

CLIMATE CHANGE

28/2023

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 – 2021

CLIMATE CHANGE 28/2023

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen
Treibhausgasinventar 1990 – 2021

Umweltbundesamt – UNFCCC-Submission

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau-Roßlau

Tel: +49 340-2103-0

Fax: +49 340-2103-2285

buergerservice@uba.de

Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

Abschlussdatum:

April 2023

Redaktion:

Fachgebiet V 1.6 Emissionssituation

Dirk Günther (Fachgebietsleitung), Patrick Gniffke, Yaman Tarakji (unterstützend)

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juni 2023

Ermittlung der Aktivitätsdaten, durch Einarbeitung der neu hinzugekommenen Daten des letzten Zeitreihenjahres. Es wird davon ausgegangen, dass neueste Daten die beste Qualität haben und daher die vorangegangene Zeitreihe, falls notwendig, angepasst wird (s. auch Kapitel 6.3 ff).

Tabelle 432: Vergleich der Flächendaten [kha] der aktuellen und der Vorjahressubmission der Kategorie Sonstiges Land

CRF-Nr	Area [kha]	Submission	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4.F	Other Land	2022	67,59	62,36	57,14	46,06	41,22	38,66	38,16	37,66	37,16	36,66	36,16
		2023	66,80	61,46	56,31	46,64	41,96	39,69	39,22	38,78	38,34	37,91	37,50
		Differenz	-0,80	-0,91	-0,83	0,58	0,74	1,03	1,06	1,12	1,18	1,25	1,34
		in %	-1,2%	-1,5%	-1,5%	1,2%	1,8%	2,6%	2,7%	2,9%	3,1%	3,3%	3,6%

6.9.6 Geplante Verbesserungen, kategoriespezifisch (4.F)

Entfällt, da in dieser Kategorie keine Treibhausgasquellen und -senken berichtet werden.

6.10 Holzprodukte (4.G)

6.10.1 Beschreibung der Kategorie (4.G)

KC	Category	Activity	EM of	1990 (kt CO ₂ -e.)	(fraction)	2021 (kt CO ₂ -e.)	(fraction)	Trend 1990-2021
L/T	4 G, Harvested Wood Products		CO ₂	-1.330,4	-0,1 %	-8.651,3	-1,1 %	550,3 %

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO ₂	CS/Tier 2	IS/NS	D

Die Kategorie Holzprodukte ist eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Abschätzung des Beitrags von Holzprodukten in Deutschland zu den Emissionen nach Quellen und Einbindungen nach Senken von Treibhausgasen im Landnutzungssektor wird in dem Modell WoodCarbonMonitor (Rüter, 2017) auf Basis der Daten zur Produktion von Holzprodukten mit dem vorgegebenen Berechnungsansatz vorgenommen. Damit umfasst die Abschätzung alle in Deutschland produzierten Holzprodukte, deren Holz aus heimischem Einschlag stammt und die stofflich genutzt werden.

Aus Konsistenzgründen folgt die Berechnung den methodischen Vorgaben des Kapitels 2.8 des 2013 IPCC KP Supplement (IPCC et al., 2014a), da gemäß der Fußnote 12 im Tabellenblatt 4.G s1 des Gemeinsamen Berichterstattungsformats im Annex II der Entscheidung 24/CP.19 über die Überarbeitung des gemeinsamen Berichterstattungsformats¹²⁹ (UNFCCC, 2014b) für den auf Produktionsdaten basierenden und hier verwendeten Ansatz (Ansatz B) neben den 2006 IPCC Guidelines (IPCC, 2006a) auch andere IPCC Leitlinien genutzt werden können, die diesen Ansatz widerspiegeln. Die in den Regeln des 2013 IPCC KP Supplement (IPCC et al., 2014a) beschriebenen Systemgrenzen zur Abschätzung des Beitrags von Holzprodukten entsprechen den Systemgrenzen des in Tabelle 12.1 der 2006 IPCC Guidelines (IPCC, 2006a) mit der Variable 2A umschriebenen Ansatzes (Produktionsansatz für stofflich genutzte Holzprodukte).

Um eine transparente Darstellung zu gewährleisten, werden die stofflich genutzten Holzprodukte gemäß Berichterstattungstabelle 4.Gs1 unterschieden in Produkte, welche nach ihrer Herstellung in Deutschland verbraucht werden, und in Produkte, die anschließend exportiert werden. Eine Kohlenstoffspeicherwirkung von Holz in Deponien wird nicht berücksichtigt. Die Biomasse aus Kurzumtriebsplantagen wird in Deutschland ausschließlich

¹²⁹ Fußnote 12 des CRF-Tabellenblatts 4.G s1

energetisch (siehe Kategorie 1.A, Kapitel 3.2) genutzt und deshalb nicht unter Holzprodukte (HWP) berichtet.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (09/2022) gemäß des festgelegten Routineablaufs der Inventarerstellung (s. Kapitel 1.2.3) die für die Berechnung notwendigen Aktivitätsdaten für Holzprodukte noch nicht vorlagen (vgl. (FAO, 2022a)), werden die Zeitreihen zu CO₂-Emissionen und Einbindungen in Holzprodukten für das Jahr 2021 fortgeschrieben (siehe Abbildung 83).

Abbildung 83: Netto CO₂-Emissionen und Einbindungen in Holzprodukten [kt CO₂]

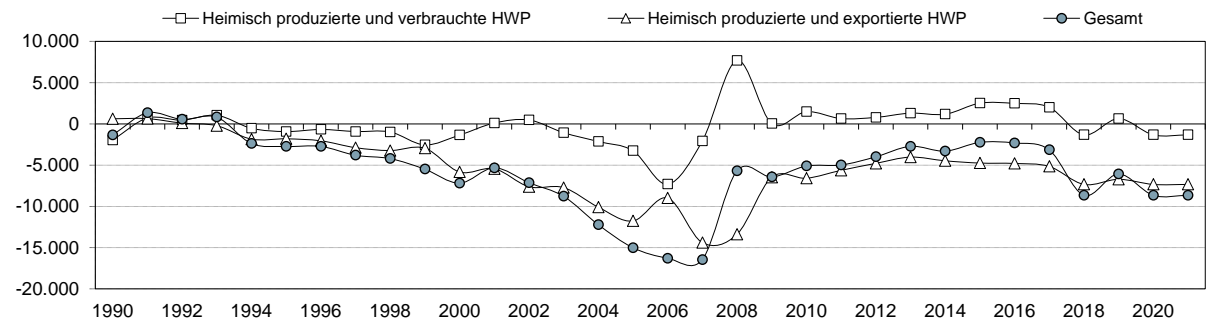
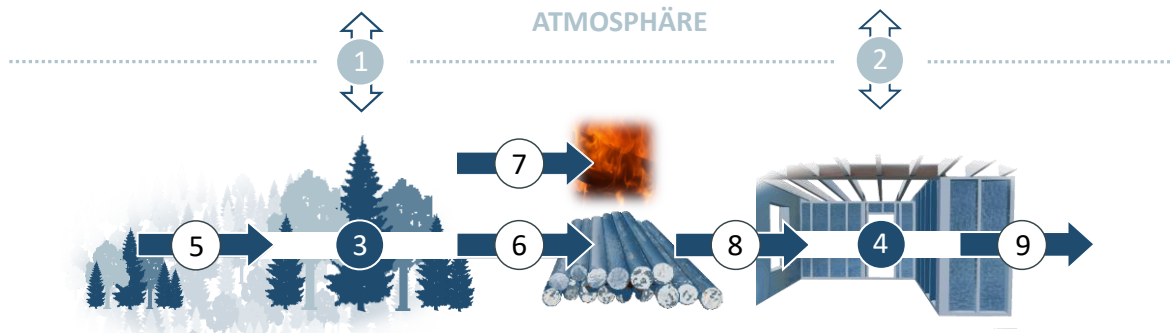


Abbildung 84 zeigt eine Übersicht des Berichtsjahres 2020 über die mit der Wald- und Holznutzung verbundenen Kohlenstoffflüsse, die als Zu- und Abnahme („gains“ und „losses“) der definierten Kohlenstoffspeicher für Wald (hier: nur lebende Biomasse (3), s. Kapitel. 6.4.2.2) und Holzprodukte (4) berichtet werden. Über die Änderungen dieser definierten Speicher werden die atmosphärisch relevanten CO₂-Emissionen und deren Einbindungen ermittelt (lebende Biomasse 1 und Holzprodukte 2).

Abbildung 84: Kohlenstoffflüsse, Kohlenstoffspeicher und ihre CO₂-Emissionen und Einbindungen entlang der Forst- und Holzketten



CO ₂ -Emissionen und ihre Einbindung in den Kohlenstoffspeichern WALD ^a und HOLZPRODUKTE		[in kt CO ₂ e]	Kohlenstoffflüsse ^b zu und aus den Kohlenstoffspeichern		[in kt C]
1	WALD ^a	-29.334	5	Zunahme (WALD)	43.264
2	HOLZPRODUKTE	-8.651	6	Abnahme (WALD) (Rohholz ^c für stoffliche Nutzung)	-18.429
Größe der definierten Kohlenstoffspeicher^e		[in kt C]	7	Abnahme (WALD) (Rohholz ^c für vornehmlich energetische Nutzung ^d)	-16.835
3	WALD ^a	1.230.070	8	Zunahme (HOLZPRODUKTE)	13.776
4	HOLZPRODUKTE	293.029	9	Abnahme (HOLZPRODUKTE)	-11.417

^a hier nur lebende Biomasse

^b während des Berichtsjahres (Zunahme positiv, Abnahme negativ)

^c basierend auf der StBA-Holzeinschlagstatistik (Stamm- und Industrieholz) in Erntefestmeter (m³)

^d basierend auf Differenz zw. StBA-Holzeinschlagstatistik (Stamm- und Industrieholz) und inventurdatenkalibriertem Gesamtholzeinschlag in Vorratsfestmeter (Vfm) (vgl. Abb. 70)

^e am Ende des Berichtsjahres (WALD: basierend auf den Daten der Kohlenstoffinventur 2017 (CI 2017), s. www.bwi.info) WoodCarbonMonitor © S. Rüter, 2021

Darüberhinaus wird neben der Zunahme (5) des lebenden Biomassevorrates im Wald (d.h. auf der bestehenden Waldfläche sowie auf den mit Landnutzungsänderungen verbundenen Waldflächen) auch seine Abnahme dargestellt. Die damit verbundenen Kohlenstoffflüsse werden unterschieden zwischen dem Einschlag von Rohholz für eine stofflich Weiterverarbeitung zu Holzprodukten (6) und dem Abgang von Biomasse, der vornehmlich auf eine energetische Nutzung (7) von Holz zurückzuführen ist. Die Abschätzung der Kohlenstoffabnahme aufgrund der für eine stoffliche Nutzung entnommenen Rohholzmengen basiert auf den nach fünf Hauptbaum- bzw. Holzartengruppen untergliederten Daten zur Stamm- und Industrieholzproduktion der Holzeinschlagstatistik (Statistisches Bundesamt, FS 3, R 3.3.1), die in Erntefestmetern ausgewiesen wird. Die vornehmlich einer energetischen Holznutzung zugeschriebene Kohlenstoffabnahme des lebenden Biomassespeichers im Wald, welche nicht unter der Kategorie Holzprodukte berichtet wird (Produktionsansatz), umfasst neben Daten zur Erzeugung von Energieholz in der Einschlagstatistik auch das nicht verwertete Holz und die nicht in dieser Statistik erfassten Derbholzabgänge in Vorratsfestmetern. Letztere wurden im Rahmen der Kohlenstoffinventur 2017 (CI2017) ermittelt und dienen als Grundlage für die in Kapitel 6.10.2.1 beschriebenen Kalibrierung der Einschlagstatistik nach Hauptbaumartengruppen.

Die Berechnung der mit dem Kohlenstoffspeicher in Holzprodukten verbundenen Kohlenstoffflüsse (8 und 9) sowie die sich daraus ergebende Änderung des Speichers, die in CRF-Tabelle 4.Gs1 berichtet wird, wird im nachfolgenden Kapitel 6.10.2 erläutert.

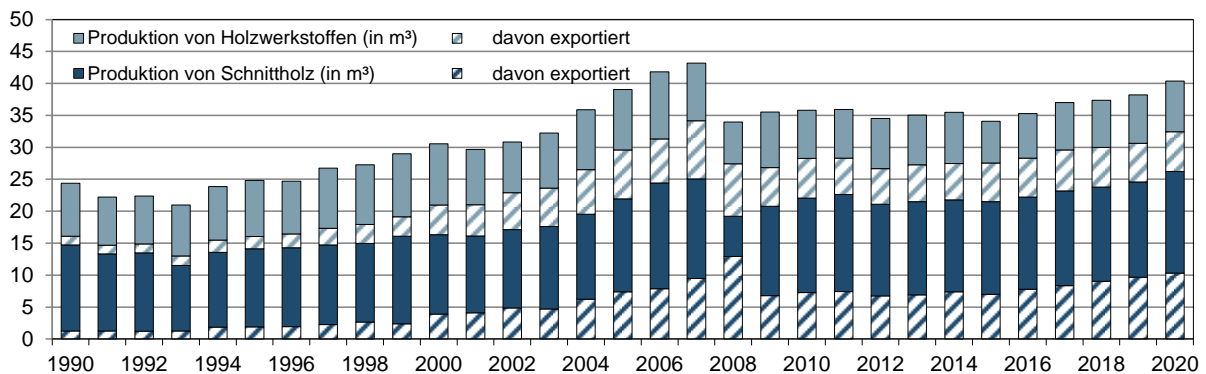
6.10.2 Methodische Aspekte (4.G)

6.10.2.1 Aktivitätsdaten

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (09/2022) lagen die für die Berechnung notwendigen Aktivitätsdaten für das Jahr 2021 zu Holzprodukten in der FAOSTAT Datenbank (FAO, 2022a) noch nicht vor, weshalb für die Schilderung des methodischen Vorgehens für die Zeitreihen aus dieser Quelle die Vorjahresdaten herangezogen werden.

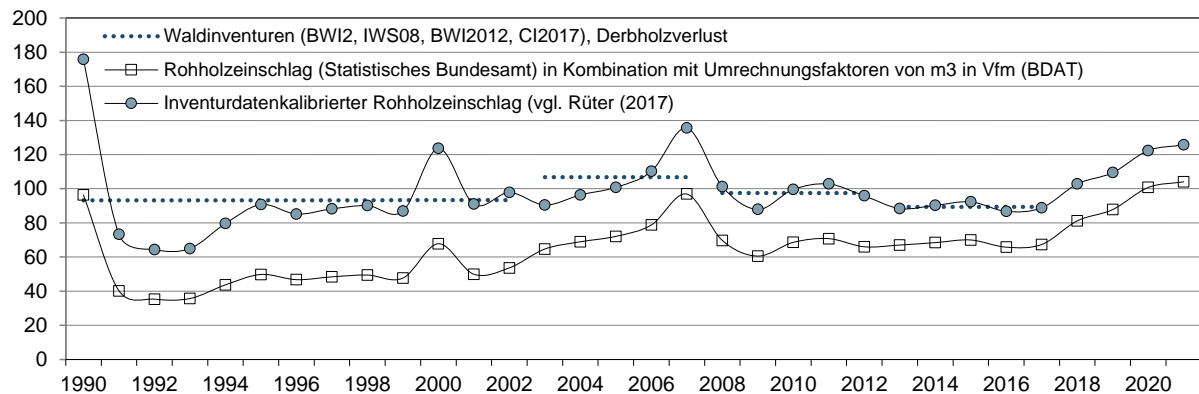
Abbildung 85 zeigt die Entwicklung der Produktionsmengen der Holzhalbwarengruppen Schnittholz und Holzwerkstoffe, getrennt nach den in Deutschland verbleibenden (Produktion abzüglich Export) und den exportierten Holzmenen (Export) seit 1990 nach den Daten der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (FAO, 2022b). Diese Zeitreihen entsprechen den in den 2006 IPCC Guidelines (IPCC, 2006a) vorgeschlagenen Daten für die Abschätzung des Beitrags von Holzprodukten auf Basis einer Tier-1-Berechnung (Kap. 12.2.1, IPCC (2006a): 12.9).

Abbildung 85: In Deutschland produziertes Schnittholz und Holzwerkstoffe [Mm³] (FAO, 2022b)



Gemäß der IPCC Leitlinien wurde zunächst der Rohstoffanteil der Holzprodukte aus heimischem Holzeinschlag berechnet. Dafür wurde in einem ersten Schritt die nationale Holzeinschlagstatistik zu den fünf geführten Holzartengruppen (Statistisches Bundesamt, FS 3, R 3.3.1) mit den Daten aus den Waldinventuren über den Abgang von Derbholz aus den Wäldern (vgl. Kapitel 6.4.2.1.1) entsprechend der methodischen Vorgaben des IPCC (2014) kalibriert (Abbildung 86), da die Statistik den jährlichen Rohholzeinschlag um circa 30 % unterschätzt. Gründe für diese statistische Unterschätzung des Einschlags liegen sowohl in abhanden gekommenem bzw. ungenutztem Rohholz als auch in der Erzeugung von Brennholz z.B. durch private Haushalte (Selbstwerber), das nicht statistisch erfasst wird. Mit dieser Kalibrierung wird auch die methodische Konsistenz zur projizierten Zeitreihe des gemeldeten FMRL sichergestellt. Details über die weitere Verwendung der inventurdatenkalibrierten Zeitreihe zum Rohholzeinschlag in Millionen Vorratsfestmeter [Mfm] gemäß der Bestimmungen des IPCC et al. (2014a) finden sich in Rüter (2017).

Abbildung 86: Nationale Holzeinschlagstatistik und ihre Kalibrierung mittels Daten zum Derbholzverlust aus den Waldinventurdaten [Mfm] ((Statistisches Bundesamt, FS 3, R 3.3.1) und Kapitel 6.4.2.1.1)



Aufgrund der zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (09/2022) ebenfalls noch fehlenden Daten zur Holzrohstoffkategorie Industrierohholz (industrial roundwood) in der FAOSTAT-Datenbank, wurde der darauffolgende zweite Schritt zur Bestimmung eines heimischen Rohstofffaktors $f_{DP}(i)$ für die Halbwarenkategorien Schnittholz und Holzwerkstoffe nicht aktualisiert.

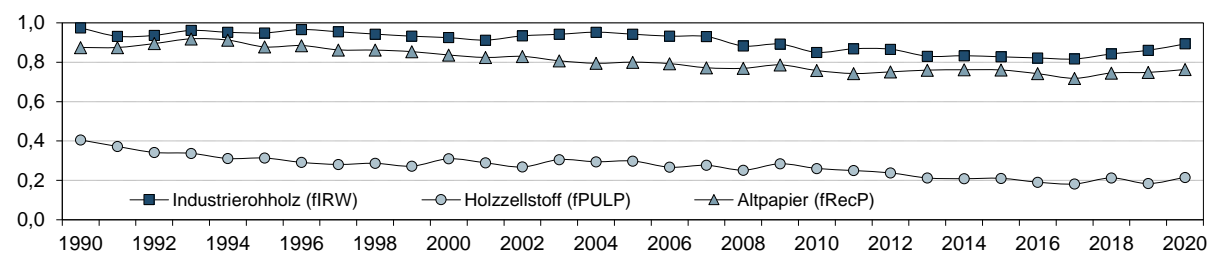
In einem zweiten Schritt wurde ein heimischer Rohstofffaktor $f_{DP}(i)$ bestimmt, der für die Halbwarenkategorien Schnittholz und Holzwerkstoffe auf den FAO-Daten zur Holzrohstoffkategorie Industrierohholz (industrial roundwood) basiert. Für die Berechnung des aus heimischem Einschlag stammenden Anteils der Produktkategorie Papier und Pappe, wurde neben der im 2013 IPCC KP Supplement IPCC et al. (2014a) vorgeschlagenen Rohstoffkategorie Holzzellstoff (wood pulp) auch die Verwendung von Altpapier bei der Papierherstellung berücksichtigt, da sich der Anteil von Altpapier in Papier und Pappe in Deutschland auf über 70% beläuft. Ebenso wie in den vorherigen Berichtsjahren wurde der Anteil p von Altpapier in Papierprodukten über das Verhältnis des rechnerischen Verbrauchs von Holzzellstoff und Altpapier in Deutschland ermittelt (vgl. Kapitel 6.10.5).

Neben den Faktoren für Industrierohholz (f_{IRW}) und Holzzellstoff (f_{PULP}), die gemäß der Gleichungen 2.8.1 und 2.8.2 des 2013 IPCC KP Supplement berechnet wurden (IPCC et al. (2014a): 2.115), wurde auf Basis der gleichen Vorgehensweise mit Hilfe von FAO Daten ein weiterer Faktor für Altpapier (recovered paper) ermittelt (f_{RecP}) (Abbildung 87). Dieser wurde bei der Berechnung der aus heimischem Einschlag stammenden Produktanteile mit Hilfe der Gleichung 2.8.4 des 2013 IPCC KP Supplement (IPCC et al. (2014a): 2.118) für die HWP-Kategorie 'Papier und Pappe' mit

$$f_{DP}(i) = \{f_{IRW}(i) * (1 - p) * f_{PULP}(i)\} + p * f_{RecP}(i)$$

berücksichtigt.

Abbildung 87: Entwicklung des heimischen Rohstofffaktors $f_{DP}(i)$ der berücksichtigten Rohstoffkategorien (FAO, 2022b)



Abschließend wurde der in den Produkten enthaltene Kohlenstoff den jeweiligen Landnutzungsklassen zugeordnet, aus dem der Rohstoff stammt (IPCC et al. (2014a): Kap. 2.8.1.2). Hierfür lässt sich die inventurdatenkalibrierte Einschlagsmenge an Rohholz der verbleibenden Waldfläche (Quellgruppe 4.A.1, Kapitel 6.2.1) und den Flächen, die einer Landnutzungsänderung von Wald in andere Kategorien unterliegen, zuordnen (s. Tabelle 433), zuordnen. Holzprodukte aus Entwaldung werden gemäß den Vorgaben des IPCC auf Basis einer sofortigen Emission berücksichtigt (vgl. Kap. 2.8.3,). Holzprodukte aus Entwaldung werden gemäß den Vorgaben des IPCC auf Basis einer sofortigen Emission berücksichtigt (vgl. Kap. 2.8.3, IPCC et al. (2014a)), so dass sich als Ergebnis der für Deutschland verfügbaren Inventurinformationen und der Gleichung 2.8.3 (IPCC et al. (2014a): 2.116) die jährlichen Holzeinschlagsanteile aus bewirtschafteten Waldflächen $f_{FM}(i)$ berechnen.

Tabelle 433: Jährlicher Anteil des Einschlags aus verbleibender Waldfläche

Zeitraum	$f_{FM}(i)$
1990 – 2002	0,98989
2003 – 2007	0,99202
2008 – 2012	0,98881
2013 – 2017	0,98137

6.10.2.2 Emissionsfaktoren

Für die Berechnung der Kohlenstoffabflüsse aus dem Kohlenstoffspeicher, werden die in Tabelle 2.8.2 des 2013 IPCC KP Supplement (IPCC et al., 2014a) gelisteten Standardwerte verwendet, welche auf den in Tabelle 3a.1.3 der 2003 IPCC GPG (IPCC, 2003) genannten Werten beruhen.

6.10.2.3 Verwendete Berechnungsmethode

Für die Berechnung des Beitrags der stofflichen Holznutzung zur verzögerten Freisetzung von CO₂-Emissionen auf Basis von Kohlenstoffspeicheränderungen verwendet Deutschland die in den IPCC Leitlinien beschriebene exponentielle Zerfallsfunktion für die in Tabelle 2.8.1 des 2013 IPCC KP Supplement beschriebenen Produktkategorien. Dies entspricht der in den 2006 IPCC Leitlinien beschriebenen Standardmethode (Gleichung 12.1, IPCC (2006a):12.11) bzw. der unter Tier 2 beschriebenen Standardmethode im 2013 IPCC KP Supplement (Gleichung 2.8.5). Für die Kohlenstoffumrechnung werden für die Produktkategorien „Holzwerkstoffe“ die detaillierten und für die Kategorie „Papier und Pappe“ der aggregierte Wert der in Tabelle 2.8.1 enthaltenen Faktoren verwendet (IPCC et al., 2014a). Die Kohlenstoffmengen in den Produktkategorien ‚Laub- und Nadelschnittholz‘ werden auf Basis der in Rüter (2011) beschriebenen Faktoren berechnet (vgl. auch UNFCCC (2011)), um die in Deutschland typischerweise verwendeten Holzarten bei der Schnittholzerstellung abzubilden, die mit den Statistikdaten zum Holzeinschlag korrelieren (Statistisches Bundesamt, FS 3, R 3.3.1). Für Nadelschnittholz beträgt der Faktor 0,225 Mg C/m³ und für Laubschnittholz 0,335 t C/m³.

Da erst seit der Wiedervereinigung Deutschlands im Jahr 1990 Zeitreihen zu Holzprodukten und den verwendeten Rohstoffkategorien mit ausreichender Datenqualität vorliegen und um mit den Daten verbundene Unsicherheiten zu reduzieren, wird der Anfangswert des Kohlenstoffspeichers in Holzprodukten auf Basis der Gleichung 2.8.6 (IPCC et al., 2014a) mit $C(t_0) = 1990$ berechnet.

Weitergehende detaillierte Informationen zur verwendeten Methodik finden sich in Rüter (2017).

6.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.G)

Die Zeitreihen für die Aktivitätsdaten zu Holzprodukten aus der Datenbank der FAO sind konsistent. Allerdings lagen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (09/2022) gemäß des festgelegten Routineablaufs der Inventarerstellung (s. Kapitel 1.2.3) die für die Berechnung notwendigen Aktivitätsdaten für Holzprodukte noch nicht vor (vgl. (FAO, 2022a)), weshalb die Zeitreihen zu CO₂-Emissionen und Einbindungen in Holzprodukten für das Jahr 2021 fortgeschrieben werden.

6.10.4 Kategoriespezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.G)

Eine allgemeine und kategoriespezifische Qualitätskontrolle und eine Qualitätssicherung durch die Fachseite und durch die Nationale Koordinierungsstelle wurden gemäß den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen durchgeführt.

Mit dem Berechnungsmodell WoodCarbonMonitor wurde bereits in 2011 der Beitrag von Holzprodukten zum Referenzwert für die zweite Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll auch für weitere EU Mitgliedsstaaten ermittelt. Nach einem Abgleich mit nationalen Daten und z. T. vorhandenen Modellen, verwendeten 16 weitere Länder die Daten zur Submission an das Klimasekretariat (Belgien, Bulgarien, Dänemark, Estland, Frankreich, Griechenland, Italien, Lettland, Litauen, Niederlande, Polen, Rumänien, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik und Ungarn), wo sie in der Folge zusammen mit dem Modell und den zugrundeliegenden Annahmen von einem internationalen Expertenteam evaluiert wurden (Rüter (2011) und UNFCCC (2011)).

Die in der Folge notwendige Anpassung der gemeldeten Zeitreihen an die beschlossenen Berechnungsregeln für Holzprodukte gemäß Entscheidung 2/CMP.7 wurde im Rahmen der Erstellung des Kapitels 2.8 'Harvested Wood Products' im 2013 IPCC KP Supplement (IPCC et al., 2014a) ebenfalls mit dem Modell begleitet (Rüter et al. (2014) und Rüter (2017), s. Kapitel 3.2.2, 4.4 und Anhang).

Im Rahmen der Evaluierung der Referenzwert-Projektionen der EU Mitgliedsstaaten gemäß VO 2018/841 (European Parliament and Council of the European Union, 2018) wurde das Modell in 2019 wiederholt in Kombination mit dem Modell G4M verwendet, um im Auftrag der EU Kommission einen Abgleich der länderspezifischen Holzprodukte-Berechnungen inklusive der zugrundeliegenden Daten und Annahmen vornehmen zu können (Forsell et al. (2018) und Forsell et al. (2019)).

Weitere allgemeine Informationen zu der auch für Holzprodukte durchgeführten Qualitätskontrolle (QK) und Qualitätssicherung (QS) finden sich in Kapitel 6.1.3.

6.10.5 Kategoriespezifische Rückrechnungen (4.G)

Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (09/2022) die für die Berechnung notwendigen Aktivitätsdaten für das Jahr 2021 zu Holzprodukten in der FAOSTAT-Datenbank (FAO, 2022a) noch nicht vorlagen, wurden keine kategoriespezifischen Rückrechnungen vorgenommen.

6.10.6 Geplante Verbesserungen, kategoriespezifisch (4.G)

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 471 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 470 abgebildet.