, Englert H, Fischer R, Günter S, Morland C, Roering H-W, Schier F, Seintsch B, Schweinle J, Zhunusova E (2020) Abschätzung möglicher Verlagerungseffekte durch Umsetzung der EU-KOM-Vorschläge zur EU-Biodiversitätsstrategie auf Forstwirtschaft und Wälder in Drittstaaten. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 85 p, Thünen Working Paper 159a, DOI:10.3220/WP1604417204000

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

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



Thünen Working Paper 159a

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1604417204000
urn:urn:nbn:de:gbv:253-202011-dn062851-3