

TEXTE

02/2014

Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse

Kurzfassung

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3710 93 109
UBA-FB 001865 / KURZ

Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse

Kurzfassung

von

Michael Carus, Achim Raschka, Horst Fehrenbach, Nils Rettenmaier,
Lara Dammer, Susanne Köppen, Michael Thöne, Stephan Dobroschke,
Laura Diekmann, Andreas Hermann, Klaus Hennenberg,
Roland Essel, Stephan Piotrowski, Andreas Detzel, Heiko Keller,
Benedikt Kauertz, Sven Gärtner, Joachim Reinhardt

nova-Institut GmbH, Hürth
IFEU- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
Heidelberg
Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu
Köln, Köln
Öko-Institut e.V, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekologische-innovationspolitik-mehr-0> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie

nova-Institut GmbH, Chemiapark Knapsack, Industriestraße 300,
0354 Hürth
IFEU- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
Wilckensstraße 3, 69120 Heidelberg
Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln,
Wörthstr. 26, 50668 Köln
Öko-Institut e.V., Merzhauser Straße 173, 79100 Freiburg

Abschlussdatum: August 2013

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Almut Jering
Fachgebiet I 1.1
Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien
und -szenarien, Ressourcenschonung

Dessau-Roßlau, Januar 2014

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abkürzungen	4
Berichtskennblatt	5
Report Cover Sheet.....	6
0 Zielsetzung und Ansatz des Forschungsprojekts.....	7
1 Datenlage zu den Biomasseströmen der stofflichen Nutzung für Deutschland, Europa und die Welt.....	9
2 Substitutionspotenziale abiotischer Rohstoffe.....	13
3 Evaluation von Wertschöpfungsketten	14
4 Lebenszyklusanalysen für ausgewählte bio-basierte Produkte.....	16
5 Volkswirtschaftliche Effekte.....	19
Metaanalyse	19
6 Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung der stofflichen Biomassenutzung	22
7 Hemmnisse für die stoffliche Nutzung von Biomasse.....	24
8 Instrumente und Maßnahmen zur Überwindung identifizierter Hindernisse und Gleichbehandlung der stofflichen Nutzung	28
9 Welche ökologischen und ökonomischen Auswirkungen hätte eine stärkere stoffliche Nutzung von Biomasse?	29
10 Zusammenfassung	32
10.1 Executive Summary	33
10.2 Synthese	34
10.3 Resumen	35
11 Quellenverzeichnis.....	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2008, Vergleich zwischen energetischer und stofflicher Nutzung.....	9
Abbildung 2:	Verwendung von geernteter Forst- und Agrarbiomasse weltweit 2008.	10
Abbildung 3:	Vergleich ausgewählter Rohstoffe in stofflicher und energetischer Nutzung weltweit 2008.	11
Abbildung 4:	Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und anderer Biomasse in Deutschland 2008.....	12
Abbildung 5:	Schematische Darstellung des kumulativen Rohstoffverbrauchs bei wiedergenutztem und nicht wiedergenutztem Rohstoff.....	15
Abbildung 6:	Ökobilanzergebnisse für die Umweltwirkungen Klimawandel und Versauerung für bio-basierte Produkte aus Anbaubiomasse im Vergleich zu ihren konventionellen Referenzprodukten, dargestellt in Normierung auf Einwohnerdurchschnittswerte (EDW) pro Hektar Ackerfläche und Jahr	17
Abbildung 7:	Kumulierte Anbauflächen für die stoffliche und energetische Nutzung in Deutschland	24
Abbildung 8:	Stoffliche und energetische Holznutzung 1987–2015 und 2008–2015	25
Abbildung 9:	Das Konkurrenz-Dreieck: Petrochemie – Bioenergie/-kraftstoffe – Stoffliche Nutzung von Biomasse.....	27
Abbildung 10:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den Jahren 2010, 2020, 2030 sowie im Jahr 2030 unter Berücksichtigung eines 100 % Erneuerbaren Energien Szenarios	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausgewählte Produktpaare.....	13
Tabelle 2:	Ergebnisse der in der Metaanalyse ausgewertete Studien zu Wertschöpfung und Beschäftigung durch energetische und stoffliche Nutzung sowie eigene Berechnungen (s. Anhang 9.2).....	20
Tabelle 3:	Unterschiedliche Förderkulissen bei der energetischen und stofflichen Nutzung in Deutschland seit 2000	26

Abkürzungen

CEPI	Confederation of European Paper Industries
EEG	Erneuerbares-Energien-Gesetz
EE-RL	Erneuerbare-Energien-Richtlinie
EU	Europäische Union
F+E	Forschung und Entwicklung
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Statistischer Dienst der FAO
FiFo	Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
I-O	Input-Output
ISCC	International Sustainability and Carbon Certification
ISO	International Organization for Standardization
Nawaro	Nachwachsende Rohstoffe
nova	nova-Institut GmbH
PDO	1,3-Propandiol
PLA	Polylactic Acid
PS	Polystyrol
RED	Renewable Energy Directive
REMD	Renewable Energy and Material Directive
UBA	Umweltbundesamt

Berichtskennblatt

Berichtsnummer	UBA-FB 00
Titel des Berichts	Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse
Autor(en) (Name, Vorname)	nova-Institut (Leitung): Carus, Michael; Raschka, Achim; Dammer, Lara; Essel, Roland; Piotrowski, Stephan. IFEU: Fehrenbach, Horst; Rettenmaier, Nils; Köppen, Susanne; Detzel, Andreas; Keller, Heiko; Kauertz, Benedikt; Gärtner, Sven; Reinhardt, Joachim. FiFo: Thöne, Michael; Dobroschke, Stephan; Diekmann, Laura. Öko-Institut: Fritsche, Uwe (jetzt IINAS); Hermann, Andreas; Hennenberg, Klaus.
Durchführende Institution (Name, Anschrift)	nova-Institut GmbH Chemiepark Knapsack Industriestraße 300 50354 Hürth
Fördernde Institution	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
Abschlussjahr	2013
Forschungskennzahl (FKZ)	3710 93 109
Seitenzahl des Berichts	Vorliegende Kurzfassung: 36 Seiten Langfassung: 229 Seiten
Zusätzliche Angaben	Der Forschungsbericht besteht aus <ul style="list-style-type: none"> - einem umfassenden Abschlussbericht (ca. 230 Seiten), - einer Kurzfassung zur Übersicht (35 Seiten), - vertiefenden Dokumenten zu den einzelnen Arbeitspaketen im Anhang verfügbar unter: http://www.umweltbundesamt.de
Schlagwörter	Bio-basierte Ökonomie, Biomasse, Kaskadennutzung, Klima, Ökologie, Ressourceneffizienz, stoffliche Nutzung, Umwelt

Report Cover Sheet

Report No.	UBA-FB 00
Report Title	Environmental Innovation Policy: more efficient resource use and climate protection through sustainable material use of biomass
Author(s) (Family Name, First Name)	nova-Institute (lead): Carus, Michael; Raschka, Achim; Dammer, Lara; Essel, Roland; Piotrowski, Stephan. IFEU: Fehrenbach, Horst; Rettenmaier, Nils; Köppen, Susanne; Detzel, Andreas; Keller, Heiko; Kauertz, Benedikt; Gärtner, Sven; Reinhardt, Joachim. FiFo: Thöne, Michael; Dobroschke, Stephan; Diekmann, Laura. Oeko-Institute: Fritsche, Uwe (now IINAS) Hermann, Andreas; Hennenberg, Klaus.
Performing Organisation (Name, Address)	nova-Institut GmbH Chemiepark Knapsack Industriestraße 300 50354 Hürth
Funding Agency	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
Report Date (Year)	2013
Project No. (FKZ)	3710 93 109+
No. of Pages	Short version: 35 Long version: 229
Supplementary Notes	The report consists of <ul style="list-style-type: none"> - one overall final report (ca. 230 pages), - a short version for overview purposes (ca. 30 pages), - in-depth appendices to individual work packages. Everything is available at http://www.umweltbundesamt.de
Keywords	bio-based economy, biomass, cascading use, climate, ecology, environment, industrial material use, resource efficiency

0 Zielsetzung und Ansatz des Forschungsprojekts

Im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) haben die nova-Institut GmbH (Koordination), das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), das Finanzwissenschaftliche Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo) und das Öko-Institut e.V. von 2010 bis 2013 das Forschungsprojekt „Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse“ durchgeführt.

Übergeordnetes Ziel des Forschungsprojekts ist es, Strategien und Instrumente für eine nachhaltige stoffliche Biomassenutzung als Beitrag zu den Klima- und Ressourcenschutzzielen der Bundesregierung zu entwickeln. Denn in der politischen Debatte um die Biomasse der letzten Jahre lag der Fokus vor allem auf der energetischen Nutzung. Für die Nutzung von Bioenergie wurden klare Ausbauziele definiert und zahlreiche Instrumente zur Förderung implementiert. Für die stoffliche Biomassenutzung hingegen existieren keine verbindlichen Ziele und nur wenige unterstützende Maßnahmen. Allerdings rückt seit einiger Zeit auch die nachhaltige stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe mehr und mehr in den Fokus der politischen und wirtschaftlichen Akteure. Künftig sollen fossile Rohstoffe verstärkt durch biogene Rohstoffe, d. h. durch regenerative Kohlenstoffquellen, ersetzt werden. Die Industrie ist heute noch größtenteils von fossilen Ressourcen abhängig.

Vor diesem Hintergrund fördert das Umweltbundesamt (UBA) dieses Forschungsprojekt. Im Vordergrund stehen dabei Nachhaltigkeitsanforderungen und Ressourceneffizienz der stofflichen Biomassenutzung, denn die stoffliche Nutzung von Biomasse darf nicht zu neuen Umweltbelastungen oder zur Verschärfung bestehender Umweltprobleme beitragen. Daher werden im Projekt die wesentlichen Umweltthemen untersucht, die bereits in der aktuellen Diskussion zur Bioenergienutzung von Bedeutung sind. Dies sind die Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen, der Erhalt und der Schutz der biologischen Vielfalt sowie der Böden und der Wasserressourcen. Weiterhin sind Fragen nach ökonomischen und sozialen Wirkungen auch im Kontext der stofflichen Biomassenutzung relevant. Im Sinne der Zielstellung des Projekts werden die folgenden Schwerpunkte beleuchtet:

- Erfassung der stofflich genutzten Biomasseströme in Deutschland, Europa und der Welt
- Identifizierung von ökologisch und mengenmäßig relevanten Wertschöpfungsketten, in denen Biomasse abiotische Rohstoffe substituieren kann
- Evaluierung der Flächen- und Ressourceneffizienz der möglichen Substitution von fossilen Rohstoffen durch Biomasse
- Ökologische Bewertung stofflicher Nutzung entlang des gesamten Lebenszyklus
- Analyse volkswirtschaftlicher Effekte der stofflichen Biomassenutzung bezogen auf Wertschöpfung und Beschäftigung
- Erarbeitung einer umfassenden Methodik zur Nachhaltigkeitsbewertung von biomassebasierten Produkten bzw. von biobasierten Grundstoffen
- Identifizierung bestehender Hemmnisse und Defizite sowie möglicher Handlungsoptionen für die stoffliche Biomassenutzung in der Politik und im Rechtswesen
- Entwicklung von Strategien und Instrumenten zur Erhöhung der Ressourceneffizienz durch nachhaltige stoffliche Biomassenutzung
- Entwicklung von Szenarien einer künftigen stofflichen Biomassenutzung und Ableitung von Politikempfehlungen

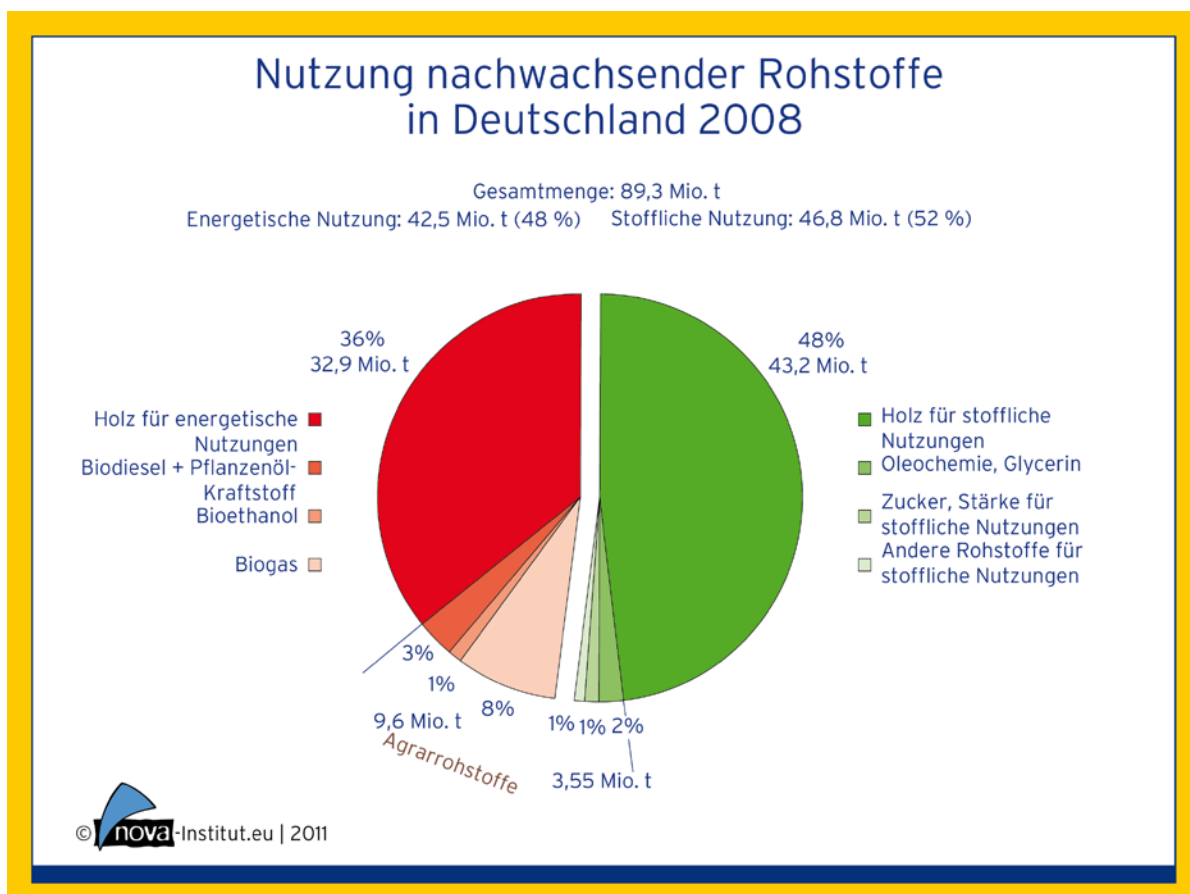
Die Langfassung des Projektabschlussberichts enthält eine ausführliche Beschreibung der Schwerpunkte in insgesamt neun Arbeitspaketen. In der vorliegenden Kurzfassung werden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

1 Datenlage zu den Biomasseströmen der stofflichen Nutzung für Deutschland, Europa und die Welt

Der Begriff „stoffliche Nutzung“ wird in der vorliegenden Studie wie folgt definiert: Bei der „stofflichen Nutzung“ dient die Biomasse als Rohstoff für die Produktion von Gütern jeglicher Art, sowie der direkten Verwendung in Produkten. Sie wird damit von der energetischen Nutzung abgegrenzt, bei der die Biomasse allein der Nutzung als Energieträger dient. (Carus et al. 2010)

Die Studie liefert einen Überblick über den Datenstand zur stofflichen Nutzung in Deutschland, Europa und der Welt, zumeist für das Referenzjahr 2008. Dabei wurden die Daten für Deutschland, im Wesentlichen basierend auf Carus et al. 2010 und Knappe et al. 2007 aktualisiert und erweitert. Für die Ermittlung der europa- und weltweiten Zahlen wurde eine bisher nur für Deutschland genutzte Methodik weiterentwickelt und erstmalig angewendet. Dies geschieht durch eine Matrix, in der die wichtigsten Agrar- und Forstrohstoffe erfasst (Anbau und Importe) und hinsichtlich ihrer Nutzungen quantifiziert werden.

Abbildung 1: Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2008, Vergleich zwischen energetischer und stofflicher Nutzung.



nova-Institut 2011

Daraus ergibt sich ein umfassendes Bild der gesamten Biomasseströme, das aufzeigt, welche Mengen an Biomasse jeweils für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion, die stoffliche und für die energetische Nutzung eingesetzt werden. Auch ein Vergleich der Biomassenutzung mit

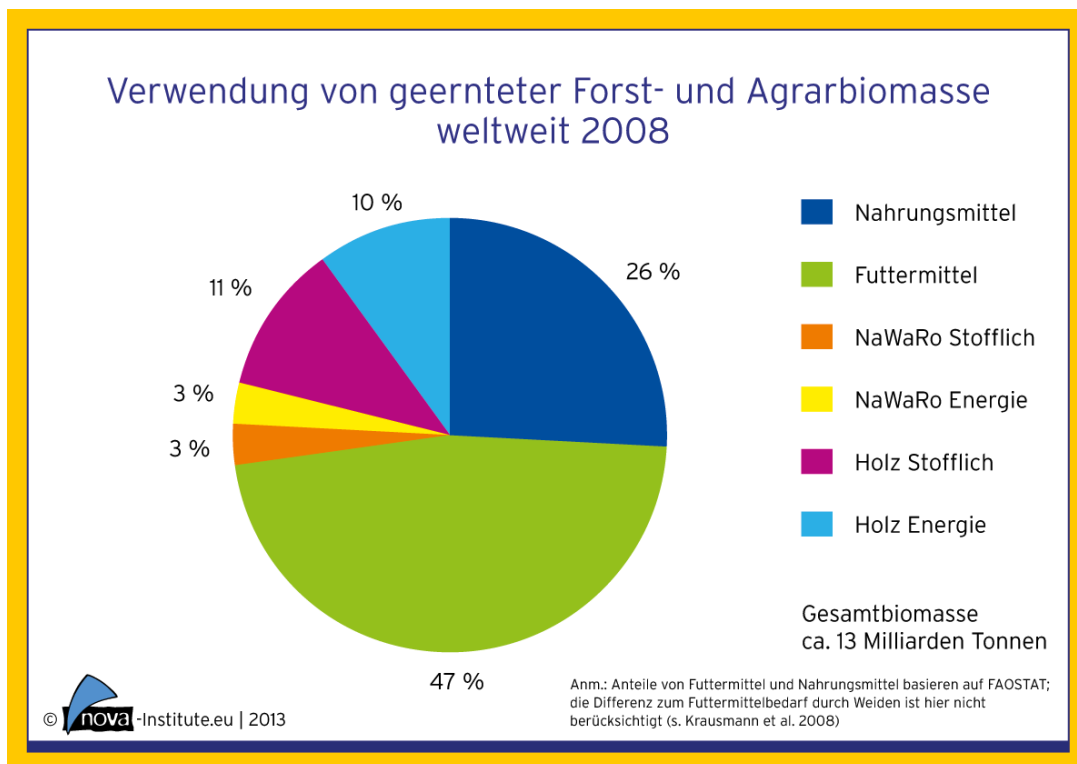
der Nutzung anderer Massenrohstoffe wie bspw. Stahl oder Beton wird vorgenommen (siehe Abbildung 3).

Die Gesamtmenge der stofflich genutzten nachwachsenden Rohstoffe lag im Jahr 2008 bei 46,8 Mio. t und stand einer Gesamtmenge der energetisch genutzten nachwachsenden Rohstoffe von 42,5 Mio. t gegenüber. Nicht enthalten sind in diesen Mengen der Einsatz von Stroh, sonstigen Ernteresten und Reststoffen, die neben einer energetischen Nutzung für die Biogasproduktion vor allem in der Landwirtschaft stofflich zur Produktion von Kompost, Tiereinstreu und Düngemitteln verwendet werden. Die tatsächlich stofflich eingesetzten Mengen dieser Materialien sind methodisch bislang nicht näher zu quantifizieren. Insgesamt überwiegt mengenmäßig die stoffliche Nutzung gegenüber der energetischen Nutzung im Jahr 2008 leicht; das Verhältnis betrug 48 % energetische gegenüber 52 % stoffliche Nutzung.

Auch bei der erweiterten Datenanalyse für Europa und die Welt bleibt der stoffliche Anteil der Biomassenutzung im Vergleich zu energetischen Nutzung stets leicht überwiegend.

In der Gesamtmenge stellen beide Sektoren zusammen im Vergleich zur Nutzung von Agrarrohstoffen im Nahrungs- und Futtermittelsektor jedoch nur einen geringen Teil dar. Etwa 13 Milliarden Tonnen Gesamtbiomasse werden weltweit (FAO 2011) als Agrar- und Forstbiomasse geerntet. Davon werden jeweils 3 % energetisch und 3% stofflich genutzt; 10 % der Gesamtbiomasse werden als Holz energetisch und 11% der Gesamtbiomasse als Holz stofflich genutzt. Insgesamt werden ca. 26 % der global geernteten Forst- und Agrarbiomasse einer stofflichen Nutzung zugeführt. Der weitaus größte Teil entfällt auf die Nutzung für die Produktion von Futtermitteln (47 %) und Nahrungsmitteln (26 %).

Abbildung 2: Verwendung von geernteter Forst- und Agrarbiomasse weltweit 2008.



nova-Institut 2013, nach FAO 2011 und Krausmann et al. 2008

Im Vergleich zu anderen Rohstoffen, die weltweit eingesetzt werden, machen die nachwachsenden Rohstoffe, insbesondere Holz, einen sehr großen Anteil aus und sind mit

anderen Rohstoffen wie Beton und Stahl in der Masse vergleichbar. Betrachtet man die Volumina, liegen die nachwachsenden Rohstoffe in der Verwendung als Summe stofflich und energetisch noch vor allen anderen Rohstoffen:

Abbildung 3: Vergleich ausgewählter Rohstoffe in stofflicher und energetischer Nutzung weltweit 2008.

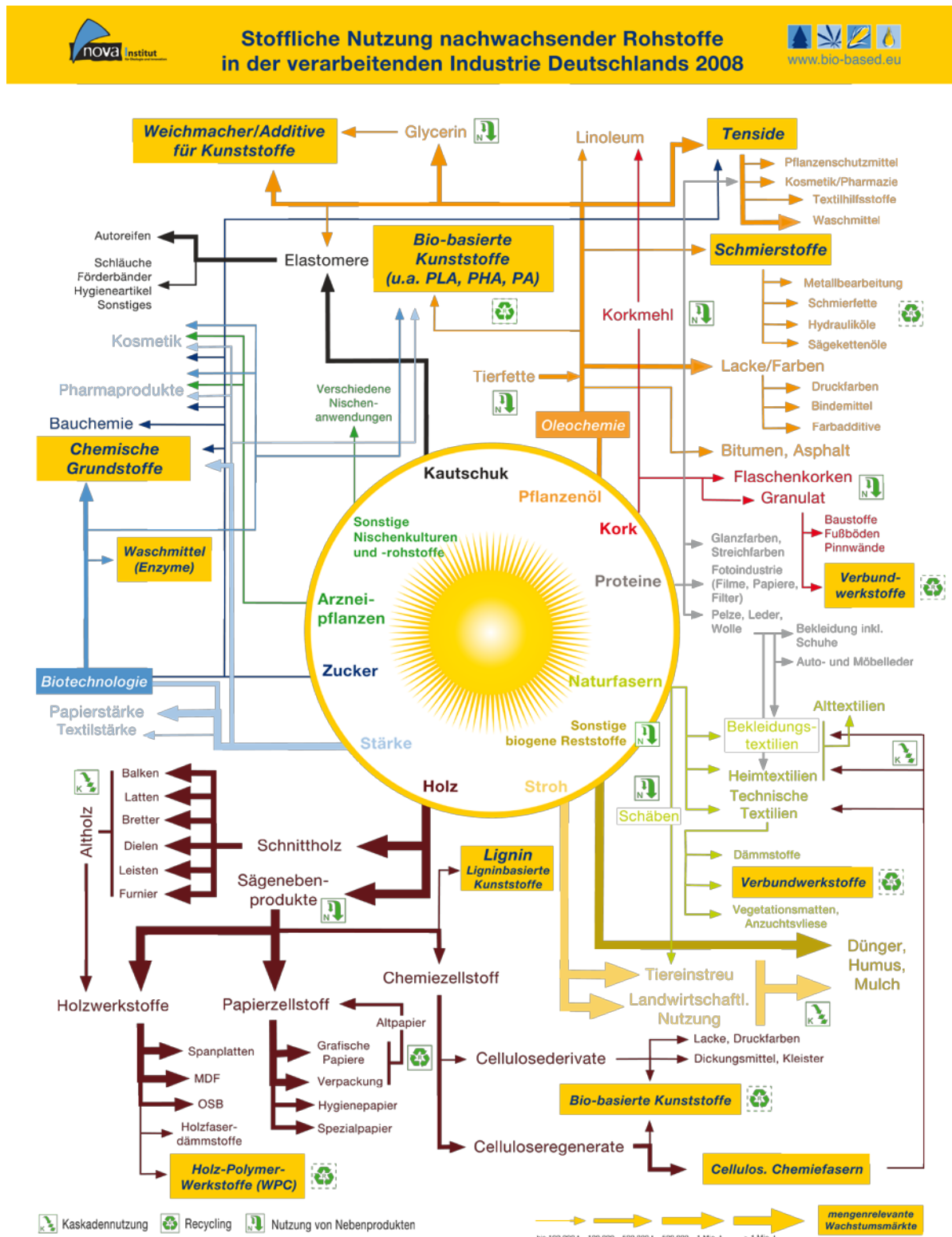


gelb: Volumen in Mio. m³; blau: Masse in Mio. Tonnen; nova-Institut 2013

Die folgende Abbildung zeigt, in welchen Branchen welche nachwachsenden Rohstoffe als Ausgangsmaterial in der verarbeitenden Industrie eingesetzt werden. Mengenmäßig sind Holz, Stärke und Pflanzenöle die wichtigsten biogenen Rohstoffe für die stoffliche Nutzung, gefolgt von Kautschuk und Zucker. Aber auch biogene Reststoffe und Stroh spielen bereits eine relevante Rolle. Als wichtigste Wachstumsmärkte werden chemische Grundstoffe, Kunst- und Verbundwerkstoffe, Waschmittel, Schmierstoffe und Zellulose-basierte Chemiefasern identifiziert.

In der Langfassung finden sich zahlreiche weitere Tabellen und Abbildungen, die einen umfassenden Überblick über den Einsatz von Biomasse im stofflichen Bereich in Deutschland, Europa und der Welt detailliert für unterschiedliche Rohstoffe und Anwendungen verschaffen.

Abbildung 4: Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und anderer Biomasse in Deutschland 2008.



Einsatz nachwachsender Rohstoffe (ohne Holz):

42% Chemische Industrie, 32% Oleochemie, 18% Papier- und Zellstoff, 4% Textilindustrie, 2% Pharma- und Kosmetikindustrie, 1% Andere

© nova-Institut GmbH 2011

2 Substitutionspotenziale abiotischer Rohstoffe

Im zweiten Arbeitspaket wird untersucht, welche fossil basierten Rohstoffe in welchem Umfang durch bio-basierte Rohstoffe/Produkte ersetzt werden können. Die zugrundeliegenden Kriterien für die Auswahl der potenziellen Substitutionspaare sind Mengenrelevanz und ökologische Relevanz.

Als „massenrelevant“ werden abiotische Stoffströme eingestuft, die in großer Menge produziert werden und die durch biotische Produkte in größerem Umfang substituiert werden können. Zur Identifikation der ökologischen Relevanz ist es zweckmäßig, sich auf wenige herausragende Indikatoren zu beschränken. Da der Treibhausgasbilanz eine gewisse Repräsentativität für viele Umwelteffekte beigemessen wird, wird bei der Identifizierung abiotischer Stoffströme die Treibhausgasemission als Maßzahl für die ökologische Relevanz verwendet.

Organische Verbindungen auf fossiler Rohstoffbasis, die in Deutschland zu 90 % aus Erdöl gewonnen werden, stellen die größte Gruppe der potenziell durch organische biogene Verbindungen zu substituierenden Produkte dar. Aus der Gruppe der mineralischen und metallenen Stoffe kommen vor allem Beton, Stein, Mineralwolle, Glasfasern, Eisen bzw. Stahl, Aluminium und Kupfer für eine Substitution durch biotische Stoffe in Frage.

Knapp 4 % der jährlich in Deutschland verbrauchten fossilen Rohstoffe werden stofflich genutzt. Die Herstellungskette verläuft überwiegend über mehrere Stufen von einfachen Verbindungen (z. B. Ethen), über Zwischenprodukte (z. B. Ethylenglykol) zu den stofflichen Endprodukten (z. B. Polymere oder Fasern). Substitutionsmöglichkeiten durch biogene Stoffe bieten sich grundsätzlich auf jeder dieser Ebenen an. Inwieweit sie zu ökologischen Entlastungen führen können, kann jedoch erst anhand von Ökobilanzen herausgearbeitet werden.

Sämtliche untersuchte Produktgruppen – Basischemikalien, Kunststoffe, mineralische Erzeugnisse und Metalle – sind aufgrund ihrer spezifischen Werte als ökologisch relevant einzustufen. In Kombination mit der mengenmäßigen Relevanz, werden Kunststoffe insgesamt, Polyamid, Ethylendichlorid, Vinylchlorid, Ethen, Propen, Propylenoxid, Benzol, Aluminium und Baustahl als hoch relevant für eine potenzielle Substitution durch bio-basierte Rohstoffe identifiziert. Basierend auf diesen Kriterien werden sechs Produktsubstitutionspaare ausgewählt (siehe Tabelle 1) die dann in den folgenden Arbeitspaketen näher untersucht werden.

Tabelle 1: Ausgewählte Produktpaare

Produktlinien-Gruppe	Rohstoff	Produktlinie	Substitutionspartner
Alkohole	Zucker, Stärke, Lignozellulose	1,3-Propandiol (PDO)	1,3-Propandiol (petrochemisch)
Kunststoffe	Zucker, Stärke, Lignozellulose	Polylactid (PLA)	Polystyrol
Zellstoff & Papier	Holz	Verpackungspapier	Polyethylen-Folie
Dämmstoffe	Holz	Holzfaserdämmstoff	Mineralwolle
Verbundwerkstoffe	Hanf	Hanffaser-Verbundstoff	Glasfaser-Verbundwerkstoff
Holzkaskade	Holz	Vollholz - Holzwerkstoffe - thermische Nutzung	Stahlträger - Stahlblech - Strom- und Wärmemix

3 Evaluation von Wertschöpfungsketten

Das Ziel des Arbeitspakets 3 ist es, effiziente stoffliche Wertschöpfungsketten herauszustellen. Dazu werden beispielhafte Wertschöpfungsketten und Stoffströme evaluiert hinsichtlich ihres Potenzials zur Steigerung der Nachhaltigkeit, das durch eine verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse erreicht werden könnte. Die Evaluierung erfolgt anhand einer Bewertungsmatrix, die eine Auswahl insbesondere ökologisch relevanter Indikatoren beinhaltet. Die folgenden Indikatorgruppen wurden ausgewählt:

- Ressourceneffizienz
- Umwelteffizienz
- Flächeneffizienz
- Kosteneffizienz

Insgesamt wurden sechs Produktpaare untersucht (siehe Tabelle 1).

Die Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass sich anhand der hier angesetzten Indikatoren für die ausgewählten bio-basierten Produkte im Vergleich zu ihren jeweiligen konventionellen Referenzprodukten sowohl Vorteile als auch Nachteile aufzeigen lassen. Bei biobasierten Produkten, für deren Herstellung Anbaubiomasse verwendet wird (z.B. 1,2-Propandiol, enthalten in Lösungsmitteln oder Hygieneartikeln, oder Polymilchsäure, ein bio-basiertes Polymer), zeigt die Bewertung eine weitgehende Ausgewogenheit zwischen ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteilen. Wird dagegen Holz als Ausgangsmaterial verwendet (Papier, Dämmplatte, Baustoff mit Kaskadennutzung), zeigen sich bei fast allen Indikatoren Vorteile – so zum Beispiel bei den Treibhausgasemissionen, der Versauerung über den Lebensweg und dem Rohstoffverbrauch bezogen auf fossile Energieressourcen und abiotische Rohstoffe. Ausnahmen davon sind der biogene Rohstoffverbrauch sowie der Flächenverbrauch.

Mit der Erarbeitung und Anwendung der Indikatoren auf die sechs Substitutionspaare war im Gesamtprojekt eine weitere wesentliche Aufgabe verbunden: zu prüfen, ob der entwickelte Indikatorsatz in seiner Funktion übertragen werden kann auf die Bewertung von Szenarien, die den gesamten Stoffstrom abbilden, wie in Arbeitspaket 9 geschehen. Insgesamt erwies sich die Anwendung zu diesem Zweck als praktikabel, da für alle Indikatoren (Ausnahme die Kosteneffizienz) aussagekräftige Ergebnisse darzustellen sind. Für die Szenarien ist die Anwendung jedoch auf eine wesentlich breitere Palette an Produkten erforderlich. Da für alle anderen hier nicht abgedeckten Produkte keine eigenständige Lebenswegbilanz erstellt wurde, werden in Kapitel 9 auch eine Anzahl an Daten aus anderen Studien sowie allgemeine Daten aus verfügbaren Datenbanken eingesetzt.

Bei der spezifischen Bewertung der Mehrfach-, bzw. Kaskadennutzung von Biomasse wird der Aspekt der kumulativ vermiedenen Beanspruchung primärer Ressourcen als besonders relevant herausgearbeitet. Im Rahmen von vergleichenden Bilanzen auf der Ebene gleicher Nutzen (funktionale Einheit) stellt sich die kumulative Dimension nicht in allen Fällen mit der Deutlichkeit heraus, die eine inputbezogene Betrachtung ermöglichen würde. Für Recyclingschleifen (closed loop) ist dies bereits vielfach in Ökobilanzen umgesetzt. Für Kaskaden mit vielfältigerem Materialbezug auf der Seite der substituierten Stoffe ist dies methodisch bislang schwierig. Aus Gründen der Konsistenz können diese unterschiedlichen Stoffströme nur parallel nicht aber verknüpft dargestellt werden. Ein „Mehrnutzungsfaktor“ oder ein „Ressourcenstreckungsfaktor“ kann hier allenfalls als Zusatzinformation zum Ökobilanzergebnis hinzugefügt werden. Um die Gesamteffekte solch komplexer Kaskaden

analysieren zu können, bedarf es einer umfassenden Bilanz aller mit den Kaskaden verknüpften Stoffströme. Dies geht über den Rahmen dieses F+E-Projektes jedoch hinaus.

Bei der Bewertung von Wertschöpfungsketten mit Recycling oder Kaskadennutzung (die Verwendung von Abfall- und Reststoffen) gilt es zu beachten, dass Anteile des anfänglichen Stoffinputs nach der primären Nutzung in eine neue oder weitere Nutzungsphase übergehen. Je höher dieser Anteil ist, desto stärker summiert sich kumulativ die effektive Vermeidung des Zugriffs auf primäre Ressourcen über die Zeitachse.

Abbildung 5: Schematische Darstellung des kumulativen Rohstoffverbrauchs bei wiedergenutztem und nicht wiedergenutztem Rohstoff.



4 Lebenszyklusanalysen für ausgewählte bio-basierte Produkte

Im Arbeitspaket 4 werden die Umweltwirkungen der stofflichen Biomassenutzung anhand einiger Fallbeispiele quantifiziert. Damit sollen eine ökologische Einschätzung der stofflichen Biomassenutzung getroffen und Empfehlungen für Entscheidungsträger gegeben werden.

Für die ausgewählten, identifizierten Produktpaare werden so genannte Übersichts-Ökobilanzen, also übersichtsartige Lebenszyklusanalysen, in Anlehnung an die ISO-Normen 14040 und 14044 durchgeführt (ISO 2006). Die Bilanzierung der bio-basierten Produkte erfolgt grundsätzlich im Vergleich zu den jeweiligen abiotischen Substituten (konventionellen Referenzprodukten), jeweils unter Berücksichtigung des vollständigen Lebenswegs. Der Schwerpunkt der Analyse liegt dabei weniger auf der Ermittlung Nachkommastellen genauer Ökobilanzergebnisse als vielmehr auf

- den methodischen Besonderheiten bei der stofflichen Nutzung von Biomasse und
- der Identifikation der Ergebnis bestimmenden Parameter, deren Einfluss mittels Sensitivitätsanalysen bestimmt werden sollte.

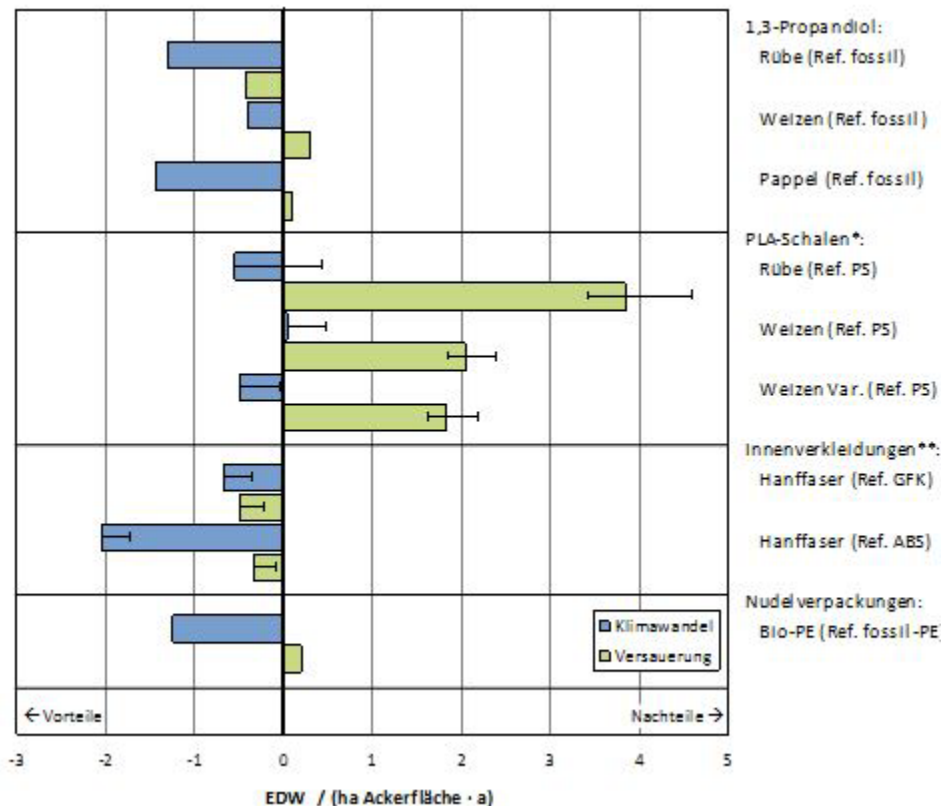
Aus diesem Grund werden für jedes bio-basierte Produkt Sensitivitätsanalysen durchgeführt, in denen jeweils einzelne Parameter variiert werden. Im Gegenzug wird die Anzahl der untersuchten Fallbeispiele auf die in Kapitel 2 genannten sechs begrenzt. Mit Hilfe der o.g. Elemente sollen eine ökologische Einschätzung der stofflichen Biomassenutzung getroffen und Empfehlungen für Entscheidungsträger gegeben werden.

Hinsichtlich der Ökobilanzergebnisse lässt sich festhalten, dass bio-basierte Produkte sowohl ökologische Vorteile als auch Nachteile und damit viele Parallelen zur energetischen Nutzung von Biomasse aufweisen. Abbildung 6 zeigt beispielhaft die Ökobilanzergebnisse für bio-basierte Produkte aus Anbaubiomasse für zwei Wirkungskategorien. Wie auch bei der energetischen Nutzung lässt sich bei der stofflichen Nutzung aus der Ökobilanz meist kein eindeutiger Vor- oder Nachteil ableiten.

Positive Ausnahmen hiervon bilden einige holzbasierte Lebenswege, die ökologische Vorteile haben können, insbesondere wenn Treibhauseffekt und nicht-erneuerbarer Energieaufwand als vorrangige Wirkungskategorien eingeschätzt werden. Falls zukünftig eine steigende Holznachfrage zu deutlicher Veränderung der Biodiversität führen sollte, müsste aber auch hier ggf. eine Neubewertung erfolgen. Aus diesen Gründen ist eine Beschränkung der Umweltbewertung auf wenige Indikatoren wie Treibhauseffekt und nicht-erneuerbarer Energieaufwand nur in Ausnahmefällen zulässig. Für eine ganzheitliche Ökobilanz ist ein möglichst umfangreicher und aussagekräftiger Satz von Wirkungskategorien einzubeziehen, wie er auch in der ISO-Norm 14044 eingefordert wird.

Die Ergebnisse der Übersichtsökobilanz für einige bio-basierte Produkte aus Anbaubiomasse in den Wirkungskategorien Klimawandel und Versauerung werden in der folgenden Grafik gezeigt:

Abbildung 6: Ökobilanzergebnisse für die Umweltwirkungen Klimawandel und Versauerung für bio-basierte Produkte aus Anbaubiomasse im Vergleich zu ihren konventionellen Referenzprodukten, dargestellt in Normierung auf Einwohnerdurchschnittswerte (EDW) pro Hektar Ackerfläche und Jahr



* : Die angegebene Bandbreite umfasst die Referenzprodukte PP und PET

** : Die angegebene Bandbreite stellt die Nutzung der Schäben als Streu dar

© IFEU 2013

Die Untersuchungen zeigen ferner, dass Ökobilanzen (Lebenszyklusanalysen) ein geeignetes Instrument sind, um die Umweltwirkungen bio-basierter Produkte zu quantifizieren. Eine grundsätzliche Übertragung der Ergebnisse für die hier untersuchten auf andere bio-basierte Produkte ist jedoch nicht zulässig, da die Ergebnisse im Einzelfall davon abweichen können. Die ausgewählten Fallbeispiele decken zwar verschiedene Anwendungsbereiche der stofflichen Biomassenutzung ab, reichen jedoch bei Weitem nicht für eine generelle ökologische Einschätzung aus. Ebenso wenig können vom Abschneiden eines einzelnen Produktes Rückschlüsse auf das generelle Abschneiden des biogenen Rohstoffs geschlossen werden, aus dem es hergestellt wird.

Im Gegensatz zu Ökobilanzen für Bioenergieträger lassen sich Lebenszyklusanalysen für bio-basierte Produkte weniger bis kaum standardisieren, da insbesondere die Nutzungs- und die Entsorgungsphase sehr unterschiedlich ausfallen können. Am Beispiel der Klappdeckelschalen konnte gezeigt werden, dass von einer verkürzten Betrachtung des biobasierten Lebenswegs – z. B. so genannte cradle-to-gate Betrachtungen, die mit der Herstellung des Polymers enden – dringend abzuraten ist, da für die ökobilanzielle Bewertung der PLA-Klappdeckelschalen sowohl die Wahl des konventionellen Referenzprodukts (konventionelle Klappdeckelschalen aus PS, PP oder PET kommen hier in Abhängigkeit von der Nutzung in Frage) als auch die sich dadurch ergebenden Unterschiede im Entsorgungsweg von erheblicher Relevanz sind.

Der Vergleich der Umweltwirkungen von stofflicher und energetischer Biomassenutzung zeigt, dass bio-basierte Produkte den Bioenergieträgern mindestens ebenbürtig sind: beispielsweise liegen die Netto-Treibhausgaseinsparungen bezogen auf die Fläche bei stofflicher Biomassenutzung in einer ähnlichen Bandbreite wie bei energetischer Nutzung, in einigen Fällen deutlich darüber. Aus Umweltschutzsicht gibt daher keinen Grund, die Bioenergienutzung gegenüber der stofflichen Biomassenutzung zu bevorzugen¹. Unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit wäre es sogar sinnvoller, die Biomasse zukünftig verstärkt in Richtung stoffliche Nutzung zu lenken und die Rolle der Biomasse als derzeit einziger regenerativer Kohlenstoffquelle² zu betonen, z. B. für die chemische Industrie. Hohe spezifische Energie- und Treibhausgasemissions-Einsparungen im Vergleich zu petrochemischen Referenzprodukten lassen sich beispielsweise durch die Nutzung der Syntheseverleistung der Natur für die Herstellung höherwertiger Verbindungen erzielen.

¹ Aufgrund einschlägiger Förderinstrumente wird heute der weit überwiegende Teil der nachwachsenden Rohstoffe für die Gewinnung erneuerbarer Energie verwendet, obwohl für diesen Zweck auch andere Alternativen zur Verfügung stünden.

² Abgesehen von der Power-to-Gas-Technologie, mit der zukünftig überschüssiger Ökostrom in Wasserstoff und Methan umgewandelt werden könnte (beide stofflich und energetisch nutzbar).

5 Volkswirtschaftliche Effekte

Arbeitspaket 5 untersucht die volkswirtschaftlichen Effekte der stofflichen Biomassenutzung mit einer Input-Output-Analyse. Die untersuchten Kenngrößen sind Wertschöpfung und Beschäftigung. Da die stoffliche Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung auch ökonomisch weitaus geringer erforscht ist, stellt dies methodisch eine Herausforderung dar. Die zentralen Fragestellungen des Arbeitspakets sind daher:

- Welche Auswirkungen hat die Substitution eines fossil basierten Produkts durch ein biogen basiertes gleichartiges Produkt auf volkswirtschaftliche Kenngrößen?
- Lässt sich die auf dem Gebiet der energetischen Nutzung gebräuchliche Input-Output-Analyse auf die Analyse der stofflichen Nutzung übertragen? Welche Probleme ergeben sich dabei?

Auf Basis der vorhandenen Datengrundlage und der Eingliederungsmöglichkeiten in die I-O-Analytik werden zwei exemplarische Substitutionspaare ausgewählt und untersucht. Dies sind Dämmstoffe (Holzfaserdämmstoffe vs. Mineralwolle) sowie Kunststoffe (Polyactid vs. Polystyrol). Während durch den Substitutionsprozess durch Holzfaserdämmstoffe die Nachfrage nach Vorleistungsgütern (darunter: Forstwirtschaft, chemische Vorleistungen) steigt, ist eine dämpfende Wirkung auf die Wertschöpfung insbesondere in den Vorleistungssektoren Steine und Erden und Elektrizität zu erkennen. Tendenziell ist mit einem Überhang positiver Nachfrageeffekte im Inland zu rechnen. Im Fall der Kunststoffe ergibt sich ein stark positiver Effekt für die deutsche Landwirtschaft aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach Mais. Leicht negative Wertschöpfungseffekte sind bei dieser Substitution für Mineralölerzeugnisse und Elektrizitätsversorgung auszumachen. Aufgrund der hohen Arbeitsintensität des landwirtschaftlichen Sektors sind positive Arbeitsplatzeffekte zu erwarten.

Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass die gewählte Methodik aufgrund der Komplexität des stofflichen Sektors und unvollständig verfügbarer Daten nur begrenzt anwendbar ist. Insgesamt sind statische Momentaufnahmen volkswirtschaftlicher Effekte unter akzeptablem Informationsaufwand für einzelne Substitutionsbeziehungen möglich. Sobald die Analyse jedoch in die Breite geht (d. h. umfassende Darstellung aller möglichen Substitutionsbeziehungen) sowie darüber hinaus langfristig dynamische Entwicklungen einbezogen werden, ist der notwendige Aufwand zur Datenerhebung im Vergleich zum Nutzen unangemessen hoch. Für eine fundierte Beantwortung der Fragen sind eingehendere und ausführlichere Studien notwendig. Als alternative Methodik wird zur Gewinnung approximativer Werte unter akzeptablem Arbeitsaufwand eine top-down Analyse anhand jeweils übergeordneter Branchen vorgeschlagen.

Metaanalyse

Ergänzend zu der I-O-Analyse wurde im Rahmen des Forschungsprojekts eine umfassende Metaanalyse durchgeführt, welche die wichtigsten aktuellen Studien zur Ökonomie der stofflichen Nutzung auswertet. Bei der Untersuchung der volkswirtschaftlichen Effekte in Form einer Metaanalyse stand die Frage im Mittelpunkt: „Wie ist die stoffliche Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung ökonomisch einzuschätzen?“, wobei die gleichen Kenngrößen Wertschöpfung und Beschäftigungseffekte untersucht werden. Bei der Betrachtung dieser makroökonomischen Effekte handelt es sich um direkte Brutto-Effekte, während indirekte Effekte sowie Effekte durch die Substitution (Netto-Effekte) nicht betrachtet werden. Parameter sind:

- Direkte Brutto-Beschäftigung
- Direkte Brutto-Wertschöpfung

Die Metaanalyse erfolgte unter Berücksichtigung vorgelagerter Prozessstufen in Form z. B. forstwirtschaftlicher Primärproduktion. Außerdem wurden nur Produktionsstufen berücksichtigt, in denen die volkswirtschaftlichen Effekte noch auf den Rohstoff zurückzuführen sind und dieser einen relevanten Anteil an Wertschöpfung und Beschäftigung ausmacht.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der in der Metaanalyse ausgewerteten Studien zu Wertschöpfung und Beschäftigung durch energetische und stoffliche Nutzung sowie der eigenen Berechnungen dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der in der Metaanalyse ausgewertete Studien zu Wertschöpfung und Beschäftigung durch energetische und stoffliche Nutzung sowie eigene Berechnungen (s. Anhang 9.2)

Studie	Inhalt	Studie mit Berechnung der Faktoren	Faktor der direkten Brutto-beschäftigung *	Faktor der direkten Bruttowertschöpfung*
Fallstudie: Gothe/Hahne (2005), nach Neuberechnung	Regionale Wertschöpfung am Beispiel eines deutschen Holzclusters	Carus et al. (2010)	-	4 bis 9
I-O-Analyse: Pöyry (2006)	Wertschöpfung und Beschäftigung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber energetischer Nutzung	Carus et al. (2010)	ca. 10	ca. 6
I-O-Analyse: CEPI & Pöyry (2011)	Wertschöpfung und Beschäftigung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber energetischer Nutzung	Dobroschke et al. 2013 (im Rahmen dieses Projekts)	ca. 7	ca. 5
I-O-Analyse: Nusser et al. (2007)	Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe	Carus et al. (2010)	(3-5) bis 19	-
Clusterstudie Forst und Holz: Seintsch (2008)	Makroökonomische Effekte des Clusters Forst und Holz in Deutschland	Dobroschke et al. 2013 (im Rahmen dieses Projekts) <i>Carus et al. (2010)</i>	ca. 6 <i>ca. 7</i>	-
Fallstudie: Hanfdämmstoff gegenüber Pflanzenölkraftstoff (Raps), Carus et al. (2010)	Vergleich von 1 ha Hanf für Dämmstoff mit 1 ha Raps für Pflanzenölkraftstoff	Carus et al. (2010)	ca. 8	-
Industriedaten (eigene Berechnungen)	Beschäftigung und Umsätze in deutschen Industrien	Dobroschke et al. 2013 (im Rahmen dieses Projekts), <i>Carus et al. (2010)</i>	ca. 5 ≥ 6	ca. 7,5 ≥ 8-9

Studie	Inhalt	Studie mit Berechnung der Faktoren	Faktor der direkten Brutto-beschäftigung *	Faktor der direkten Bruttowertschöpfung*
Typische Bandbreiten aus den genannten Studien und Berechnungen (Neuberechnung)			(3) 5-10 (19)	4-9

* Die Faktoren geben an, um wie viel mehr die stoffliche Nutzung gegenüber der energetischen Nutzung pro Anbaufläche (bzw. Tonnage) für Bruttobeschäftigung bzw. -wertschöpfung sorgt.

Insgesamt zeigt sich, dass die stoffliche Nutzung von Biomasse der energetischen Nutzung gegenüber in Bezug auf die Brutto-Beschäftigung (Faktor 5 bis 10) und Brutto-Wertschöpfung (Faktor 4 bis 9) Vorteile verspricht – jeweils bezogen auf dieselbe Anbaufläche bzw. Menge an Biomasse. Ursache sind vor allem die erheblich längeren Prozess- und Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

Die Betrachtung der Netto-Effekte hätte allerdings erheblich kleinere Effekte zur Folge, da diese den Produktionsrückgang in einem bestimmten Sektor, der durch die Produktionsausweitung in einem anderen Sektor bewirkt wird, berücksichtigen. Die gefundenen deutlich höhere Brutto-Wertschöpfung und -beschäftigung resultieren primär aus den erheblich längeren Wertschöpfungsketten gegenüber energetischen Nutzungen. Berechnet man die Netto-Effekte, so reduziert sich dieser Effekt, da auch die stofflichen petrochemischen Wertschöpfungsketten deutlich länger sind als die energetischen. Eine belastbare Berechnung der Netto-Effekte war im Rahmen des Projektes aufgrund mangelnder Daten und unsicherer Methodik nicht möglich. Unserer Schätzung nach bleiben zwar auch dann positive Effekte für die stoffliche Nutzung übrig, sie dürften aber eher zwischen 1,5 bis 2 liegen als bei 5 bis 10. Abschließend muss angemerkt werden, dass die Angabe von Brutto-Effekten zum Vergleich von Branchen oder Wertschöpfungsketten Standard ist, da es die beschriebenen Probleme bzgl. Daten und Methodik generell gibt.

6 Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung der stofflichen Biomassenutzung

Ziel des Arbeitspakets 6 ist, einen Vorschlag für ein System zur Nachhaltigkeitsbewertung der stofflichen Nutzung von Biomasse zu entwickeln. Dieses System soll als Beurteilungsgrundlage für die Nachhaltigkeit der stofflichen Biomassenutzung dienen und damit eine Entscheidungshilfe für Politik, Öffentlichkeit und Handel darstellen.

Die Entwicklung des Systems zur Nachhaltigkeitsbewertung erfolgt ausgehend von existierenden Kriterienkatalogen. Diese entstanden in den vergangenen Jahren vor allem in der Nachhaltigkeitsdiskussion um die Bioenergie- und Biokraftstoffnutzung, wie z. B. im Zuge rechtlicher Regelungen, Standardisierungsprozessen, Abkommen und Zertifizierungssystemen. In einem ersten Schritt werden deshalb die Kriterien der wichtigsten Systeme aus der energetischen Biomassenutzung sowie aus Land- und Forstwirtschaft aufgelistet und auf ihre Eignung für die Bewertung der stofflichen Biomassenutzung hin untersucht.

Dabei muss im Hinterkopf behalten werden, dass diese Systeme einer verbindlichen lieferungsscharfen Nachweisführung dienen, um politische Fördermaßnahmen (Pflichtquote, Steuererleichterung) zu rechtfertigen. Da für die stoffliche Biomassenutzung derartige Fördermaßnahmen nicht bestehen, gestaltet sich die Etablierung solcher Nachweissysteme noch schwierig. Zum jetzigen Zeitpunkt geht es somit darum, die stoffliche Biomassenutzung generell in die Nachhaltigkeitsdiskussion einzubeziehen und eine Anschlussfähigkeit dieser Diskussion an die stoffliche Nutzung herzustellen.

Die Analyse sowie die Ableitung eines Bewertungssystems orientieren sich an jenen ökologischen und sozialen Themenkomplexen, die in der Diskussion um eine nachhaltige Biomassenutzung als besonders relevant erachtet werden:

- Minderung der Treibhausgasemissionen
- Erhalt und Schutz der Biodiversität sowie der Böden und Wasserressourcen
- Soziale Kriterien
- Flächenkonkurrenz, Landnutzungsänderung und Flächeneffizienz
- Genveränderte Organismen (GVO)
- Bezug zu globalen Fragen zur Agrarrohstoffnutzung, nachhaltigen Landnutzung, Ernährungssicherung, Energiepolitik, Internationaler Handel

Die eingehende Prüfung ergibt, dass die Kriterien der untersuchten Nachhaltigkeitssysteme aus der energetischen Biomassenutzung zum größten Teil auch auf die stoffliche Nutzung übertragbar sind. Dies ist naheliegend, weil:

- die stoffliche Nutzung im Großen und Ganzen auf dieselben Rohstoffe zugreift,
- die potenziell größten Nachhaltigkeitskonflikte bei der Erzeugung der Rohstoffe (Anbau) auftreten.

Die Mehrzahl der etablierten Kriterien bezieht sich auf den Anbau bzw. auf die Flächennutzung oder eine mögliche Flächennutzungsänderung. Da es sich dabei um Ausschlusskriterien handelt, deren Nicht-Erfüllung grundsätzlich dem Prinzip der Nachhaltigkeit widerspricht, sind diese Kriterien in gleicher Weise auf Biomasse für die stoffliche Nutzung anzuwenden. Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (EE-RL) enthält als einziges, rechtlich bindendes Instrument u.a. Vorgaben zur Nachhaltigkeitsbewertung von Bioenergieträgern und ist somit als Grundlage und Vorbild auch für die Nachhaltigkeitsbewertung der stofflichen Biomassenutzung geeignet.

Im Großen und Ganzen adressieren die untersuchten Kriterienkataloge die oben aufgelisteten Aspekte, wenn auch, je nach Rohstoffbasis, unterschiedliche Systeme herangezogen werden müssen. Ein großer Anpassungsbedarf besteht hingegen beim Kriterium der Einsparung von Treibhausgasemissionen. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollte auch die stoffliche Nutzung zu einer Einsparung an Treibhausgasemissionen führen. Nimmt man die methodischen Vorgaben der EE-RL als Grundlage, so müssen aufgrund der großen Vielfalt der Lebenswege stofflicher Nutzung methodische Anpassungen erfolgen. Während für Bioenergieträger als Massenware mit einem einfachen Wertindex (Energieinhalt in MJ) gemäß den Regeln der EE-RL für jede Einzelcharge grundsätzlich eine Berechnung der Treibhausgasemissionen über die Lieferkette durchgeführt werden kann, stellt sich dies für den Lebensweg eines biobasierten, stofflichen Produkts weit komplexer dar. Dazu kommt, dass erst die entsprechenden Fördermaßnahmen für die Bioenergieträger den erheblichen Aufwand solcher Berechnungen rechtfertigen.

Da aber beispielsweise Hersteller von biobasierten Produkten durchaus Interesse an einer Vereinheitlichung und Standardisierung haben – wie u.a. die aktuellen Arbeiten auf CEN-Ebene zeigen – geht es vielmehr darum, für bestimmte Produktpfade die Berechnung von qualifizierten und systematisch vergleichbaren Bilanzwerten zu standardisieren. Damit können Hersteller auf Branchenebene wie auch die Fachpolitik auf der Ebene von Produkten und Produktkonzepten über deren Klimawirkung in Kenntnis gesetzt werden. Der in dieser Arbeit vorgeschlagene methodische Ansatz ist geeignet, diese Aufgabe zu ermöglichen.

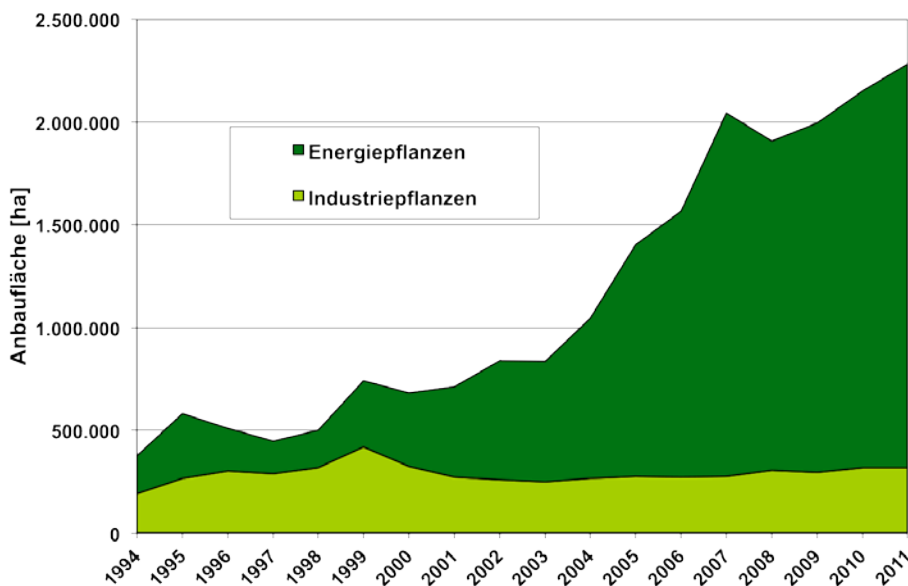
Der methodische Ansatz mündet abschließend in einen Vorschlag zu einem Gesamtsystem der Nachhaltigkeitsbewertung für die stoffliche Nutzung von Biomasse. Bevor jedoch konkrete Anforderungen an die Nachhaltigkeitsbewertung für die stoffliche Biomassenutzung formuliert werden, müssen Ziel und Zweck dieser Bewertung sowie der Anwenderkreis der Bewertung klar definiert werden. Die Auswahl von Kriterien und deren konkrete Anwendung wird sich wesentlich unterscheiden, je nachdem ob einzelne Produkte den Erfüllungsnachweis von Nachhaltigkeitskriterien erbringen müssen (z. B. nach Einführung von Fördermaßnahmen) oder ob die Bewertung von einem übergeordneten Standpunkt auf die gesamte Branche angewandt werden soll, etwa für die Entwicklung politischer Strategien. Der im Rahmen dieses F+E-Projekts erarbeitete Vorschlag zielt vorrangig auf Letzteres. Mit Ausnahme der komplexeren Lage bei den Treibhausgasemissionen sind jedoch alle hier vorgebrachten Vorschläge auch für Einzelnachweise im Rahmen eines Zertifizierungsverfahrens anwendbar.

7 Hemmnisse für die stoffliche Nutzung von Biomasse

Im Arbeitspaket 7 wird die Frage untersucht, weshalb sich die stoffliche Nutzung von Biomasse im Vergleich zu der energetischen Nutzung während des letzten Jahrzehnts so schwach entwickelt hat. In mehreren politischen Dokumenten hat die stoffliche Nutzung Vorrang, in der Realität wächst die energetische Nutzung seit über zehn Jahren rasant, während die stoffliche Biomassenutzung stagniert.

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung der Anbauflächen für die stoffliche und energetische Nutzung seit 1994 in Deutschland. Lag anfangs die Anbaufläche für die stoffliche Nutzung noch vor der energetischen, so hat die umfassende Förderkulisse für die energetische Nutzung eine Verzehnfachung³ des Flächenumfangs bewirkt, während die stoffliche Nutzung auf etwa unverändertem Niveau verharrte. Welche Faktoren bewirkten, dass die stoffliche Nutzung trotz politischem Vorrang und trotz erheblicher F&E-Förderung stagnierte?

Abbildung 7: Kumulierte Anbauflächen für die stoffliche und energetische Nutzung in Deutschland

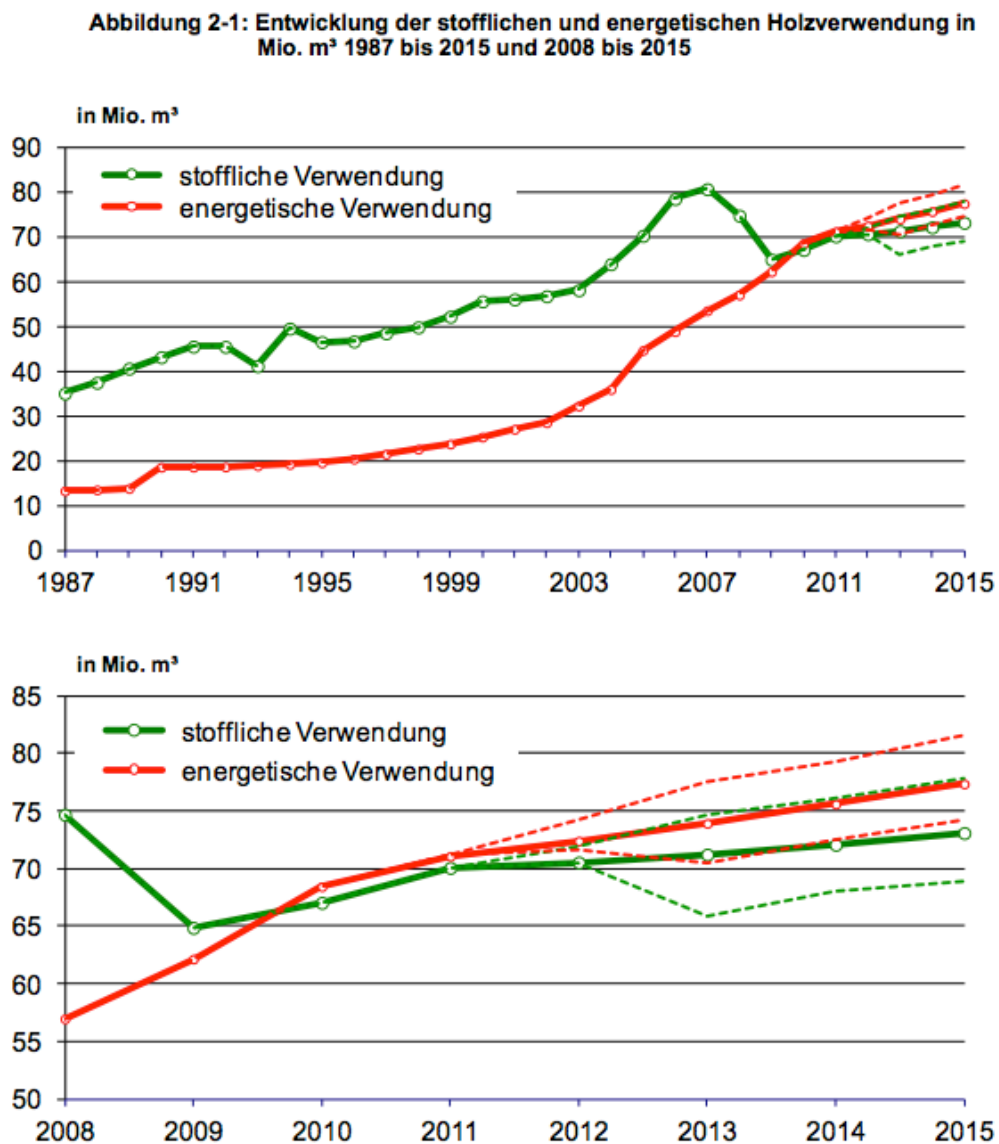


FNR 2012

Abbildung 8 zeigt, dass auch die Holznutzung sich stark zugunsten der energetischen Nutzung verschoben hat. Seit 2010 übertrifft die energetische Verwendung von Holz zum ersten Mal in der Geschichte der Holznutzung in Deutschland die stofflichen Verwendungen.

³ Als Flächen wurden zunächst Stilllegungsflächen genutzt, später wurden die Flächen auf Kosten des Getreideanbaus, des Kartoffelanbaus (Niedersachsen) oder auch von Nischenkulturen akquiriert und zudem teilweise auch Grünland in Ackerland umgebrochen.

Abbildung 8: Stoffliche und energetische Holznutzung 1987–2015 und 2008–2015



Mantau 2012

Die Untersuchung arbeitet unter der Prämisse, dass die folgenden Kriterien die Biomasseallokation zwischen den verschiedenen Sektoren bestimmen sollten (unter der Voraussetzung, dass Nahrungssicherheit als erste Priorität gegeben ist):

- maximale Ressourceneffizienz, bzw. Schonung fossiler Rohstoffe
- maximale Vermeidung von Treibhausgasemissionen
- maximale Wertschöpfung
- maximale Arbeitsplatzeffekte
- maximale Innovationseffekte
- geringe Substituierbarkeit durch andere erneuerbare Ressourcen (Sonne / Wind)
- minimale staatliche Subventionierung zum Erreichen der Wirtschaftlichkeit

In fast allen Punkten liegt die stoffliche Nutzung vorne, mit Ausnahme der Vermeidung von Treibhausgasemissionen, hier gibt es zwischen energetischer und stofflicher Nutzung von Biomasse nur geringe Unterschiede.

Hier zeigt sich ein Widerspruch: Obwohl die stoffliche Nutzung von Biomasse der energetischen Nutzung gegenüber viele Vorteile hat, stagniert sie seit Jahrzehnten, während die Energie stark expandiert. Dies war der Ausgangspunkt, um die Rahmenbedingungen der Nutzung zu betrachten: Es muss demnach spezifische Hindernisse und Barrieren geben, welche die stoffliche Nutzung an der Entwicklung hindern, da sich diese Diskrepanz sonst kaum erklären lässt.

Und tatsächlich kam die umfassende Hemmnisanalyse zu dem Schluss, dass ein umfangreiches Geflecht aus Barrieren besteht, das die Entwicklung der stofflichen Biomassenutzung hindert. Es werden knapp 50 Einzelhemmnisse identifiziert, die aus einer Vielzahl von Bereichen stammen: Diese reichen von Agrar-, Energie-, Klima-, Steuer- und Zollpolitik, über weitere Rechtsvorschriften bis hin zu Wissenschaft und Technologieentwicklung, Information, Kommunikation, Netzwerken, Finanzierung und Ökologie. Diese Hemmnisse werden in der Langfassung der Studie einzeln im Detail erläutert.

Tabelle 3: Unterschiedliche Förderkulissen bei der energetischen und stofflichen Nutzung in Deutschland seit 2000

Instrumente	Biokraftstoffe	Biogas für Strom	Holzpellets für Strom oder Heizung	Stoffliche Nutzung, bio-basierte Produkte
Steuerreduzierung	Ja	(Ja)	Ja	Nein
Quoten (Biokraftstoffe, RED)	Ja	Ja	Ja	Nein
EEG (Strom/Wärme)	Ja	Ja	Ja	-
Emissionshandel (ETS)	Ja	Ja	Ja	Nein
Markteinführungs-programme bzw. Sonderregelungen am Markt	Ja	Ja	Ja	Ja (aber weitgehend ausgelaufen) (für Schmierstoffe, Dämmstoffe und Biokunststoffverpackungen)
Andere (z. B. Programm zur ländlichen Entwicklung)	Ja	Ja	Ja	Nein (GAP-Reformvorschlag 2011: Ja)
Forschung & Entwicklung	Ja	Ja	Ja	Ja

nova-Institut 2013

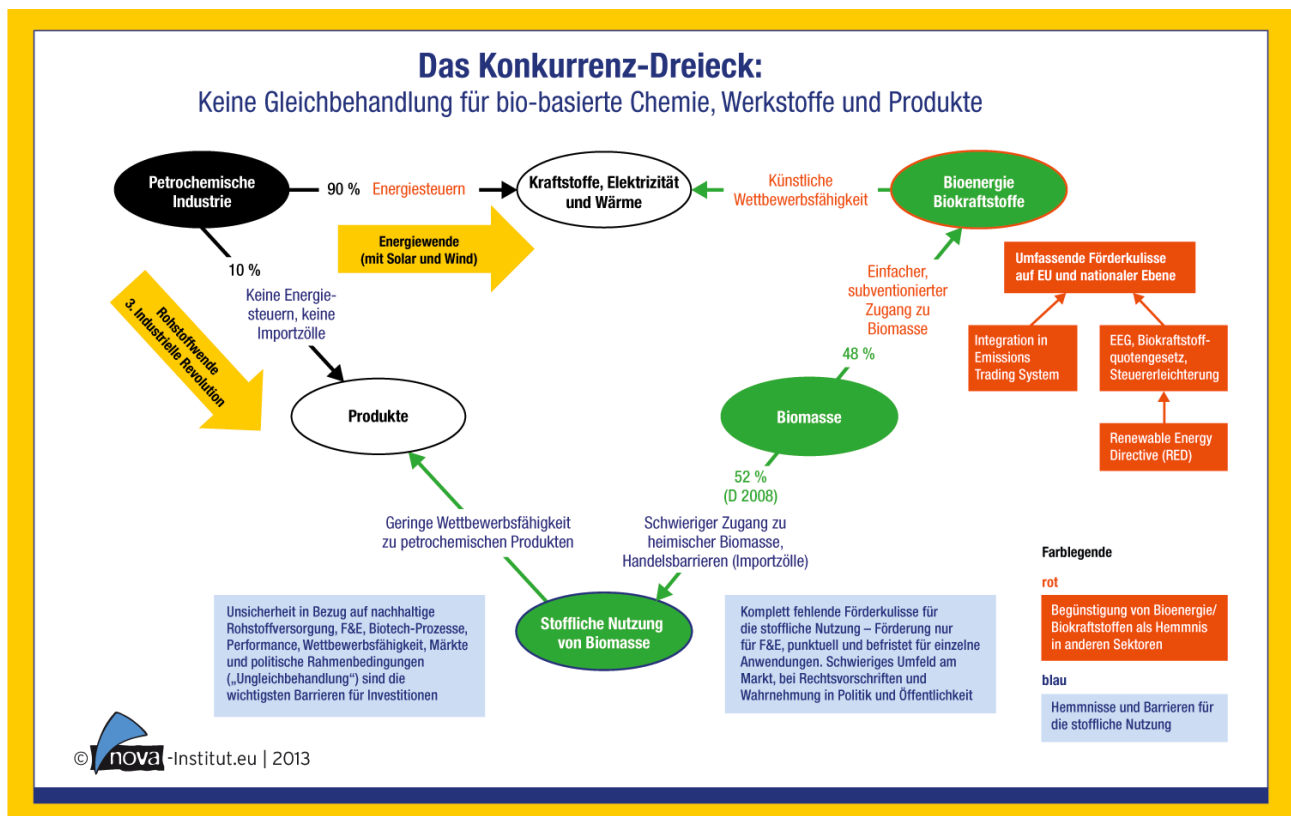
Im Ergebnis kann zusammenfassend festgestellt werden: Infolge einer umfassenden Förderkulisse für die energetische Nutzung von Biomasse ist seit Jahren eine günstige Wettbewerbssituation gegenüber den fossilen Energieträgern erzielt worden. Letztere unterliegen zudem einer erheblichen Energiesteuer – die Konkurrenzfähigkeit der Bioenergie ist also durch günstige politische Rahmenbedingungen künstlich hergestellt.

Mit der Bioenergie steht die stoffliche Nutzung im Wettbewerb um die Biomasse, die nicht für Lebens- und Futtermittel benötigt wird. In Folge der umfassenden Förderkulisse für Bioenergie und Biokraftstoffe, letztendlich ausgelöst durch die EU Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED), sind die Preise für Biomasse und Boden deutlich gestiegen, wodurch der Zugriff der stofflichen Nutzung auf Biomasse entsprechend erschwert und verteuert wurde, was durch keine Förderung kompensiert wird. Eine Marktverzerrung, die die Wettbewerbssituation für Produzenten der stofflichen Biomassenutzung erschwert.

Gegenüber den Produkten der Chemischen Industrie steht die bio-basierte Chemie und Kunststoffindustrie in ungeschütztem Wettbewerb. Ohne flankierende Maßnahmen sollen neue, bio-basierte Industrien aufgebaut werden, die gegenüber etablierten und über Jahrzehnten optimierten Massenproduktionen der Petrochemie konkurrenzfähig sind. Dazu kommen die aufgrund der Förderung der energetischen Nutzung hohen Biomassepreise, denen nicht durch eine Besteuerung von fossilen Kohlenstoffträgern als Rohstoff für die Chemische Industrie entgegengesteuert wird – eine extrem schwierige Wettbewerbssituation.

Die folgende Grafik stellt diesen Sachverhalt als „Konkurrenz-Dreieck“ dar:

Abbildung 9: Das Konkurrenz-Dreieck: Petrochemie – Bioenergie/-kraftstoffe – Stoffliche Nutzung von Biomasse



8 Instrumente und Maßnahmen zur Überwindung identifizierter Hindernisse und Gleichbehandlung der stofflichen Nutzung

In Arbeitspaket 8 werden Instrumente entwickelt, die darauf abzielen, die identifizierten Hemmnisse und die resultierende Benachteiligung der stofflichen Nutzung zu überwinden.

Die Vielzahl der einzelnen Instrumente wird im Detail in der Langfassung beschrieben. In mehreren Workshops mit Beteiligten aus Industrie, Verbänden, Vereinen und Politik wurde allerdings eine Priorisierung der Instrumente vorgenommen, nach denen diese dargestellt werden. Die Vorschläge werden eingeteilt in

- a) potenziell sehr wirkungsvolle Instrumente, die unter dem Gesichtspunkt einer Unterstützung der stofflichen Nutzung wünschenswert sind und an deren Umsetzung gezielt gearbeitet werden soll;
- b) unter dem Gesichtspunkt einer Unterstützung der stofflichen Nutzung wünschenswerte, kleine Instrumente, deren Umsetzbarkeit als relativ leicht eingeschätzt wird;
- c) wünschenswerte Instrumente, deren Umsetzung aber wahrscheinlich nur mittelfristig realisiert werden kann;
- d) von Industrie oder Politik unerwünschte oder als unrealistisch eingeschätzte Instrumente, die nicht weiter verfolgt werden sollen.

In die erste Kategorie werden umfassende Reformvorschläge zur Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (RED – Renewable Energy Directive) eingeordnet, die im Laufe des Projekts entwickelt wurden. Diese Reformvorschläge zielen darauf ab, erstens die Rohstoffkonkurrenz zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung, die durch die einseitige Förderkulisse für Bioenergie/Biokraftstoffe momentan stark verzerrt wird, auszugleichen. Dieser Teil umfasst beispielsweise Vorschläge, Biomasse und auch Reststoffe, die sinnvollerweise zuerst stofflich genutzt werden sollten, nicht in der RED-Quote anzurechnen und vor allem das „double counting“ zu vermeiden. Oder auch Rohstoffe aus Kaskadennutzung in der RED stärker zu gewichten.

Zweitens beinhaltet der Reformvorschlag den innovativen Ansatz, stoffliche Nutzungen von Biomasse zur Erfüllung der existierenden RED-Quoten anrechenbar zu machen und damit die RED zu einer Renewable Energy and Material Directive (REMD) weiter zu entwickeln. Die notwendigen Aspekte werden ausführlich in der Langfassung diskutiert.

Das andere Instrument, das von den beteiligten Experten favorisiert wird, ist die Erarbeitung einer umfassenden Kommunikationsstrategie für bio-basierte Materialien. Sowohl zwischen den Unternehmen als auch an den Kunden sollen die Vorteile von bio-basierten Produkten besser kommuniziert werden. Hierzu gehören unter anderem eine Standardisierung sowie ein geeignetes Labeling bio-basierter Produkte.

Die Langfassung enthält eine Aufzählung der wichtigsten „kleinen Instrumente, deren Umsetzbarkeit als relativ leicht eingeschätzt wird“.

9 Welche ökologischen und ökonomischen Auswirkungen hätte eine stärkere stoffliche Nutzung von Biomasse?

Das Arbeitspaket 9 hat zum Ziel, durch die Entwicklung verschiedener Zukunftsszenarien zu berechnen, welche ökologischen und ökonomischen Effekte entstünden, wenn die zur Verfügung stehende Fläche für nachwachsende Rohstoffe in Zukunft verstärkt stofflich statt energetisch genutzt würde. Auf Basis der Ergebnisse der vorhergehenden Arbeitspakete werden vier Szenarien entwickelt und bewertet.

Die Szenarien gehen von einer Fläche von 2,5 Millionen ha aus, die in Deutschland für nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung steht, was der Ausgangssituation von 2012 entspricht. Bis 2030 wird weder von einer Expansion noch von einer Verkleinerung der Fläche ausgegangen. Abhängig von unterschiedlichen Umsetzungsstadien der in Arbeitspaket 8 entwickelten und vorgeschlagenen Instrumente werden vier Szenarien betrachtet (Prozentangaben beziehen sich auf die Fläche, die durch den Anbau von stofflich genutzten Agrarrohstoffen belegt ist):

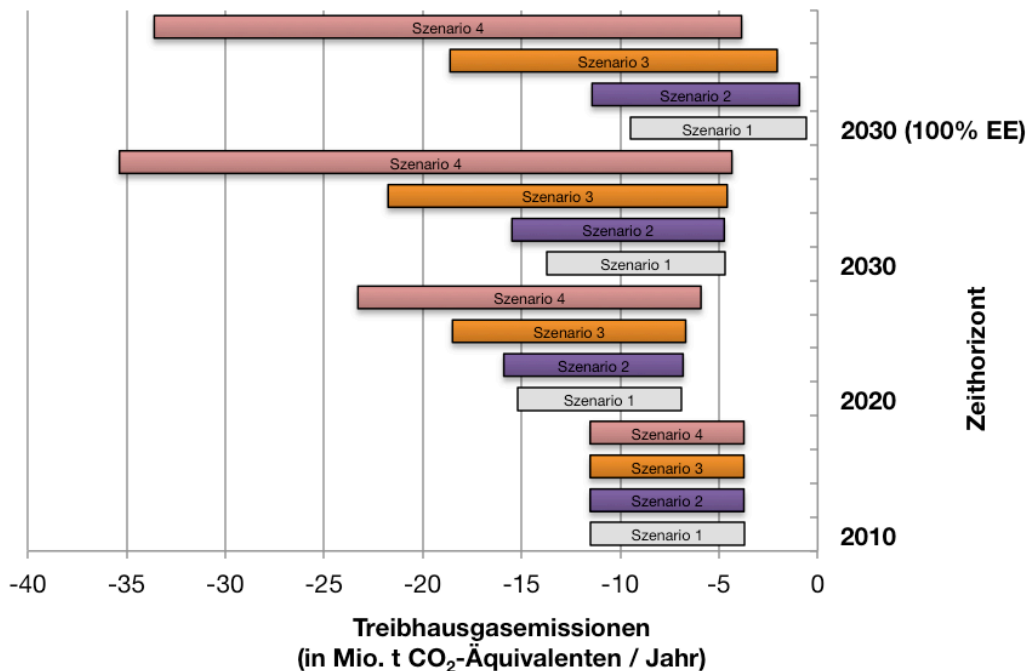
Für die Untersuchung möglicher Entwicklungspfade werden vier Szenarien betrachtet:

- Szenario 1 (Basis-Szenario, 20 % stoffliche Nutzung bis 2030)
- Szenario 2 (25 % stoffliche Nutzung bis 2030)
- Szenario 3 (50 % stoffliche Nutzung bis 2030)
- Szenario 4 (90 % stoffliche Nutzung bis 2030)

Das Szenario 4 ist ein Extremszenario, bei dem von einer sehr starken Steigerung ausgegangen wird, die alle Bereiche betrifft. Hierfür wäre die Umsetzung von beinahe allen vorgeschlagenen Instrumenten notwendig. Das Szenario 4 soll vor allem zeigen, welche Effekte für Umwelt und Ökonomie zu erwarten sind, wenn sich die Biomasse-Allokation zwischen energetischer und stofflicher Nutzung quasi umdreht: Von heute 85:15 zu 10:90 im Szenario 4.

In der Untersuchung werden die ökologischen Effekte in den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial, Kumulierter Energieaufwand und Versauerungspotenzial sowie die volkswirtschaftlichen Größen Wertschöpfung und Beschäftigung für die unterschiedlichen Szenarien und Jahre berechnet und analysiert. Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Effekte für die Wirkungskategorie Treibhauspotenzial.

Abbildung 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den Jahren 2010, 2020, 2030 sowie im Jahr 2030 unter Berücksichtigung eines 100 % Erneuerbaren Energien Szenarios



nova-Institut 2013

Die Effekte in drei verschiedenen Umweltwirkungskategorien (Treibhauspotenzial, fossiler kumulierter Energieaufwand, Versauerungspotenzial) zeigen für die verschiedenen Szenarien große Spannweiten, die sich vor allem durch die große Bandbreite der unterschiedlichen stofflichen Nutzungen ergeben. Es zeigt sich dabei aber deutlich, dass die Szenarien mit einem höheren stofflichen Anteil auch die höchsten Minderungs- bzw. Einsparungspotenziale aufweisen. Mit den besten stofflichen Linien lassen sich deutlich größere Minderungen als im energetischen Bereich erzielen. Dies beruht teilweise darauf, dass gerade Strom aus Biomasse bei zunehmenden Anteilen von Solar- und Windstrom ökologisch ins Hintertreffen gerät (besonders deutlich zu sehen im Fall „2030 (100 % EE)“ in Abbildung 10, wenn also der gesamte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt).

Insgesamt kommt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe das Potenzial hat, sehr positive ökologische und volkswirtschaftliche Effekte zu erzielen. Um dieses Potenzial zu entfalten, muss der Anteil der stofflich genutzten nachwachsenden Rohstoffe erhöht werden, was nur bei veränderten politischen Rahmenbedingungen möglich sein wird. Die mit einer zunehmenden stofflichen Nutzung einhergehenden positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sind beachtlich (die Werte liegen zwischen Faktor 4 und 10) und beruhen vor allem auf den erheblich längeren Prozess- und Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

Die Ergebnisse der Untersuchung deuten darauf hin, dass eine Gleichbehandlung – wenn nicht sogar Bevorzugung – der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung geboten ist, um die ökologischen und volkswirtschaftlichen Potenziale der stofflichen Nutzung realisieren und die begrenzte Biomasse optimal nutzen zu können.

Die Bundesregierung setzt mit dem Aktionsplan zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Roadmap Bioraffinerien auf einen Ausbau der stofflichen Biomassenutzung. Im Gegensatz zur Bioenergie gibt es allerdings für die stoffliche Nutzung weder quantitative

politische Ziele noch finanzielle Förderinstrumente. Trotz dieser Ungleichbehandlung kann aus den zuvor genannten Gründen (insbesondere Versorgungssicherheit) davon ausgegangen werden, dass die stoffliche Biomassenutzung zukünftig ansteigen wird. Erfolgt dieser Zuwachs additiv zur bereits umfangreichen energetischen Biomassenutzung, ist mit einer Zunahme von bereits heute auftretenden Flächennutzungs- und Rohstoffkonkurrenzen und den damit verbundenen indirekten Effekten zu rechnen. Aus diesem Grund ist die Politik gefragt, statt unzureichenden *Aktionsplänen* und Zielen (getrennt für die Sektoren Bioenergie und bio-basierte Produkte) einen nationalen Biomasse*allokationsplan* bzw. einen Flächenallokationsplan zu entwickeln, welcher für eine weniger verzerrte Verteilung der Biomasse auf die nachfragenden Sektoren (Industrie, Mineralöl- und Energiewirtschaft) sorgt, ggf. die Rolle der Biomasse im Energiesystem neu definiert und gleichzeitig auch andere flächenrelevante Ansprüche (z. B. Naturschutz) adäquat berücksichtigt.

Solange dies nicht der Fall ist, sollten vorsorgende Maßnahmen getroffen werden. Dazu sollten insbesondere die flächen- und anbaubezogenen Nachhaltigkeitskriterien, welche bereits für die energetische Biomassenutzung im Rahmen des EEG bzw. des Biokraftstoffquotengesetzes gelten, in verbindlicher Form auch auf bio-basierte Produkte ausgeweitet werden. Denn auch bei bio-basierten Produkten ist die Gewinnung der Biomasse für viele Wirkungskategorien von zentraler Bedeutung und mit einer hohen Naturraumbeanspruchung verbunden. Aufgrund fehlender quantitativer politischer Ziele und finanzieller Förderinstrumente für die stoffliche Nutzung (s. o.) gibt es hierfür derzeit allerdings wenige Handlungs- und Sanktionierungsmöglichkeiten. Eine freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie wird u. E. jedoch nicht ausreichen.

Die Empfehlungen an politische Entscheidungsträger lauten daher, die momentane Bevorzugung der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen so schnell wie möglich zu beenden. Die konkreten Maßnahmen, die als mögliche Instrumente in Kapitel 8 identifiziert wurden, sollten so schnell wie möglich umgesetzt werden – von den sogenannten „kleinen“ Maßnahmen bis hin zu einer Reform der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie auf EU-Ebene.

Dabei wären die größten ökologischen Effekte in den betrachteten Wirkungskategorien dadurch zu erzielen, dass sich das Förderinstrumentarium explizit an diesen Umwelteffekten orientieren würde, unabhängig von einer stofflichen oder energetischen Nutzung der Biomasse. Nur so können die maximalen ökologischen Potenziale der Biomassenutzung, die sich in den großen Spannbreiten für unterschiedliche Nutzungen zeigen, verwirklicht werden.

10 Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt „Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse“ wurde im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) unter Federführung der nova-Institut GmbH in Kooperation mit dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), dem Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo) und dem Öko-Institut e.V. von 2010 bis 2013 durchgeführt.

Die zentrale Fragestellung des Projekts war: Welche ökologischen und ökonomischen Effekte hätte eine verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse und wie kann sie zu den Ressourcen- und Klimaschutzzielen der Bundesregierung beitragen? Dafür sollten besonders geeignete Wertschöpfungsketten identifiziert, eine Methodik zur Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt sowie Vorschläge für die Gestaltung von politischen Rahmenbedingungen und Instrumenten für eine nachhaltige, ressourcenschonende Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen entwickelt und geprüft werden.

Die Projektergebnisse zeichnen ein umfassendes Bild der Situation der stofflichen Nutzung in Deutschland und Europa. Erstmals werden die stofflich genutzten Biomasseströme detailliert analysiert. Die Ökobilanzergebnisse zeigen, dass bio-basierte Produkte sowohl ökologische Vorteile als auch Nachteile und damit viele Parallelen zur energetischen Nutzung von Biomasse aufweisen. Die ökobilanziellen Bewertungen ausgewählter Linien stofflich genutzter Biomassen kommen zu dem Schluss, dass die stoffliche Nutzung von Biomasse gegenüber der energetischen mindestens ebenbürtig ist. Im Falle einer Kaskadennutzung des Rohstoffs (erst stofflich – so oft wie möglich – und am Ende energetisch) ist die stoffliche Nutzung der energetischen weit überlegen.

Auch die ökonomische Bewertung der stofflichen Nutzung zeigt hinsichtlich Wertschöpfung und Beschäftigung deutlich bessere Ergebnisse als die energetische Biomassenutzung. Weiterhin wird im Projekt ein Nachhaltigkeitsbewertungssystem für die stoffliche Nutzung vorgeschlagen, mit dem die ökonomische und die ökologische Vorteilhaftigkeit überprüft und nachgewiesen werden kann.

Eine umfassende Hemmnisanalyse zeigt, dass es trotz dieser Vorteile über fünfzig Barrieren für die Entwicklung der stofflichen Nutzung gibt. Um diese zu überwinden, werden einige Instrumente entwickelt und vorgeschlagen, die mit einer breiten Gruppe von Akteuren aus Industrie, Verbänden, Vereinen und Politik diskutiert und priorisiert wurden.

Die abschließenden Szenarien zeigen, dass eine verstärkte stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland erhebliche ökologische und ökonomische Potenziale hätte; dabei wird keine Flächenerweiterung angenommen. Die Szenarien basieren auf einer reinen Substitution der bisher energetisch genutzten Fläche durch stoffliche Nutzung.

10.1 Executive Summary

The research project “Environmental Innovation Policy – Greater resource efficiency and climate protection through the sustainable material use of biomass” was commissioned by the Federal Environment Agency (UBA) under the overall control of nova-Institut GmbH in cooperation with Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH (IFEU), FiFo Institute for Public Economies at the University of Cologne (FiFo) and the Öko-Institut e.V. and was carried out from 2010 and 2013.

The question at the heart of the project was: What are the environmental and economic effects of greater material use of biomass, and how can this contribute to the German federal government’s resource and climate protection objectives? This guided our work to identify suitable value chains, to develop a sustainability assessment methodology and to put forward and test proposals for the creation of political framework conditions and instruments to promote the sustainable and efficient use of renewable resources.

The project results give a comprehensive overview of the state of material use in Germany and Europe. First, there is a detailed analysis of the biomass flows for material use. The life-cycle assessment results demonstrate that bio-based products have their advantages and disadvantages, and as such show many parallels to the use of biomass for energy. Assessments of life-cycle analyses of selected lines of biomass use for materials come to the conclusion that material use of biomass is at least equal to energy use. When there is cascading use of the raw material (first for material – as many times as possible – and finally for energy) then material use is far superior to energy use.

An economic assessment of material use also shows distinctly better results than energy use of biomass in terms of added value and employment. In addition, the project proposes a sustainability assessment system for material use that could test and prove the economic and environmental benefits.

Comprehensive analysis of the obstacles shows that despite these advantages, there are over 50 barriers to the development of material use. Some instruments are being developed and put forward to overcome these barriers and they are being discussed and prioritized with a broad group of actors from industry, trade associations, organizations and the world of politics.

The concluding scenarios show that greater material use of renewable resources in Germany would have considerable environmental and economic potential, always on the assumption that there is no expansion in area. The scenarios are based purely on land hitherto used for energy being replaced by material use.

10.2 Synthese

Le projet de recherche "Politique de l'innovation écologique – pour une utilisation plus efficiente des ressources et une meilleure protection climatique grâce à l'utilisation durable de la biomasse à des fins matérielles" a été mené durant la période 2010-2013 pour le compte de l'Agence Fédérale Allemande de l'Environnement (UBA), sous la direction de nova-Institut et la collaboration de l'Institut pour la Recherche Énergétique et Environnementale de Heidelberg (IFEU), de l'Institut de l'Économie Publique de l'Université de Cologne (FiFo) et du Öko-Institut.

La question centrale du projet a été: Quels effets écologiques et économiques entraînerait l'utilisation renforcée de la biomasse à des fins matérielles et comment pourrait-elle contribuer aux objectifs en matière de ressources et de protection climatique établies par le gouvernement fédéral? Il faut pour cela identifier la chaîne de valeur appropriée, développer la méthodologie pour une évaluation de durabilité, ainsi qu'envisager et considérer une série de propositions pour la création d'un cadre politique et des instruments pour l'utilisation durable et efficiente des matières premières renouvelables.

Les résultats du projet montrent une vision complète de la situation reliée à l'utilisation à des fins matérielles en Allemagne et en Europe. Pour la première fois, les flux de conversion de la biomasse ont été analysés en détail. Les résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV) montrent des avantages écologiques des produits biosourcés, ainsi que des handicaps, présentant des similitudes avec l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques. L'évaluation de l'analyse du cycle de vie sur des lignes sélectionnées de conversion de la biomasse à des fins matérielles conclut que l'utilisation de biomasse à des fins matérielles est au moins équivalente, en termes environnementaux, à son utilisation à des fins énergétiques. En cas d'utilisation en cascade de la matière première (d'abord à des fins matérielles, chaque fois que possible, et enfin à des fins énergétiques) l'alternative d'utilisation matérielle dépasse de loin l'utilisation énergétique.

En plus, l'évaluation économique de l'utilisation de la biomasse à des fins matérielles montre des résultats significativement meilleurs que l'utilisation énergétique de la biomasse en termes de valeur ajoutée et d'emploi. Dans le cadre du projet, a été également proposé un système d'évaluation de durabilité pour l'utilisation à des fins matérielles, afin de détecter le potentiel pour obtenir des avantages économiques et écologiques.

Une analyse approfondie des barrières existantes a révélé que, malgré les avantages susmentionnés, ils existent actuellement plus de cinquante obstacles au développement de l'utilisation de la biomasse à des fins matérielles. Pour surmonter ces obstacles ont été proposés plusieurs instruments, qui ont été discutés, analysés et priorisés par un large groupe d'acteurs liés à l'industrie, à des associations, à des organisations et à la politique.

Les scénarios finaux montrent qu'une utilisation renforcée de matières premières renouvelables à des fins matérielles en Allemagne aurait un potentiel écologique et économique considérable; sans assumer une extension des superficies. Les scénarios sont basés sur un simple remplacement de la superficie utilisée, jusqu'à présent, pour biomasse à des fins énergétiques par son utilisation à des fins matérielles.

10.3 Resumen

El proyecto de investigación „Política de innovación ecológica – Para un uso más eficiente de los recursos y una mayor protección climática a través del uso sostenible de la biomasa con fines materiales“ ha sido llevado a cabo durante el período 2010-2013 por encargo de la Agencia Federal Alemana de Medio Ambiente (UBA), bajo la dirección de nova-Institut y la colaboración del Instituto para la Energía y la Investigación Medioambiental de Heidelberg (IFEU), del Instituto de Economía Pública de la Universidad de Colonia (FiFo) y del Öko-Institut.

La cuestión central del proyecto ha sido: ¿Qué efectos ecológicos y económicos supondría el uso reforzado de la biomasa para fines materiales y cómo podría éste contribuir a los objetivos en materia de recursos y protección climática establecidas por el gobierno federal alemán? Para ello es necesario identificar la cadena de valores adecuada, desarrollar la metodología para una evaluación de sostenibilidad, así como plantear y considerar una serie de propuestas para la creación de un marco político e instrumentos para el uso sostenible y eficiente de materias primas renovables.

Los resultados del proyecto muestran un cuadro completo de la situación del uso con fines materiales en Alemania y en Europa. Por primera vez, los flujos de conversión de la biomasa se han analizado en detalle. Los resultados del análisis del ciclo de vida (ACV) muestran ventajas ecológicas de los productos de base biológica, así como desventajas, presentando similitudes con el aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos. La evaluación del análisis de vida sobre líneas seleccionadas de conversión de biomasa con fines materiales concluye que, el uso de biomasa con fines materiales es al menos equivalente, en términos medioambientales, a su uso con fines energéticos. En el caso de utilización en cascada de la materia prima (primero para uso material, siempre que sea posible, y finalmente para uso energético) la alternativa de uso material supera con creces al uso energético.

Además la evaluación económica del uso de biomasa con fines materiales muestra resultados significativamente mejores que el aprovechamiento energético de la biomasa en términos de valor añadido y empleo. En el marco del proyecto también se ha propuesto un sistema de evaluación de sostenibilidad para el uso con fines materiales, con el fin de detectar el potencial para obtener ventajas económicas y ecológicas.

Un análisis exhaustivo de barreras existentes ha revelado que, a pesar de las mencionadas ventajas, existen actualmente más de cincuenta obstáculos al desarrollo del uso de biomasa con fines materiales. Para superar estos impedimentos han sido propuestos varios instrumentos, que han sido discutidos, analizados y priorizados por un amplio grupo de actores vinculados a la industria, asociaciones, organizaciones y a la política.

Los escenarios finales muestran que un uso reforzado de materias primas renovables con fines materiales en Alemania tendría un potencial ecológico y económico considerable; sin asumir extensión de superficies. Los escenarios se basan en una mera sustitución de la superficie utilizada, hasta ahora, para biomasa con fines energéticos por su utilización para fines materiales.

11 Quellenverzeichnis

- Carus, M., Piotrowski, S., Raschka, A. et al. (2010): Studie zur Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland - Volumen, Struktur, Substitutionspotenziale, Konkurrenzsituation und Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie eine Entwicklung von Förderinstrumenten (Langfassung). Gefördert von BMELV/FNR (FKZ: 22003908). Hürth. (Frei verfügbar unter: www.bio-based.eu/policy).
- FAO – Food and Agricultural Organization of the United Nations (2008 /2011): FAOSTAT Datenbank: Statistische Daten zum Anbau und Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Rom.
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2012): Grafik zur Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe 2012.
<http://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/anbauflaeche-fur-nachwachsende-rohstoffe-2012-grafik.html> (abgerufen am 22.03.2013).
- Gothe, D. & Hahne, U. (2005): Regionale Wertschöpfung durch Holz-Cluster. Best-Practice-Beispiele regionaler Holzcluster aus den Bereichen Holzenergie, Holzhaus- und Holzmöbelbau. Kassel.
- ISO – International Organization for Standardization (2006): DIN EN ISO 14040 (Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen) & DIN EN ISO 14044 (Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen). Deutsches Institut für Normung e.V.(DIN). Beuth, Berlin.
- Knappe, F., Böß, A., Fehrenbach, H., Giegrich, J., Vogt, R., Dehoust, G., Schüler, D., Wiegmann, K., Fritsche, U. (2007): Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. Forschungsbericht 205 33 313, herausgegeben vom Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Krausmann, F., Erb, K.-H., Giegrich, S., Lauk, C., Haberl, H. (2008): Global patterns of socioeconomic biomass flows in the year 2000: A comprehensive assessment of supply, consumption and constraints. In: Ecological Economics 65 (2008), S. 471-487.
- Mantau, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommen und der Holzverwendung 1987 bis 2015. Hamburg.
- Nusser, M.; Sheridan, P.; Walz, R.; Seydel, P.; Wydra, S. (2007): Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Hrsg. FNR e.V. Gülzow.
- Pöyry Forest Industry Consulting (2006): Value added and employment in PPI and energy alternative. Studie im Auftrag der CEPI (Confederation of European Paper Industries). Vantaa.
- Pöyry Forest Industry Consulting (2011): Employment and Value Added – A Comparison Between the European Pulp and Paper Industry and the Bioenergy Sector. Studie im Auftrag der CEPI (Confederation of European Paper Industries). Vantaa.
<http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/forest/2012/FOR-142-11final.pdf> (abgerufen am 2013-04-22)
- Seintsch, B. (2008), Entwicklungen und Bedeutung des bundesweiten Clusters Forst und Holz: Studie „Volkswirtschaftliche Bedeutung des Clusters Forst und Holz im Rahmen der „Bundesweiten Clusterstudie Forst und Holz“. In: BMELV (Hrsg.) (2008): Cluster Forst und Holz, Sonderdruck der im Holz-Zentralblatt von 2006-2008 veröffentlichten Ergebnisberichte der Teilstudien. Berlin.