



Kurzstudie zur Prüfung der derzeitigen Anreizstruktur beim Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung auf die Wirksamkeit hinsichtlich der Klima- und Nachhaltigkeitsziele

Darmstadt, Berlin,
07.11.2018

Autorinnen und Autoren

Dr. Klaus Hennenberg, Dr. Hannes Böttcher
Öko-Institut e.V.

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	4
1. Hintergrund	5
2. Derzeitige Anreizstruktur beim Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung	5
3. Wirkung von Maßnahmen zur Erreichung von Klimaschutzzielen	6
3.1. Betrachtung von Zeithorizonten und Referenzsystemen der Waldbewirtschaftung	6
3.1.1. Zeithorizonte	6
3.1.2. Referenzsysteme	7
3.2. THG-Minderungen nach Ökobilanzen	8
4. Wirkung von Maßnahmen auf andere Nachhaltigkeitsziele	10
4.1. Luftschadstoffe und Staub	10
4.2. Biodiversität, Boden und Wasser	10
5. Ergebnis und Fazit	11
Literaturverzeichnis	12
Anhang	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Mögliche Referenzsysteme der Waldbewirtschaftung	7
Tabelle 3-2:	THG-Minderungen durch die Nutzung von Bioenergie	9
Tabelle 4-1:	Versauernde Emissionen und Staubemissionen durch die energetische Nutzung von fester Biomasse	10
Tabelle A-1:	Maßnahmen des Aktionsprogramm Klimaschutz, die einen direkten oder indirekten Bezug zur energetischen Nutzung von Holz aufweisen	14

1. Hintergrund

Im Jahr 2016 wurde von der Bundesregierung der Klimaschutzplan 2050¹ (KSP 2050) verabschiedet, der Zielsetzungen nennt und Maßnahmen beschreibt, um Klimaschutzziele in Deutschland zu erreichen. Im KSP 2050 ist der folgende Prüfauftrag formuliert:

Die Bundesregierung wird die derzeitige Anreizstruktur beim Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung auf die Wirksamkeit hinsichtlich der Klima- und Nachhaltigkeitsziele prüfen. (KSP 2050, S. 69)

Ziel dieser Kurzstudie ist es, eine wissenschaftliche Einschätzung zu diesem Prüfauftrag zu geben. Dabei wird das Erreichen von Klimaschutzziele durch die energetische Nutzung von Holz anhand von möglichen Treibhausgasänderungen bewertet. Im Hinblick auf weitere Nachhaltigkeitsziele werden in dieser Kurzstudie weitere umweltbezogene Schutzgüter betrachtet. Soziale und ökonomische Aspekte werden dabei nicht adressiert und sollten bei Bedarf Gegenstand weiterer Analysen sein.

2. Derzeitige Anreizstruktur beim Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung

In Deutschland kommt aktuell eine große Anzahl an Maßnahmen zum Einsatz, um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen. Eine umfassende Analyse dieser Maßnahmen findet sich im zweiten Quantifizierungsbericht zur Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 (Harthan et al. 2018). Einen Teil dieser Maßnahmen stellen direkte oder indirekte Anreize zum Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung dar (siehe Anhang). Im Folgenden werden wichtige Instrumente und Maßnahmen kurz angeführt. Eine Quantifizierung der Mengen an eingesetztem Holz, das durch die Maßnahmen angereizt wird, übersteigt das Zeitbudget dieser Kurzstudie.

- Im Stromsektor nimmt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine zentrale Rolle ein. Über die Biomasseverordnung (§ 2) ist Holz als „Pflanzenbestandteil“ und in Form von biogenen Abfällen mit einer Herkunft aus der Forstwirtschaft als Biomasse im Sinne des EEG anerkannt. Der jährliche Brutto-Zubau von Biomasseanlagen soll laut EEG bei 150 MW (2017-2019) bzw. bei 200 MW (2020-2022) liegen. Hier kann Holz als Energieträger ein Bestandteil sein.
- Im Verkehrssektor wird im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 kaum Bezug zur Biomasse genommen. Parallel sind aber die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED 2009)² und die Biokraftstoffverordnung zu betrachten, die einen Fokus auf die Nutzung von Biokraftstoffen legen. In der weitestgehend fertiggestellten Neuauflage der RED von 2009, der RED II³, wird ein deutlicher Anreiz auf die Nutzung „zukünftiger Biokraftstoffe“ gelegt (Quote von 1% in 2025 und von 3,5% in 2030, Art. 25), die auch aus Stammholz, Waldrestholz und Industrierestholz hergestellt werden können (siehe Annex IX der RED-Ergänzung von 2015⁴ bzw. in RED II).
- Im Wärmesektor ist die Anreizstruktur diverser. Das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) als Pendant zum EEG beinhaltet eine Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien (inklusive Holz als Energieträger).⁵ Unterstützt wird das EEWärmeG durch das Marktanzreizpro-

¹ https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

² Document ST_10308_2018_INIT:
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_10308_2018_INIT&from=EN

³ Directive 2009/28/EC: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>

⁴ Directive (EU) 2015/1513: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32015L1513>

⁵ Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) werden beim Einsatz von erneuerbaren Energien bereits bei einem geringeren Wärmeschutz der Gebäudehülle erreicht als beim Einsatz von fossilen Energieträgern. Dieser

gramm (MAP) zum Ausbau erneuerbarer Energien (inkl. Holz) im Wärmemarkt. Hinzu kommen zahlreiche Förderprogramme zu Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor bis hin zur Förderung erneuerbarer Energien in landwirtschaftlichen Gebäuden (siehe Anhang). Diese Maßnahmen können die Nutzung von Holz als erneuerbarer Energieträger anreizen. Hinzu kommt, dass in der RED II für den Wärmesektor ein deutlicher Zubau von erneuerbaren Energien angereizt wird (1,3% pro Jahr; Art. 23), der anteilig aus Holz stammen kann.

- Das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Gesetz) regelt die Einspeisung und Vergütung des Stroms aus KWK-Anlagen. Hier kann als Energieträger Holz eingesetzt werden.
- Übergreifend wird Holzenergie dadurch gefördert, dass keine Energiesteuer auf den Rohstoff Holz erhoben wird (siehe Energiesteuergesetz (EnergieStG)). Dies stellt auch eine indirekte Förderung von Holz z.B. bei Ko-Feuerung in Kohlekraftwerken dar.

Es ist herauszustellen, dass die angeführten Maßnahmen i.d.R. nicht nach der Art des Holzes (z.B. Stammholz, Waldrestholz, Industrierestholz) unterscheiden. Gerade diese Unterscheidung ist aber für eine Bewertung der Auswirkungen auf Umwelt- und Naturschutzbelange bzw. einen zielgerichteten Anreiz, um negative Auswirkungen zu minimieren, notwendig, wie im Folgenden ausgeführt wird.

3. Wirkung von Maßnahmen zur Erreichung von Klimaschutzziele

Im KSP 2050 werden Klimaschutzziele für die Sektoren formuliert und mit Maßnahmen hinterlegt. Dabei soll energetisch genutztes Holz einen Beitrag leisten (Kap. 2.1). Im Hinblick auf eine Bewertung dieses möglichen Beitrags ist von zentraler Bedeutung, inwieweit die energetische Nutzung von Holz tatsächlich zu einer Minderung von Treibhausgas (THG)-Emissionen führen kann.

3.1. Betrachtung von Zeithorizonten und Referenzsystemen der Waldbewirtschaftung

Für die Berechnung von Ökobilanzen und der darauf aufbauenden Berechnung von THG-Minderung ist die Festlegung der Systemgrenzen von Bedeutung. Bei der energetischen Nutzung von Holz sind Annahmen zu Zeithorizonten und Referenzsystemen der Waldbewirtschaftung besonders relevant für die Ergebnisse.

3.1.1. Zeithorizonte

Zusätzlich spielt neben den Systemgrenzen auch der Faktor Zeit eine entscheidende Rolle. Wird eine einjährige Kultur angebaut und die Biomasse im gleichen oder darauffolgenden Jahr energetisch genutzt (z.B. Mais für Biogas), so wird zeitnah CO₂ aus der Luft fixiert und wieder abgegeben. Dies bedeutet, dass in der Ökobilanzierung für eine Netto-CO₂-Bilanz Wachstum und Nutzung der Biomasse im gleichen Jahr verrechnet werden können. Emissionen durch Anbau (z.B. Dünger, Maschineneinsatz) und Weiterverarbeitung (z.B. Prozessenergie) bestimmen so das Ergebnis THG-Bilanzen.

Bei der direkten energetischen Nutzung von Bäumen hingegen wird CO₂ freigesetzt, das zuvor über Jahrzehnte fixiert wurde, bzw. dessen erneute Festlegung Jahrzehnte in Anspruch nehmen kann. Das heißt, dass bei der energetischen Nutzung von Waldbiomasse hierdurch entstehende

Ansatz erhöht die Artaktivität erneuerbare Energien, gleichzeitig wird aber durch die weniger energieeffiziente Gebäudehülle ein erhöhter Bedarf an erneuerbaren Energien (inkl. Holz) angereizt.

CO₂-Emissionen zeitlich verschoben in der Biomasse neu heranwachsender Bäume gebunden werden. Somit spielt der Zeithorizont, auf den Bezug genommen wird, eine wichtige Rolle: je kürzer der Betrachtungszeitraum ist, desto größer ist die Gefahr, dass die dem Holz anzurechnenden THG-Emissionen unterschätzt werden, da eine Kohlenstoffschuld durch die Holzentnahme noch nicht durch neuen Zuwachs getilgt wurde (siehe auch Diskussion zu *carbon debt* und *payback time*⁶ in Bentsen 2017 und Searchinger 2018). In seinem Review von 234 Szenarien zur Holzenergienutzung zeigt Bentsen (2017) auf, dass im Mittel mit *payback times* von ca. 102 Jahren für Stammholz und 18 Jahren für Waldrestholz gerechnet werden kann. Ein Risiko der Überschätzung von THG-Minderungen durch die energetische Nutzung von Holz ist deshalb bei direkt eingeschlagenem Stammholz zur energetischen Nutzung besonders hoch.

Es ist aber zu unterstreichen, dass die Variabilität der Szenarienergebnisse sehr stark von den naturräumlichen Gegebenheiten der Biomasseproduktion, wie z.B. der geografischen Lage (Els-hout et al. 2015) und den getroffenen Annahmen abhängen, weshalb das Konzept schwierig als allgemeine Entscheidungshilfe nutzbar ist (Bentsen 2017). Nichtsdestotrotz ist hervorzuheben, dass von einer pauschalen „Kohlenstoffneutralität“ von Holzbiomasse für die energetische Nutzung, wie sie vielfach angenommen wird, nicht ausgegangen werden kann.

3.1.2. Referenzsysteme

Neben der vollständigen zeitlichen Betrachtung der Biomasseproduktion ist auch die Betrachtung von alternativen Referenzsystemen von Belang. Die THG-Bilanz der Nutzung eines Waldes sollte so mit unterschiedlichen Alternativen der Nutzung verglichen werden. Für die Bilanzierung der mit der energetischen Nutzung von Waldholz verbundenen THG-Emissionen sind beispielhaft zwei grundsätzliche Ansätze in Tabelle 3-1 aufgezeigt. Unter der Annahme, dass eine extensive Waldbewirtschaftung ohne direkte Energieholzentnahme als Referenzsystem angenommen wird, sind der dann zusätzlichen Energieholzentnahme THG-Emissionen zuzuweisen.

Tabelle 3-1: Mögliche Referenzsysteme der Waldbewirtschaftung

A: Konstantes Waldmanagement

Es wird angenommen, dass die Holzentnahme in einen Bewirtschaftungsplan (z.B. Betriebsebene) eingebettet ist, der gewährleistet, dass auf der benachbarten Waldfläche mindestens die gleiche Menge an Holz nachwächst wie entnommen wird. Grundsätzlich wird dabei als Waldbewirtschaftungsreferenz angenommen, dass das bestehende Waldmanagement sich nicht ändert.

Unter dieser Annahme sind mit einer Entnahme von Holz zur energetischen Nutzung keine zusätzlichen THG-Emissionen (bzw. verringerter Senkenleistung) zu berechnen.

B: Extensives Waldmanagement

Im Gegensatz zu Fall A kann als Waldbewirtschaftungsreferenz angenommen werden, dass die direkte Entnahme von Bäumen zur energetischen Nutzung unterlassen wird. Meist werden diese vitalen Bäume noch mehrere Jahrzehnte leben und zuwachsen. Dem gegenüber steht dann ein Bewirtschaftungsszenario mit einem erhöhten Einschlag und entsprechenden höheren THG-Emissionen bzw. einer geringeren CO₂-Fixierung. Erst nach bis zu mehr als 100 Jahren stellt sich durch die geänderte Waldbewirtschaftung wieder ein konstanter Zustand der CO₂-Fixierung und Freisetzung ein.

Unter dieser Annahme ergibt sich, dass eine Entnahme von Holz zur energetischen Nutzung mit zusätzlichen THG-Emissionen (bzw. verringerter Senkenleistung) verbunden ist.

Quelle: Öko-Institut e.V.

⁶ Die *payback time* (Amortisationszeit) der *carbon debt* (Kohlenstoffverschuldung) wird als Anzahl der Jahre definiert, die benötigt werden, um ein Gleichgewicht zwischen den kumulierten zusätzlichen Emissionen aus der Biomasseernte und -nutzung und den vermiedenen Emissionen aus der Gewinnung und Nutzung verdrängter Ressourcen zu erreichen (vgl. Bentsen 2017).

3.2. THG-Minderungen nach Ökobilanzen

THG-Emissionen der energetischen Nutzung von Holz werden umfangreich in bestehenden Ökobilanzen (Lebenszyklusanalysen, LCA) berechnet. Daten zur Ökobilanzierung und energetischen Nutzung von Holz finden sich z.B. in Fehrenbach et al. (2016), Memmler et al. (2017), Dressler et al. (2016), Thrän et al. (2015), Hennenberg (2015), Schmidt et al. (2017) sowie in Ökobilanz-Datenbanken wie ecoinvent⁷ und GEMIS⁸. Mit einem Vergleich von Ökobilanzen für Holzenergie und eine fossile Referenz kann eine THG-Minderung berechnet werden (Substitutionseffekt). Eine umfassende Zusammenstellung möglicher THG-Minderungen durch energetisch genutztes Holz findet sich im Anhang V und VI der Neuauflage der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie⁹ (RED II 2018; siehe Zusammenstellung in Tabelle 3-2).

Für zahlreiche energetische Nutzungen von Holz liegen die THG-Minderungen bei über 70% (in der RED II geforderter Grenzwert). Dieser Grenzwert wird insbesondere bei langen Transportdistancen und beim Einsatz von Erdgas und Netzstrom als Prozessenergie bei der Pelletherstellung unterschritten (Tabelle 3-2). Ebenfalls das Umweltbundesamt (Memmler et al. 2017) weist für Strom und Wärme aus fester Biomasse in Deutschland hohe THG-Minderungen von über 85% aus (Tabelle 3-2). Die Berechnungen in Tabelle 3-2 berücksichtigen keine Landnutzungsänderung. Im Fall von Einschlag ohne Wiederaufforstung würden sich deutlich höhere THG-Emissionen berechnen (siehe z.B. WBGU 2009).

Die in Tabelle 3-2 dargestellten THG-Minderungen gehen von einer Netto-CO₂-Bilanz bei einer konstanten Waldbewirtschaftung aus (Fall A in Tabelle 3-1) und berücksichtigen nicht die zeitliche Dynamik durch das Wachstum von Waldbiomasse.

Aus dem Blickwinkel von *carbon debt* und *payback time* ist für die energetische Nutzung von eingeschlagenem Holz explizit mit deutlichen zusätzlichen CO₂-Emissionen zu rechnen. So geben Searchinger et al. (2018) an, dass unter Annahme einer *payback time* von 60 Jahren nach 30 Jahren (z.B. 2021 bis 2050) Holzenergie in der Stromerzeugung 1,5 mal mehr THG-Emissionen als Kohle (-50%) und 3 mal mehr THG-Emissionen als Erdgas (-200%) ausstoßen. Dies spiegelt sich im Grundzug auch in extensiven Waldmanagementszenarien (Fall B in Tabelle 3-1) wieder, bei denen sich ein deutlicher Anstieg der CO₂-Senke im Wald einstellt (siehe z.B. Modellergebnisse aus dem Naturschutzpräferenzszenario (z.B. Rüter et al. 2017) oder aus dem Szenario Waldvision (Böttcher et al. 2018)¹⁰).

⁷ <https://www.ecoinvent.org/>

⁸ <http://iinas.org/gemis-de.html>

⁹ RED II: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_10308_2018_INIT&from=EN

¹⁰ Siehe weitere Informationen unter <https://waldvision.de/index-4.html#anchor-dokumente>

Tabelle 3-2: THG-Minderungen durch die Nutzung von Bioenergie

Bioenergie-Typ	THG-Minderung				
Typische Werte nach RED II (ohne Landnutzungsänderungen)					
„Future biofuels“ aus Abfallholz und Anbauholz (KUP) (Annex 5 B)	82% - 86%				
Wärme aus Hackschnitzel (Waldrestholz, KUP, Stammholz, Industrierestholz)	<i>Transport von</i>				
	1 - 500 km	89% - 94%			
	500 – 2.500 km	85% - 91%			
	2.500 – 10.000 km	77% - 83%			
Strom aus Hackschnitzel (Waldrestholz, KUP, Stammholz, Industrie-Restholz)	<i>Transport von</i>				
	1 - 500 km	83% - 92%			
	500 – 2.500 km	78% - 87%			
	2.500 – 10.000 km	65% - 75%			
Wärme aus Pellets (Waldrestholz, KUP, Industrierestholz) ¹¹	<i>Transport von</i>				
	1 - 500 km	<i>Fall 1</i>	<i>Fall 2</i>	<i>Fall 3</i>	
	500 - 2.500 km	54% - 75%	73% - 87%	88% - 95%	
	2.500 - 10.000 km	52% - 72%	70% - 85%	85% - 93%	
Strom aus Pellets (Waldrestholz, KUP, Industrierestholz) ¹¹	<i>Transport von</i>				
	1 - 500 km	<i>Fall 1</i>	<i>Fall 2</i>	<i>Fall 3</i>	
	500 - 2.500 km	32% - 62%	60% - 80%	82% - 93%	
	2.500 - 10.000 km	29% - 62%	57% - 80%	79% - 93%	
	2.500 - 10.000 km	28% - 59%	56% - 77%	78% - 90%	
	Mehr als 10.000 km	21% - 51%	49% - 69%	71% - 82%	
	Umweltbundesamt (Memmler 2017)				
	Strom aus fester Biomasse	90%			
Wärme aus fester Biomasse	86% (Einzelfeuerungsstätten)				
	92% - 97% (Kessel, Pellets, Industrie, Fernwärme)				

Quelle: Öko-Institut e.V.; Zusammenstellung nach Annex V und VI der RED II und nach Memmler et al. (2017).

¹¹ Fall 1: Prozesswärme aus Erdgas, Strom aus dem Netz.;
 Fall 2: Prozesswärme aus vorgetrockneten Hackschnitzeln, Strom aus dem Netz;
 Fall 3: Prozesswärme und Strom aus vorgetrockneten Hackschnitzeln (KWK-Anlage)

4. Wirkung von Maßnahmen auf andere Nachhaltigkeitsziele

4.1. Luftschadstoffe und Staub

In Tabelle 4-1 sind auf Basis von Memmler et al. (2017) versauernde Emissionen (SO₂e) und Staubemissionen dargestellt. Es zeigt sich, dass für feste Biomasse versauernde Emissionen in der Tendenz schlechter oder nur leicht besser abschneiden als für die fossile Referenz. Dies gilt auch für Feinstaubemissionen und dort insbesondere für Einzelfeuerungsstätten und Holzkessel (Tabelle 4-1). Auch nicht-Methan-Organische Verbindungen und Kohlenmonoxid können für Holzfeuerungsanlagen höher liegen als für Heizöl- oder Erdgaskessel (Schmidt et al. 2017, Hennenberg 2015).

Diese Ergebnisse beziehen sich auf den aktuell installierten Bestand an Anlagen in Deutschland. Generell verbessert sich die Situation bei Anlagen, die die aktuellen Grenzwerte der BImSchV erfüllen, aber auch dann sind noch ungünstige Emissionswerte insbesondere für Feinstaub zu erwarten (Schmidt et al. 2017).

Tabelle 4-1: Versauernde Emissionen und Staubemissionen durch die energetische Nutzung von fester Biomasse

Bioenergie-Typ	SO ₂ e-Minderung	SO ₂ e-Minderung
feste Biomasse	-54%	-68%
feste Biomasse Einzelfeuerungsstätte (HH, GHD)	-64%	-3140%
feste Biomasse Kessel (HH, GHD)	-14%	-380%
feste Biomasse Pellets (HH, GHD)	3%	-157%
feste Biomasse (Industrie)	28%	-129%
feste Biomasse (Fernwärme)	-24%	8%

Quelle: Öko-Institut e.V.; Zusammenstellung nach Memmler et al. (2017).

4.2. Biodiversität, Boden und Wasser

Für die Schutzgüter Biodiversität, Boden und Wasser sind im Hinblick auf die energetische Nutzung von Holz vorrangig durch Anbau und Entnahme und weniger durch nachfolgende Prozessschritte negative Auswirkungen zu erwarten. Dies bedeutet, dass von Holzquellen ohne Flächenbezug wie Altholz und Industrierestholz nur sehr geringe Risiken für diese Schutzgüter ausgehen.

Anders gestaltet sich dies für Waldrestholz, Baumwurzeln und Stammholz. Hier kann eine Intensivierung einer bestehenden oder eine neue Nutzung negativ auf Biodiversität, Boden und Wasser wirken (siehe Literaturüberblick in Böttcher et al. 2016): Eine vermehrte Entnahme von alten und toten Bäumen sowie Waldrestholz kann Habitatstrukturen wie Höhlen, Rindenstrukturen und stehendes und liegendes Totholz für (gefährdete) Arten verringern und den Bodenkohlenstoffhaushalt negativ beeinflussen (siehe auch Reise et al. 2017). Insbesondere die Entnahme von Baumstümpfen stellt eine starke Störung der Böden dar. Auch kann eine die vermehrte Holzentnahme sich negativ auf Gewässer in Wäldern auswirken. Ausnahmen bestehen aber, wenn z.B. eine Holzentnahme an Naturschutzmaßnahmen geknüpft ist (z.B. Erhalt von Niederwäldern).

Die RED II stellt in Artikel 26.5 Nachhaltigkeitsanforderungen für die Nutzung von Holz auf. Diese Anforderungen sind aber so schwach ausgestaltet, dass Risiken für Biodiversität, Boden und Was-

ser nur sehr unzureichend adressiert sind. So darf Holz zur energetischen Nutzung aus Primärwäldern, Wäldern mit großer biologischer Vielfalt außerhalb von Schutzgebieten und Wäldern auf Torfmoor stammen. Außerdem gelten die Anforderungen nur für Anlagen größer 20 MW (thermischer Input), so dass ein großer Anteil an genutztem Holz keinen Nachhaltigkeitsnachweis benötigt (siehe Details in Henneberg et al. 2018)¹².

5. Ergebnis und Fazit

Laut Ökobilanz-Ergebnissen kann mit Holzenergie eine THG-Einsparung gegenüber fossilen Energieträgern erreicht werden. Diese Ergebnisse lassen aber die *carbon debt* (Kohlenstoffschuld⁶) sowie alternative Waldbewirtschaftungen als Referenz außer Acht. Daher müssen die Systemgrenzen bei der Berechnung von THG-Minderungen in Ökobilanzen kritisch betrachtet werden. Eine differenziertere Betrachtung ist notwendig, da Holz nicht gleich Holz ist: Das Risiko einer Überschätzung von THG-Minderungen ist bei Stammholz am höchsten. Bei Waldrestholz ist dieses Risiko vermindert und bei Altholz und Industrierestholz ist es gering (vgl. Bentsen 2017).

Im Hinblick auf die Emissionen von Luftschadstoffen ist festzuhalten, dass bei der energetischen Nutzung von Holz insbesondere im Wärmesektor im Vergleich zu Erdgas oder Heizöl in der Tendenz mit höheren Emissionen zu rechnen ist. Aus Sicht dieser Parameter sollte ein Anreiz der energetischen Nutzung von Holz reduziert werden.

In Bezug auf die Schutzgüter Biodiversität, Boden und Wasser ist festzustellen, dass die Entnahme von Energieholz aus dem Wald mit negativen Auswirkungen verbunden sein kann. Um diese Risiken zu verringern bzw. positive Entwicklungen anzustoßen, sollte eine direkte Entnahme von Stammholz und ggf. auch von Waldrestholz zur energetischen Nutzung reduziert und an standörtliche und naturschutzfachliche Gegebenheiten angepasst werden.

Es ist zu folgern, dass bestehende Anreizstrukturen beim Einsatz von Holz zur energetischen Verwendung nicht ausreichend nach den Biomassetypen Stammholz, Waldrestholz und Industrierest- und Altholz differenzieren. Um Klimaschutzziele und umweltbezogene Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, ist es empfehlenswert, Anreize so zu gestalten, dass vor allem Stammholz in einem geringeren Maße für eine energetische Nutzung verwendet wird.

¹² Weiterführende Informationen unter <https://blog.oeko.de/erosion-of-european-sustainability-requirements-for-bioenergy/>

Literaturverzeichnis

- Bentsen NS (2017): Carbon debt and payback time – Lost in the forest? Renewable and Sustainable Energy Reviews 73:1211-1217. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.004>
- Böttcher H, Hennenberg K, Forsell N (2016): Study on Impacts on Resource Efficiency of Future EU Demand for Bioenergy. Task 4: Resource efficiency implications of the scenarios. Europäische Kommission. http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/bioenergy/Task%204.pdf
- Böttcher H, Hennenberg K, Winger C (2018): Waldvision Deutschland. Beschreibung von Methoden, Annahmen und Ergebnissen. Öko-Institut, Berlin. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Waldvision-Methoden-und-Ergebnisse.pdf>
- Dressler D, Engelmann K, Bosch F, Böswirth T, Bryzinski T, Effenberger M, Haas R, Hijazi O, Hülsbergen K-J, Jorissen T, Klein D, Maze M, Richter K, Röder H, Schulz C, Serdjuk M, Strimitzer L, Widmann B, Tiemann A, Weber-Blaschke G, Wolf C, Zerle P, Remmele E (2016): Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Abschlussbericht "Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern - ExpResBio". Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Straubing.
- Elshout PMF, van Zelm R, Balkovic J, Obersteiner M, Schmid E, Skalsky R, van der Velde M, Huijbregts MAJ (2015): Greenhouse-gas payback times for crop-based biofuels. Nature Climate Change. DOI: 10.1038/NCLIMATE2642
- Fehrenbach H, Köppen S, Markwardt S, Vogt R (2016): Aktualisierung der Eingangsdaten und Emissionsbilanzen wesentlicher biogener Energienutzungspfade (BioEm). TEXTE 09/2016, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Harthan RO, Bergmann T, Blanck R, Bürger V, Dehoust G, Greiner B, Hennenberg K, Hesse T, Ludig S, Rohde C, Scheffler M, Schломann B, Steinbach J, Voswinkel F, Wiegmann K, Zell-Ziegler C (2018): Umsetzung Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 – Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms. 2. Quantifizierungsbericht (2017). Öko-Institut e.V., Berlin. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/APK-2020-Quantifizierungsbericht-2016.pdf>
- Hennenberg (2015): Emissionen von Luftschadstoffen aus Holzfeuerungsanlagen. AFZ-Wald 5:34-36.
- Hennenberg KJ, Böttcher H, Bradshaw CJA (2018): Revised EU renewable-energy policies erode nature protection. Nature Ecology and Evolution. DOI: 10.1038/s41559-018-0659-3 https://www.nature.com/articles/s41559-018-0659-3.epdf?author_access_token=2D2LTJWegLedxucH6-GpvdRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0PLJOrWO9J9BR444f7uYpyOxmgAxnmR3f_qvXypELwO417nkKiwC87ccBgqhJPesRXoKuTRjlkskvpocx2NXaxaFY4pzPLVUobxvF5VYKEqsA%3D%3D
- Memmler M, Lauf T, Wolf K, Schneider S (2017): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016. CLIMATE CHANGE 23/2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Schmidt MS, Hennenberg K, Hünecke K Unseld R, Luick R, Ruge R (2017): Kleinprivatwald – Energieholzversorgung und regionale Wertschöpfung (KLEN). Teilvorhaben 1: Bewertung von Wertschöpfungsketten. Abschlussbericht.

- Searchinger TD, Beringer T, Holtsmark B, Kammen DM, Lambin EF, Lucht W, Raven P, van Ypersele J-P (2018): Europe's renewable energy directive poised to harm global forests. Nature Communications Volume 9, Article number: 3741. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-06175-4>
- Reise J, Hennenberg K, Winter S, Winger C, Höltermann A, Steinke I, Böttcher H, Wiegmann K (2017): Analyse und Diskussion naturschutzfachlich bedeutsamer Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 2. Überarbeitete Auflage. BfN-Skripten 427, BfN, Bonn – Bad Godesberg. <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript427.pdf>
- Rüter S, Stümer W, Dunger K (2017): Treibhausgasbilanzen der WEHAM-Szenarien. AFZ-Der Wald 13:30-31. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059104.pdf
- Thrän D, Arendt O, Millinger M, Wolf V, Banse M, Schaldach R, Schüngel J, Gärtner S, Rettenmaier N, Hünecke K, Hennenberg K, Wern B, Baur F, Fritsche U, Gress H-W (2015): Meilensteine 2030: Elemente und Meilensteine für die Entwicklung einer tragfähigen und nachhaltigen Bioenergiestrategie. Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2009): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. WBGU, Berlin.

Anhang

Tabelle A-1: Maßnahmen des Aktionsprogramm Klimaschutz, die einen direkten oder indirekten Bezug zur energetischen Nutzung von Holz aufweisen

Maßnahme	Kurzbeschreibung
Erneuerbare Energien	Das aktuelle Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hat einen Rahmen geschaffen, um den Ausbau erneuerbarer Energien im Strombereich plan- und steuerbarer zu gestalten. Dies umfasst auch Holzenergie (siehe Definition in der Biomasseverordnung).
Kraft-Wärme-Kopplung	KWK-Gesetz; KWK-Anlagen mit Holz als Brennstoff sind möglich.
Energiesparrecht II - Abgleich EnEV und EEWärmeG	Abstimmung/Weiterentwicklung des Energieeinsparungsgesetz mit der Energieeinsparverordnung und dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG). Das EEWärmeG beinhaltet eine Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien (inkl. Holz).
Fortentwicklung Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien	Das Marktanzreizprogramm (MAP) ist ein zentrales Instrument zum Ausbau erneuerbarer Energien (inkl. Holz) im Wärmemarkt.
Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz in Kommunen III - Förderung der Sanierung von Sport- und Kulturstätten (Modellprojekte)	Über die Quartiersansätze und die breite Förderung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen hinaus werden künftig Sport-, Jugend- und Kultureinrichtungen gesondert gefördert. Holzenergie kann ein Bestandteil sein.
Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz in Kommunen II - Klimaschutz in Kommunen - Kommunalrichtlinie	Seit 2008 fördert das BMU im Rahmen seiner Nationalen Klimaschutzinitiative auf Basis der "Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative" ("Kommunalrichtlinie") Klimaschutzprojekte in Kommunen. Dies beinhaltet erneuerbare Energien inkl. Holz.
Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz in Kommunen I – Energetische Stadtsanierung	KfW bezuschusst die Kosten für die Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts und die Kosten für ein Sanierungsmanagement. Ziel ist eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz sowie der Kohlendioxid-Minderung im Quartier. Holz als Energieträger kann eine Rolle spielen.
Innovative Vorhaben klimaneutraler Gebäudebestand 2050	Förderung innovativer und modellhafter Projekte, die auf das Erreichen eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes 2050 abzielen. Holz als Energieträger kann hier ein Element sein.
Wiederaufnahme des Bundesprogramms zur Förderung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau	Energieeffizienzmaßnahmen, die z.T. an den Einsatz erneuerbare Energien inklusive Holz gekoppelt sind.

Qualitätssicherung und Optimierung / Weiterentwicklung der bestehenden Energieberatung (Vor-Ort-Beratung in Wohngebäuden)	Energieberatung; kann zu einem vermehrten Einsatz von Holz als Energieträger führen.
Anreizprogramm Energieeffizienz (Gebäude)	Beratung zur Energieeffizienz; kann bei einem Wechsel der Heizanlage zu einem vermehrten Einsatz von Holz als Energieträger führen.
Heizungsscheck	Identifizierung von Schwachstellen ineffizienter Heizungsanlagen; Vorschläge zur Abhilfe umfassen die gesamte Anlage aus Wärmeerzeugung, einschließlich der Nutzung erneuerbarer Energien (inkl. Holz), Wärmespeicherung, Wärmeverteilung und Wärmeübergabe.

Quelle: Öko-Institut e.V.. Basierend auf Harthan (2018); die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
