



# INTERNATIONALE REIHE AGRIBUSINESS

Band 24 Josef Langenberg

## **Landnutzung im Wandel:**

Bioenergie – Agroforstwirtschaft –  
Bodenmarkt



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



**Internationale Reihe Agribusiness**

Band 24

Hrsg. von Ludwig Theuvsen

ISSN 1869-9316





**Landnutzung im Wandel:  
Bioenergie – Agroforstwirtschaft – Bodenmarkt**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Fakultät für Agrarwissenschaften  
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von  
**Josef Langenberg**  
geboren in Recklinghausen

Göttingen, im Mai 2018



### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen: Cuvillier, 2018

Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2018

D7

1. Referent: Prof. Dr. Ludwig Theuvsen

2. Referent: Prof. Dr. Jan-Henning Feil

Tag der mündlichen Prüfung: 08. Mai 2018

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2018

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

[www.cuvillier.de](http://www.cuvillier.de)

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2018

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-7369-9799-8

eISBN 978-3-7369-8799-9



## Geleitwort

Die Ansprüche an den nicht vermehrbaren Produktionsfaktor ‚Boden‘ sind vor allem in dicht besiedelten Ländern wie Deutschland vielgestaltig: Nahrungsmittelproduktion, Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, Naturschutz, Erholung, Siedlung, Verkehr und vieles mehr. Aus dieser Konstellation resultieren regelmäßig erhebliche Nutzungskonflikte. Darüber hinaus sorgen auch die Intensität der Nutzung sowie aus der Flächenkonkurrenz resultierende ökonomische Effekte wie namentlich der starke Anstieg der Kauf- und Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen für reichlich Diskussionsstoff. Herr Josef Langenberg hat diese herausfordernde Konstellation zum Anlass genommen, sich in seiner Dissertationsschrift intensiv mit Fragen der Landnutzung am Beispiel Deutschlands auseinanderzusetzen. Er tut dies aus drei Perspektiven: der Bioenergieproduktion, der Anlage von Agroforstsystemen und der Entwicklung der Angebots- und Nachfragesituation und damit der Preise am landwirtschaftlichen Bodenmarkt. Herr Langenberg wendet sich damit ohne Zweifel sehr interessanten, aus Sicht landwirtschaftlicher Betriebe, der Politik sowie weiterer Stakeholder, etwa Verpächtern, in hohem Maße relevanter Teilfragen der Landnutzung zu und bearbeitet diese außerordentlich kompetent.

Besondere Beachtung verdienen Herrn Langenbergs innovative Untersuchungen zu ökonomischen Aspekten von Alley Cropping-Systemen. Dieses in Deutschland außerhalb von Versuchsflächen bislang kaum etablierte Anbausystem wird von ihm unter anderem mittels Monte-Carlo-Simulation unter Rentabilitäts- und Risikoaspekten analysiert. Die von Herrn Langenberg in enger Abstimmung mit naturwissenschaftlich und produktionswirtschaftlich arbeitenden Fachkollegen erarbeiteten Resultate sind in dieser Form für Standorte in Deutschland neu und stellen daher eine wesentliche Bereicherung der agrarökonomischen Literatur dar.

Herr Langenberg hat die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Arbeit mit großem Erfolg publiziert. Das darin zum Ausdruck kommende rege Interesse der Scientific Community an seiner Forschung ist ein deutliches Zeichen für die solide methodische Fundierung der Arbeiten von Herrn Langenberg sowie des hohen Innovationsgehalts seiner Arbeitsergebnisse. Ich wünsche daher auch dieser Schrift, in der der Verfasser seine wichtigsten wissenschaftlichen Einzelbeiträge zusammengefasst hat, die verdiente Aufmerksamkeit.

Göttingen, im Mai 2018

- Prof. Dr. Ludwig Theuvsen -





## Danksagung

Die dreijährige Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen hat mir den Rahmen und die Möglichkeit zum Verfassen der vorliegenden Dissertation geboten. Die Fertigstellung der Doktorschrift wäre jedoch ohne die Unterstützung mir freundlich zugetaner Förderer, denen ich nachfolgend herzlich danken möchte, nicht realisierbar gewesen.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, für die Überlassung des Themas am von ihm geleiteten Arbeitsbereich für Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness. Seine fachliche Kompetenz auf der einen sowie seine Hilfsbereitschaft und Menschlichkeit auf der anderen Seite haben meine Promotionsabsicht wesentlich getragen und halten letztlich großen Anteil am erfolgreichen Abschluss des Vorhabens. Für die Übernahme des Zweitgutachtens danke ich dem Leiter des Arbeitsbereichs Management der Agrar- und Ernährungswirtschaft der Georg-August-Universität Göttingen, Herrn Prof. Dr. Jan-Henning Feil, dessen Engagement als Korreferent meines zweiten Doktorandenseminars mir bereits sehr behilflich war. Zudem danke ich Herrn Prof. Dr. Bernhard Möhring, Leiter der Abteilung Forstökonomie und Forsteinrichtung der Georg-August-Universität Göttingen. Herr Prof. Möhring half mir ebenfalls als Korreferent meines ersten Doktorandenseminars mit zielführenden Anmerkungen weiter und hat sich ohne Zögern dazu bereit erklärt, mich in „alter Verbundenheit“ mit der Göttinger Agrarökonomie mündlich zu prüfen.

Sehr herzlich und in großer Verbundenheit danke ich meinen Kollegen vom Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness sowie denen der „Schwesterlehrstühle“ des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung. Neben den fachlichen Diskursen sind während der Promotionszeit viele Freundschaften gewachsen, die zum Teil bereits den Studienjahren entspringen und die für mich sehr wertvoll und von großer Bedeutung sind.

Insbesondere danke ich auch meiner gesamten Familie, die mich bei meinem Vorhaben stets gefördert und bekräftigt hat. Vor allem die umfassende Unterstützung meiner Mutter Beatrix war für den erfolgreichen Abschluss des Studiums sowie der darauf fußenden Promotion unverzichtbar, wofür ich an dieser Stelle eigens und innig danke. Unglaublich dankbar bin ich zudem meiner Verlobten Gesa, die mir jederzeit zur Seite stand und mir in mutlosen Phasen die nötige Kraft gegeben hat. Immer zuversichtlich, dass es zu einem erfolgreichen Abschluss kommen wird, musste sie sich während der letzten Jahre leider allzu oft in Verzicht üben.

Mein abschließender Dank gilt den Ehegatten Johannes und Elisabeth Lübbert, die meiner Schwester Carola und mir seit Anbeginn auf Gottes Erde so viel Gutes getan haben und ohne deren großzügiges Zutun unsere Kinder- und Jugendtage nicht so wundervoll und unbeschwert gewesen wären. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Göttingen, im Mai 2018

- Josef Langenberg -







## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung und Struktur der Arbeit .....</b>	<b>1</b>
<b>Teil I: Überblick über den deutschen und internationalen Bioenergiemarkt .....</b>	<b>15</b>
I.1: Der Markt für Bioenergie 2014 .....	15
I.2: Der Markt für Bioenergie 2015 .....	47
I.3: Der Markt für Bioenergie 2016 .....	75
<b>Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland .....</b>	<b>107</b>
II.1: Agroforstwirtschaft in Deutschland: Alley-Cropping-Systeme aus ökonomischer Perspektive .....	107
II.2: Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren: Eine Risikoanalyse im Vergleich zum klassischen Ackerbau anhand der Monte-Carlo-Simulation ...	127
II.3: Willingness to pay for environmental effects of agroforestry systems – A PLS-model of the contingent evaluation from German taxpayers’ perspective....	155
II.4: Empirische Anwendung der Kontingenten Bewertungsmethode bei kollektiven Agrar-Umweltgütern in Deutschland .....	181
II.5: Einstellungen landwirtschaftlicher Betriebsleiter und weiterer Stakeholder zu silvoarablen Alley-Cropping-Agroforstsystemen in Deutschland: Eine empirische Analyse anhand von Experteninterviews .....	201
<b>Teil III: Niedersächsischer Bodenmarkt: Einflussfaktoren und Handlungsmöglichkeiten .....</b>	<b>235</b>
III.1: Zentralisation des Flächenmanagements: Ein Beitrag zu einer effizienteren Flächennutzung? .....	235
III.2: Entwicklung des Bodenmarktes: Einflussfaktoren auf Kauf- und Pachtpreise .....	271
<b>Zusammenfassung, Diskussion und Fazit .....</b>	<b>281</b>
<b>Erklärungen .....</b>	<b>291</b>
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>292</b>



---

## Einleitung und Struktur der Arbeit

Die Gesamtfläche Deutschlands beträgt 35,7 Mio. ha und gliedert sich in fünf grundlegende Kategorien. Die größte Einheit bildet mit 51,6 % die Landwirtschaftsfläche<sup>1</sup> inklusive der Moor- und Heideflächen. Die Waldfläche umfasst 11 Mio. ha und stellt mit einem Anteil von 30,6 % somit die zweitgrößte Kategorie. Siedlungs- und Verkehrsflächen, zu denen auch Gebäude-, Betriebs- und Erholungsflächen sowie Friedhöfe zählen, beanspruchen mit 13,7 % der deutschen Gesamtfläche den drittgrößten Teil. Die beiden kleinsten Kategorien werden mit 2,4 % von der Wasserfläche und mit 1,7 % von den sonstigen Flächen eingenommen. Die Wasserfläche umfasst diesbezüglich die Küstengewässer, Seen, Flüsse und Kanäle, während unter den sonstigen Flächen militärisches Übungsgelände, Kiesgruben, der Braunkohletagebau und schroffes Gebirge zusammengefasst werden (BUNDESUMWELTAMT, 2018; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018a). Die Zuordnung und Verteilung der deutschen Fläche hinsichtlich der jeweiligen Kategorien ist jedoch nicht statisch, sondern verändert sich im Lauf der Zeit. So hat die Waldfläche – insbesondere aufgrund von Aufforstungen im Rahmen der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung – in den Jahren von 2000 bis 2015 um etwa 1,1 Prozentpunkte zugenommen und auch die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist durch den Straßenbau sowie die Ausweisung von Wohn- und Gewerbeflächen im gleichen Zeitraum um ungefähr 1,3 Prozentpunkte größer geworden. Die Wasserfläche ist bis auf einige geflutete Kiesgruben und Kanalerweiterungen nahezu konstant geblieben, während die sonstige Fläche durch die Aufforstung ehemaliger Abraumhalden und Bergbauflächen leicht rückläufig war. Der höchste absolute Verlust geht indes mit gut zwei Prozentpunkten zu Lasten der Landwirtschaftsfläche, die gewissermaßen als Flächenlieferant für die Umsetzung von Bau- und Aufforstungsmaßnahmen herangezogen wird (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018a).

Die im Titel der vorliegenden Dissertation angesprochene, sich im Wandel befindliche Landnutzung zielt vor allem auf die vielschichtige Entwicklung der Landwirtschaftsfläche ab. Dabei stehen neben dem rückläufigen Umfang insbesondere die von vielen Seiten einwirkenden Anforderungen im Fokus, die im Verlauf der Zeit an die Landwirtschaftsfläche gewachsen sind und mitunter bereits zu einer veränderten Wirtschaftsweise geführt haben. Während der vorangegangenen Jahrzehnte galt es in erster Linie die steigenden Bedürfnisse der nahezu stetig anwachsenden Bevölkerung nach einem umfangreichen und hochwertigen Nahrungsmittelangebot zu erfüllen. Das herausfordernde Ziel, eine wachsende pro Kopf Nachfrage bei gleichzeitigem Bevölkerungsanstieg zu bedienen, obwohl die Landwirtschaftsfläche rückläufig ist, konnte mittels kontinuierlicher Produktivitätssteigerungen realisiert und in Teilen selbst übererfüllt werden (ROHWER, 2010). Das bis dahin zu beobachtende Bevölkerungswachstum in Deutschland stagniert jedoch seit Anfang des 21. Jahrhunderts und weitere Stei-

---

<sup>1</sup> Die Landwirtschaftsfläche ist nicht identisch mit der landwirtschaftlichen Nutzfläche bzw. der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden nur die in Bewirtschaftung befindlichen Areale (u. a. Ackerflächen, Dauerkulturflächen) zugerechnet (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018b).



gerungen der Felderträge erscheinen – zumindest für ein umfangreiches Nahrungsmittelangebot – derzeit nicht erforderlich. Vielmehr sind die mit der Intensivierung landwirtschaftlicher Flächen in Verbindung gebrachten negativen externen Effekte, wie der Emission von Treibhausgasen, dem Rückgang der Artenvielfalt, dem Insektensterben, der Nitrifikation von Gewässern und des Grundwasserkörpers sowie der Verlust von Landschaftselementen in den öffentlichen Diskurs gerückt (HIRSCHFELD et al., 2008; OPPERMAN et al., 2013). Die EU-Agrarpolitik hat mit dem sogenannten Greening bereits Maßnahmen ergriffen, um den zuvor genannten negativen externen Effekten entgegenzuwirken. Konventionell wirtschaftende Landwirte, die im Rahmen der Basisprämienregelung Direktzahlungen aus dem Europäischen Garantiefonds für die Landwirtschaft (EGFL) generieren möchten, sind verpflichtet, dem Klima- und Umweltschutz förderliche Landbewirtschaftungsmethoden einzuhalten. Dazu zählen die Anbaudiversifizierung, der Erhalt des Dauergrünlandes und die Ausweisung ökologischer Vorrangflächen. Die Anbaudiversifizierung verpflichtet landwirtschaftliche Betriebe mit einer Ackerfläche von bis zu 30 ha mindestens zwei unterschiedliche Kulturen anzubauen, wobei die Anbauflächen der jeweiligen Feldfrüchte mindestens 25 % betragen müssen; sofern mehr als 30 ha Ackerland bewirtschaftet werden, sind mindestens drei Kulturen anzubauen, die jeweils mindestens 5 % und maximal 75 % der Anbaufläche ausmachen dürfen. Die Erhaltung des Dauergrünlandes ist eine weitere Maßnahme des Greening. Mit Gras- und anderen Grünfütterpflanzen bewachsene Flächen, die seit mindestens fünf Jahren kein Bestandteil der landwirtschaftlichen Fruchtfolge sind, dürfen demnach nicht umgebrochen werden bzw. nur sofern sie an anderer Stelle wieder eingesät werden. Darüber hinaus sind Betriebe mit mehr als 15 ha bewirtschafteter Ackerfläche verpflichtet, davon mindestens 5 % als ökologische Vorrangfläche auszuweisen. Erreicht werden kann die ökologische Vorrangfläche unter anderem durch die Anlage von Landschaftselementen oder Pufferstreifen an Feldrändern sowie durch den Anbau von Zwischenfrüchten oder Niederwald mit Kurzumtrieb (BMEL, 2018).

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen der europäischen und nationalen Gesetzgebung stellen ebenfalls Ansprüche an die Bewirtschaftung der Landwirtschaftsfläche und haben dadurch erkennbaren Einfluss auf die Wirtschaftsweise. Der politisch induzierte und anhaltend vorangetriebene Übergang von fossilen Energieträgern und der Kernenergie zu einer Energieversorgung mittels regenerativer Energien erfordert die Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe aus landwirtschaftlicher Produktion (GRANOSZEWSKI et al., 2011; ANSCHÜTZ, 2014). Landwirtschaftlich erzeugte Biomasse birgt vor allem aufgrund der vielseitigen Einsetzbarkeit im Bereich von Strom, Wärme und Verkehr ein hohes Potential und gilt als wichtigste erneuerbare Energiequelle (AEE, 2015). Die landwirtschaftlich gewonnene Biomasse kann entweder direkt als primärer Energieträger oder nach vorheriger Transformation als sekundärer Energieträger genutzt werden. Im Rahmen der energetischen Nutzung von Hackenschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen zur Strom-, Wärme- oder kombinierten Strom-Wärme Produktion wird das Agrarholz beispielsweise als biogener Festbrennstoff ohne vorherige



Umwandlung direkt als primärer Energieträger eingesetzt. Die Nutzung von Mais zur Strom- oder Wärmeerzeugung setzt hingegen mit der Fermentation zu Biogas die Umwandlung in einen sekundären Energieträger voraus und auch die energetische Nutzung von Raps zur motorisierten Fortbewegung setzt die Umesterung von Rapsöl in Biokraftstoff und damit die Umwandlung eines primären in einen sekundären Energieträger voraus (KALTSCHMITT et al., 2016).

Neben der übergeordneten Herstellung von Nahrungsmitteln erfüllt die Landwirtschaftsfläche somit durch die Produktion nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung einen weiteren gesellschaftlichen Anspruch. Der Einsatz landwirtschaftlicher Biomasse substituiert – zumindest in Teilen – fossile Energieträger und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung von Klimaschutzziele (OPPERMANN et al., 2013). Der dafür erforderliche Energiepflanzenanbau wird indes überwiegend auf ganz- und großflächig angelegten Ackerfeldern umgesetzt, was insbesondere hinsichtlich des Rückgangs der Artenvielfalt weitere öffentliche Diskurse zur Folge hat. Vor allem der gestiegene Monokulturmaisbau in Regionen mit hoher Biogasanlagendichte führt zunehmend zu starker öffentlicher Kritik, aber auch die durch den konzentrierten Anbau weiterer Energiepflanzen insgesamt engen Fruchtfolgen werden gesellschaftlich mehr und mehr in Frage gestellt (KRÖGER et al., 2016; SCHLAGER, 2016). Eine deutlich höherer gesellschaftliche Akzeptanz erfährt hingegen der Energiepflanzenanbau in Form von Agrarholz, das ebenfalls ganzflächig in Kurzumtriebsplantagen oder in Mischkultursystemen kombiniert mit Feldfrüchten angebaut werden kann (PRETZSCH und SKODAWESSELY, 2010; HENKE und THEUVSEN, 2014). Besonders der simultane Anbau von Gehölzstreifen und Ackerkulturen auf einer Fläche in Agroforstsystemen bietet viele Vorteile. Die Gehölzpflanzen können beispielsweise in Form von Hackschnitzeln energetisch genutzt werden und leisten ihrerseits damit einen Beitrag zur Erreichung von Klimaschutzziele und die zwischenstehenden Feldfrüchte können je nach Bedarf zur Nahrungsmittelproduktion herangezogen oder ebenfalls einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Darüber hinaus wirkt der kombinierte Anbau biodiversitätssteigernd, reduziert Nährstoffauswaschungen und wertet das Landschaftsbild auf, wodurch er negative externe Effekte der Landbewirtschaftung mindern und somit weiteren gesellschaftlichen Ansprüchen an die Landwirtschaftsfläche gerecht werden kann (GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010).

Die zahlreichen Anforderungen und Bedürfnisse an die Landwirtschaftsfläche erhöhen folglich die Nachfrage nach dem knappen und vor allem begrenzten Faktor, was wiederum einen Preisanstieg bedingt. Im Westen und Nordwesten Deutschlands, wo unter anderem eine hohe Biogasanlagendichte vorherrscht, die Nahrungsmittelproduktion insbesondere durch die Tierhaltung stark intensiviert ist und sich die Flächennachfrage aufgrund von Bau- und entsprechenden Ausgleichsmaßnahmen auf hohem Niveau befindet, haben sich die durchschnittlichen Kauf- sowie Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen seit 2005 in etwa verdoppelt (LSN, 2014). Für die landwirtschaftlichen Betriebe sind mit dieser Entwicklung große Herausforderungen verbunden, da der starke Preisanstieg die Umsetzung betrieblicher Wachstumsstrategien, die für eine langfristig ausgelegte Wettbewerbsfähigkeit unumgänglich sind,



deutlich erschwert. Die steigenden Flächenpreise können weiterhin dazu führen, dass einzelne Betriebszweige unrentabel werden, wodurch insbesondere spezialisierte Betriebe existenzbedrohenden Gefahren ausgesetzt werden können. Die dadurch gegebenenfalls verdrängten Produktionsrichtungen würden zwangsläufig zu einer Konzentration der verbleibenden, rentablen Wirtschaftsweisen führen, von denen wiederum fraglich ist, ob diese den umfangreichen gesellschaftlichen und politischen Anforderungen und Bedürfnissen gerecht werden. (CHABASSIER et al., 2017).

Vor dem Hintergrund der zuvor erläuterten Herausforderungen, denen die Landnutzung in Deutschland gegenübersteht, befasst sich die vorliegende Arbeit mit drei Themenkomplexen. Im ersten Teil werden der Bioenergiemarkt und seine Entwicklung mit dem Fokus auf die landwirtschaftliche Biomasseproduktion betrachtet. Der Abschnitt dient dazu einen Überblick über den Markt für Bioenergie zu erlangen und den bisherigen Wandel der (landwirtschaftlichen) Landnutzung von der nahezu alleinigen Lebensmittelherstellung hin zur Produktion von nachwachsenden Rohstoffen besser einordnen zu können. Der zweite Teil betrachtet die vielschichtigen Aspekte der bereits erwähnten agroforstlichen Wirtschaftsweise. Die Agroforstwirtschaft ist in der Lage viele der oben genannten Ansprüche an die Landwirtschaftsfläche miteinander zu verbinden und dennoch in Deutschland sehr wenig verbreitet. Dieser Abschnitt zielt somit darauf ab, die Merkmale von Agroforstsystemen darzustellen und sie aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten, um ein umfassendes Bild der alternativen Landnutzung in agroforstlichen Mischkultursystemen zu erhalten. Teil drei bezieht sich letztlich am Beispiel Niedersachsens auf den landwirtschaftlichen Bodenmarkt, der durch das umfangreiche Einwirken der zahlreichen Ansprüche zunehmend strapaziert wird. Besondere Beachtung finden dabei einerseits die Einflussfaktoren, die auf den Bodenmarkt wirken und andererseits Optionen, die zu einer effizienteren Flächennutzung beitragen können.

## **Teil I: Überblick über den deutschen und internationalen Bioenergiemarkt**

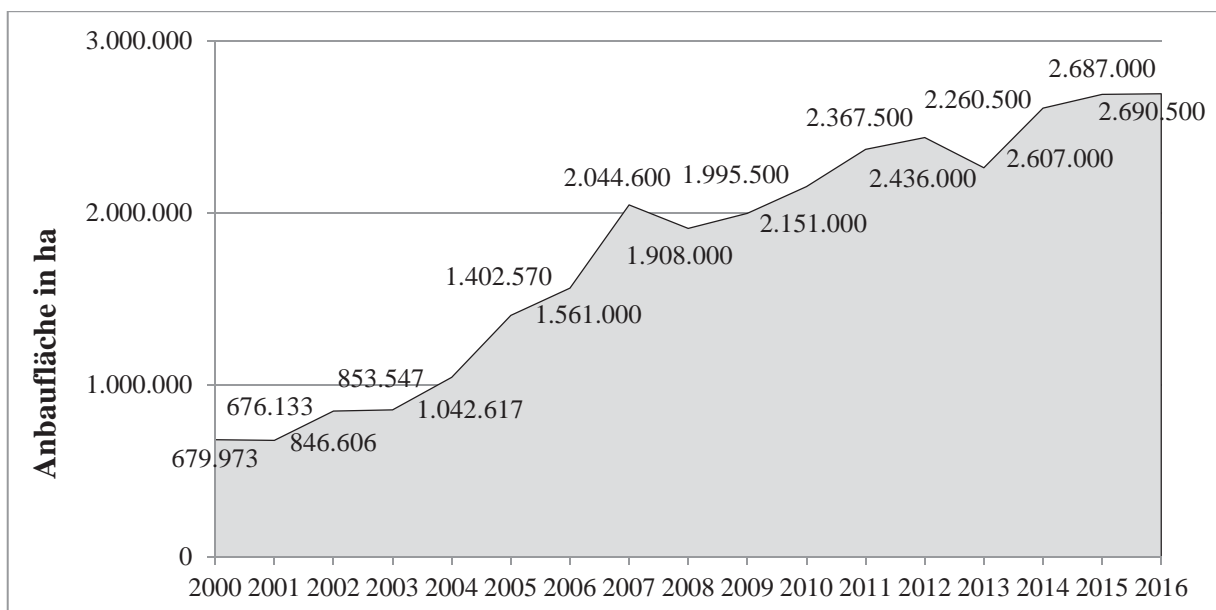
Der erste Teil der vorliegenden Arbeit umfasst die drei Beiträge „Der Markt für Bioenergie 2014“ (I.1), „Der Markt für Bioenergie 2015“ (I.2) und „Der Markt für Bioenergie 2016“ (I.3). Die drei Berichte stellen zeitlich aufeinander aufbauend den deutschen und internationalen Bioenergiemarkt sowie dessen Entwicklung dar. Nach der Einleitung werden dazu anfangs die Erneuerbaren Energien hinsichtlich des jeweiligen Bezugsjahres in den Energiemix eingeordnet. So zeigt sich, dass der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Primärenergieverbrauch von 1990 bis 2016 von 1,3 % auf 12,5 % angestiegen ist. Der Anteil erneuerbarer Energien am insgesamt leicht rückläufigen Primärenergieverbrauch ist damit mittlerweile größer als der der Kernenergie (6,9 %), der Braunkohle (11,3 %) und auch der Steinkohle (12,3 %). Innerhalb der drei Energiebereiche Strom, Wärme und Kraftstoff sind die jeweiligen Anteile der erneuerbaren Energien indes sehr unterschiedlich ausgeprägt. Auf dem Gebiet der Stromerzeugung ist die Bedeutung der erneuerbaren Energien mit 31,5 % am deutschen Strommix am größten; damit liegen die erneuerbaren Energien zudem deutlich vor der Braun-



und Steinkohle auf dem ersten Rang der Bruttostromerzeugung. Die Wärme- sowie Kältebereitstellung erfolgt in Deutschland zu 13,1 % aus erneuerbaren Energien, während die Kraftstoffproduktion lediglich zu 5,2% auf regenerativen Energien basiert. An der gesamten Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien hält die Biomasse in Deutschland einen Anteil von 59 % und ist damit vor der Windenergie (20 %) und der Photovoltaik (10 %) das mit Abstand bedeutungsvollste Segment der regenerativen Energien (AGEB, 2017; BMWI, 2017).

In Anlehnung an die hohe Relevanz der Biomasse hinsichtlich der deutschen Energieproduktion folgt auf die Einordnung der erneuerbaren Energien am Energiemix in den einzelnen Bioenergieberichten ein in jeweils drei Unterpunkte gegliedertes Kapitel zur Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland. Das Kapitel betrachtet die Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion, aus biogenen Reststoffen und Abfällen sowie aus forstwirtschaftlicher Produktion. Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Biomasseerzeugung wurden im Jahr 2016 mit 2.690.500 ha (Abbildung 1) 16,1 % der gesamten in Deutschland zur Verfügung stehenden landwirtschaftlich genutzten Fläche für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen beansprucht. Die hohe und vor allem zunehmende Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe aus landwirtschaftlicher Produktion wird neben dem hohen Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche auch aus der Entwicklung der einzelnen Jahre ersichtlich: Ungeachtet kleiner Schwankungen hat sich die Anbaufläche in dem Zeitraum von 2000 bis 2016 nahezu vervierfacht und ihren Höchststand im Jahr 2016 erreicht. Wie Abbildung 1 verdeutlicht, weist der Anstieg der Anbaufläche bis zum Jahr 2007 einen exponentiellen Charakter auf und verläuft seitdem wesentlich moderater (FNR, 2018).

**Abbildung 1: Landwirtschaftlicher Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**



Quelle: eigene Darstellung nach FNR (2018)

Von den insgesamt auf 2.690.500 ha angebauten nachwachsenden Rohstoffen wurden 2016 allein in etwa 90 % einer energetischen Nutzung zugeführt und circa 10 % wurden technisch-





industriell genutzt (Tabelle 1). Mit fast 54 % hielten die Energiepflanzen zur Biogasproduktion den weitaus größten Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe. Zudem entfielen von den 1.450.000 ha rund 900.000 ha allein auf den Maisanbau, sodass 35 % der gesamten deutschen Maisanbaufläche zur Fermentation in Biogasanlagen eingesetzt wurden. An zweiter Stelle stand der Raps für die Herstellung von Biodiesel und Pflanzenöl mit einem Anteil von 28,25 % an der gesamten Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe; gefolgt von zucker- und stärkehaltigen Pflanzen für die Bioethanolherstellung mit 7,43 %. Die in Tabelle 1 dargestellten und nach Jahren aufgeschlüsselten Zahlen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland verdeutlichen, dass die Zunahme der Anbaufläche insbesondere auf den starken Anstieg der Biogaspflanzen zurückzuführen ist. Der Rapsanbau für die Biodiesel- und Pflanzenölproduktion hat – begleitet von leichten Schwankungen – im Zeitverlauf hingegen etwas abgenommen. Der Anbauumfang der sonstigen Energiepflanzen, zu denen vor allem das Agrarholz zählt, hat sich von 2008 bis 2016 mehr als vervierfacht, befand sich mit 11.000 ha im Jahr 2016 dennoch auf recht niedrigem Niveau (FNR, 2018).

**Tabelle 1: Landwirtschaftlicher Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**

Rohstoff	2008	2010	2012	2014	2016	Anteil an NawaRo-Fläche 2016 (%)	
Energiepflanzen	Raps für Biodiesel/Pflanzenöl	915.000	940.000	786.000	798.500	760.000	28,25
	Zucker/Stärke für Bioethanol	187.000	240.000	201.000	188.000	200.000	7,43
	Pflanzen für Biogas	500.000	650.000	1.158.000	1.353.500	1.450.000	53,89
	Sonstiges (u.a. Agrarholz, Miscanthus)	2.000	4.000	10.500	10.500	11.000	0,41
	<b>Energiepflanzen insgesamt</b>	<b>1.604.000</b>	<b>1.834.000</b>	<b>2.155.500</b>	<b>2.350.500</b>	<b>2.421.000</b>	<b>89,98</b>
Industriepflanzen	Industriestärke	140.000	160.000	121.500	106.000	108.000	4,01
	Industriezucker	22.000	10.000	10.000	12.500	16.000	0,59
	technisches Rapsöl	120.000	125.000	127.000	115.500	122.500	4,55
	technisches Sonnenblumenöl	8.500	8.500	7.500	6.000	6.000	0,22
	technisches Leinöl	2.500	2.500	4.000	3.500	3.500	0,13
	Pflanzenfaser	1.000	1.000	500	1.000	1.500	0,06
	Arznei- und Farbstoffe	10.000	10.000	10.000	12.000	12.000	0,45
<b>Industriepflanzen insgesamt</b>	<b>304.000</b>	<b>317.000</b>	<b>280.500</b>	<b>256.500</b>	<b>269.500</b>	<b>10,02</b>	
<b>NawaRo insgesamt</b>	<b>1.908.000</b>	<b>2.151.000</b>	<b>2.436.000</b>	<b>2.607.000</b>	<b>2.690.500</b>	<b>100,00</b>	

Quelle: FNR (2018).

Über den Anbau von Bioenergiepflanzen hinaus können auch biogene Reststoffe und Abfälle zur Energieproduktion herangezogen werden. Die biogenen Reststoffe und Abfälle umfassen alle organischen Stoffe, die im Rahmen der Herstellung von Primärerzeugnissen anfallen und energetisch nutzbar sind (KALTSCHMITT et al., 2016). Dazu zählen Bio- und Grünabfälle;



Schlacht-, Speise- und Molkereiabfälle; Stroh und Exkremate aus der Tierhaltung sowie Industrie und Bauholz. Es handelt sich bei der energetischen Verwendung biogener Rest- und Abfallstoffe somit um eine Kaskadennutzung auf zweiter oder dritter Stufe, mit einer vorausgegangenen stofflichen oder industriellen Verwertung (GAIDA et al., 2013). Komplettiert werden die jeweiligen Kapitel zur Biomasseerzeugung durch die Betrachtung der Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion. In Deutschland wird derzeit weniger Holz geerntet als zuwächst, sodass der gegenwärtige Holzvorrat mit über 90 Milliarden Bäumen und etwa 3,7 Milliarden Kubikmetern den größten Umfang der vergangenen 200 Jahre erreicht hat. Der jährliche Holzeinschlag in Deutschland liegt bei 135 Millionen Kubikmetern, von denen insbesondere das hochwertige Stammholz in erster Linie stofflich verwertet wird und die Holzreste sowie das Kronenholz vorwiegend einer energetischen Nutzung zugeführt werden (SDW, 2018).

Auf die Übersicht zur Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland folgt in allen drei Bioenergieartikeln jeweils eine Zusammenfassung der energetischen Verwendung von Biomasse. In Deutschland leisteten 2016 allein die Biogas- und Biomethananlagen einen Beitrag von 16,8 % zur Bruttostromerzeugung aus regenerativen Energien und rangierten damit direkt hinter der Windenergie. Biogene Festbrennstoffe biologisch-organischer Herkunft, die während der Neuzeit oberirdisch gewachsen sind und in fester Form vorliegen, stellten ferner 25 % der Bruttostromerzeugung aus Biomasse zur Verfügung. Biokraftstoffe haben sich darüber hinaus zwar ebenfalls am Markt etabliert, hielten 2016 – wie bereits zuvor erläutert – mit 5,2 % jedoch einen geringen Anteil am Kraftstoffverbrauch (KALTSCHMITT et al., 2016; BMWI, 2017).

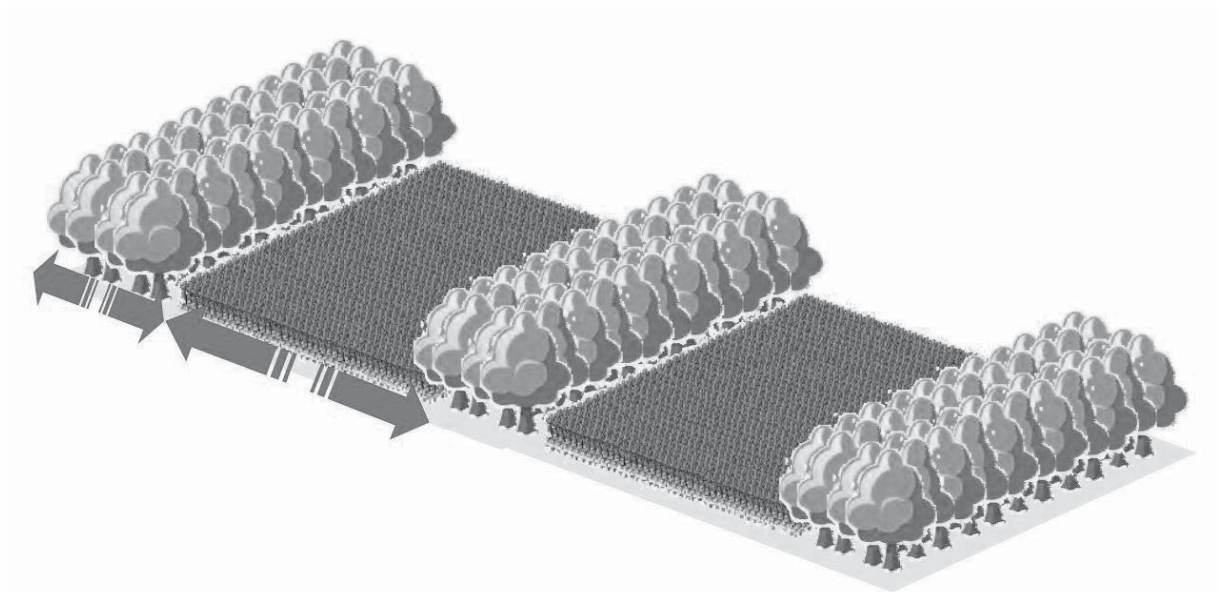
Die drei Beiträge zum Markt für Bioenergie schließen jeweils mit der Betrachtung eines aktuellen und hinsichtlich der Bioenergie relevanten Themengebietes. „Der Markt für Bioenergie 2014“ behandelt somit abschließend den Wirtschaftsdüngereinsatz in Biogasanlagen. Im darauffolgenden Jahr schließt der Bericht mit einer Erörterung der Biogaserzeugung und dem Abbau regionaler Nährstoffüberschüsse am Beispiel Niedersachsens und der Bioenergiebericht 2016 endet mit der Erläuterung zur Energiebereitstellung aus Agroforstsystemen.

## **Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland**

Im Fokus des zweiten Themenkomplexes steht die Agroforstwirtschaft in Deutschland, mit besonderem Augenmerk auf silvoarable Systeme im Alley-Cropping-Anbauverfahren. Die Agroforstwirtschaft umfasst grundsätzlich den kombinierten Anbau von annualen Feldfrüchten oder landwirtschaftlichen Dauerkulturen mit perennierenden, verholzenden Pflanzen (LIESEBACH et al., 2015; OLI et al., 2015). Die so entstehenden Mischkultursysteme werden generell in zwei Arten unterschieden: In silvoarablen Agroforstsystemen werden die Gehölzpflanzen mit Ackerkulturen kombiniert und in silvopastoralen Systemen, die zu den klassischen, traditionellen agroforstlichen Nutzungsformen zählen, werden die Gehölze in Kombination mit Grünland angepflanzt. Die Anordnung der Bäume kann in beiden Varianten ein sowohl

systematisches als auch unsystematisches Erscheinungsbild aufweisen. In den traditionellen Agroforstsystemen erfolgte die Formation überwiegend willkürlich, während in gegenwärtigen Systemen die Gehölze, aufgrund der mechanischen Feldbewirtschaftung mit zunehmenden Arbeitsbreiten, zumeist planmäßig in die Fläche integriert werden. Die planmäßige Anordnung umfasst folglich auch die streifenförmige, als Alley-Cropping bezeichnete, Implementierung der Bäume in die Ackerfläche (HERZOG, 1997; BÄRWOLFF, 2013). Das im Fokus dieser Arbeit liegende Alley-Cropping-Anbauverfahren ist in Abbildung 2 schematisch skizziert.

### Abbildung 2: Schematischer Aufbau eines Alley-Cropping-Agroforstsystems



Quelle: nach FREESE et al. (2010)

Die trotz der umfangreichen Vorzüge deutschlandweit geringe Verbreitung der Alley-Cropping-Agroforstsysteme motiviert die im Mittelpunkt dieser Arbeit stehende umfassende Analyse dieses Landnutzungskonzepts hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der gesellschaftlichen sowie unternehmerischen Akzeptanz. Der zweite Teil dieser Arbeit umschließt dazu fünf Beiträge, die jeweils einzelne Aspekte dieses übergeordneten Untersuchungsziels aufgreifen. Der erste Artikel „Agroforstwirtschaft in Deutschland: Alley-Cropping-Systeme aus ökonomischer Perspektive“ (II.1) stellt in Form einer Sammelrezension – neben den verschiedenen Erscheinungsformen und der Entwicklung – die bisher publizierten und somit bekannten Wirtschaftlichkeitsaspekte von Agroforstsystemen unter den für Deutschland vorherrschenden Bedingungen der gemäßigten Zone dar. Da in den meisten Studien zu Agroforstsystemen die biologischen Interaktionen der Bäume mit den angrenzenden Kulturen bzw. dem Boden Gegenstand der Untersuchungen sind und Analysen zu den Wertschöpfungsfunktionen nur in sehr begrenzter Anzahl vorliegen, gibt dieser Beitrag einen zusammenfassenden Gesamtüberblick der vereinzelt ökonomischen Abhandlungen.



Im zweiten Beitrag „Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren: Eine Risikoanalyse im Vergleich zum klassischen Ackerbau anhand der Monte-Carlo-Simulation“ (II.2) ist auf der Grundlage von Daten zweier Versuchsstandorte sowie Literaturdaten die Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen im Vergleich zum klassischen Ackerbau berechnet worden. Die Entsprechenden Daten stammen von den Standorten Dornburg und Forst, an denen jeweils Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren bewirtschaftet werden. Die Berechnungen wurden mittels Monte-Carlo-Simulation, als deren Zielgröße die Leistungskosten-Differenz gewählt wurde, durchgeführt. Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation sind Risikoprofile für die einzelnen Anbaualternativen erstellt worden, um aus Rentabilitäts Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung der Risikoeinstellung eines entsprechenden Entscheiders Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Wahl der jeweiligen Alternativen geben zu können.

Die Beiträge „Willingness to pay for environmental effects of agroforestry systems – A PLS-model of the contingent evaluation from German tax-payers’ perspective“, (II.3) und “Empirische Anwendung der Kontingenten Bewertungsmethode bei kollektiven Agrar-Umweltgütern in Deutschland“ (II.4) basieren beide auf derselben empirischen Erhebung. Hintergrund der Studie ist die Eruierung der gesellschaftlichen Akzeptanz einer Förderung von Agroforstsystemen. Mittels einer Förderung können Anreize für Landwirte geschaffen werden, eine agroforstliche Landnutzung umzusetzen, wodurch die positiven externen Effekte der Agroforstwirtschaft gesamtgesellschaftlich zur Verfügung gestellt werden. Damit etwaige Fördermaßnahmen jedoch politisch gerechtfertigt werden können, sind sozioökonomische Bewertungen notwendig, um die allgemeine Wertschätzung und Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für derartige Leistungen zu ermitteln. So wird sichergestellt, dass der Einsatz von Fördermitteln entsprechend der öffentlichen Präferenzen erfolgt (POMMERHNE und ROEMER, 1992). Da es bislang keine derartige Analyse zu Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Verfahren in Deutschland gibt, wird diese Forschungslücke im Rahmen der vorliegenden Studie durch eine Analyse der Höhe der monetären Zahlungsbereitschaft und ihrer Determinanten aus der Perspektive deutscher Steuerpflichtiger geschlossen. Die monetäre Erfassung eines gezahlten Preises auf Basis von Marktbeobachtungen ist diesbezüglich nicht möglich, da es sich bei Agrarholz um ein kollektives Umweltgut mit nutzungsunabhängigen Wertkomponenten handelt. Deshalb wird auf die subjektiv geäußerte (Mehr-) Zahlungsbereitschaft der deutschen Steuerpflichtigen im Rahmen eines komplexen sozioökonomischen Forschungsmodells, dass auf der Kontingenten Bewertungsmethode und Konzepten zur Verbraucherwahrnehmung von nachhaltig erzeugten Lebensmittelprodukten basiert, zurückgegriffen (GERPOTT und MAHMUDOVA, 2008). Die auf Basis dieses Forschungsmodells erhobenen Primärdaten von 1714 in Deutschland steuerpflichtigen Einwohnern wurden dazu anhand der Partial-Least-Squares (PLS) Methode ausgewertet und liefern fassettenreiche Implikationen für die Politik und verschiedene Interessensorganisationen.



Im Rahmen des fünften und letzten Beitrags des agroforstlichen Themenkomplexes „Einstellungen landwirtschaftlicher Betriebsleiter und weiterer Stakeholder zu silvoarablen Alley-Cropping-Agroforstsystemen in Deutschland: Eine empirische Analyse anhand von Experteninterviews“ (II.5) werden die Ursachen des geringen Anbauumfangs von Agroforstsystemen in Deutschland analysiert. Gründe für die Investitionszurückhaltung in Agroforstsysteme waren bisher noch nicht eindeutig belegt, können aber eventuell in etwaigen wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber dem klassischen Ackerbau begründet liegen (SCHMIDT, 2011; EMMANN et al., 2013). Zur Ursachenklärung der zögerlichen Agroforstimplementierung sind 13 landwirtschaftliche Betriebsleiter, die vor allem über das ackerbauliche Anbauverfahren entscheiden, hinsichtlich ihrer Einstellungen und den von ihnen gesehenen Gründen für bzw. gegen die Anlage von Gehölzstreifen befragt worden. Darüber hinaus wurden Anreize – beispielsweise in Form von finanziellen Beihilfen oder bürokratischen Erleichterungen – ermittelt, die die befragten Betriebsleiter motivieren würden, Agroforstsysteme anzulegen. Neben den Betriebsleitern sind auch sechs Mitarbeiter landwirtschaftlicher Betriebe und vier Verpächter landwirtschaftlicher Flächen als weitere Stakeholder zu ihrer Einstellung gegenüber Agroforstsystemen befragt worden. Auch diese Gruppen können im Rahmen ihrer Position indirekt Einfluss auf die gewählten Anbauverfahren ausüben, sodass es ebenso ihre Auffassung hinsichtlich agroforstlicher Mischkultursysteme zu ergründen galt.

### **Teil III: Niedersächsischer Bodenmarkt: Einflussfaktoren und Handlungsmöglichkeiten**

Der dritte und somit letzte Teil dieser Arbeit umfasst mit zwei Beiträgen die Einflussfaktoren und Handlungsmöglichkeiten hinsichtlich des Bodenmarktes am Beispiel Niedersachsens. Die Preise für landwirtschaftlich genutzte Flächen haben – wie oben erläutert – in der jüngeren Vergangenheit deutlich zugenommen. In Niedersachsen beispielsweise haben sich in den Jahren von 2005 bis 2013 die durchschnittlichen Kaufpreise mit einem Anstieg von 13.234 €/ha auf 25.181 €/ha fast verdoppelt. Auch die durchschnittlichen Pachtpreise sind im selben Zeitraum von 286 €/ha auf 520 €/ha und damit um 82 % angestiegen (LSN, 2014). Die Gründe dieser Entwicklung sind vielfältig und unterscheiden sich überdies regional sehr deutlich voneinander. Bedeutende Einflussgrößen auf die Landpreise sind die Viehdichte, die Biogasanlagendichte sowie die Fruchtfolge und die Bodenqualität einer Region, aber auch die Nähe zu Absatzmärkten, das Agrarpreisniveau, steuerliche Aspekte und der Flächenverbrauch im Zuge der Nachfrage von landwirtschaftlichen Flächen für Siedlungs- sowie Verkehrsprojekte sind von hoher Relevanz (HABERMANN und BREUSTEDT, 2011; EMMANN und THEUVSEN, 2012). Die starken Preisanstiege des Faktors Boden führen insbesondere im Hinblick auf die Wachstumsstrategien, die Wettbewerbsfähigkeit sowie die Existenzfähigkeit zu großen Herausforderungen einerseits für landwirtschaftliche Betriebszweige und andererseits für ganze Betriebe (FRENTROP et al., 2014; CHABASSIER et al., 2017).

Vor dem Hintergrund der aus Sicht der Landwirtschaft problematischen Preisentwicklungen am Bodenmarkt wird in dem ersten Artikel dieses Teils „Zentralisation des Flächenmanage-



ments: Ein Beitrag zu einer effizienteren Flächennutzung?“ (III.1) analysiert, inwieweit die Organisation des staatlichen Flächenmanagements in den Bundesländern dazu beitragen kann, die Flächennutzung effizienter zu gestalten. Zur Erreichung des Untersuchungsziels sind neben einer Literaturanalyse elf Experteninterviews mit Fachleuten, die über umfassende Kenntnisse des Bodenmarkts verfügen, durchgeführt worden. Diese Gespräche haben es ermöglicht, eine vergleichende Betrachtung der Organisation des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern vorzunehmen. Dadurch sind Anregungen für eine mögliche (Re-)Organisation des Flächenmanagements gewonnen worden. So kann beispielsweise durch die Zusammenfassung von Aufgaben des Natur- und Hochwasserschutzes im Rahmen der Zentralisation des öffentlichen bzw. staatlichen Flächenmanagements eine effizientere Flächennutzung erreicht werden, was wiederum eine Reduzierung des Flächenverbrauchs bewirkt.

Der zweite Beitrag dieses Themenkomplexes und zugleich letzte der vorliegenden Arbeit „Entwicklung des Bodenmarktes: Einflussfaktoren auf Kauf- und Pachtpreise“ (III.2) untersucht die Frage, ob die Flächenpreise hinsichtlich des starken Preisanstiegs nach objektiven Bewertungsmaßstäben noch gerechtfertigt sind oder ob die Gefahr der Bildung einer spekulativen Preisblase am Bodenmarkt besteht. Die Gefahr einer spekulativen Blase ist besonders groß, wenn die Preise bereits stark gestiegen sind, der Marktwert eines Gutes den inneren Wert deutlich übersteigt und Investoren sich dennoch von der Aussicht auf weiterhin steigende Preise beeinflussen lassen (TEGENE und KUHLER, 1993; TIETZ und FORSTNER, 2014). Zur Evaluierung der Relation des Marktpreises zum inneren Werte der landwirtschaftlichen Flächen ist die Kauf- und Pachtpreissammlung der Niedersächsischen Landgesellschaft ausgewertet worden. Anhand der Ergebnisse von 282 Pacht- sowie 265 Kaufverträgen, die von der Niedersächsischen Landgesellschaft mit Landwirten und anderen Akteuren am Bodenmarkt in den nordwestdeutschen Landkreisen Emsland und Grafschaft Bentheim in den Jahren von 2005 bis 2014 geschlossen worden sind, konnte das Verhältnis sowie dessen Entwicklung zwischen den Pacht- und Kaufpreisen aufgezeigt werden. Die Auswertungen führen zu belastbaren Ergebnissen, die eine Einordnung des inneren Wertes der landwirtschaftlichen Flächen vor dem Hintergrund einer eventuell drohenden Preisblase ermöglichen.



## Literatur

- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2015): Metaanalyse „Nutzungspfade der Bioenergie für die Energiewende“. In: Agra-Europe 46/2015 (Dokumentation): 1-10.
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.) (2017): Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern. In: <https://www.ag-energiebilanzen.de/>, Abruf: 06.12.2017.
- ANSCHÜTZ, T. (2014): Der Ethanolmarkt der EU27 und der USA im Jahr 2023 – Erstellung von Szenarien durch Anwendung der optimierten Szenario-Technik. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- BÄRWOLFF, M. (2013): Streifenanbau in Agroforstsystemen. In: Bemann, A., D. Butler Manning (Hrsg.): Energieplantagen in der Landwirtschaft – Eine Anleitung zur Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb für den Praktiker. Clenze, Erling Verlag, 150-154.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2018): EU-Agrarpolitik. In: [https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/\\_Texte/GAP-FAQs.html;jsessionid=4EF009F9FFB14EC721A0804C401C430B.1\\_cid376#doc4121412bodyText5](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/_Texte/GAP-FAQs.html;jsessionid=4EF009F9FFB14EC721A0804C401C430B.1_cid376#doc4121412bodyText5), Abruf: 19.02.2018.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2017): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html), Abruf: 06.12.2017.
- BUNDESUMWELTAMT 2018): Struktur der Flächennutzung. In: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#textpart-1>, Abruf: 16.02.2018.
- CHABASSIER, L., J. DEMOUSTIER und T. HERZFELD (2017): Aspekte der Agrarpolitik 2017. In: German Journal of Agricultural Economics 67 (Supplement): 1-15.
- EMMANN, C.H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Analgendichte. Berichte über Landwirtschaft 90 (1): 123-135.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahrs, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Döluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 48, Münster, Landwirtschaftsverlag, 60-71.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2018): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. In: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html>, Abruf: 10.03.2018.
- FREESE, D., C. BÖHM, A. QUINKENSTEIN, F. REPMANN und J. WÖLLECKE (2010): Agroforstsysteme im Klimawandel. Hrsg.: Brandenburgische Technische Universität Cottbus. In: [http://www.klimaplattform.de/fileadmin/daten/downloads/OPR\\_Climate\\_Cafe/Teil\\_1\\_VO\\_Freese\\_Agroforstsysteme\\_im\\_Klimawandel\\_2010.pdf](http://www.klimaplattform.de/fileadmin/daten/downloads/OPR_Climate_Cafe/Teil_1_VO_Freese_Agroforstsysteme_im_Klimawandel_2010.pdf), Abruf: 08.02.2018.



- FRENTROP, M., H. BRONSEMA, C. POHL und L. THEUVSEN (2014): Risikotragfähigkeit im Risikomanagementprozess: Konzeption und praktische Anwendung eines kennzahlen-gestützten Scoringsystems zur Analyse landwirtschaftlicher Familienbetriebe. In: Berichte über Landwirtschaft 92 (1): 1-21.
- GERPOTT, T.J. und I. MAHMUDOVA (2008): Kontingente Bewertungsmethoden zur Schätzung individueller Zahlungsbereitschaften für kollektive Umweltgüter. Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt : Zeitschrift für Studium und Forschung 37: 524-530.
- GRANOSZEWSKI, K., A. SPILLER, C. REISE und O. MUBHOFF (2011): Die Diffusion regenerativer Energien in der deutschen Landwirtschaft – Investitionsverhalten in einem politisch induzierten Markt. In: Andreani, J.-C. und U. Collesei (Hrsg.): Proceedings der 10. International Conference Marketing Trends, 20.-22.01.2011, Paris.
- GAIDA, B., I. SCHÜTTMANN, H. ZORN und B. MAHRO (2013): Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben der Hochschule Bremen und der Universität Gießen.
- GRÜNEWALD, H. (2005): Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Dissertation Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.
- HABERMANN, H. und G. BREUSTEDT (2011): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. German Journal of Agricultural Economics 60 (2): 85-100.
- HENKE, S. und L. THEUVSEN (2014): Regional differenzierte Bewertung von Biogasanlagen und Kurzumtriebsplantagen. In: Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie 23: 81-90.
- HERZOG, F. (1997): Konzeptionelle Überlegungen zu Agroforstwirtschaft als Landnutzungsalternative in Europa. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 38 (1), 32-35.
- HIRSCHFELD, J., J. WEIß, M. PREIDL und T. KORBUN (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin.
- KALTSCHMITT, M., H. HARTMANN und H. HOFBAUER (2016): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. 3. Auflage, Springer, Heidelberg.
- KRÖGER, R., J.R. KONERDING und L. THEUVSEN (2016): Identifikation von Einflussfaktoren auf die Nutzung von Güllefeststoffen als Gärs substrat in Biogasanlagen. In: German Journal of Agricultural Economics 65 (2): 112-131.
- LIESEBACH, M., G. VON WUEHLISCH und H.-J. MUHS (2015): Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. In: Forest Ecology and Management 121 (2): 25-39.
- LSN (Landesamt für Statistik Niedersachsen) (2014): Statistische Monatshefte Niedersachsen, 6/2014. Hannover.
- OLI, B. N., T. TREUE und O. LARSEN (2015): Socio-economic determinants of growing trees on farms in the middle hills of Nepal. In: Agroforestry Systems 89 (5): 765-777.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS, R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- POMMEREHNE, W.W. und A.U. Roemer (1992): Ansätze zur Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter. Ein Überblick. Jahrbuch für Sozialwissenschaften 43: 171-210.





- PRETZSCH, J. und C. SKODAWESSELY (2010): Sozio-ökonomische und ethische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: Bemmann, A. und C. Knust (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Technische Universität Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Weißensee Verlag, Berlin: 230-242.
- ROHWER, A. (2010): Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU – Fluch oder Segen? ifo Schnelldienst 63: 27-36.
- SCHLAGER, P. (2016): Fernerkundungsgestützte Analyse und Bewertung ökologischer Auswirkungen des Anbaus von Bioenergiepflanzen auf die Agro-Biodiversität anhand der Modellierung der Habitatansprüche der Feldlerche. Dissertation, Universität Hohenheim.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SDW (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald) (2016): Waldanteil in Deutschland. In: <http://www.sdw.de/waldwissen/wald-in-deutschland/waldanteil/>, Abruf: 19.03.2018.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018a): Flächennutzung. In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Flaechennutzung/Flaechennutzung.html>, Abruf: 16.02.2018.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018b): Was ist der Unterschied zwischen der "Landwirtschaftsfläche" und der "landwirtschaftlich genutzten Fläche"? In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FAQ/Methodik/UnterschiedFlaeche.html>, Abruf: 19.02.2018.
- TEGENE, A. und F. KUCHLER (1993): Evidence on the Existence of Speculative Bubbles in Farmland Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1993 (6): 223-236.
- TIETZ, A. und B. FORSTNER (2014): Spekulative Blasen auf dem Markt für landwirtschaftlichen Boden. *Berichte über Landwirtschaft* 92 (3): 1-17.
- ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. *Agroforstwirtschaft 2010*, Technische Universität München.



---

## **Teil I: Überblick über den deutschen und internationalen Bioenergie- markt**

### **I.1: Der Markt für Bioenergie 2014**

RHENA KRÖGER, JOSEF LANGENBERG, WELF GUENTHER-LÜBBERS, CHRISTIAN SCHAPER und  
LUDWIG THEUVSEN

*Dieser Beitrag ist veröffentlicht in der wissenschaftlichen Zeitschrift „German Journal of  
Agricultural Economics“, Volume 64 (2015), Supplement: S. 71-90.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	17
2	Relevanz der erneuerbaren Energien im Energiemix.....	18
3	Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland.....	21
3.1	Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion.....	21
3.2	Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen.....	22
3.3	Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion .....	23
4	Energetische Verwendung von Biomasse .....	24
4.1	Entwicklung der Biogasproduktion .....	24
4.2	Entwicklung der Biokraftstoffproduktion.....	26
4.2.1	Biodieselproduktion .....	27
4.2.2	Bioethanolproduktion.....	29
4.3	Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen .....	31
5	Wirtschaftsdüngereinsatz in Biogasanlagen .....	34
	Literatur .....	41



## 1 Einleitung

Der Markt für Bioenergie ist – zumindest in Deutschland und Europa – maßgeblich durch politische Entscheidungen geprägt (z.B. ANSCHÜTZ, 2014). Die Auswirkungen der durch die europäische und die nationale Gesetzgebung geprägten Bioenergiepolitik sind bereits seit längerem Gegenstand der öffentlichen Diskussion. Beispiele für kontrovers, überwiegend jedoch kritisch diskutierte Sachverhalte sind die Auswirkungen der Bioenergieproduktion auf die Ernährungssicherheit („Tank oder Teller“), die Biodiversität und das Landschaftsbild („Vermaischung der Landschaft“) und den Strompreis, um nur einige der populärsten Argumente zu nennen (ZSCHACHE et al., 2010). Die Bioenergiepolitik befindet sich aufgrund ihres Einwirkens auf einen außerordentlich komplex verfassten Energiemarkt (SCHIFFER, 2015), ihrer erheblichen (Um-)Verteilungswirkungen, die zur Entstehung von „Gewinnern“ und „Verlierern“ der Energiewende führen (BROCKER und PENNEKAMP, 2014), sowie ihrer weitreichenden ökonomischen und ökologischen Konsequenzen, die im Vorfeld jeder Gesetzesänderung schwer zu prognostizieren sind, so dass es immer wieder zu unbeabsichtigten Steuerungswirkungen kommt, ständig im Fluss. Auch das Jahr 2014 war daher durch eine intensive gesetzgeberische Tätigkeit geprägt. Wichtige Veränderungen gingen unter anderem von der erneuten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und der Verabschiedung des Gesetzes zur Neuregelung der Förderung von Biokraftstoffen aus.

Speziell die jüngste EEG-Novellierung hatte für den Markt für Bioenergie große Bedeutung, da sie den weiteren Ausbau der für Deutschland so charakteristischen Biogasproduktion auf Basis nachwachsender Rohstoffe weitgehend zum Erliegen brachte. Leitgedanken des novellierten EEG 2014 sind die Schaffung eines verlässlichen Ausbaukorridors für erneuerbare Energien, die stärkere Konzentration der Förderung auf kosteneffiziente Technologien, die Stärkung der Marktintegration und Nachfrageorientierung der erneuerbaren Energien sowie eine breitere Verteilung der Kosten der Energiewende (BMWl, 2014c). Mit Blick auf die Biogaserzeugung sind eine weitere Vereinfachung und Absenkung der Vergütungsstruktur sowie eine technologieunabhängige Grundvergütung kennzeichnend (DBFZ, 2014a). Weitere Eckpunkte sind die Begrenzung des Anlagenzubaues auf 100 MW<sub>el</sub> pro Jahr, die Einführung einer verpflichtenden Direktvermarktung für alle Neuanlagen ab 500 kW<sub>el</sub>, bzw. ab 100 kW<sub>el</sub> ab 2016 sowie die Einführung eines Flexibilitätzuschlags. Eine besondere Förderung erfahren Güllekleinanlagen mit weniger als 75 kW<sub>el</sub> Leistung, die insbesondere für größere tierhaltende Betriebe eine Investitionsalternative darstellen (BUTHUT, 2014; RALLE, 2015).

Für das Jahr 2015 ist zu erwarten, dass sich aus der vor dem Abschluss stehenden Novellierung der Düngeverordnung Anstöße speziell für den Biogasbereich ergeben werden. Den Hintergrund bildet die Einleitung der zweiten Stufe eines Vertragsverletzungsverfahrens durch die EU-Kommission wegen ungenügender Anstrengungen Deutschlands zur Reduzierung oder Prävention der Nitratbelastung von Gewässern, speziell Grundwasserkörpern. Konkret sieht die EU-Kommission die EU-Nitratrichtlinie durch die deutsche Düngeverordnung nur



unzureichend umgesetzt. Die daraufhin durch das damalige Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz einberufene Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung hat umfassend die Wirksamkeit der gegenwärtigen Regelungen im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Düngung, die Verminderung der stofflichen Risiken, die von der Düngung ausgehen, sowie den Vollzug der Verordnung evaluiert (BLAG, 2012). Seit dem 18.12.2014 liegt ein Verordnungsentwurf des Bundesministeriums für Landwirtschaft und Ernährung vor. Sollte dieser Entwurf Gesetzeskraft erlangen, wäre die Biogasproduktion zum einen direkt von der Novellierung der Düngeverordnung betroffen, namentlich durch die Ausdehnung der Obergrenze (170 kg je ha und Jahr) für die Ausbringung von stickstoffhaltigen Wirtschaftsdüngemitteln auch auf Gärprodukte aus Biogasanlagen. Allerdings wird im vorliegenden Entwurf der nach Landesrecht zuständigen Stelle die Möglichkeit eingeräumt, unter bestimmten Bedingungen Anträge auf Ausnahmen von der genannten Beschränkung zu genehmigen (§ 6 des Referentenentwurfs). Zum anderen wird die Biogasproduktion indirekt von der Novellierung der Düngeverordnung betroffen sein, da die sich insgesamt aufgrund der vorgeschlagenen Neuregelungen abzeichnende Verschärfung der Nährstoffsituation von Betrieben mit Tierhaltung speziell in viehdichten Regionen die Frage aufwerfen wird, inwieweit die der Biogasproduktion zugeschriebenen Systemdienstleistungen (HÖHER, 2014) einen Beitrag zur Entschärfung der Nährstoffsituation leisten können. Hier wäre etwa an den Einsatz von Wirtschaftsdüngern aus Hochburgen der Nutztierhaltung in Biogasanlagen in Ackerbauregionen, die bislang nur auf Basis nachwachsender Rohstoffe betrieben werden, zu denken (vgl. Kapitel 5).

## 2 Relevanz der erneuerbaren Energien im Energiemix

Im Vergleich zum Jahr 2012 ist der deutsche Primärenergieverbrauch (PEV) 2013 leicht angestiegen (+ 2,6 %). Dabei zeigt sich, dass die erneuerbaren Energien weiter an Bedeutung gewinnen konnten. In 2013 wurde der PEV zu 79,9 % aus fossilen Energieträgern und zu 7,5 % mit Hilfe der Kernenergie gedeckt. Der Anteil der erneuerbaren Energien lag bei 11,8 %; er hat im Vergleich zum Vorjahr um 0,4 Prozentpunkte zugenommen. Der Anteil der erneuerbaren Energien ist damit inzwischen größer als der der Kernenergie und der Braunkohle (ENERGY COMMENT, 2013).

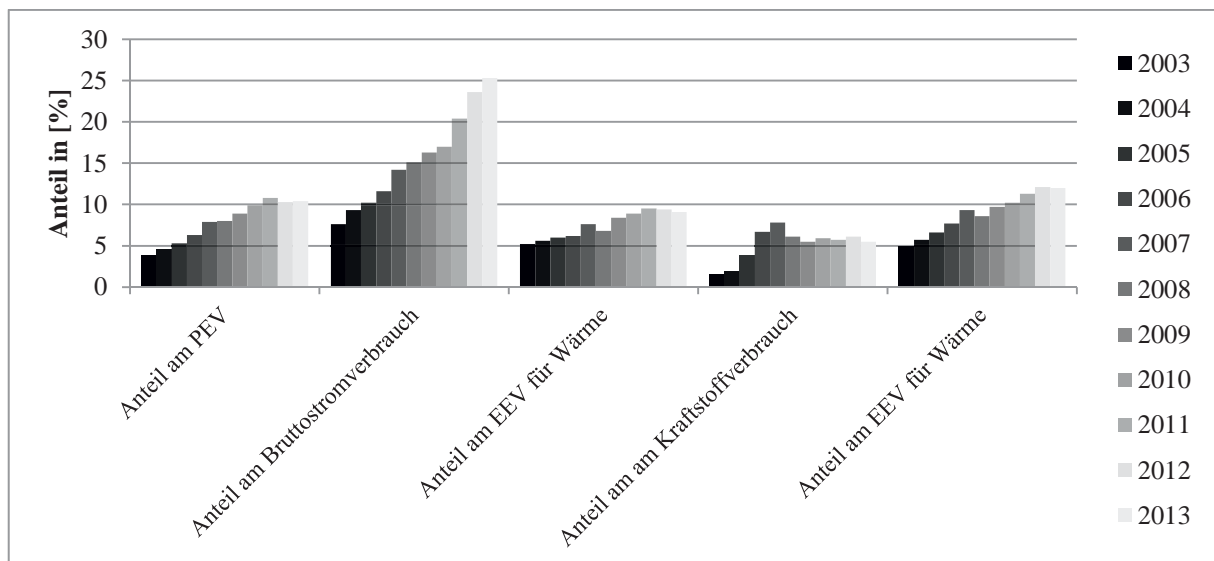
Die gesamte Endenergiebereitstellung (Strom, Wärme, Kraftstoffe) aus erneuerbaren Energien ist im vergangenen Jahr leicht auf 319,6 TWh (2012: 309,9 TWh) angestiegen (BMW, 2014a). Aufgrund des witterungsbedingt gegenüber dem Vorjahr gewachsenen Verbrauchs verharrte der Anteil der Erneuerbaren am gesamten Endenergieverbrauch bei 12,3 % (AGEE-STAT, 2014). Um das von der Bundesregierung gesteckte Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch bis 2020 auf 18 % zu erhöhen, zu erreichen, ist daher ein weiterer Ausbau notwendig. Dabei kommt der Bioenergie aufgrund ihrer großen Flexibilität (Bereitstellung von Strom, Kraftstoff und Wärme) sowie ihrer vergleichsweise guten Speicher-



und Dosierbarkeit eine besondere Rolle zu. In der Bereitstellung grundlastfähigen Stroms beispielsweise wird eine wesentliche Systemdienstleistung der Biogasproduktion gesehen (HÖHER, 2014).

Der Endenergieverbrauch schlüsselt sich in Strom-, Wärme- und Kraftstoffverbrauch auf. Den größten Anteil im deutschen Strommix machten 2014 die erneuerbaren Energien mit knapp 26 % aus (2013: 25,3 %; 2012: 23,6 %; Ziel 2020: 35 %). Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien ist 2013 um 4,6 TWh auf 134,4 TWh angestiegen (BMW I, 2014a; o.V., 2015). Aufgrund der sehr langen Heizperiode zu Beginn des Jahres war der Gesamtwärmeverbrauch 2013 höher als in den Vorjahren (AGEE-STAT, 2014) und der Anteil, der auf erneuerbare Energien entfiel, ist leicht auf 9,1 % zurückgegangen (2012: 9,4 %; Ziel 2020: 14 %). Beim Kraftstoffverbrauch ist der erneuerbare Anteil ebenfalls gesunken und lag 2013 bei 5,5 % (2012: 6,1 %; Ziel 2020: 10 %). Die zunehmende Bedeutung der erneuerbaren Energien ließ sich in den vergangenen Jahren vor allem im Strom- und im Wärmebereich erkennen (**Abbildung 1**). Dank dieser Entwicklung konnten 2013 bereits 149,6 Mio. t CO<sub>2</sub> eingespart werden. Dabei entfielen rund 71,4 % auf die Stromerzeugung, 24,3 % auf die Wärmebereitstellung und 4,4 % auf die Biokraftstoffe (BMW I, 2014a).

**Abbildung 1: Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland**

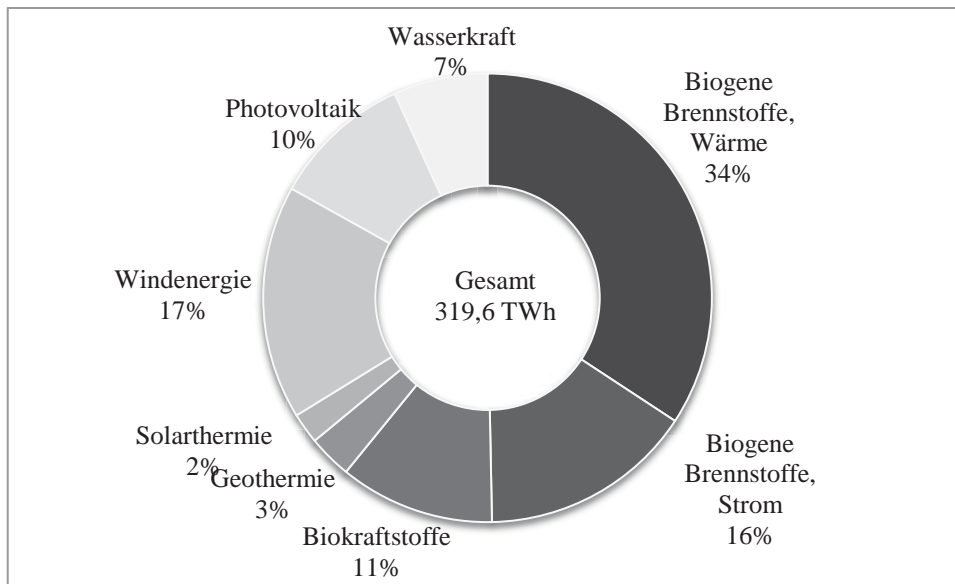


Stand: August 2014

Quelle: Eigene Darstellung nach BMW I (2014a)

Von den 319,6 TWh, die erneuerbare Energien 2013 zum Endenergieverbrauch beisteuerten, entfielen rund 61 % (186,5 tWh; 2012: 205,5 TWh) auf die Nutzung von Biomasse (**Abbildung 2**). Bei der Stromerzeugung (150,9 TWh) rangieren Windkraft (51,7 TWh), Biomasse (inklusive biogener Anteil des Abfalls; 45,5 TWh) und Wasserkraft (20,8 TWh) auf den ersten Plätzen. Im Bereich der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (134,4 TWh) entfallen rund 86,7 % auf die Biomassennutzung (BMW I, 2014a).

**Abbildung 2: Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland 2013**



Stand: August 2014

Quelle: BMWi (2014a)

Die erneuerbaren Energien haben sich in Deutschland zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor entwickelt. Im Jahr 2013 wurden rund 16,3 Mrd. € in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Aufgrund des deutlich gebremsten Ausbaus der Photovoltaik war dies ein Rückgang um knapp 20 % gegenüber dem Vorjahr (20,2 Mrd. €). Im Zuge dieser Entwicklung haben sich auch die Investitionsschwerpunkte verschoben. Machte die Photovoltaik in den Vorjahren noch jeweils deutlich mehr als die Hälfte der Gesamtinvestitionen aus, so war es 2013 gerade noch rund ein Viertel. Auf die Windenergie entfällt nunmehr mit 43 % der mit Abstand größte Anteil. Weiter angestiegen sind hingegen die Umsätze aus dem Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Diese Umsätze machten im Jahr 2013 insgesamt 15,2 Mrd. € aus, was einer Steigerung von rund 6 % gegenüber dem Vorjahr (14,3 Mrd. €) entsprach (BMWi, 2014b).

Der gebremste Photovoltaikausbau hatte auch personelle Konsequenzen. So sank die Anzahl der Arbeitsplätze in diesem Bereich 2013 um rund 44 000 auf 56 000 Arbeitsplätze. Diese Arbeitsplatzverluste konnten nur teilweise durch einen Zuwachs im Bereich der Windenergie kompensiert werden. Insgesamt nahm die Anzahl an Beschäftigten im Bereich erneuerbarer Energien im Vergleich zum Vorjahr um 7 % auf 371 400 ab. Die weiteren Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt hängen wesentlich von der zukünftigen Ausgestaltung des EEG ab. Grundsätzlich wird ferner eine verstärkte Ausrichtung auf ausländische Märkte erwartet (AEE, 2014a; AGRAR EUROPE, 2014).

Weltweit gewannen die erneuerbaren Energien vor allem in der Stromproduktion weiter an Bedeutung; die Erzeugungskapazität konnte 2013 im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 8 % auf rund 1 560 GW ausgebaut werden; davon entfallen 1 000 GW (+ 4 % zu 2012) auf die



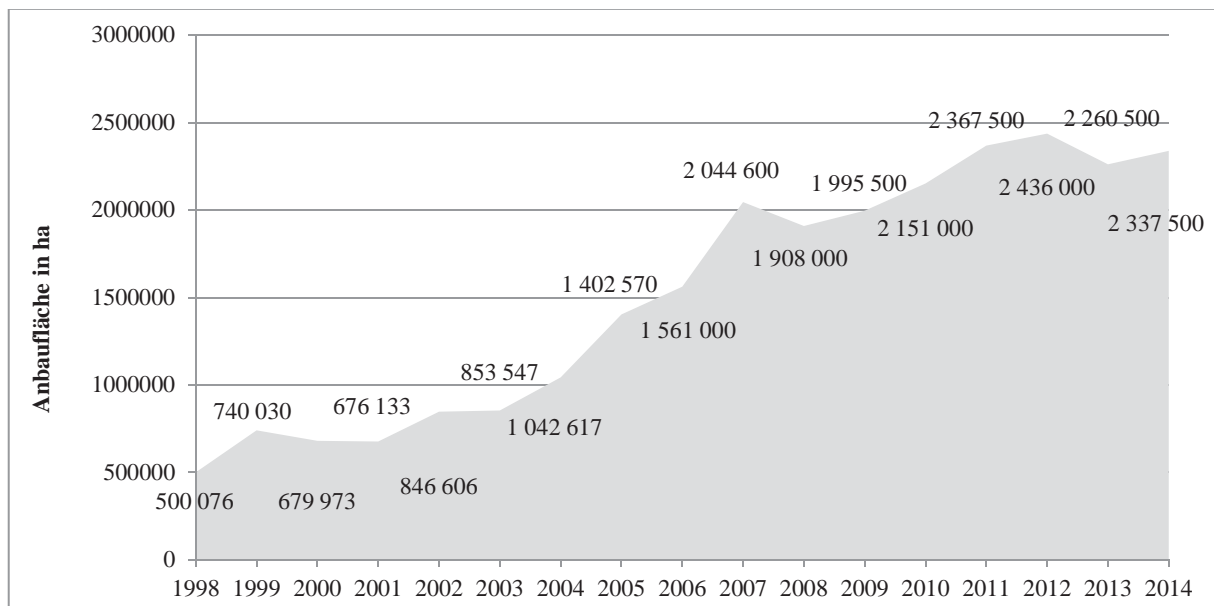
Wasserkraft, rund 318 GW auf die Windkraft, 139 GW auf Solar und 88 GW aus Biomasse. Für die Zukunft wird global ein fortgesetzter Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromproduktion prognostiziert. Liegt der Anteil der erneuerbaren Energien in China derzeit bei 9,2 %, lautet das Ausbauziel für 2020 15 %. Für Frankreich wird ein Ausbau von derzeit 13,7 % auf 23 % in 2020 und für die EU von derzeit 14,1 % auf 20 % erwartet. Die Investitionen in erneuerbare Energien waren 2013 rückläufig (214 Mrd. US \$; 2012: 294 Mrd. US \$). Gründe dafür waren u.a. Unsicherheiten bezüglich der Politikgestaltung in Europa und den USA, rückläufige Subventionen in einigen Ländern sowie gesunkene Technologiekosten (AEE, 2014a; REN21, 2014).

### 3 Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland

#### 3.1 Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion

Die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe belief sich im Jahr 2014 nach ersten Schätzungen auf 2 337 500 ha (FNR, 2014a). Auf 14 % der 16,7 Mio. ha landwirtschaftlich genutzten Flächen in Deutschland wurden demnach nachwachsende Rohstoffe produziert. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wurde somit wieder leicht ausgeweitet, nachdem er 2013 (2 260 500 ha) rückläufig war. Der Spitzenwert des Jahres 2012 (2 436 000 ha) wurde jedoch nicht erreicht, wie in Abbildung 3 zu erkennen ist.

**Abbildung 3: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**



Anbaufläche für 2014 geschätzt

Quelle: FNR (2014a)

Den flächenmäßig größten Anteil (54,3 %) unter den nachwachsenden Rohstoffen nehmen mit 1 268 000 ha die Energiepflanzen für die Biogasproduktion ein (**Tabelle 1**); davon entfallen 900 000 ha auf den Anbau von Maispflanzen. Auf über einem Drittel der deutschen Maisanbaufläche wird mittlerweile Biomasse zur Energiegewinnung produziert (FNR,





2014b), weshalb Raps nach Jahren an der Spitze nur noch die am zweithäufigsten angebaute Energie- bzw. Industriepflanze ist. Dies ist jedoch nicht nur auf die Ausdehnung der Anbaufläche für Energiemais, sondern auch auf den aufgrund der Besteuerung von Biodiesel und Pflanzenöl in den letzten Jahren zu beobachtenden Rückgang des Rapsanbaus zurückzuführen (AMMERMANN und MENGEL, 2011; GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014b).

Die Anbaufläche von Industriepflanzen zur stofflichen Nutzung hat seit 2010 in kleinen Schritten stetig abgenommen. Für das Jahr 2014 wurde ein Anbauumfang von 263 500 ha erwartet; die auf dieser Fläche angebauten Pflanzen wurden zum Großteil für die Produktion von technischem Rapsöl (129 500 ha) und Industriestärke (100 500 ha) eingesetzt. Die Industriepflanzen machen in Deutschland inzwischen nur noch 11,3 % der Produktion nachwachsender Rohstoffe aus.

**Tabelle 1: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (ha)**

Rohstoff	2010	2011	2012	2013	2014*	Anteil an NawaRo-Fläche 2014* (%)	
Energiepflanzen	Raps für Biodiesel/Pflanzenöl	940 000	910 000	786 000	557 000	629 000	26,91
	Zucker/Stärke für Bioethanol	240 000	240 000	201 000	173 000	168 000	7,19
	Pflanzen für Biogas	650 000	900 000	1 158 000	1 250 000	1 268 000	54,25
	Sonstiges (u.a. Agrarholz, Miscanthus)	4 000	6 000	10 500	9 000	9 000	0,39
	<b>Energiepflanzen insgesamt</b>	<b>1 834 000</b>	<b>2 056 000</b>	<b>2 155 500</b>	<b>1 989 000</b>	<b>2 074 000</b>	<b>88,73</b>
Industriepflanzen	Industriestärke	160 000	160 000	121 500	101 500	100 500	4,30
	Industriezucker	10 000	10 000	10 000	10 500	10 500	0,45
	technisches Rapsöl	125 000	120 000	127 000	136 500	129 500	5,54
	technisches Sonnenblumenöl	8 500	8 500	7 500	7 000	7 000	0,30
	technisches Leinöl	2 500	2 500	4 000	3 500	3 500	0,15
	Pflanzenfaser	1 000	500	500	500	500	0,02
	Arznei- und Farbstoffe	10 000	10 000	10 000	12 000	12 000	0,51
	<b>Industriepflanzen insgesamt</b>	<b>317 000</b>	<b>311 500</b>	<b>280 500</b>	<b>271 500</b>	<b>263 500</b>	<b>11,27</b>
<b>NawaRo insgesamt</b>	<b>2 151 000</b>	<b>2 367 500</b>	<b>2 436 000</b>	<b>2 260 500</b>	<b>2 337 500</b>	<b>100,00</b>	

\*vorläufige Schätzung

Quelle: FNR, 2014a

### 3.2 Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen

Biogene Reststoffe (z.B. Wald-, Industrierestholz) und Abfälle (z.B. Grünabfälle) fallen bei anderweitiger Nutzung von Biomasse an. Sie bilden neben den Energiepflanzen eine wichtige Grundlage für die Energieproduktion aus Biomasse. Neben tierischen Exkrementen und Nebenprodukten der Lebensmittelproduktion werden in Deutschland unter anderem Klärschlamm, Grünabfälle, organische Haushaltsabfälle, Stroh und andere Erntereste sowie Alt- und Restholz zur Produktion von Strom und Wärme eingesetzt (BUNZEL et al., 2011; MÜH-



LENHOFF, 2013). Eine Umwandlung der Abfälle in Biokraftstoff ist ebenfalls möglich, gilt aber aufgrund der Stoffheterogenität als technisch anspruchsvoll und kostenintensiv (KERN und SPRICK, 2012).

Über 60 % des in Deutschland zur Verfügung stehenden Reststoffpotentials werden mittlerweile energetisch genutzt. Der Großteil davon entfällt auf diverse Formen von Energieholz, die verbrannt werden; nur ein vergleichsweise kleiner Teil der biogenen Reststoffe und Abfälle wird in Biogasanlagen anaerob vergoren (DROSSART und MÜHLENHOFF, 2013). Die zur Verfügung stehenden Potenziale an biogenen Reststoffen werden bislang in sehr unterschiedlichem Maße genutzt. Das Potential an Altholz ist mittlerweile weitgehend erschlossen, während tierische Fette aufgrund gesetzlicher Bestimmungen gar nicht eingesetzt werden. Im Bereich der tierischen Exkremente werden nur 10 bis 20 % des hohen zur Verfügung stehenden Potentials von jährlich 88 Petajoule (ca. 24,5 Mrd. kWh) ausgeschöpft. Das liegt an relativ hohen Investitionskosten gerade für kleinere Biogasanlagen, der aufwendigen Logistik sowie einer vergleichsweise geringen Akzeptanz etwa auf Seiten der Biogasanlagenbetreiber (KRÖGER und THEUVSEN, 2013; KRÖGER et al., 2014; KRÖGER und THEUVSEN, 2014). Regional ist die Intensität der Nutzung tierischer Exkremente zur Energiegewinnung sehr unterschiedlich (BRÄSEL, 2013). Aktuell gehen Überlegungen dahin, tierische Exkremente aus viehdichten Regionen verstärkt in Biogasanlagen in Ackerbauregionen zu nutzen (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014a).

Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern und Grünabfällen zur energetischen Verwendung ist mit erheblichen ökologischen Vorteilen, speziell durch Minderung der Emissionen klimarelevanter Gase, verbunden (WEGENER, 2006), während die Nutzung anderer Reststoffe auch negative Effekte mit sich bringen kann. Die Entnahme von Stroh und Restholz beispielsweise erfordert auch die Beachtung boden- bzw. waldökologischer Gesichtspunkte (MANTAU, 2012; MÜHLENHOFF, 2013).

### **3.3 Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion**

Deutschland verfügt über eine Waldfläche von 11 Mio. ha; dies sind 31 % der Gesamtfläche. Den größten Anteil daran hat mit 44 % (ca. 4,8 Mio. ha) der Privatwald; 34 % des Waldes befinden sich im Besitz von Bund und Ländern und die übrigen 22 % sind Körperschaftswald im Eigentum von Kommunen und Städten. Der jährliche Holzeinschlag überschreitet in Deutschland seit fast 200 Jahren nicht den Zuwachs, so dass das Grundprinzip der Nachhaltigkeit eingehalten wird. Zudem ist die deutsche Waldfläche seit 1992 durchschnittlich um 176 km<sup>2</sup> pro Jahr gewachsen. Der jährliche Zuwachsüberschuss (Differenz zwischen Holzzuwachs und Holzeinschlag) beträgt in Deutschland ca. 7,7 Mio. m<sup>3</sup>, wobei der größte Teil dieses Überschusses (5,6 Mio. m<sup>3</sup>) im Privatwald auf Flächen, die kleiner als 20 ha sind, zu finden ist (AEE, 2013; DROSSART und MÜHLENHOFF, 2013).

Holz wird in Deutschland energetisch für die Wärme- und die Stromproduktion genutzt, wobei seine Bedeutung zur Wärmeversorgung wesentlich höher ist. Zur Strom- und Wärmeproduktion



duktion aus Holz wird überwiegend Restholz eingesetzt, das bei der Ernte und Verarbeitung anfällt, wohingegen das Stammholz größten Teils stofflich – beispielsweise in der Möbeldindustrie oder als Bauholz – verwendet wird. 2012 wurden 2 % (12,5 Mrd. kWh) des gesamten Stroms (625 Mrd. kWh) auf der Grundlage von Holz produziert, während die erneuerbaren Energien seinerzeit insgesamt einen Anteil an der Stromerzeugung von 22 % (136 Mrd. kWh) hatten. Die Wärmeversorgung basierte im gleichen Jahr zu 7,8 % (107,5 Mrd. kWh) auf Holz. Insgesamt hatten die erneuerbaren Energien einen Anteil von 10,2 % (140,4 Mrd. kWh) an der gesamten Wärmeproduktion (1 375 Mrd. kWh). Holz hatte damit den weitaus größten Anteil (76,5 %) an der Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energien (DBFZ, 2013a).

Insgesamt wird in ungefähr einem Viertel der deutschen Haushalte mit Holz geheizt, die damit das meiste Energieholz verbrauchen. Meist wird das Holz dazu in einer der rund 15 Mio. Einzelraumfeuerstätten, etwa Kaminen und Kachelöfen, verheizt. Der Einsatz von Holzcentralheizungen wie Scheitholz-, Hackschnitzel- und Holzpellettheizungen hat in den letzten Jahren zwar zugenommen, doch liegt ihre Gesamtzahl mit ca. 900 000 noch auf einem relativ niedrigen Niveau (STATISTA, 2014). Über die Verfeuerung in deutschen Haushalten hinaus wird Energieholz auch in Holzheizungen von Gewerbe- und Industriebetrieben sowie in Holzkraftwerken eingesetzt. Holzkraftwerke produzieren durch die Kraft-Wärme-Kopplung thermische und elektrische Energie (BMELV, 2009; DROSSART und MÜHLENHOFF, 2013).

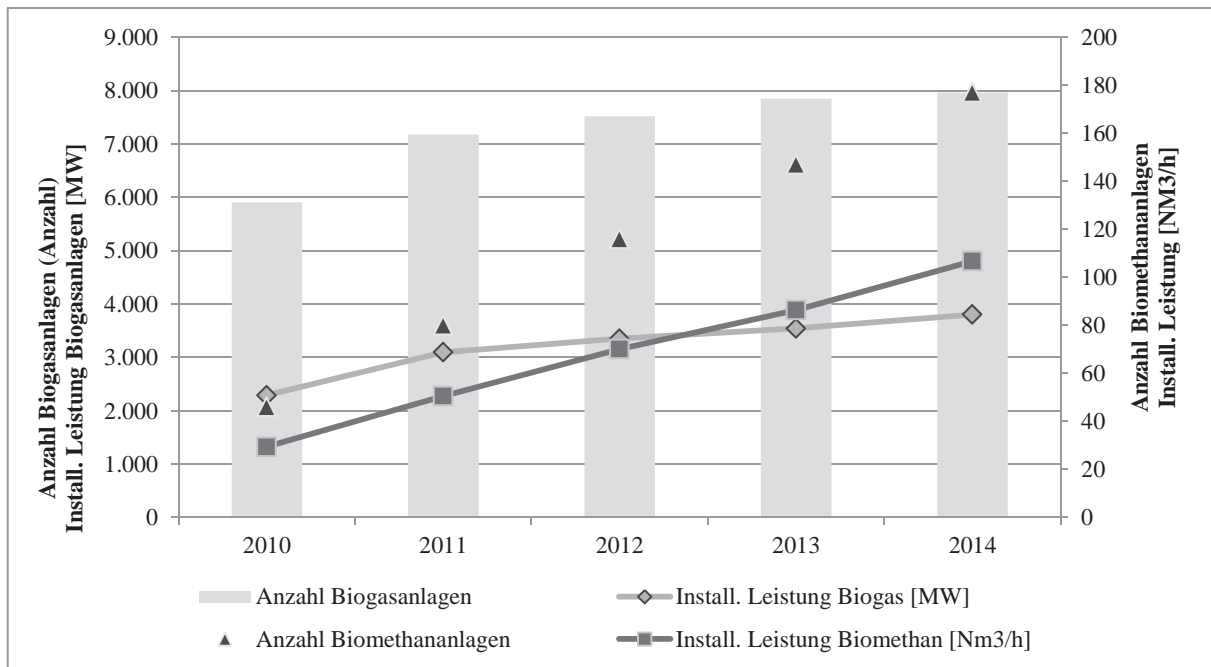
## **4 Energetische Verwendung von Biomasse**

### **4.1 Entwicklung der Biogasproduktion**

Ende 2013 waren bundesweit 7 850 Biogasanlagen am Netz; darunter befanden sich 147 Biomethananlagen (Abbildung 4). Aufgrund der jüngsten Novellierung des EEG wurde für 2014 nur ein Zubau von rund 110 Biogasanlagen, davon 30 Biomethananlagen, erwartet. Dies ist ein deutlicher Rückgang gegenüber den Vorjahren (Abbildung 5). Die installierte Leistung der Biogasanlagen ist entsprechend nur geringfügig auf 3 804 MW<sub>el</sub> angestiegen. Aufgrund der Novellierung des EEG im Jahr 2014 ist für die Zukunft eine weitere Stagnation des Anlagenzubaus zu erwarten (FNR, 2014c; FvB, 2014a). Im Jahr 2013 stammten rund 4,6 % des deutschen Stroms aus Biogasanlagen (BMWl, 2014a). Dies reichte nach Einschätzungen von Experten aus, um ca. 7,5 Mio. Haushalte zu versorgen und 16,8 Mio. t CO<sub>2</sub> einzusparen. Insgesamt waren 2013 rund 41 000 Personen in der Biogasbranche beschäftigt (FvB, 2014a).

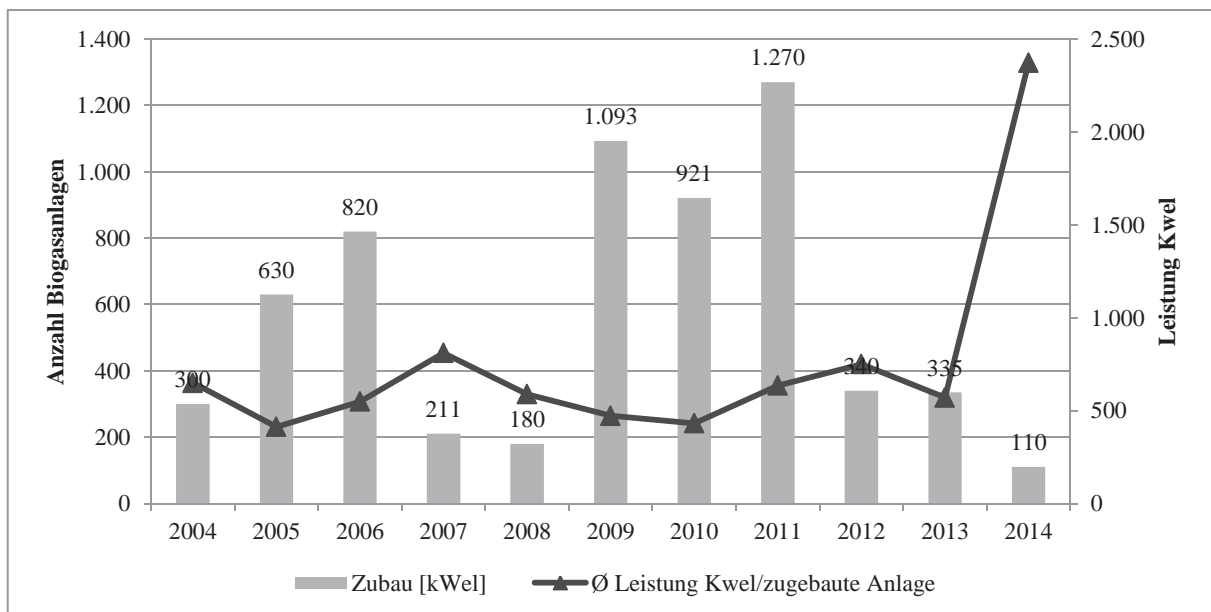


**Abbildung 4: Entwicklung der Zahl der Biogas- und Biomethananlagen mit installierter Leistung**



Quelle: Eigene Darstellung nach FvB (2014a) und FNR (2014c)

**Abbildung 5: Entwicklung der Zahl und der durchschnittlichen Größe neu errichteter Biogasanlagen in Deutschland**



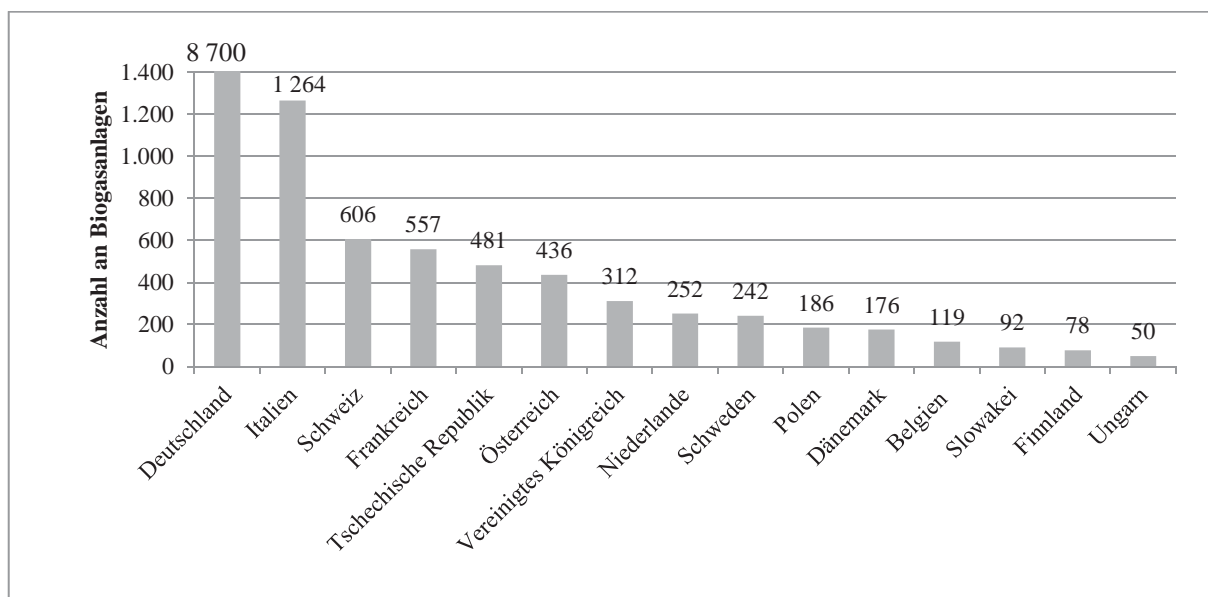
Quelle: Eigene Berechnungen nach FvB (2014a)

Die regionale Verteilung der Biogasanlagen hat sich in den vergangenen Jahren kaum verändert. Die meisten Anlagen waren Ende 2013 weiterhin in Bayern (2 330) zu finden, gefolgt von Niedersachsen (1 480) und Baden-Württemberg (858). Eine andere Reihenfolge ergibt sich bei Betrachtung der durchschnittlichen Anlagengröße. Hier ist Mecklenburg-Vorpommern (696 kW<sub>el</sub>/Anlage) Spitzenreiter vor Brandenburg (600 kW<sub>el</sub>/Anlage) und Sachsen-Anhalt (568 kW<sub>el</sub>/Anlage) (FvB, 2014a).

Der geringe Zubau an Biogasanlagen im Inland seit dem Jahr 2012 sowie die ungünstigen Aussichten für die Zukunft haben dazu geführt, dass immer mehr Biogasanlagenbauer ihr Augenmerk auf die internationalen Märkte richten. Dabei wird vor allem die Expansion in die Länder vorangetrieben, in denen ein erheblicher Zubau von Biogasanlagen erwartet wird. Große Potentiale werden in Osteuropa, Nordamerika und Asien, aber seit der Vereinfachung der Genehmigungsverfahren im Jahr 2011 auch in Frankreich und Polen gesehen (DBFZ, 2014a).

Nach Angaben der European Biogas Association (EBA, 2014) gab es im Jahr 2012 europaweit insgesamt rund 13 800 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 7 400 MW<sub>el</sub> (**Abbildung 6**). Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu Deutschland im Ausland die Mehrheit der Biogasanlagen als Biomethaneinspeiseanlagen betrieben wird (DANY, 2013).

**Abbildung 6: Anzahl der Biogasanlagen in Europa 2012 (Deutschland: anderer Maßstab)**



Quelle: Eigene Darstellung nach EBA (2014)

## 4.2 Entwicklung der Biokraftstoffproduktion

2013 wurden in Deutschland rd. 54 Mio. t Kraftstoffe (2012: 53 Mio. t) verbraucht. Biogene Kraftstoffe hatten daran einen Anteil von 3,45 Mio. t; gegenüber 2012 (3,8 Mio. t) bedeutet dies einen Rückgang um rund 9 %. Biodiesel ist mit einem Anteil von 51,4 % (1,772 Mio. t) weiterhin der wichtigste Biokraftstoff in Deutschland, gefolgt von Bioethanol mit rund 1,2 Mio. t (35 %). Pflanzenöl (ca. 1 000 t) hat seine zwischenzeitlich erlangte Bedeutung als Kraftstoff weitgehend wieder eingebüßt (FNR, 2014d). Ein Ausbau der Biokraftstoffproduktion wäre angesichts nur teilweise ausgelasteter Produktionskapazitäten – bei Biodiesel zum Beispiel betrug die Auslastung 2013 nur knapp 66 % (FNR, 2014d) – jederzeit möglich, ist aber unter den gegenwärtigen politischen Rahmenbedingungen (u.a. der geltenden Biokraft-



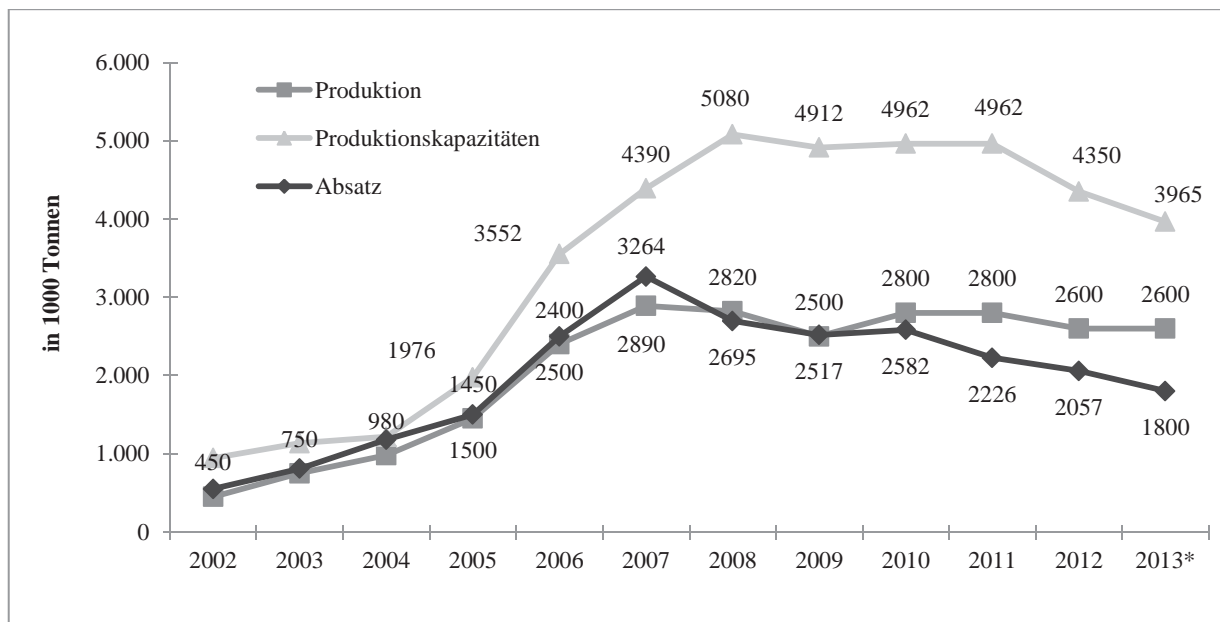
stoffquote) nicht zu erwarten (AEE, 2014b; SCHMITZ, 2012). Der Umsatz aus dem Betrieb von Biokraftstoffanlagen belief sich im Jahr 2013 auf rd. 3,7 Mrd. €; dies waren 24,3 % der mit erneuerbare Energien-Anlagen erzielten Umsätze (FNR, 2014d). Insgesamt waren in der Biokraftstoffbranche zuletzt 25 600 Personen beschäftigt (O’SULLIVAN et al., 2014).

Zu einer Stabilisierung der zuletzt mit Absatzeinbrüchen konfrontierten deutschen Biokraftstoffbranche wird das im Oktober 2014 verabschiedete Gesetz zur Neuregelung der Förderung von Biokraftstoffen beitragen. Es verpflichtet die Mineralölindustrie ab 2015 dazu, den Treibhausgasausstoß von Benzin und Diesel durch den Einsatz von Biokraftstoffen um mindestens 3,5 % zu verringern (AEE, 2014b). Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Mineralölunternehmen den Anteil an Biokraftstoffen erhöhen müssen. Der Preis von Biokraftstoffen wird in der Folge ab 2015 wesentlich durch ihr Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beeinflusst werden, so dass die Biokraftstoffhersteller zukünftig stärker im Wettbewerb miteinander stehen werden (VDB, 2014c).

Laut Prognose des International Grains Council (IGC) stehen aufgrund guter Ernten im Wirtschaftsjahr 2014/15 weltweit rund 153 Mio. t Getreide für die Biokraftstoffproduktion zur Verfügung. Der Anteil von Biokraftstoffen an der Nutzung der Weltgetreideernte bleibt mit rd. 6 % weitgehend konstant (AEE, 2014c). Für die Zukunft rechnen Branchenexperten unter anderem aufgrund unklarer politischer Vorgaben, steigender Nachhaltigkeitsanforderungen, günstiger Importe (so z.B. 2012 von Biodiesel aus Indonesien und Argentinien), eines sinkenden Kraftstoffbedarfs sowie einer insgesamt mangelnden Rentabilität der Anlagen mit einer Stagnation oder sogar einem weiteren Rückgang der Biokraftstoffproduktion in Europa (F.O. LICHT, 2013a, 2013b; EUROSERVER, 2013). Mit Blick auf die weltweite Produktion von Biokraftstoffen wird trotz steigender Unsicherheiten bezüglich der Biokraftstoffpolitiken, ungewisser makroökonomischer Rahmenbedingungen sowie des Rückgangs der Rohölpreise mit einem deutlichen Wachstum der Biokraftstoffproduktion gerechnet. Bis 2020 sollen 12 % des Futtergetreides und 33 % der Weltzuckerproduktion für die Ethanolherstellung bereitgestellt sowie rd. 16 % der pflanzlichen Öle für die Biodieselproduktion verwendet werden (SCHMITZ, 2012).

#### **4.2.1 Biodieselproduktion**

In 2013 betrug die Biodieselproduktion in Deutschland – wie bereits 2012 – 2,6 Mio. t; sie lag damit deutlich unter dem Niveau von 2011 mit 2,8 Mio. t. Gleichzeitig verringerten sich die Produktionskapazitäten weiter von 4,4 Mio. t in 2012 auf knapp 4 Mio. t in 2013. Der Absatz sank weiter von rd. 2 Mio. t (2012) auf knapp 1,8 Mio. t in 2013 (FNR, 2014d; VDB, 2014a) (**Abbildung 7**).

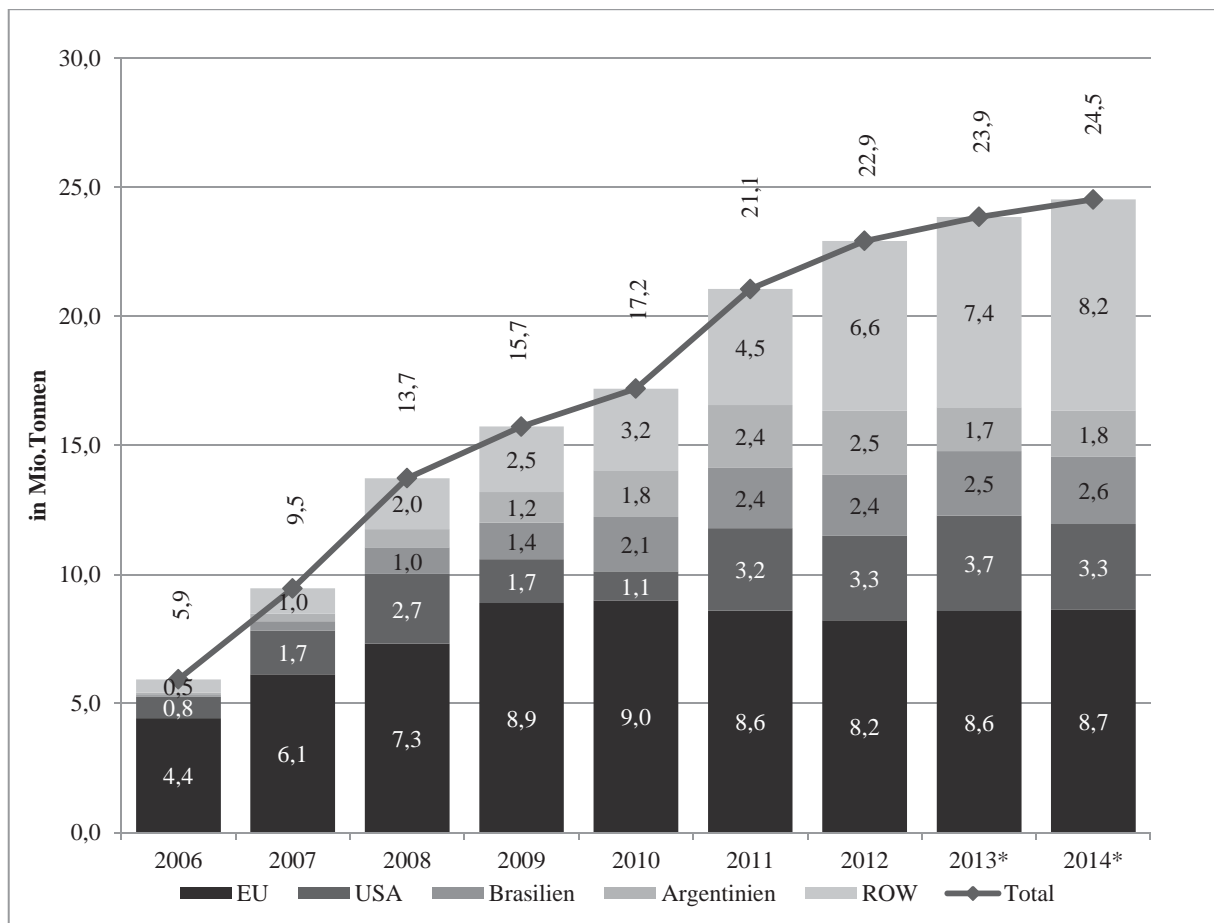
**Abbildung 7: Biodiesel: Produktionskapazitäten, Produktion und Absatz in Deutschland**

\* vorläufige Schätzungen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an FNR (2014d)

In Europa konnte einschließlich hydrierter Pflanzenöle (hydrotreated vegetable oils; HVO) ein Anstieg der Biodieselproduktion von rd. 8,6 Mio. t (2012) auf 9,2 Mio. t (2013) und damit insgesamt eine Stabilisierung der Branche beobachtet werden (UFOP, 2014; EUROSERVER, 2014; F.O. LICHT, 2013b). Führend in der europäischen Biodieselproduktion waren 2013 nach wie vor Deutschland (2,7 Mio. t), Frankreich (1,8 Mio. t), Polen, Spanien und die Niederlande (je 0,6 Mio. t) sowie Italien (0,5 Mio. t). Aktuell liegen die Produktionskapazitäten für Biodiesel in der EU bei etwa 20,4 Mio. t; sie sind im Vergleich zum Vorjahr (23,6 Mio. t) weiter gesunken (UFOP, 2014).

Weltweit stieg 2013 die Biodiesel- einschließlich der HVO-Produktion um weitere 4 % von 22,9 auf 23,9 Mio. t (Abbildung 8). Neben der EU mit einer Produktionsmenge von 8,6 Mio. t waren 2013 die USA mit 3,7 Mio. t (2012: 3,3 Mio. t), Brasilien mit 2,5 Mio. t (2012: 2,4 Mio. t), Argentinien mit 1,7 Mio. t (2012: 2,5 Mio. t) und Indonesien mit 1,7 Mio. t (2012: 1,6 Mio. t) die größten Biodieselproduzenten (F.O. LICHT, 2013a). Ein erheblicher Teil der argentinischen und der indonesischen Produktion wird dabei in die EU exportiert, während die brasilianische Produktion fast ausschließlich für den heimischen Markt bestimmt ist (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014b). Nach ersten Schätzungen wird die weltweite Produktion von Biodiesel 2014 weiter leicht auf 24,5 Mio. t ansteigen. Die Produktion wird dabei vor allem im südostasiatischen Raum ausgebaut werden (F.O. LICHT, 2013a).


**Abbildung 8: Weltweite Biodieselproduktion (2006 bis 2014)**


\*vorläufige Schätzung inklusive HVO

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013a)

#### 4.2.2 Bioethanolproduktion

Im Jahr 2013 konnte in Deutschland die Bioethanolproduktion um 8,8 % bzw. 59 000 t auf 672 000 t ausgeweitet werden (FNR, 2014d). 2013 wurden für die Erzeugung von Bioethanol 404 952 t Futtergetreide (+12,8 %) und 267 074 t Industrierüben (+9,6 %) eingesetzt (BDBE, 2014). Die Gesamtjahreskapazität der deutschen Bioethanolanlagen liegt nach wie vor bei ca. 1,0 Mio. t (FNR, 2014d). Der Absatz belief sich in Deutschland in 2013 dagegen auf 1,2 Mio. t und ist damit um 43 000 t gesunken. Die wichtigste Verwendung von Bioethanol in Deutschland stellt die Beimischung zu Benzin für die Kraftstoffsorten E5 und E10 dar, gefolgt von der Verwendung als Benzinadditiv ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether), dessen Verbrauch von 141 676 t auf 154 480 t anstieg (+9,0 %) (BDBE, 2014; FNR, 2014d). Die Differenz zwischen Verbrauch und Produktion von Ethanol wird vorrangig durch Importe aus Frankreich, Spanien und den Niederlanden ausgeglichen (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014b). Aufgrund der Erweiterung des Spektrums der verfügbaren Ausgangsstoffe und der Erhöhung der ökologischen Nachhaltigkeit gehen Experten davon aus, dass die Ethanolproduktion in Deutschland in den nächsten Jahren weiter ausgedehnt werden wird (BDBE, 2014; EUROBSERVER, 2014; F.O. LICHT, 2013b). Trotzdem stellt sich die Situation für deutsche Hersteller

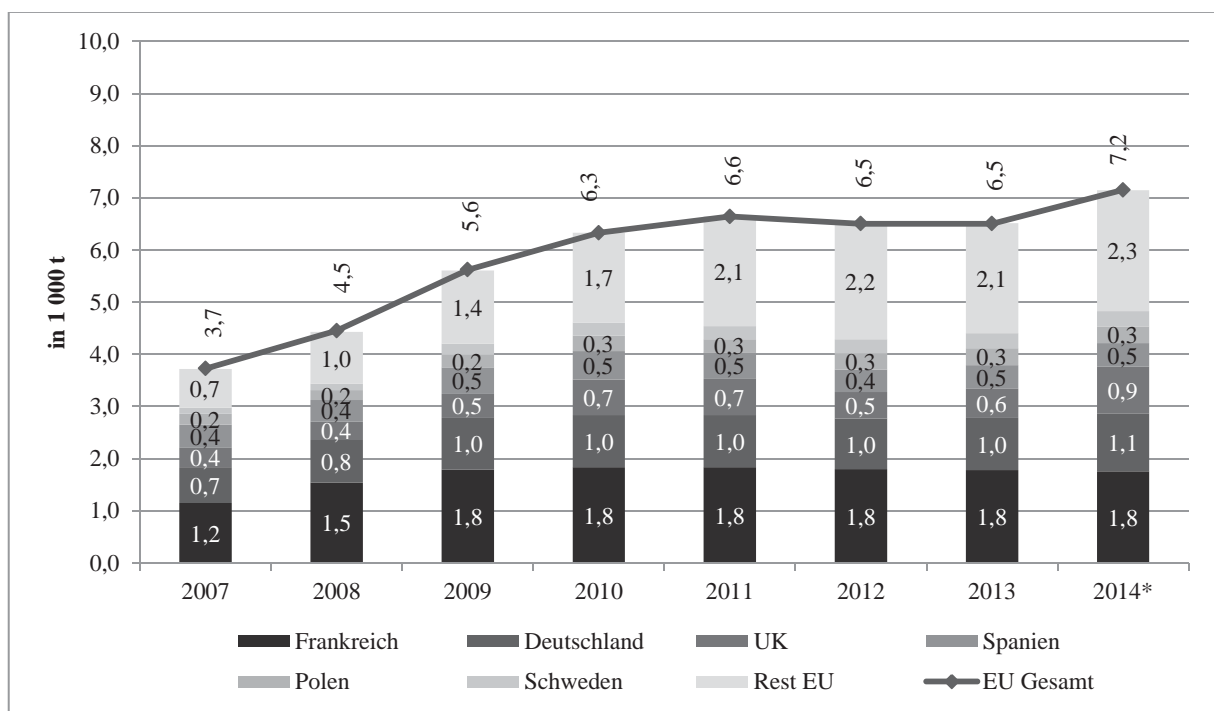




aber nach wie vor als schwierig dar. Neben zwischenzeitlich gestiegenen Kosten für Agrarrohstoffe müssen sich die Produzenten mit steigenden Importen auseinandersetzen (VDB, 2014b). Durch eine positive Entwicklung von Super E10 kann Bioethanol jedoch zukünftig weitere Marktanteile gewinnen. Aufgrund der Umstellung der Energie- auf eine Treibhausgasminderungsquote im Jahr 2015 erwarten Experten, dass sich die hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungen von Bioethanol positiv auf den Preis und die Nachfrage auswirken (BDBE, 2014).

Die Bioethanolproduktion in der EU erreichte nach ersten Prognosen im Jahr 2014 rund 7,2 Mrd. l (**Abbildung 9**). Frankreich ist mit 1,8 Mrd. l weiterhin größter Produzent vor Deutschland mit 1,1 Mrd. l, Großbritannien mit 900 Mio. l und Spanien mit 460 Mio. l. Die Ausdehnung der Produktion gegenüber 2013 (6,5 Mrd. l) ist in erster Linie auf die Entwicklung in Deutschland und Großbritannien zurückzuführen (F.O. LICHT, 2013b; EUROSERVER, 2014,2013). Insgesamt hängt die Zukunft der europäischen Ethanolproduktion – wie schon bisher – entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen ab. In seiner umfassenden Szenarioanalyse unter Berücksichtigung politischer, wirtschaftlicher, technischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen hat ANSCHÜTZ (2014) frühere Prognosen zur mittelfristigen Entwicklung des europäischen Ethanolmarktes deutlich nach unten korrigiert.

**Abbildung 9: Ethanolproduktion in der EU (2007 bis 2014)**



\*vorläufige Schätzung; Angaben gerundet

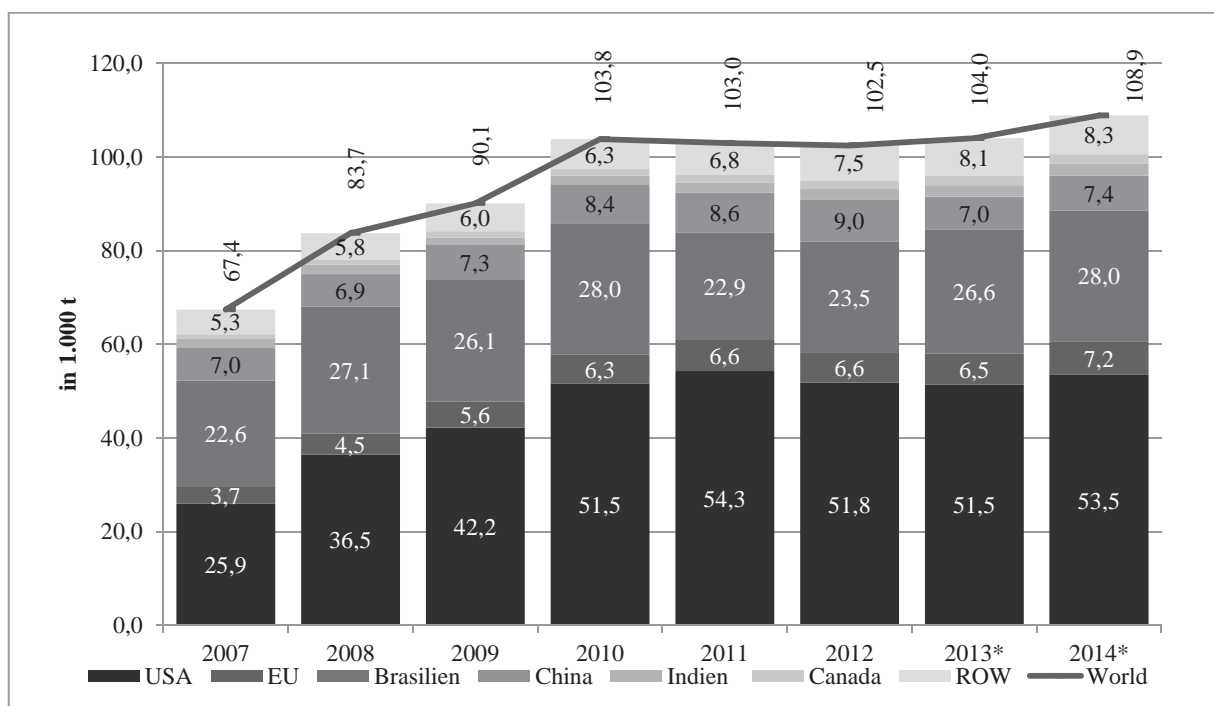
Quelle : Eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013b)

Nach zehn Jahren kontinuierlichen Wachstums stagnierte die Welt-Ethanolproduktion in den letzten vier Jahren bei Werten zwischen 102 und 109 Mrd. l (**Abbildung 10**). Führende Produzenten sind die USA mit 53,5 Mrd. l und Brasilien mit 28,0 Mrd. l. Die europäische Pro-



duktion liegt bei rd. 7,2 Mrd. l (F.O. LICHT, 2013b). Zuletzt dehnten die USA aufgrund einer lang anhaltenden Dürreperiode und zwischenzeitlich stark gestiegener Preise für Agrarrohstoffe ihre Produktion nicht weiter aus. China ist mit einer Menge von 7,4 Mrd. l (2013: 7,0 Mrd. l) mittlerweile der drittgrößte Ethanolproduzent der Welt; ferner sind im asiatischen Raum noch Indien mit 2,5 Mrd. l sowie Thailand mit 1,2 Mrd. l bedeutende Erzeugerländer. Experten attestieren dem asiatischen Markt nach wie vor die größten Wachstumspotentiale (F.O. LICHT, 2013b). Trotzdem werden laut aktuellen Prognosen bis 2020 die USA vor Brasilien größter Produzent und Nachfrager von Ethanol bleiben. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Importbedarf der USA im Prognosezeitraum ansteigen wird, während Brasilien seine Ethanolexporte weiter erhöhen wird (SCHMITZ, 2012). Allerdings wird abzuwarten bleiben, wie sich der jüngste starke Ölpreisverfall, der selbst in neuen Untersuchungen zur Entwicklung der Ethanolproduktion (z.B. ANSCHÜTZ, 2014) nicht in dieser Form berücksichtigt wurde, auswirken wird.

**Abbildung 10: Globale Ethanolproduktion (2007 bis 2014)**



\*vorläufige Schätzung; Angaben gerundet

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an F.O. LICHT (2013b)

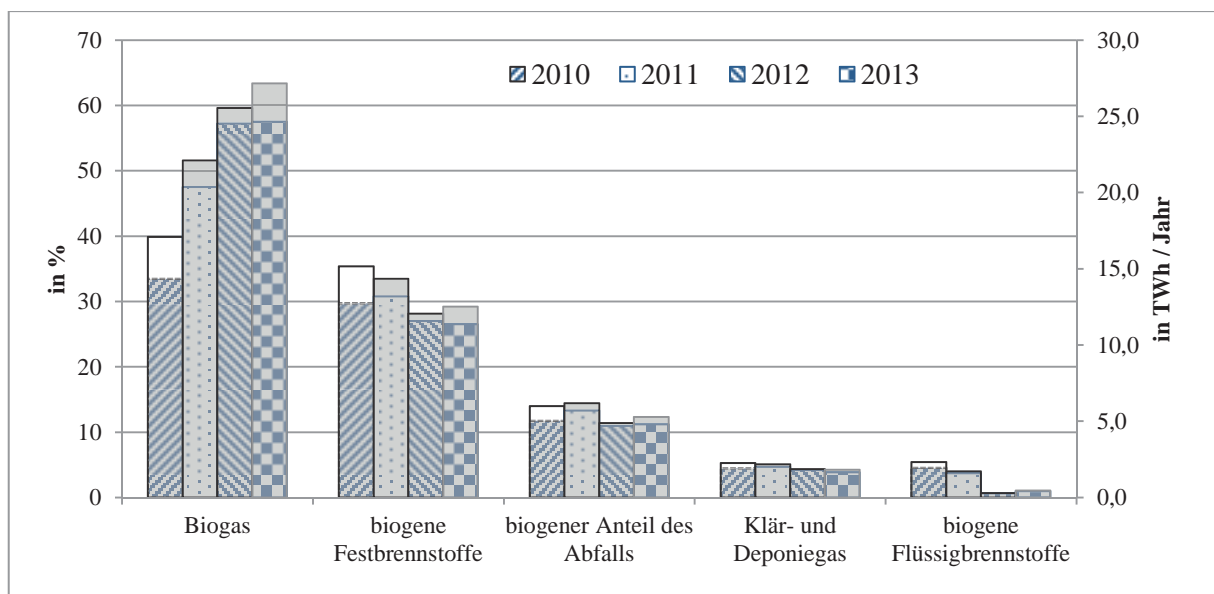
### 4.3 Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen

Als biogene Festbrennstoffe werden nicht-fossile, organische Stoffe bezeichnet, die zum Zeitpunkt der ersten energetischen Nutzung in fester Form vorhanden sind. Zu diesen Stoffen gehören feste Biomassen, etwa Holz, sowie Neben- und Restprodukte der land- und forstwirtschaftlichen Erzeugung. Auch in Industrie und Gewerbe fallen nach einer vorherigen stofflichen Nutzung zum Teil biogene feste Reststoffe an (z.B. Bau- und Verpackungsholz) (HARTMANN, 2005). Eine Klassifizierung und Einordnung der einzelnen biogenen Feststoffe erfolgt

meist nach deren Herkunft. KALTSCHMITT et al. (2009) unterscheiden zwischen holzartigen Brennstoffen, Halmgut und krautartigen Brennstoffen, Biomasse von Früchten sowie definierten und undefinierten Mischungen. Im Folgenden liegt der Fokus auf dem Rohstoff Holz, der entweder in Form von Energiehölzern auf landwirtschaftlichen Nutzflächen kultiviert wird (WOLBERT-HAVERKAMP, 2012), im Zuge der Waldbewirtschaftung gewonnen wird oder als Alt- und Restholz anfällt, sowie Halmgut und krautartiger Biomasse, die größtenteils von landwirtschaftlichen Nutzflächen stammt. Die biogenen Festbrennstoffe werden – außer in privaten Haushalten – in der Regel über ein Kraft-Wärme-Kopplungsverfahren sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung eingesetzt.

Im Jahr 2013 hatte die Stromerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen einen Anteil von 8,3 % (2012: 8,1 %; 2011: 9,2 %) an der Gesamtstrombereitstellung durch erneuerbare Energien. Nach einem deutlichen Rückgang im Vorjahr ist 2013 die Erzeugung wieder auf ca. 12,5 TWh angestiegen (**Abbildung 11**). Da nach der Novellierung des EEG 2012 deutlich weniger Biogasanlagen zugebaut wurden (FvB, 2014b), konnten die biogenen Feststoffe 2013 ihren Anteil an der Stromerzeugung aus Biomasse nach Jahren des Rückgangs bei 26,5 % stabilisieren (BMU, 2011, 2013, 2014).

**Abbildung 11: Stromerzeugung aus Biomasse in Deutschland (2010 bis 2013)**



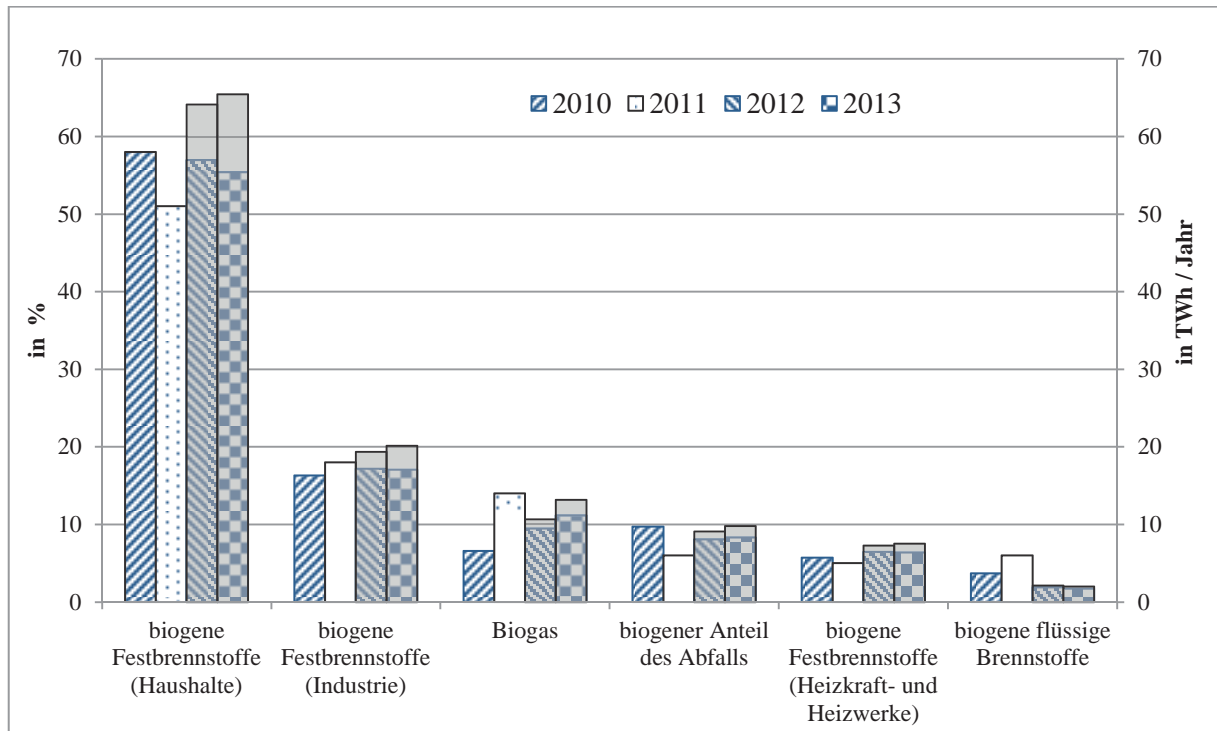
(Musterfüllung: Anteile an der Stromerzeugung aus Biomasse; blaue Füllung: produzierte Strommenge in TWh)  
Quelle: Eigene Berechnung nach BMU (2011, 2013, 2014)

Neben elektrischer Energie wird aus erneuerbaren Energiequellen auch Wärmeenergie erzeugt. Im Jahr 2013 hatten die biogenen Festbrennstoffe einen Anteil von 76,7 % an der Gesamtwärmebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen (2012: 81,1 %; 2011: 74 %) (BMU, 2013, 2014). Der weitaus größte Teil der Wärmebereitstellung aus Biomasse wie auch aus fester Biomasse erfolgt in privaten Haushalten (2013: 55,4 %; 2012: 58,8 %). Weitere 23,5 % (2012: 23,7 %) der Wärmeerzeugung entfallen auf industrielle Anlagen und dezentrale Heizkraftwerke. Insgesamt lässt sich in **Abbildung 12** erkennen, dass die prozentualen Anteile



der einzelnen Energieträger 2013 keine großen Veränderungen gegenüber 2012 aufweisen. Die bereitgestellten Wärmemengen sind leicht angestiegen; dies war hauptsächlich dem Witterungsverlauf des Jahres 2013 geschuldet (BMU, 2014).

**Abbildung 12: Wärmeerzeugung aus Biomasse in Deutschland (2010 bis 2013)**



(Musterfüllung: prozentualer Anteil an der Wärmebereitstellung aus Biomasse; blaue Füllung: bereitgestellte Wärmemenge in TWh in 2012 und 2013)

Quelle: Eigene Berechnung nach BMU (2011, 2013, 2014)

Im vergangenen Jahrzehnt ist die dezentrale Wärmeerzeugung in privaten Haushalten stark ausgebaut worden. Die Wärmebereitstellung erfolgt mit Holz-Zentralheizungen (Scheitholz-, Pellet- oder Hackschnitzelanlagen) oder in alternativen Heizanlagen wie offenen Kaminen oder Kaminöfen. Zum Ende des Jahres 2014 sollten laut DEPI (2014) alleine 368 500 Pelletkessel und Pelletkaminöfen, darunter 10 500 mit über 50 kW<sub>th</sub> Leistung, in Deutschland installiert sein. Insgesamt waren zu Beginn des Jahres 2014 deutschlandweit ca. 900 000 Biomassebrennkessel zur Wärmeerzeugung in privaten und gewerblichen Gebäuden in Betrieb; dem stehen ca. 15 Mio. Gasheizkessel und etwa 6 Mio. Ölheizkessel gegenüber (STATISTA, 2014). Die zur Wärmebereitstellung im privaten Bereich eingesetzten Holzmengen und -arten sind nur sehr schwer zu erfassen. Der Holzeinschlag findet vielfach durch Privatpersonen in Privatwäldern statt, sodass genaue Aufzeichnungen fehlen (BUNZEL et al., 2011).

Um diese Einschlagsmengen, vor allem aber auch die schwer zu erfassenden Holzvorräte in den zahlreichen kleineren Privatwäldern (<20 ha) in Deutschland besser einschätzen zu können, sind 2014 die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur veröffentlicht worden. Eine zentrale Aussage ist, dass die Kleinprivatwälder über bislang noch wenig genutzte Potentiale an Holz sowohl zur stofflichen als auch zur energetischen Nutzung verfügen. Größere private



Wälder (>20 ha) sowie Landes- und Staatsforsten werden dagegen bereits dem jährlichen Zuwachs entsprechend nachhaltig intensiv bewirtschaftet. Unter Orientierung am internationalen Holzmarkt wird dabei in erster Linie eine stoffliche Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz angestrebt; daneben steht die thermische Nutzung von Rest- und Abfallholz im Fokus (BMEL, 2014).

Im Jahr 2013 waren in Deutschland ca. 640 Biomasse(heiz)kraftwerke (2012: ca. 510 Anlagen) einschließlich thermo-chemischer Holzvergaser mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 1 537 MW<sub>el</sub> installiert. Bis zum Ende des Jahres 2014 wurde mit einem weiteren Zubau solcher Anlagen gerechnet, sodass sich dann etwa 700 Anlagen in Betrieb befinden sollten (DBFZ, 2014b). Der seit der Einführung des EEG stete Zubau derartiger Anlagen setzte sich damit fort. Während in früheren Jahren überwiegend Anlagen mit einer hohen elektrischen Leistung  $\geq 0,5$  MW<sub>el</sub> und vor allem auch  $\geq 5$  MW<sub>el</sub> errichtet worden sind und damit ein hoher jährlicher Zubau an elektrischer Leistung stattgefunden hat, sind in den Jahren 2010 bis 2014 vermehrt kleinere Anlagen  $\leq 0,5$  MW<sub>el</sub> und vor allem  $\leq 0,15$  MW<sub>el</sub> errichtet worden (DBFZ, 2013b).

Die Energieerzeugung in solchen Biomasseheizkraftwerke findet regional in sehr unterschiedlichem Maße statt. Während in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg deutlich größere Anlagen ( $\geq 1$  MW<sub>el</sub>) im Einsatz sind, werden in Bayern und Baden-Württemberg viele Anlagen mit einer geringen elektrischen Leistung betrieben (DBFZ, 2014b). Die kleineren Anlagen werden oft zur privaten Wärmeabgewinnung genutzt, während die größeren Anlagen vielfach in Verbindung zur Zellstoff- und Holzverarbeitenden Industrie stehen, um den prozessbedingten Wärmebedarf zu decken und gleichzeitig anfallende Rest- und Abfallprodukte sinnvoll zu verwerten. Weitere Großanlagen werden von lokalen Energieversorgern oder kommunalen Abfallwirtschaftsbetrieben zur Fernwärme- und Stromerzeugung betrieben, um bspw. Landschaftspflegematerial und biogene feste Abfallstoffe wirtschaftlich sinnvoll energetisch verwerten zu können.

## 5 Wirtschaftsdüngereinsatz in Biogasanlagen

Ende 2013 gab es in Deutschland rund 7 850 Biogasanlagen mit einer installierten Anlagenleistung von 3 543 MW<sub>el</sub> (FvB, 2014a). Ein Großteil der Anlagen vergärt entweder ausschließlich nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) oder NawaRo kombiniert mit Wirtschaftsdüngern. Während in viehreichen Regionen regelmäßig Wirtschaftsdünger in Form von Gülle oder Geflügelmist (Hühnertrockenkot oder Hähnchenmist) in Biogasanlagen eingesetzt werden, besteht in Ackerbauregionen der Substrateinsatz primär aus nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere Mais (KOMPETENZZENTRUM 3N, 2012). In Ackerbauregionen ist daher noch ein erhebliches Potential für den Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen zu erkennen. Die Nutzung von Wirtschaftsdüngern aus viehdichten Regionen in Biogasanlagen in Ackerbauregionen erfolgt in der Praxis jedoch nur sehr selten, obwohl dies sowohl für die viehhal-



tenden Betriebe als auch für die Biogasanlagenbetreiber eine interessante Option darstellt. Für viehhaltende Betriebe ist relevant, dass durch die Abgabe von Wirtschaftsdüngern an Biogasanlagen der betriebliche Nährstoffanfall reduziert werden kann. Auch auf regionaler Ebene könnten auf diese Weise die oftmals erheblichen Nährstoffüberschüsse (WÜSTHOLZ, 2014) reduziert werden. Durch eine Doppelnutzung der Wirtschaftsdünger – zunächst als Biogassubstrat und anschließend als Substitut für Mineraldünger – kann der Wert der Wirtschaftsdünger und deren Transportwürdigkeit gesteigert werden. Für die Biogasanlage wiederum hat der Einsatz von Wirtschaftsdüngern den Vorteil, dass beispielsweise die Kovergärung von Gülle und nachwachsenden Rohstoffen einen positiven Einfluss auf den Fermentationsprozess hat (AMON, 2003). Ferner kann möglicherweise der Güllebonus aus dem EEG 2009 aktiviert, der Flächenbedarf der Anlage gesenkt und der Bedarf an mineralischem Dünger reduziert werden.

Werden Wirtschaftsdünger erstmals in einer bis dato allein auf NawaRo-Basis betriebenen Biogasanlage eingesetzt, hat dies in der Regel weitreichende Auswirkungen. Daher wurde in einer Studie von GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a) der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in einer bestehenden, bisher nur mit nachwachsenden Rohstoffen betriebenen Biogasanlage unter rechtlichen und ökonomischen Aspekten untersucht. Um unterschiedliche Formen und Arten des Wirtschaftsdüngereinsatzes betrachten und vergleichen zu können, wurde eine Szenarioanalyse durchgeführt.

Wenn erstmalig Wirtschaftsdünger in einer Biogasanlage eingesetzt werden sollen, sind bau-, veterinär- und transportrechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Nach GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a) sind bei den baurechtlichen Anforderungen insbesondere das Baugesetzbuch (BauGB) und das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) von Bedeutung. Aus veterinärrechtlicher Sicht sind das Tierische Nebenprodukte Beseitigungsgesetz (TierNebG), das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) und damit verbunden die Bioabfallverordnung zu beachten. Abhängig davon, ob die eingesetzte Gülle als Bioabfall oder tierisches Nebenprodukt eingestuft wird, ergeben sich für die Biogasanlage unterschiedliche Konsequenzen in Bezug auf Registrierungspflicht, Lagerdauer oder Grenzwerte zur Ausbringung der Gärreste auf landwirtschaftlichen Flächen. Beim überregionalen Transport von Wirtschaftsdüngern ist die Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdüngern (WDüngV) von Bedeutung, die ergänzend zur Düngemittelverordnung (DüMV) und Düngeverordnung (DüV) einzuhalten ist.

In einer Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Umstellung einer bestehenden NawaRo-Anlage in einer Ackerbauregion, die bisher keine Wirtschaftsdünger einsetzt, diese aber aus einer viehdichten Region beziehen kann, betrachtet. Die weiteren Überlegungen gehen von folgenden Annahmen aus: Die Biogasanlage ging 2005 ans Netz und unterliegt somit dem EEG 2004. Die installierte elektrische Leistung beträgt  $2 \times 300 \text{ kW}_{\text{el}}$ , wobei angenommen wird, dass die beiden Blockheizkraftwerke als eigenständige Anlagen betrieben werden. Die



jährlich erzeugte Wärmeenergie beträgt 5 120 MWh, die erzeugte elektrische Energie 5 086 MWh. Hauptfermenter und Nächgärer umfassen 4 400 m<sup>3</sup>. Die durchschnittliche Verweilzeit beläuft sich auf 134 Tage; das Gärrestlager hat ein Volumen von 4 500 m<sup>3</sup>. Die anfallende Wärmeenergie dient zur Trocknung von Getreide, Körnermais und Scheitholz. Für die Trockenfermentation erhält die Anlage den Technologie-Bonus (TF-Bonus) nach dem EEG 2004. Der Substrateinsatz umfasst 8 040 t Maissilage, je 1 800 t Getreide-Ganzpflanzensilage und Zuckerrüben sowie 360 t Getreidekörner. Die betrachteten Szenarien sind: (1) Einsatz von flüssiger Schweinegülle, (2) Einsatz separierter Schweinegülle (Separation mittels Dekanter) sowie (3) Einsatz von Geflügelmist. Das Ziel ist es, die erzeugte Menge an Biogas, Strom und Wärme konstant zu halten. Die Wirtschaftsdüngermengen ersetzen annahmegemäß anteilig den Silomais und werden zu 33 % eingesetzt, um die Anforderungen zum Erhalt des Güllebonus – Wirtschaftsdünger müssen mindestens 30 Masseprozent ausmachen – zu erfüllen. Ferner wird angenommen, dass die Wirtschaftsdünger 150 km zur Biogasanlage transportiert werden müssen, dass bei Inkaufnahme von 50 Zwischenfahrkilometern eine Rückfracht für das Gülletransportfahrzeug zur Verfügung steht und dass die Lagerdauer für Gärreste zukünftig von sechs auf neun Monate ansteigt und diese Regelung auch für die betrachtete Anlage gilt.

Die Umstrukturierung der bestehenden Anlage im Einklang mit den getroffenen Annahmen hat Investitionen zur Folge, um die bau-, veterinär- und transportrechtlichen Anforderungen einhalten zu können. Zu nennen sind hier zusätzlicher Lagerraumbedarf für die Wirtschaftsdünger einschließlich der nötigen Elektrik, Pump- und Rührtechnik, Änderungen entlang der Gärstrecke und die Schaffung von Lagerraum für die Gärreste. Dabei zeigt sich, dass im Szenario 1 (Schweinegülle) die Investitionskosten am höchsten sind, gefolgt von Szenario 3 (Geflügelmist), Szenario 2 (separierte Schweinegülle) und der Ausgangssituation, in der Vorkehrungen für die verlängerte Lagerdauer für Gärreste geschaffen werden (Tabelle 2).

Mittels einer Leistungs-Kostenrechnung wurde von GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a) die Wirtschaftlichkeit des Wirtschaftsdüngereinsatzes für die drei Szenarien analysiert. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt nur die Veränderungen der Kosten und Leistungen, die ursächlich auf den Wirtschaftsdüngereinsatz zurückgehen. Die Leistungen ändern sich insofern, als dass der Güllebonus nach dem EEG 2009 nachträglich in Anspruch genommen werden kann, der Technologie-Bonus wegfällt und zusätzliche Gärrestmengen verkauft werden können. Auf der Kostenseite sind die veränderten Fixkosten aufgrund der getätigten Investitionen, der steigende Arbeitskraftbedarf zum Beschaffen und Einbringen der Wirtschaftsdünger und Veränderungen der Substratkosten aufgrund der neuen Zusammensetzung zu berücksichtigen.

Um die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der einzelnen Szenarien beurteilen zu können, wird als Kennzahl der kalkulatorische Gewinnbeitrag betrachtet. Dabei zeigt sich, dass sich die Szenarien grundlegend unterscheiden. Aufgrund der Annahme, dass die Lagerdauer von Gärresten



von sechs auf neun Monate angehoben wird und diese Neuregelung auch für die bestehende NawaRo-Anlage gilt, entstehen auch in der Ausgangssituation zusätzliche Lagerkosten, die dazu führen, dass der kalkulatorische Gewinnbeitrag negativ im Vergleich zur Ausgangssituation ausfällt (-24 283 €/a). Im Szenario 1 wird das Betriebsergebnis um 16 933 €/a geschmälert. Der Einsatz von flüssiger Schweinegülle in der betrachteten Biogasanlage ist daher als unattraktiv zu bewerten. In den Szenarien 2 und 3 kann sich unter den angenommenen Bedingungen der kalkulatorische Gewinnbeitrag hingegen um mehr als 100 000 €/a erhöhen (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Leistungs-Kosten-Rechnung zum Einsatz von Wirtschaftsdüngern**

Leistungs-/Kostenart	Preis/ Einheit	Ausgangssituation		Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		
		NawaRo 100 %		Schweinegülle flüssig 33 %		Schweinegülle Dekanter 33 %		Geflügelmist 33 %		
<b>Gesamtinvestitionssumme (€)</b>		<b>243.500</b>		<b>482.180</b>		<b>398.600</b>		<b>403.600</b>		
<b>Abschreibungen</b>										
Technik/Maschinen	8 Jahr	€	31.000	3.875	76.000	9.500	43.000	5.375	101.000	12.625
bauliche Anlagen	20 Jahr	€	197.500	9.875	381.180	19.059	330.600	16.530	277.600	13.880
<b>jährliche Abschreibung</b>		<b>€/a</b>	<b>13.750</b>		<b>28.559</b>		<b>21.905</b>		<b>26.505</b>	
<b>Leistungen</b>										
EEG Einspeisevergütung		€/kW <sub>el</sub>	0,2073		0,2128		0,2328		0,2328	
Stromerlöse		€/a	1.054.162		1.082.142		1.183.862		1.183.862	
Preis für Wärmeverkauf		€/kW <sub>th</sub>	0,02		0,02		0,02		0,02	
Wärmeerlöse		€/a	n.r.		n.r.		n.r.		n.r.	
Gärsubstraterlöse*		€/m <sup>3</sup>	n.r.		4,41 27.414		6,89 68.236		11,55 89.156	
<b>Summe Leistungen</b>		<b>€/a</b>	<b>1.054.162</b>		<b>1.109.556</b>		<b>1.252.098</b>		<b>1.273.018</b>	
<b>Veränderung Leistungen</b>		<b>€/a</b>			<b>55.394</b>		<b>197.936</b>		<b>218.856</b>	
<b>Variable Kosten</b>			Mengen	€	Mengen	€	Mengen	€	Mengen	€
Silomais	34	€/t FM	8.040	n.r.	-600 -20.400	-1.595 -54.230	-3.175 -107.950			
GPS	35	€/t FM	1.800	n.r.	1.800 n.r.	1.800 n.r.	1.800 n.r.			
Zuckerrübe	30	€/t FM	1.800	n.r.	1.800 n.r.	1.800 n.r.	1.800 n.r.			
Getreidekörner	140	€/t FM	360	n.r.	360 n.r.	360 n.r.	360 n.r.			
Geflügelmist	20	€/t FM	0	0	0	0	0	4.351	87.020	
Schweinegülle flüssig	0	€/m <sup>3</sup>	0	0	5.619	0	0	0	0	
Schweinegülle Dekanter	12	€/t	0	0	0	0	5.121 61.452	0	0	
Ausbringung Gärsubstrat	4,14	€/m <sup>3</sup>		n.r.	5.051 20.910	3.704 15.334	1.068 4.421			
Betriebsstoffe (Strom, Diesel, etc.)		€/a		n.r.	14.132	17.607	4.381			
Wartung/Reparaturen	1-1,5 %	€/a		2.285	6.858	5.604	5.679			
Laboranalysen (1x/Monat)		€/a		n.r.	1.500	1.500	1.500			
Sonstiges		€/a		n.r.	1.500	1.500	4.000			
<b>Veränderung variable Kosten</b>		<b>€/a</b>	<b>2.285</b>		<b>24.499</b>		<b>48.767</b>		<b>-949</b>	
<b>Fixe Kosten</b>										
Abschreibungen		€/a	13.750		28.559		21.905		26.505	
Zinskosten Anlagekapital	2 %	€/a	5.916		11.716		9.685		9.806	
Planungs- und Genehmigungskosten		€/a	750		1.250		1.250		1.250	
Zinskosten Planung u. Genehmigung	2 %	€/a	364		607		607		607	
Versicherungen	0,5 %	€/a	1.218		2.411		1.993		2.018	
Netto-Arbeitszeitbedarf		AKh/a			183		183		183	
Lohnkosten	18 €/Akh	€/a	n.r.		3.285		3.285		3.285	
Gemeinkosten		€/a	n.r.		n.r.		n.r.		n.r.	
<b>Veränderung fixe Kosten</b>		<b>€/a</b>	<b>21.998</b>		<b>47.828</b>		<b>38.725</b>		<b>43.472</b>	
<b>kalkulatorische Gewinnbeitrags-Veränderung</b>		<b>€/a</b>	<b>-24.283</b>		<b>-16.933</b>		<b>110.443</b>		<b>176.334</b>	

Quelle: GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a)





Die Ergebnisse der Analyse der rechtlichen und ökonomischen Aspekte zeigen, dass der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in einer bislang nur auf NawaRo-Basis betriebenen Biogasanlage unter rechtlichen und ökonomischen Aspekten durchaus realisierbar ist. Allerdings hängen die Auswirkungen auf Betriebsergebnis der Anlage entscheidend davon ab, welcher Wirtschaftsdünger eingesetzt wird. Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in NawaRo-Anlagen in Ackerbauregionen stellt somit einen unter bestimmten Bedingungen gangbaren, bisher aber nur selten beschrittenen Weg dar, der einen Beitrag zur Entspannung des sich verschärfenden Nährstoffproblems in Regionen mit hoher Viehdichte leisten und im gleichen Zuge die Systemdienstleistungen von Biogasanlagen nutzen kann (HÖHER, 2014). Werden vor diesem Hintergrund die positiven Ergebnisse der Szenarien 2 und 3 betrachtet, erscheint der Einsatz von Geflügelmist aus ökonomischer Sicht am vorteilhaftesten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass Geflügelmist in viehdichten Regionen nicht zur Verschärfung des Nährstoffproblems beiträgt, da er bereits ohne weitere Behandlung eine hohe Transportwürdigkeit aufweist und daher bereits in erheblichem Umfang zwischen Viehhaltern, landwirtschaftlichen Betrieben und Biogasanlagenbetreibern gehandelt wird. Daher steht Geflügelmist auch nur eingeschränkt für einen verstärkten Einsatz in Biogasanlagen zur Verfügung, ohne dass eine wachsende Nachfrage zu steigenden Preisen führen und Geflügelmist somit schnell an Vorzüglichkeit verlieren würde. Aufgrund dessen scheint die Vergärung von Güllefeststoffen im Wege der Kaskadennutzung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen sowohl unter dem Gesichtspunkt der Entschärfung der Nährstoffsituation als auch unter ökonomischen Aspekten am interessantesten zu sein.

Trotz der von GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a) aufgezeigten Vorteile dieser Lösung findet sie in der Praxis bislang kaum Anwendung. Um die bestehenden Barrieren zu identifizieren und mögliche Gründe für und gegen die Vergärung von Güllefeststoffen herauszufinden, wurde Anfang 2014 durch KRÖGER et al. (2014) eine Umfrage zur Bereitschaft von Biogasanlagenbetreibern zur Nutzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat durchgeführt. Insgesamt nahmen 110 Biogasanlagenbetreiber an der Umfrage teil, wobei die meisten aus denjenigen Bundesländern stammten, in denen die Biogaserzeugung von besonderer Bedeutung ist (Baden-Württemberg 11 %, Bayern 23 %, Niedersachsen 31 %, Nordrhein-Westfalen 11 % und Schleswig-Holstein 7 %).

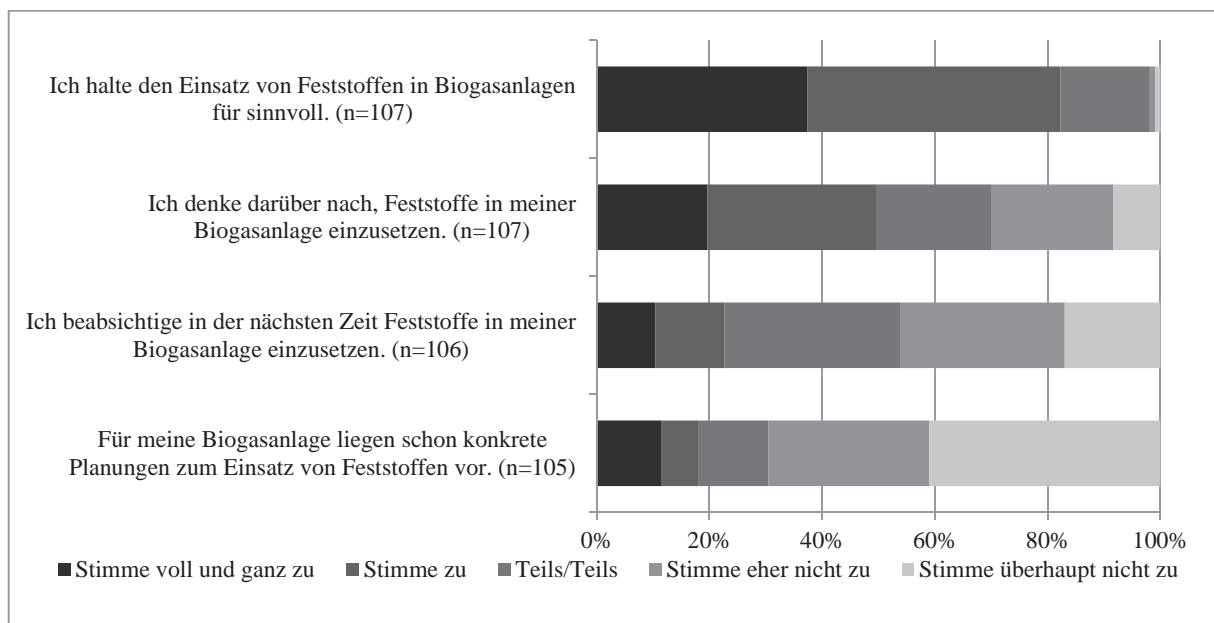
Rund 36 % der befragten Anlagenbetreiber stimmen der Aussage zu, dass die Novellierung des EEG 2014 sie veranlasst hat, über alternative Gärsubstrate nachzudenken. Die Probanden haben sich auch schon mit dem Thema der Güllefeststoffvergärung beschäftigt. So schätzen immerhin rund 50 % der Befragten ihren Wissensstand diesbezüglich als gut bis sehr gut ein (mittel: 40 %; (sehr) schlecht: 11 %). Überwiegend stammt das Wissen über die Güllefeststoffvergärung aus Büchern oder Fachzeitschriften (65 %), aber auch das Internet (56 %) und Beratungsgespräche (55 %) sind wichtige Informationsquellen (Mehrfachnennungen möglich).



Aufgrund des bereits vorhandenen Wissens ist es nicht verwunderlich, dass ein Großteil der Probanden die mit der Güllefeststoffvergärung einhergehenden positiven Effekte kennt. So stimmen rund 88 % der Aussage zu, dass durch Vergärung von Güllefeststoffen der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen als Substrat gesenkt werden kann, und rund 70 % teilen die Auffassung, dass durch die mit Feststoffen angereicherten Gärreste Mineraldünger substituiert werden können. Rund ein Viertel der Befragten ist gleichwohl davon überzeugt, dass durch den Einsatz von Feststoffen aus der Gülleseparierung kein Zusatznutzen erzielt werden kann.

82 % der befragten Anlagenbetreiber halten die Güllefeststoffvergärung für sinnvoll (Abbildung 13). Immerhin noch ca. 48 % der Befragten denken über den Einsatz von Feststoffen in der eigenen Anlage nach, aber nur 23 % beabsichtigen, dies in nächster Zeit auch tatsächlich zu tun, und nur bei 17 % liegen bereits konkrete Pläne dazu vor. Als Gründe für die geringe Bedeutung in der Praxis werden von den Probanden die geringe Wirtschaftlichkeit der Güllefeststoffvergärung sowie der mit der Beschaffung verbundene Aufwand genannt.

**Abbildung 13: Bereitschaft zum Einsatz von Güllefeststoffen in Biogasanlagen**



Quelle: Kröger et al. (2014)

Wie die Untersuchung von GUENTHER-LÜBBERS et al. (2014a) gezeigt hat, ist die pauschal sehr kritische Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des Wirtschaftsdüngereinsatzes durch die Anlagenbetreiber nicht gerechtfertigt. Richtig ist allerdings, dass die Wirtschaftlichkeit der Umstellung sehr stark von der gewählten Lösung sowie weiteren Einflüssen, etwa den Bereitstellungskosten des Wirtschaftsdüngers und der gewählten Separationstechnik (BRAUCKMANN et al., 2014) oder der Vertragsgestaltung mit dem abgebenden Betrieb, abhängt. Daher ist eine sorgfältige Planung des Wirtschaftsdüngereinsatzes notwendig. Hier eröffnet sich ein wichtiges Einsatzfeld für die Beratung; so konnte schon REISE (2012) zeigen, dass für Biogasanlagenbetreiber die Wahl des Vertragspartners für die Biomassebereitstellung ein wichtiger Aspekt beim Abschluss eines Liefervertrages ist.



Aus den Ergebnissen wird ein erheblicher politischer Handlungsbedarf erkennbar. So ist aufgrund der hohen Investitionssummen, die der erstmalige Einsatz von Wirtschaftsdüngern mit sich bringt, für die Anlagenbetreiber ein uneingeschränkter Bestandsschutz außerordentlich bedeutsam. Ohne die nötige langfristige Rechtssicherheit werden die Anlagenbetreiber keine entsprechenden Investitionen tätigen. Auch wäre zu überlegen, ob Biogasanlagenbetreibern, die erst zu einem späteren Zeitpunkt erstmals Wirtschaftsdünger einsetzen, zusätzliche Sicherheit hinsichtlich der Vergütungsstruktur gegeben werden kann, wenn die nach dem EEG garantierte Einspeisevergütung nach 20 Jahren ausläuft. Dies ist vor allem dann sehr bedeutsam für die Umstellungsentscheidung der Anlagenbetreiber, wenn die Amortisationsdauer der Investitionen, die notwendig sind, um eine NawaRo-Anlage auf einen Wirtschaftsdüngereinsatz umzurüsten, über den durch das EEG garantierten Vergütungszeitraum hinausgeht. Schließlich sollte überlegt werden, wie die langfristige Zusammenarbeit zwischen einem Wirtschaftsdünger abgebenden Betrieb in einer viehrefleichen Region und einem Biogasanlagenbetreiber in einer Ackerbauregion rechtlich gefördert werden kann, etwa durch rechtliche Regelungen in Anlehnung an die § 51a-Regelung des Bewertungsgesetzes (BewG) im Bereich der Viehhaltung.



## Literatur

- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2013): Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern. Berlin.
- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2014a): Fakten – Die wichtigsten Daten zu den Erneuerbaren Energien. In: [http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/341.Talking\\_Cards\\_final\\_Webversion\\_2014.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/341.Talking_Cards_final_Webversion_2014.pdf), Abruf: 03.11.2014.
- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2014b): Aktuelle Daten und Fakten – Erneuerbare Energien. In: <http://www.unendlich-viel-energie.de/presse/branchenmeldungen/biokraftstoffindustrie-sieht-kompromiss-zu-thg-quote-verhalten-positiv>, Abruf: 14.12.2014.
- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2014c): Aktuelle Daten und Fakten – Erneuerbare Energien. In: <http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/biokraftstoffanteil-an-der-globalen-getreideernte>, Abruf: 14.12.2014.
- AGEE-STAT (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik) (2014): Rekord: Mehr als 25 Prozent erneuerbare Energien im deutschen Strommix. In: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik,did=629806.html>, Abruf: 03.11.2014.
- AGRAR EUROPE (2014): Aktueller Bericht zur Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland. In: Agrar Europe 23/14, 02. Juni 2014.
- AMMERMANN, K. und A. MENGEL (2011): Energetischer Biomasseanbau im Kontext von Naturschutz, Biodiversität, Kulturlandschaftsentwicklung. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung 5/6: 323-337.
- AMON, T. (2003): Optimierung der Biogaserzeugung aus den Energiepflanzen Mais und Klee gras. Endbericht Juli 2003. Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik, Universität für Bodenkultur Wien.
- ANSCHÜTZ, T. (2014): Der Ethanolmarkt der EU27 und der USA im Jahr 2023 – Erstellung von Szenarien durch Anwendung der optimierten Szenario-Technik. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- BDBE (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V.) (2014): Bioethanolreport 2013/2014. In: [http://www.bdbe.de/files/2614/1442/3988/dzz\\_Bioethanolreport\\_2013\\_2014\\_2014\\_10\\_Seiten\\_18-19.pdf](http://www.bdbe.de/files/2614/1442/3988/dzz_Bioethanolreport_2013_2014_2014_10_Seiten_18-19.pdf), Abruf: 14.12.2014.
- BLAG (Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung) (2012): Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung. Braunschweig.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Bonn.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2009): Waldbericht der Bundesregierung 2009. Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2011): Basisinformationen zur Entwicklung des Biokraftstoffsektors bis 2011. In: Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“, Band 3, Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2013): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklungen (Stand: November 2013). Berlin



- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2014): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013. Berlin.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014a): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2013.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=13](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2013.pdf?__blob=publicationFile&v=13), Abruf: 03.11.14.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014b): Erneuerbare Energien im Jahr 2013. In: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/A/agee-stat-bericht-ee-2013,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, Abruf: 03.11.2014.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014c): Reform des EEG. Wichtiger Schritt für den Neustart der Energiewende. In: BMWi: Schlaglichter der Wirtschaftspolitik. Monatsbericht September 2014. Berlin.
- BRAUCKMANN, H.-J., J. HERING und G. BROLL (2014): Nährstoffgehalte und Biogaserträge separierter Gülle. In: Guenther-Lübbbers, W., R. Kröger und L. Theuvsen (Hrsg.) (2014): Nährstoff-management von Wirtschaftsdüngern und Gärresten – Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik. Cuvillier Verlag, Göttingen: 43-56.
- BRÄSEL, M. (2013): Rentieren sich Gülle-Kleinanlagen? In: Biogasjournal 1/2013: 71-75.
- BROCKER, F. und J. PENNEKAMP (2014): Gewinner und Verlierer der Energiewende. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 44 vom 21.02.2014, S. 14.
- BUNZEL, K., D. THRÄN, U. SEYFERT, V. ZELLER und M. BUCHHORN (2011): Forstwirtschaftliche Biomassepotenziale und Rohstoffpotenziale in Deutschland. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung 5/6: 297-308.
- BUTHUT, T. (2014): Eine runde Sache? In: Agrarmanager, August 2014: 96-97.
- DANY, C. (2013): Im Westen Aufschwung, im Osten Hoffnung. Biomethan in Europa. In: Biogas Journal 1/2013: 144-149.
- DEPI (Deutsches Pelletinstitut) (2014): Pelletfeuerungen in Deutschland. In: [http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/Pelletfeuerungen\\_in\\_Deutschland.jpg](http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/Pelletfeuerungen_in_Deutschland.jpg), Abruf: 19.12.2014.
- DBFZ (Deutsches Biomasse Forschungszentrum) (2013a): EEG-Monitoring 2012. Leipzig.
- DBFZ (Deutsches Biomasse Forschungszentrum) (2013b): Stromerzeugung aus Biomasse 03MAP250. Zwischenbericht, Stand: Juni 2013. Leipzig.
- DBFZ (Deutsches Biomasse Forschungszentrum) (2014a): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG: Vorhaben IIa Stromerzeugung aus Biomasse. Wissenschaftlicher Bericht. In: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/XYZ/zwischenbericht-vorhaben-2a,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, 12.11.2014.
- DBFZ (Deutsches Biomasse Forschungszentrum) (2014b): Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben IIa Biomasse). Zwischenbericht Juni 2014. Leipzig.
- DROSSART, I. und J. MÜHLENHOFF (2013): Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen. Renew's Spezial, Ausgabe 66/April 2013. Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.). Berlin. In: [http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/167.66\\_Renews\\_Spezial\\_Holzenergie\\_apr13.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/167.66_Renews_Spezial_Holzenergie_apr13.pdf), Abruf: 17.12.2014.



- EBA (European Biogas Association) (2014): Numbers of biogas plants in Europe in 2012. Informationsgrafik. In: <http://european-biogas.eu/2013/12/20/eba-presents-latest-biogas-production-statistics-europe-growth-continuous/>, Abruf: 12.11.2014.
- ENERGY COMMENT (2013): Primärenergieverbrauch 2013: Deutschland postfossil im Jahr 2154. In: <http://www.energycomment.de/primaerenergieverbrauch-2013-deutschland-postfossil-im-jahr-2154/>, Abruf: 10.12.2014.
- EUROSERVER (2013): Biofuels Barometer. In: *Systemes Solaires – Le Journal des Energies Renouvelables*, Nr. 216/2013: 49-63.
- EUROSERVER (2014): Biofuels Barometer. In: [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat\\_baro/observ/baro222\\_en.pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.pdf), Abruf: 11.12.2014.
- FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014a): Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Gülzow.
- FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014b): Maisanbau in Deutschland. In: [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/1/4/141010\\_rl\\_fnr\\_maismaiskolbengr\\_2014.jpg](http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/1/4/141010_rl_fnr_maismaiskolbengr_2014.jpg), Abruf: 17.12.2014.
- FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014c): Biogasanlagen zur Biomethan-Produktion. Informationsgrafik. In: <http://mediathek.fnr.de/biogasanlagen-zur-biomethan-produktion.html>, Abruf: 12.12.2014.
- FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014d): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2014. Gülzow.
- F.O. LICHT (2013a): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 12(3), 07.10.2013.
- F.O. LICHT (2013b): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 12(4), 21.10.2013.
- FVB (Fachverband Biogas) (2014a): Branchenzahlen 2013 und Prognose 2014. In: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE\\_Branchenzahlen/\\$file/14-07-01\\_Biogas%20Branchenzahlen\\_2013-Prognose\\_2014.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/14-07-01_Biogas%20Branchenzahlen_2013-Prognose_2014.pdf), Abruf: 06.11.2014.
- FVB (Fachverband Biogas) (2014b) Biogas Segment Statistics 2014. Freising.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., A. DIEKMANN und L. THEUVSEN (2014a): Rechtliche und Ökonomische Aspekte des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen – Eine Szenarioanalyse. In: Guenther-Lübbers et al. (Hrsg.): *Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten – Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik*. Cuvillier Verlag, Göttingen: 81-104.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., S. HENKE, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2014b): Der Markt für Bioenergie 2014. In: *German Journal of Agricultural Economics* 63(1), Supplement: 94-111.
- HARTMANN, H. (2005): Produktion, Bereitstellung und Eigenschaften biogener Festbrennstoffe. In: FNR (Hrsg.): *Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen*. Gülzow: 52-90.
- HÖHER, G.C. (2014): Landwirtschaftliche Biogaserzeugung in Niedersachsen: Systemdienstleistungen durch Biogas und Synergien in der Landwirtschaft. In: Guenther-Lübbers, W., R. Kröger und L. Theuvsen (Hrsg.): *Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten – Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik*. Cuvillier Verlag, Göttingen: 1-8.
- KALTSCHMITT, M., H. HARTMANN und H. HOFBAUER (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. 2. Auflage, Heidelberg.
- KERN, M. und W. SPRICK (2012): Bioabfallvergärung in Deutschland. In: <http://www.witzenhausen-institut.de/downloads/Kern%20und%20Sprick%20Biomasseforum.pdf>, Abruf: 17.12.2014.



- KOMPETENZZENTRUM 3N (Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2012): Biogasinventur 2012. unveröffentlicht. Werlte.
- KRÖGER, R. und L. THEUVSEN (2013): Separation of Cattle Slurry: Technical Solutions und Economic Aspects. In: Geldermann, J. und M. Schumann (Hrsg.): First International Conference on Resource Efficiency in Interorganizational Networks (ResEff 2013). Göttingen: 453-464.
- KRÖGER, R. und L. THEUVSEN (2014): Akzeptanz und Potenziale der Vergärung von Feststoffen aus der Gülleseparation in Biogasanlagen. In: Guenther-Lübbers, W., R. Kröger und L. Theuvsen (Hrsg.) (2014): Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten. Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik. Cuvillier Verlag, Göttingen: 57-79.
- KRÖGER, R., L. THEUVSEN und J.R. KONERDING (2014): Güllefeststoffe als Gärsubstrat für Biogasanlagen – Ergebnisse einer empirischen Erhebung unter Biogasanlagenbetreibern. In: Berichte über Landwirtschaft 92(3): 1-18.
- MANTAU, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015. Hamburg.
- MÜHLENHOFF, J. (2013): Reststoffe für Bioenergie nutzen – Potenziale, Mobilisierung und Umweltbilanz. *Renews Spezial*, Ausgabe 64/April 2013. Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.). Berlin. URL: [http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/165.64\\_Renews\\_Spezial\\_Reststoffe\\_fuer\\_Bioenergie\\_nutzen\\_apr13.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/165.64_Renews_Spezial_Reststoffe_fuer_Bioenergie_nutzen_apr13.pdf) (Abrufdatum: 17.12.2014).
- O’SULLIVAN M., D. EDLER, P. BICKEL, U. LEHR, F. PETER und F. SAKOWSKI (2014): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland - eine erste Abschätzung - Stand: Mai 2014. BMWi (Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie), Berlin.
- O.V. (2015): Erneuerbare Energien erobern 2014 Platz 1 im deutschen Strommix. In: <http://www.iwr.de/news.php?id=27869>, Abruf: 14.01.2015.
- RALLE, A. (2015): EEG 2014 – Wohin geht die Reise? In: *Joule, Spezial Biogas 2015*: 9-11.
- REISE, C. (2012): Nachhaltige Nutzung von Erneuerbaren Energien – Unternehmerisches Innovationsverhalten und Vertragsgestaltung. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) (2014): *Renewables 2014 Global Status Report*. Paris.
- SCHIFFER, H.-W. (2015): *Energiemarkt Deutschland. Jahrbuch 2015*. 13. Auflage, TÜV Media, Köln.
- SCHMITZ, P.M. (2012): *Vorstudie – Bestimmungsgründe für das Niveau und die Volatilität von Agrarrohstoffpreisen auf internationalen Märkten – Implikationen für Welternährung und Politikgestaltung*. Berlin.
- STATISTA (2014): Bestand zentraler Wärmeerzeuger für Heizungen in Deutschland nach Kategorie im Jahr 2013. In: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/165282/umfrage/gesamtbestand-der-zentralen-waermeerzeuger-in-deutschland/>, Abruf: 20.12.2014.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen) (2014): *Agrar Statistik*. In: <http://www.ufop.de/agrar-info/agrar-statistik?hit=biodieselproduktion>, Abruf: 19.12.2014.
- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2014a): *Informationsblatt: Biodiesel in Deutschland*. In: <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/daten-und-fakten.html>, Abruf: 19.12.2014.



- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2014b): Absatzzahlen Bioethanol. In: <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/absatzzahlen.html>, Abruf: 19.12.2014.
- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2014c): Ab 2015 grundlegend neue Regeln für den deutschen Kraftstoffmarkt. In: <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/detail/items/ab-2015-grundlegend-neue-regeln-fuer-den-deutschen-kraftstoffmarkt.html>, Abruf: 19.12.2014.
- WEGENER, J.-K. (2006): Treibhausgas-Emissionen in der deutschen Landwirtschaft – Herkunft und technische Minderungspotenziale unter besonderer Berücksichtigung von Biogas. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- WOLBERT-HAVERKAMP, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo Simulation. In: Berichte über Landwirtschaft 90(2): 302-316.
- WÜSTHOLZ, R.F. (2014): Ökologische Erfordernisse und ökonomische Auswirkungen ordnungsrechtlicher Veränderungen bezüglich des Nährstoffeinsatzes in der Landwirtschaft im Kontext der europäischen Nitrat- und Wasserrahmenrichtlinie. Dissertation Universität Hohenheim.
- ZSCHACHE, U., S. VON CRAMON-TAUBADEL und L. THEUVSEN (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergie-Diskurs. In: Berichte über Landwirtschaft 88: 502-512.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 30 %.**







---

## **Teil I: Überblick über den deutschen und internationalen Bioenergie- markt**

### **I.2: Der Markt für Bioenergie 2015**

RHENA KRÖGER, JOSEF LANGENBERG, CHRISTIAN SCHAPER und LUDWIG THEUVSEN

*Dieser Beitrag ist veröffentlicht in der wissenschaftlichen Zeitschrift „German Journal of Agricultural Economics“, Volume 65 (2016), Supplement: S. 78-94.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	49
2	Erneuerbare Energien im Energiemix .....	50
3	Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland .....	52
3.1	Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion .....	52
3.2	Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen .....	54
3.3	Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion .....	55
4	Energetische Verwendung von Biomasse .....	56
4.1	Entwicklung der Biogasproduktion .....	56
4.2	Entwicklung der Biokraftstoffproduktion .....	59
4.2.1	Biodieselproduktion .....	60
4.2.2	Bioethanolproduktion .....	62
4.3	Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen .....	65
5	Biogaserzeugung und Abbau regionaler Nährstoffüberschüsse am Beispiel Niedersachsens .....	66
	Literatur .....	71



## 1 Einleitung

2015 ist der Anteil der erneuerbaren Energien am deutschen Strommix, der ungeachtet der vielen Facetten der Energiewende im Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit steht, weiter von etwa 27 % auf rund 33 % des Bruttostromverbrauchs gestiegen (WOLF, 2015). Trotz fortgesetzt steigender Kosten – bis 2019 wird ein weiterer Anstieg der Subventionen allein für den Ökostrom auf knapp 30 Mrd. Euro pro Jahr prognostiziert (O.V., 2014) – und der daraus resultierenden finanziellen Belastung nicht zuletzt der privaten Haushalte sowie gegenwärtig ungewöhnlich niedriger Preise für fossile Energien wird der Umbau der Energieversorgungssysteme in Deutschland nicht ernsthaft in Frage gestellt. Die in den vergangenen beiden Jahren beschlossene Aufspaltung der großen deutschen Energieversorgungsunternehmen RWE und E.ON (O.V., 2015) ist ein deutliches Zeichen dafür, dass diese Einschätzung auch von wichtigen Entscheidungsträgern in der Energiewirtschaft geteilt wird.

Die Energiebereitstellung aus Biomasse hat im Zuge der Umsetzung der Energiewende einen beachtlichen Aufschwung erfahren. Sie betrug 2014 fast 195 Terrawattstunden (TWh) und hat sich damit binnen zehn Jahren fast verdoppelt. Immer noch stammen rund 60 % der gesamten Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien aus der Nutzung von Biomasse (AEE, 2015b). Ungeachtet dessen herrscht Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Bedeutung der Bioenergieproduktion. So ist sie in weiten Teilen einer erheblichen gesellschaftlichen Kritik ausgesetzt (ZSCHACHE et al., 2010). Der Gesetzgeber hat darauf reagiert und bei der jüngsten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes bspw. die Förderung der Biogaserzeugung so weit reduziert, dass ihr Ausbau fast zum Erliegen gekommen ist. Auch der Weiterbetrieb der bestehenden Anlagen nach dem Ende der über 20 Jahre garantierten EEG-Vergütung ist unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen unattraktiv (LIEBETRAU, 2015). Vor diesem Hintergrund hat die Agentur für Erneuerbare Energien eine Metaanalyse vorliegender wissenschaftlicher Studien zur zukünftigen Bedeutung der Bioenergieproduktion durchgeführt. Im Einzelnen kommen die Studien durchaus zu unterschiedlichen Einschätzungen. Trotzdem lassen sich einige weitgehend geteilte Auffassungen zur Zukunft der Bioenergie feststellen (AEE, 2015b):

- Insgesamt wird noch ein Potenzial zur weiteren Steigerung der Bioenergieerzeugung gesehen. Die Höhe dieses Potenzials wird allerdings sehr unterschiedlich eingeschätzt.
- Auch langfristig wird aufgrund ihrer vielseitigen Einsetzbarkeit im Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereich Biomasse die wichtigste erneuerbare Energiequelle bleiben. Grenzen ihrer Nutzung ergeben sich vor allem aus der begrenzten Flächenverfügbarkeit.
- Die lange Zeit dominierende Wärmebereitstellung aus Biomasse wird relativ zu anderen Bioenergie-Nutzungspfaden an Bedeutung verlieren. Trotzdem wird auch im Wärmebereich ein weiterer Ausbau der Biomassenutzung erwartet, auch wenn hinsichtlich der dabei zum Einsatz kommenden Technologien wenig Konsens herrscht.



- Die Stromerzeugung aus Biomasse, die im Wesentlichen in Biogasanlagen und Holzheizkraftwerken erfolgt, wird nach verbreiteter Ansicht nur noch leicht ansteigen oder sogar gegenüber dem aktuellen Stand geringfügig sinken. Statt des weiteren Ausbaus der Stromerzeugung aus Biomasse erwarten diese Autoren eher eine Umlenkung in den Verkehrsbereich. Ungeachtet dessen wird die Fähigkeit speziell von Biogasanlagen zur flexiblen Bereitstellung von Strom hervorgehoben. Einige Studien sehen sogar den Schwerpunkt der Biomassenutzung in der flexiblen Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung-
- Die Bedeutung von Biomasse für Kraftstoffproduktion wird extrem unterschiedlich eingeschätzt. Einige Studien stellen aufgrund der fehlenden ökologischen Nachhaltigkeit den Einsatz von Biokraftstoffen grundsätzlich in Frage. Andere Autoren erwarten nur im Güter-, Schiffs- und Flugverkehr, bei denen es an technischen Alternativen mangelt, eine bedeutende Rolle für Biokraftstoffe. Wieder andere Studien erwarten dagegen die breite Verwendung von Biokraftstoffen im Verkehrsbereich.

Vorliegende differenzierte Szenarioanalysen bspw. zur Entwicklung der Bioethanolproduktion zeigen, wie stark der Einfluss technologischer, marktlicher, politischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen ist (ANSCHÜTZ, 2014). Angesichts der Schwierigkeit, die Entwicklung zentraler Einflussgrößen, etwas des Rohölpreises oder der Bioenergiepolitik der USA oder der Europäischen Union, zu prognostizieren, sind alle Aussagen zur Zukunft der Bioenergie mit erheblicher Unsicherheit behaftet.

## 2 Erneuerbare Energien im Energiemix

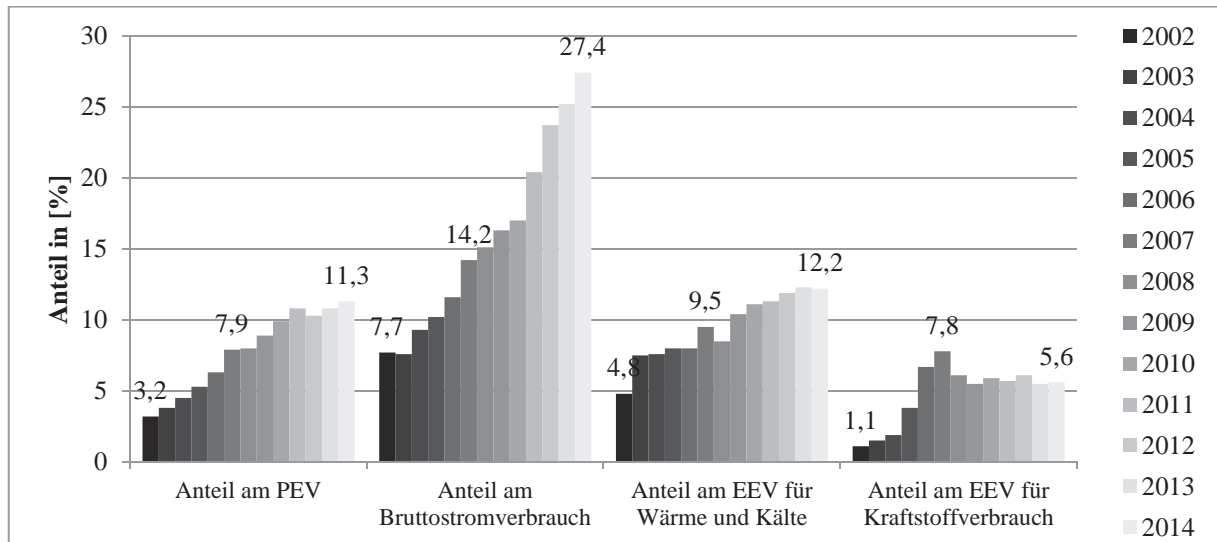
2014 lag der deutsche Primärenergieverbrauch (PEV) bei 13 132 PJ; er ist damit im Vergleich zum Jahr 2013 um rund 5,5 % gesunken. Dabei zeigt sich, dass erneuerbare Energien weiter an Bedeutung gewinnen konnten; ihr Anteil lag 2014 bei 11,3 % (2013: 10,8 %) und war somit größer als der der Kernenergie. Auffällig ist, dass im Vergleich zum Vorjahr der Anteil der Atomenergie am PEV wieder zugenommen hat (2014: 8,1 %; 2013: 7,7 %) und auf dem Niveau von 2012 lag (BMWi, 2015b).

Bei Betrachtung des Endenergieverbrauches wird deutlich, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Strom-, Wärme und Kraftstoffverbrauch sehr verschieden ist. Am deutschen Strommix betrug 2014 der Anteil erneuerbarer Energien rund 27,4 %; er ist im Vergleich zu den Vorjahren weiterhin leicht angestiegen (2013: 25,2 %; 2012: 23,7 %). Bei der Wärme- und Kältebereitstellung lag der Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch 2014 nahezu konstant bei 12,2 % (2013: 12,3 %; 2012: 11,9 %), im Kraftstoffbereich betrug er 5,6 % (2013: 5,5 %; 2012: 6,1 %) (BMWi, 2015a). Bei einer Betrachtung der Bedeutung der erneuerbaren Energien im Zeitablauf wird deutlich, dass diese insbesondere im Strommix stark an Bedeutung gewonnen haben, während die Entwicklung im Wärmemarkt verhaltener verläuft und im Kraftstoffbereich sogar nach einem zwischenzeitlichen Rückgang stagniert



(Abbildung 1). Dank der zunehmenden Bedeutung der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch konnten 2014 rund 151,4 Mio. t CO<sub>2</sub> eingespart werden (BMWi, 2015a).

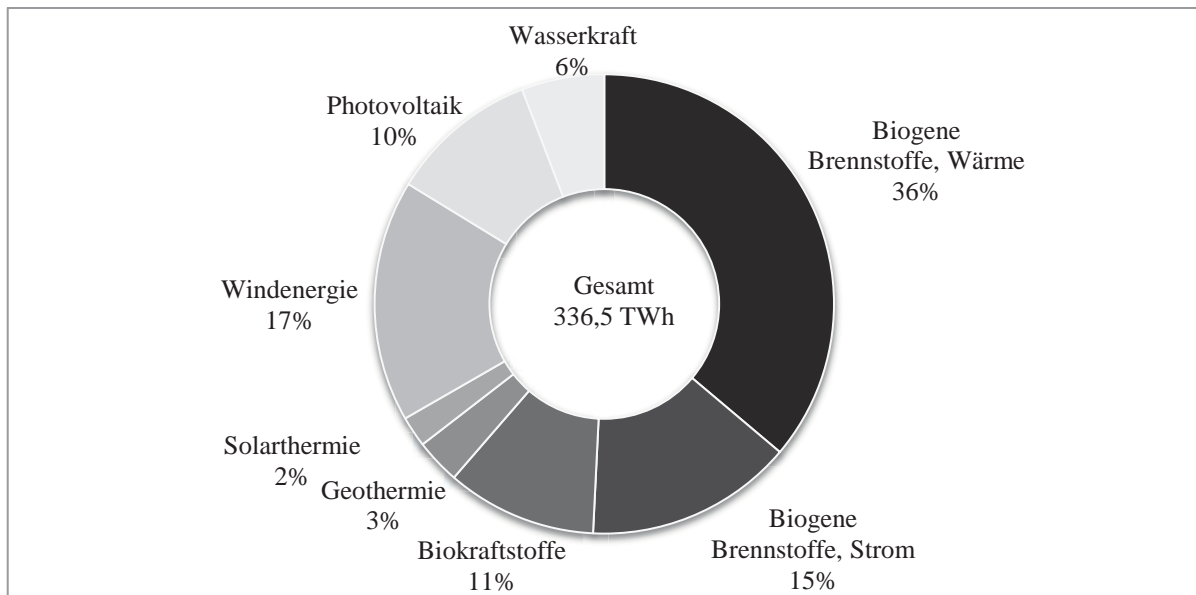
### Abbildung 1: Anteil erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi (2015a)

Insgesamt steuerten 2014 die erneuerbaren Energien 336,5 TWh zum deutschen Endenergieverbrauch bei; dies entsprach 12,4 % (AGEE-STAT, 2014). Im Vergleich zum Vorjahr entspricht dies einem Anstieg um 16,9 TWh bzw. 5,3 %. In der Stromerzeugung (161,4 TWh) kommt der Windkraft (57,4 TWh) und der Biomasse (49,2 TWh) die größte Bedeutung zu, im Bereich der Wärmebereitstellung (139,5 TWh) dominiert die Biomassennutzung mit 87,2 % (BMWi, 2015a). Insgesamt entfallen 62 % des Beitrags der erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch auf die Nutzung von Biomasse (Abbildung 2).

**Abbildung 2: Beiträge erneuerbarer Energien zur Deckung des Endenergieverbrauchs in Deutschland 2014**



Quelle: BMWi (2015a)

In Deutschland sind die erneuerbaren Energien mittlerweile ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. So wurden 2014 rund 18,8 Mrd. € in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen investiert. Den größten Anteil machten dabei mit knapp 65,4 % (12,3 Mrd. €) Investitionen in die Windenergie aus, womit sich ihr Anteil in den letzten drei Jahren nahezu verdoppelt hat. Der stärkste Rückgang war bei der Solarenergie zu beobachten; ihr Anteil an den Investitionen betrug 2014 nur noch 16,5 % (AEE, 2015a) – nach rund einem Viertel 2013 und teilweise mehr als 50 % in den Vorjahren. Die positiven Entwicklungen im Windenergie-Sektor spiegeln sich auch in den Beschäftigungszahlen wider. Im Jahr 2014 waren 149 200 Arbeitnehmer in diesem Sektor beschäftigt; dies entspricht einem Zuwachs von rund 7,7 % oder 11 400 Arbeitsplätzen gegenüber dem Vorjahr. Dieser Anstieg konnte jedoch die Arbeitsplatzverluste in den anderen Sektoren nicht ausgleichen, so dass die Beschäftigtenzahl im Bereich der erneuerbaren Energien insgesamt im Vergleich zum Vorjahr um 4,5 % auf 355 400 gesunken ist. Der Trend der letzten Jahren hat sich damit fortgesetzt (O’SULLIVAN et al., 2015).

Die weltweite Bedeutung der erneuerbaren Energien hat 2014 trotz des Rückgangs des Ölpreises in der zweiten Jahreshälfte auch im vergangenen Jahr weiter zugenommen. Ein wesentlicher Grund dafür ist der weltweit gestiegene Energieverbrauch. Neben Europa, das weiterhin ein wichtiger Markt bleiben wird, werden zukünftig vor allem China, Brasilien, Indien und Südafrika an Bedeutung gewinnen. Der stärkste Ausbau im Bereich erneuerbarer Energien erfolgte im Stromsektor. Während 2013 die Erzeugungskapazität bei rund 1 580 GW lag, ist sie 2014 um 9 % auf rund 1 710 GW angestiegen; davon entfallen 1 055 GW (+ 4 % zu 2013) auf die Wasserkraft, rund 370 GW (+ 16 % zu 2013) auf die Windkraft, 177 GW auf die Nutzung der Solarenergie (+ 28 % zu 2013) und 93 GW auf die Energieerzeugung aus Biomasse (+ 6 % zu 2013) (REN21, 2015).

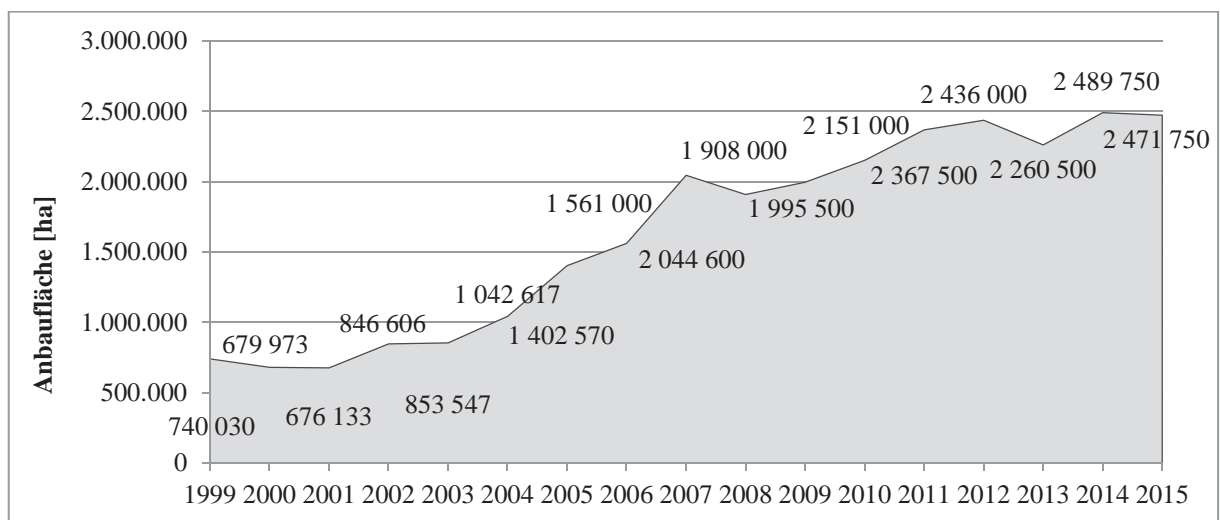


### 3 Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland

#### 3.1 Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe ist für die deutsche Landwirtschaft von großer Bedeutung. Vorläufigen Schätzungen zufolge wurden im Jahr 2015 auf einer Anbaufläche von 2 471 750 ha Energie- und Industriepflanzen kultiviert; das entspricht einem Anteil von 14,8 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (16,7 Mio. ha) (FNR, 2015a). Damit war der Anbau nachwachsender Rohstoffe leicht rückläufig, erreichte aber immer noch den zweithöchsten Stand nach dem Spitzenwert des Jahres 2014 (2 489 750 ha) (Abbildung 3).

**Abbildung 3: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**



Quelle: FNR (2015a)

Bezogen auf die Fläche wurden 2015 rund 89 % (2 203 500 ha) der in Deutschland landwirtschaftlich produzierten nachwachsenden Rohstoffe energetisch genutzt (Tabelle 1). Den größten Anteil der NawaRo-Gesamtfläche (56,4 %) beanspruchen die Energiepflanzen zur Biogaserzeugung, von denen der Mais mit einer Anbaufläche von 894 000 ha die dominierende Kultur darstellt. Damit liegt der Flächenanteil des Biogasmaises mit 35 % der gesamten Maisanbaufläche auf unverändert hohem Niveau (FNR, 2015b). Der Umfang des Rapsanbaus (616 000 ha) zur Biodiesel- und Pflanzenölherstellung war wieder leicht rückläufig, nachdem er im Vorjahr (649 000 ha) erstmals seit 2007 wieder ausgeweitet wurde. Gegenüber den Jahren vor 2012 ist der Energierapsanbau um rund ein Drittel zurückgegangen, da Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe seit 2013 nicht mehr durch einen reduzierten Energiesteuersatz entlastet werden und sich der Ölpreis bereits seit längerem auf konstant niedrigem Niveau bewegt (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014; BMJV, 2015a). Die Anbaufläche für die Bioethanolherstellung, die in Deutschland überwiegend auf Zuckerrüben- und Weizenbasis erfolgt, betrug 2015 184 000 ha. Die Produktion von Miscanthus sowie von Agrarholz in Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen ist weiterhin unbedeutend. Der Anbau von landwirtschaftlich erzeugten nachwachsenden Rohstoffen zur stofflichen Nutzung erfolgte 2015 auf einer Fläche von





268 750 ha; dies entspricht einem Anteil von 10,9 % an der gesamten landwirtschaftlichen NawaRo-Fläche.

**Tabelle 1: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (ha)**

Rohstoff	2011	2012	2013	2014	2015*	Anteil an NawaRo-Fläche 2015* (%)	
Energiepflanzen	Raps für Biodiesel/Pflanzenöl	910 000	786 000	557 000	649 000	616 000	24,9
	Zucker/Stärke für Bioethanol	240 000	201 000	173 000	188 000	184 000	7,4
	Pflanzen für Biogas	900 000	1 158 000	1 250 000	1 375 000	1 393 000	56,4
	Sonstiges (u.a. Agrarholz, Miscanthus)	6 000	10 500	9 000	10 500	10 500	0,4
	<b>Energiepflanzen insgesamt</b>	<b>2 056 000</b>	<b>2 155 500</b>	<b>1 989 000</b>	<b>2 222 500</b>	<b>2 203 500</b>	<b>89,1</b>
Industriepflanzen	Industriestärke	160 000	121 500	101 500	92 500	93 000	3,8
	Industriezucker	10 000	10 000	10 500	10 000	10 000	0,4
	technisches Rapsöl	120 000	127 000	136 500	140 000	140 000	5,7
	technisches Sonnenblumenöl	8 500	7 500	7 000	8 500	9 000	0,36
	technisches Leinöl	2 500	4 000	3 500	3 500	3 500	0,14
	Pflanzenfaser	500	500	500	750	750	0,03
	Arznei- und Farbstoffe	10 000	10 000	12 000	12 000	12 500	0,5
	<b>Industriepflanzen insgesamt</b>	<b>311 500</b>	<b>280 500</b>	<b>271 500</b>	<b>267 250</b>	<b>268 750</b>	<b>10,9</b>
<b>NawaRo insgesamt</b>	<b>2 367 500</b>	<b>2 436 000</b>	<b>2 260 500</b>	<b>2 489 750</b>	<b>2 471 750</b>	<b>100,00</b>	

\*vorläufige Schätzung

Quelle: FNR (2015a)

### 3.2 Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen

Die Biomasseproduktion zur Bereitstellung von Energie- und Rohstoffträgern wird unter dem Schlagwort „Tank oder Teller“ kontrovers diskutiert. Eine Kaskadennutzung durch den Einsatz biogener Reststoffe und Abfälle fördert die effiziente Verwertung der vorhandenen Biomasse und wirkt dem Konflikt zwischen der Nahrungsmittel und der NawaRo-Produktion entgegen. Zu den biogenen Rest- und Abfallstoffen zählen alle organischen Bestandteile und Abfälle, die als Nebenprodukte im Rahmen von Erzeugungs- und Herstellungsprozessen anfallen, insbesondere Exkremate aus der Tierhaltung, Stroh und weitere landwirtschaftliche wiederverwertbare Stoffe, Landschaftspflegematerial, Grünschnitt, Altholz sowie sämtliche organische Abfälle aus dem privaten (z.B. Biomüll) und dem gewerblichen Bereich (z.B. Schlachtabfälle, Klärschlamm). Auf der zweiten bzw. dritten Kaskadenstufe der Biomassenutzung erfolgt zumeist eine energetische oder nährstoffliche Verwertung, hingegen kaum eine stofflich-industrielle Nutzung (GAIDA et al., 2013).

Die anfallenden Reststoffmengen sind in Deutschland sehr ungleich verteilt. Die Mehrheit der Bevölkerung lebt in Städten; zudem wird in urbanen Regionen ein geringerer Teil der organischen Abfälle im eigenen Garten kompostiert als in den ländlichen Gebieten, sodass mittler-



weile ca. 75 % des biogenen Hausmülls in Stadtnähe entstehen. Biogene Reststoffe aus landwirtschaftlicher Produktion fallen besonders im Nordwesten und Südosten Deutschlands in Form von Wirtschaftsdüngern an, da dort die Viehdichten am höchsten sind. Der Transport der organischen Stoffe ist kostenintensiv und die Transportwürdigkeit hängt stark von den Energie- bzw. Nährstoffdichten ab, die im Zusammenhang mit dem jeweiligen Trockenmassegehalt stehen. Die Verwertung findet daher nach Möglichkeit nahe dem Entstehungsort statt. Aufgrund des hohen Wirtschaftsdüngeranfalls in den Regionen mit intensiver Tierhaltung werden jedoch insbesondere biogene Reststoffe aus der Tierhaltung zunehmend über größere Distanzen transportiert (DBFZ, 2014). Vor allem der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen in Ackerbauregionen wird unter dem Gesichtspunkt des überregionalen Nährstoffausgleichs und der Entschärfung des „Tank oder Teller“-Konflikts zunehmend propagiert (KRÖGER et al., 2014). Obwohl etwa die Hälfte der anfallenden tierischen Exkrememente als wirtschaftlich erschließbar für die Energiegewinnung gilt, werden nur 15 bis 20 % auch tatsächlich genutzt (URBAN, 2015). Zukünftig könnte dieser Anteil jedoch steigen, da mit dem EEG 2014 alle Boni für neue Biomasseanlagen (Einsatzstoffvergütungsklassen I und II gemäß der Biomasseverordnung) entfallen sind und der weitere Ausbau der Energieerzeugung aus Biomasse auf biogene Reststoffe und Abfälle konzentriert wurde. Insgesamt wird das energetische Potential von biogenen Reststoffen und Abfällen in Deutschland zu ca. 60 % ausgenutzt; dies entspricht einem Anteil von ungefähr einem Prozent am bundesweiten elektrischen Energiemix und von einem Achtel an der Energieerzeugung aus Biomasse (BDEW, 2015).

### 3.3 Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion

Weltweit ist in etwa ein Drittel der Landfläche bewaldet. In Deutschland liegt der Bewaldungsgrad mit 31 % (11 Mio. ha) ungefähr auf dem globalen Durchschnittsniveau. Während jedoch die weltweite Waldfläche rückläufig ist, steht in Deutschland seit 2002 dem jährlichen Waldverlust von durchschnittlich 5 800 ha ein Zuwachs von 10 800 ha gegenüber, sodass die Waldfläche seither im Mittel um 5 000 ha pro Jahr zugenommen hat (BMEL, 2014). Für diese Entwicklung sind nicht zuletzt die rechtlichen Rahmenbedingungen maßgeblich: Das Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) beschränkt eine Rodung mit anschließender Umwandlung der Nutzungsart auf seltene Ausnahmefälle, und das Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) unterschützt durch die Eingriffs-Ausgleichs-Regelung die Aufforstung von landwirtschaftlicher Nutzfläche und die damit einhergehende Nutzungsumwandlung in Wald (BMJV, 2015b; 2015c).

Der Bewaldungsgrad ist regional sehr unterschiedlich. An den Küstenregionen ist er am niedrigsten; Schleswig-Holstein ist daher der deutsche Flächenstaat mit der geringsten Bewaldung (11 %). Die Mittelgebirge sind hingegen deutlich stärker bewaldet, weshalb in Hessen und Rheinland-Pfalz der Wald mit jeweils 42 % den höchsten Anteil an der Landesfläche ausmacht. Das Waldeigentum ist in Deutschland breit gestreut; ein Drittel ist Staatswald im Ei-



gentum von Bund und Ländern, 19 % sind Körperschaftswald (Kommunen, juristische Personen etc.) und 48 % Privatwald. Die Hälfte des Privatwaldes befindet sich in der Hand von Eigentümern, die über eine Fläche von nicht mehr als 20 ha verfügen. Insgesamt gibt es in Deutschland ca. 2 Mio. Waldeigentümer. In allen Eigentumsformen wird weniger Holz genutzt als zuwächst, sodass der Holzvorrat bei insgesamt 3,7 Mrd. m<sup>3</sup> bzw. 336 m<sup>3</sup>/ha liegt – so hoch, wie seit über 200 Jahren nicht mehr. Die Fichte ist dabei mit einem Anteil von 33 % der größte Vorratsträger (BMEL, 2014).

Der Verbrauch an Holzrohstoffen liegt derzeit in Deutschland bei 135 Mio. m<sup>3</sup> jährlich, zu ungefähr gleichen Teilen für die stoffliche und die energetische Verwertung. Stammholz wird überwiegend einer stofflichen Nutzung zugeführt, während für die Energieerzeugung primär Kronenholz, Holzreste und Holzabfälle eingesetzt werden. Die Energieerzeugung erfolgt durch Holzvergasung und -verbrennung, womit 4 % der gesamten Endenergieversorgung in Deutschland sichergestellt werden. Besondere Bedeutung hat Holz für die Wärmeerzeugung; über 70 % der Wärme aus erneuerbaren Energien werden auf der Grundlage von Holz bereitgestellt. Die größten Energieholznachfrager sind mit jährlich 34 Mio. m<sup>3</sup> die privaten Haushalte; über 25 % der deutschen Privathaushalte setzen in ca. 14 Mio. Einzelraumfeuerstätten (vor allem Kamin- und Kachelöfen) und in über 1 Mio. Holzzentralheizungen Holz zum Heizen ein. In Einzelraumfeuerstätten werden überwiegend Scheitholz und Holzbriketts verfeuert, während in Holzzentralheizungen auch Hackschnitzel und Holzpellets eingesetzt werden. Im gewerblichen und industriellen Sektor wird Energieholz sowohl zur Wärmeengewinnung in Holzheizungen eingesetzt als auch in Biomasseheizkraftwerken durch Ausnutzung der Kraft-Wärme-Kopplung zu elektrischer und thermischer Energie umgewandelt. Insgesamt bildet Holz die Rohstoffgrundlage für 35 % der gesamten erneuerbaren Energieerzeugung (BMEL, 2015).

## **4 Energetische Verwendung von Biomasse**

### **4.1 Entwicklung der Biogasproduktion**

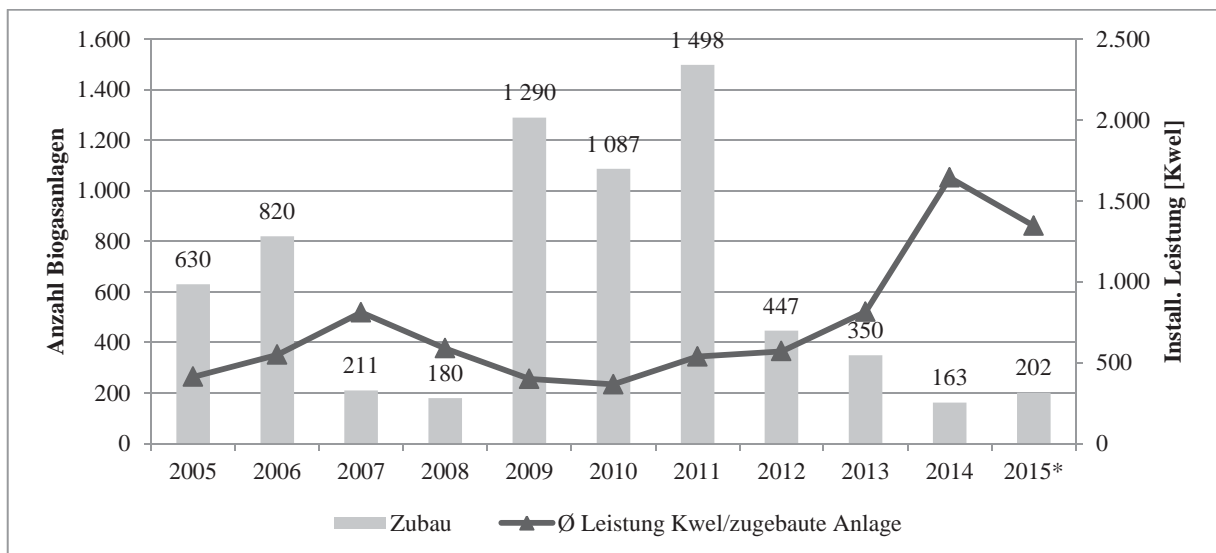
Der bereits in den letzten Jahren zu beobachtende Rückgang des Biogasanlagenzubaues hat sich auch 2014 fortgesetzt. Wurden im Jahr 2013 noch 350 neue Biogasanlagen installiert; waren es im Jahr 2014 nur noch 163 (Abbildung 4). Insgesamt waren 2014 bundesweit 8 726 Biogasanlagen, davon 182 Biomethananlagen, am Netz. Die installierte Leistung der Biogasanlagen lag insgesamt bei 3 905 MW<sub>el</sub>; sie ist im Vergleich zum Vorjahr nur leicht gestiegen (2013: 3 637 MW<sub>el</sub> (FNR, 2015c; FvB, 2015). Maßgeblich für den verhaltenen weiteren Ausbau der Biogasproduktion ist das EEG 2014, das den Bau von NawaRo-Anlagen unattraktiv hat werden lassen. Für das Jahr 2015 wird wieder ein leichter Anstieg des Anlagenzubaues erwartet – dieser wird sich jedoch aufgrund der Förderpolitik im Rahmen des EEG 2014 primär auf kleine Biogasanlagen bis 75 kW, die auf Basis von Gülle oder Bioabfällen betrieben



werden, konzentrieren. Insgesamt waren Ende 2014 rund 140 Abfallvergärungsanlagen in Betrieb (FvB, 2015; LIEBETRAU, 2015).

Die deutsche Stromproduktion aus Biogas belief sich 2014 auf 32,1 TWh. Dies reichte aus, um rund 9,2 Mio. (2013: 7,5 Mio.) Haushalte mit Strom zu versorgen. Durch die Biogaserzeugung konnten rund 20,8 (2013: 16,8) Mio. t CO<sub>2</sub> eingespart werden. Insgesamt waren 2014 rund 45 000 (2013: 41 000) Personen in der Biogasbranche beschäftigt (KRÖGER et al., 2015; FvB, 2015a). Unter dem Einfluss des gestiegenen wirtschaftlichen Drucks und veränderter gesetzlicher Rahmenbedingungen unterliegt die Biogasproduktion zurzeit weitreichenden Veränderungen. So wird in erheblichem Maße in das Repowering der Bestandsanlagen investiert, um deren Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Verbreitet sind dabei der Ausbau der Wärmenutzung, die für einen wirtschaftlich erfolgreichen Anlagenbetrieb an Bedeutung gewonnen hat, die Erhöhung der BHKW-Leistung sowie die Errichtung von Satelliten-BHKWs an Orten, an denen die anfallende Wärme sinnvoll verwertet werden kann. Darüber hinaus haben sich inzwischen rund 60 % der Anlagenbetreiber ganz oder teilweise für die Direktvermarktung des erzeugten Stroms entschieden. Bereits 2014 war darüber hinaus ein starker Anstieg der Anmeldungen zur Flexibilisierung zu verzeichnen (LIEBETRAU, 2015; POSTEL et al., 2015).

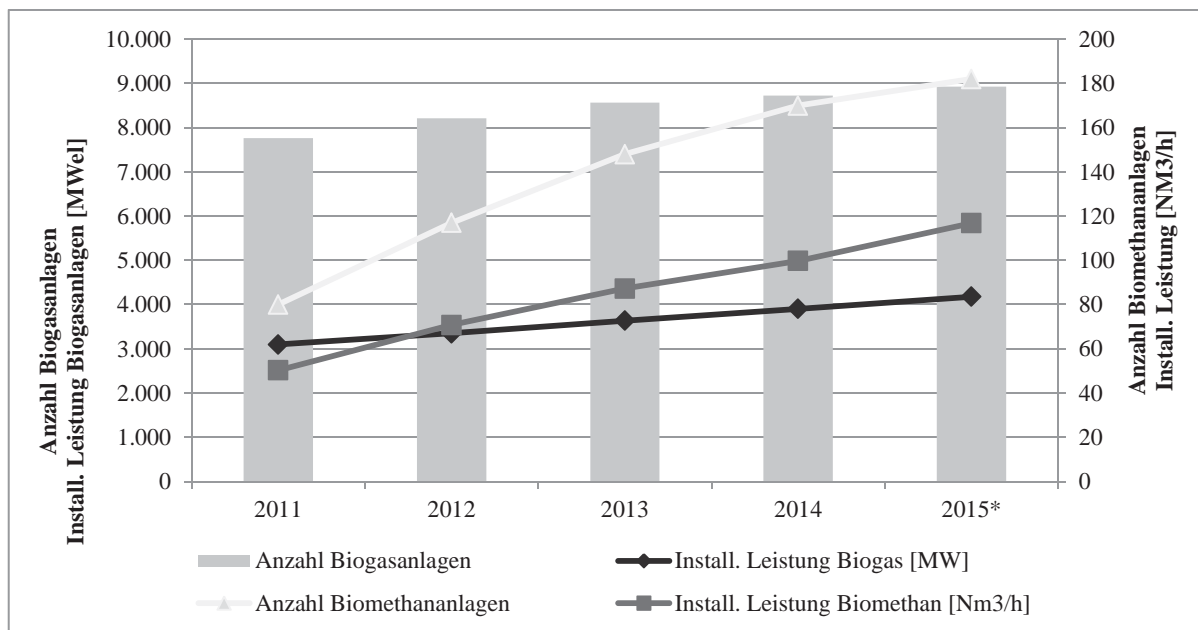
**Abbildung 4: Zahl und durchschnittliche Größe neu errichteter Biogasanlagen in Deutschland**



Quelle: Eigene Darstellung nach FvB (2015a)



**Abbildung 5: Entwicklung der Zahl und der installierten Leistung der Biogasanlagen in Deutschland**

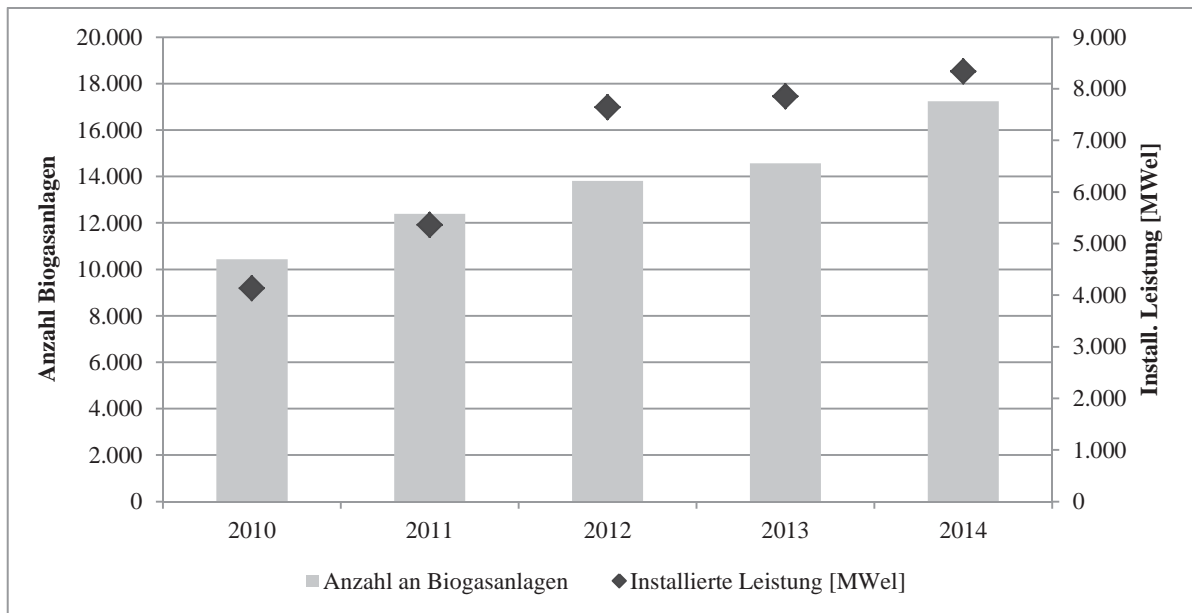


Quelle: Eigene Berechnungen nach FNR (2015c) und FvB (2015a)

Während in Deutschland der Biogasanlagenzubau in den letzten Jahren eine rückläufige Tendenz aufwies, war in Europa ein verstärkter Ausbau zu beobachten. Im Jahr 2010 gab es europaweit etwa 10 400 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von rund 4 100 MW<sub>el</sub>. Bis zum Jahr 2014 ist die Anzahl der Anlagen um rund 65 % auf 17 240 und die installierte Leistung auf rund 8 340 MW<sub>el</sub> angestiegen (Abbildung ) (EBA, 2015). Dabei hat die Biogasproduktion in den letzten zwei Jahren vor allem im Vereinigten Königreich sowie in Polen, Belgien und der Slowakei stark an Bedeutung gewonnen (Abbildung 6). Im Gegensatz zu Deutschland wird im Ausland die Mehrheit der Biogasanlagen als Biomethaneinspeiseanlagen betrieben (DANY, 2013).

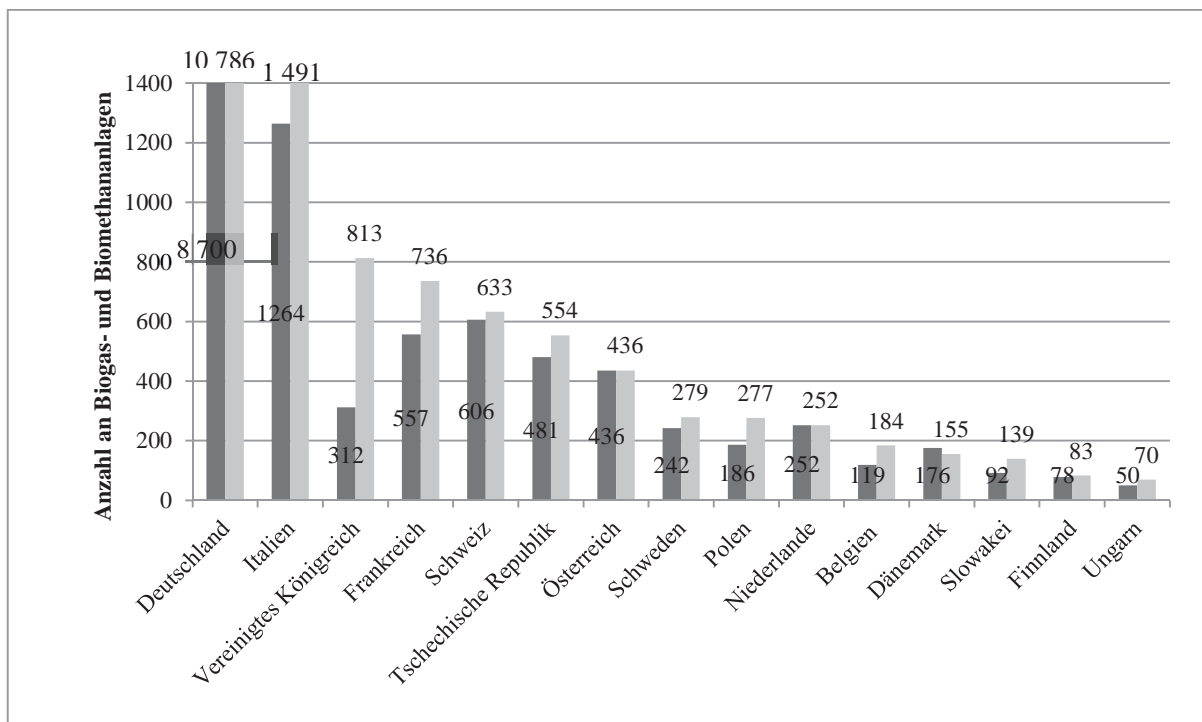


**Abbildung 6: Entwicklung der Zahl an Biogasanlagen und der installierten Leistung in Europa (2010 bis 2014)**



Quelle: EBA (2015)

**Abbildung 7: Anzahl der Biogasanlagen in ausgewählten europäischen Ländern 2012 und 2014**



Zahlen innerhalb der Säulen: Werte für 2012; Zahlen über den Säulen: Werte 2014; Deutschland anderer Maßstab

Quelle: Eigene Darstellung nach EBA (2014; 2015a)

## 4.2 Entwicklung der Biokraftstoffproduktion

Im Jahr 2014 wurden in Deutschland insgesamt 55 Mio. t Kraftstoffe (2013: 54 Mio. t; 2012: 53 Mio. t) verbraucht. Dabei entfielen 61,1 % auf Diesel- und 32,4 % auf Ottokraftstoffe. Der



Anteil biogener Kraftstoffe lag bei 5,2 %; dies entsprach 3,6 Mio. t (FNR, 2015d). Die Werte stagnierten damit auf dem Vorjahresniveau (2013: 5,1 %; 3,45 Mio. t) (IWR, 2015). 2014 war Biodiesel in Deutschland mit 1,97 Mio. t (59,5 %) nach wie vor der wichtigste Biokraftstoff, gefolgt von Bioethanol mit 1,23 Mio. t (26,6 %), hydrierten Pflanzenölen mit 340 000 t (12,2 %), Biomethan mit 38 000 t (1,5 %) und Pflanzenölen mit 5 500 t (0,2 %) (FNR, 2015d).

Nach Angaben des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) wird sich der inländische Kraftstoffbedarf aufgrund des Einsatzes effizienterer Technologien und neuer Verkehrskonzepte bis zum Jahr 2025 von 55 Mio. t auf ca. 44 Mio. t verringern. Ein deutlicher Rückgang wird dabei für den Bereich der Ottokraftstoffe prognostiziert, deren Verbrauch bis 2025 auf 12,4 Mio. t Ottokraftstoffe zurückgehen soll; gegenüber 2010 entspricht dies einem Rückgang um ca. 37 %. Für den Dieselmotorkraftstoffabsatz wird bis 2015 ein Anstieg auf 34 Mio. t erwartet, danach soll sich der Verbrauch bis 2025 auf ca. 31,7 Mio. t vermindern (FNR, 2015d).

Nach wie vor sind für die Entwicklung der deutschen Biokraftstoffindustrie die – von wissenschaftlicher Seite zum Teil heftig kritisierten (PUTTKAMMER und GRETHE, 2015) – rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen entscheidend. In den Jahren 2007-2014 beschloss die Bundesregierung die Förderung von Biokraftstoffen von einer steuerlichen auf eine ordnungspolitische Förderung umzustellen und eine gesetzliche Biokraftstoffquote einzuführen (FNR, 2015e). Gleichzeitig wurde die Mineralölwirtschaft verpflichtet, zu einem bestimmten Anteil Biokraftstoffe zu verwenden (KRÖGER et al., 2015). Dieser Anteil lag bis einschließlich 2014 bei 6,25 %. 2015 wurde der gesetzliche Rahmen erneut geändert. Die bisherige Biokraftstoffquote wurde durch eine Treibhausgasquote (THG-Quote) (§§ 37a ff. BImSchG) ersetzt. Diese verpflichtet die Kraftstoffhersteller, in 2016 3,5 % CO<sub>2</sub> (ab 2017 4 %, ab 2020 6 % jährlich) einzusparen. Dies soll in erster Linie durch den Einsatz von Biodiesel und Bioethanol erreicht werden (VDB, 2015), schafft aber gegenüber der vormaligen Biokraftstoffquote einen Anreiz dazu, Biokraftstoffe mit höherem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial einzusetzen (FNR, 2015e).

Aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen ist die Biokraftstoffbranche in Deutschland durch eine wenig dynamische, zuletzt aber stabile Entwicklung geprägt. Symptomatisch für die verhaltene Entwicklung sind die sowohl bei Biodiesel als auch bei Bioethanol nur teilweise ausgelasteten Produktionskapazitäten. So beläuft sich die Produktionskapazität der Biodieselindustrie in Deutschland auf ca. 4,8 Mio. t, die im Jahr 2014 nur zu ca. 84 % ausgelastet waren (VDB, 2015).

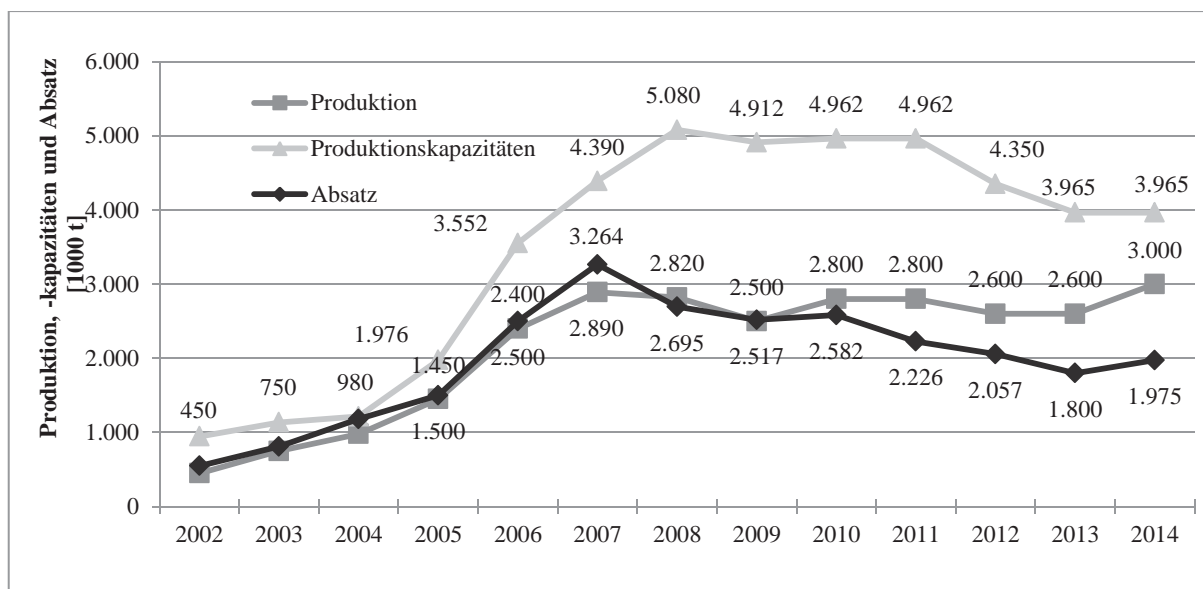
#### 4.2.1 Biodieselproduktion

Gegenüber dem Vorjahr stieg die Biodieselproduktion in Deutschland 2014 von 2,6 Mio. t auf rd. 3,0 Mio. t an (Abbildung 8) (FNR, 2015d; VDB 2015). Als Gründe für diesen Anstieg sind die vergleichsweise günstigen Rohstoffpreise für Raps in Wirtschaftsjahr 2013/14 und



der gleichzeitige Wegfall von Biodieselimporten aus Argentinien und Indonesien zu nennen (USDA, 2015). Die Produktionskapazitäten verblieben mit 3,9 Mio. t auf dem gleichen Niveau wie im Jahr zuvor; die Kapazitätsauslastung der Biodieselanlagen betrug dementsprechend ca. 84 % (VDB, 2015). Der Biodieselabsatz im Inland stieg leicht von rd. 1,8 Mio. t (2013) auf 1,9 Mio. t (2014) (FNR, 2015d). Für die Branche stellt Rapsöl dabei den bedeutendsten Rohstoff dar. In der Vergangenheit betrug die Rapsölanteil in der Rohstoffzusammensetzung zwischen 64 % und 87 %. Abfallbasierte Rohstoffe, wie z.B. Altspisefette, Fettsäuren und tierische Fette, machen immerhin knapp 17 % der Rohstoffe aus (VDB, 2015). Angesichts steigender, bereits ab 2017 in der EU geltender Anforderungen an die Treibhausgasreduktion wird die Zukunft der Erzeugung von Biodiesel aus Rapsöl kritisch beurteilt (JUNKER et al., 2015).

**Abbildung 8: Biodieselkapazitäten, -produktion und -absatz in Deutschland**



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an FNR (2015d)

Die EU-28 ist nach wie vor der weltweit größte Hersteller von Biodiesel. Die Erzeugung belief sich in 2015 einschließlich der Produktion von hydrierten Pflanzenölen (HVO) auf insgesamt rund 12,6 Mrd. l (USDA, 2015). Verbraucht wurden rd. 13,1 Mrd. l Biodiesel; der Import lag dabei 0,65 Mrd. l, der Export bei 0,15 Mrd. l. Gegenüber dem Vorjahr sind Produktion, Absatz und Verbrauch auf dem gleichen Niveau verblieben. Gegenüber 2013 hat sich die Kapazitätsauslastung aber von 45 % auf 50 % erhöht. Die EU-Biodieselproduktion wird in erster Linie durch den inländischen Verbrauch und die Konkurrenz durch Importe bestimmt (USDA, 2015; VDB, 2015).

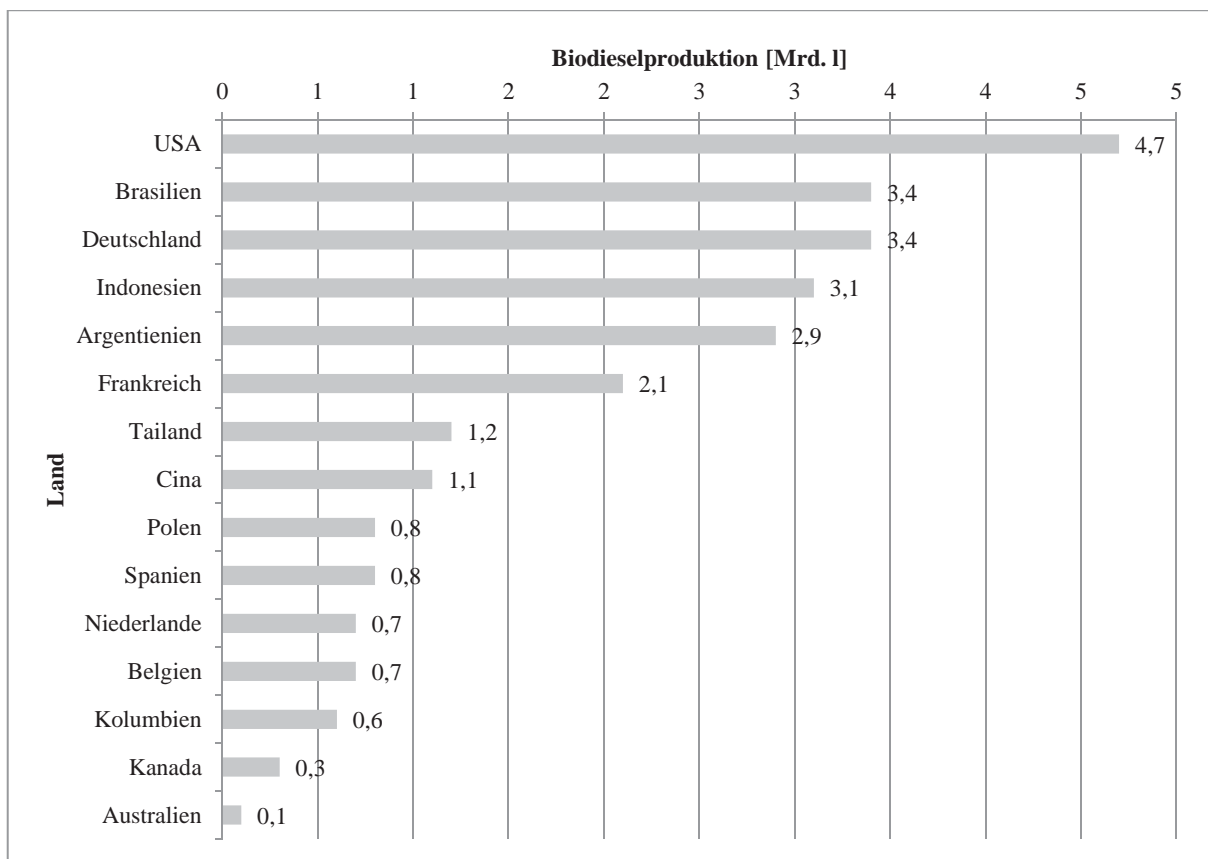
Als Resultat dieser Marktentwicklungen stieg die Biodieselproduktion in einigen EU-Mitgliedsstaaten wieder leicht an. Vornehmlich zeigte sich dies in Deutschland, Spanien und den Beneluxstaaten. Der Anstieg in den Benelux-Ländern ist im Wesentlichen auf die Produktionsausweitung bei hydrierten Pflanzenölen zurückzuführen. Schwerpunktländer der europäi-





schen Biodieselproduktion sind nach wie vor Deutschland (2014: 3,4 Mrd. l), Frankreich (2014: 2,1 Mrd. l), Polen (2014: 0,8 Mrd. l), Spanien (2014: 0,8 Mrd. l), die Niederlande (2014: 0,7 Mrd. l) und Belgien (2014: 0,7 Mrd. l) (Statista, 2015; USDA, 2015). Weiterhin wird erwartet, dass die Biodieselproduktionskapazität in der EU in 2016 bei rund 25,2 Mrd. l verbleiben und nicht weiter ausgebaut werden (USDA, 2015).

**Abbildung 9: Weltweit größte Biodieselproduzenten (2014)**



Quelle: STATISTA (2015)

Weltweit stieg die Biodiesel- einschließlich der HVO-Produktion in 2014 um ca. 4 % von 23,1 Mio. t auf 24,9 Mio. t an. Neben der EU mit 12,6 Mrd. l sind die USA mit 4,7 Mrd. l, Brasilien mit 3,4 Mrd. l, Indonesien mit 3,1 Mrd. l und Argentinien mit 2,9 Mrd. l die größten Biodieselproduzenten (Abbildung 9) (STATISTA 2015; USDA, 2015)

#### 4.2.2 Bioethanolproduktion

Die Produktion von Bioethanol in Deutschland stieg in 2014 gegenüber 2013 um 8,2 % auf insgesamt 727 Mio. t. Die Produktion wiederum profitierte von der sehr guten Getreideernte in 2013/2014. Die Menge des aus Futtergetreide hergestellten Bioethanols stieg um 17,5 % auf 0,476 Mio. t weiter an. Dagegen ging die Produktion aus Industrierüben im Vergleich zum Vorjahr deutlich zurück und erreichte nur noch 0,243 Mio. t (-9,1 %). Insgesamt wurden 2014 rund 2,6 Mio. t Industrierüben und 1,5 Mio. t Futtergetreide zu Bioethanol verarbeitet.



8 205 t Bioethanol wurden aus sonstigen Stoffen, bspw. Rückständen der Lebensmittelindustrie, hergestellt (BDBE, 2015; FNR, 2015a).

Der Verbrauch von Bioethanol in Deutschland belief sich im Jahr 2014 auf 1,23 Mio. t. Gegenüber den 1,21 Mio. t des Vorjahres konnte somit ein Anstieg um 1,9 % verzeichnet werden. Die wichtigste Verwendung von Bioethanol in Deutschland ist die Beimischung zu Benzin für die Sorten E5 und E10, gefolgt von der Verwendung als Benzinadditiv ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether). Das zur Beimischung verwendete Bioethanol stieg insgesamt um 4 % auf 1,08 Mio.t an. Vor allem die Kraftstoffsorte Super E10 wurde im Vergleich zum Vorjahr häufiger getankt; der Verbrauch betrug etwa 2,8 Mio. t, was einem Plus von 55 514 t entspricht (+0,6 %) (BDBE, 2015). Der Verbrauch von ETBE verminderte sich von 154 481 t auf 138 775 t (-10,2 %). Der Absatz der Kraftstoffsorte E85 ging auch 2014 deutlich zurück. Der Verbrauch von E85 war 2013 erstmals rückläufig gewesen und fiel 2014 erneut von 13 588 t auf 10 243 t (-24,6 %) (BDBE, 2015; FNR, 2015a).

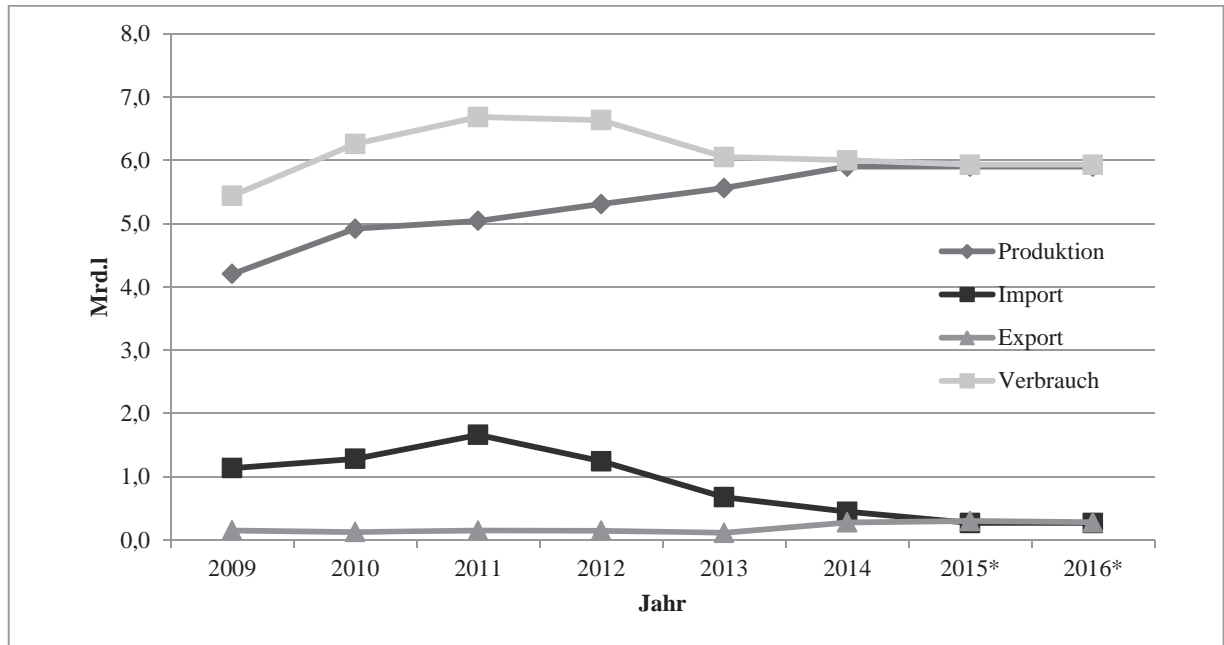
Ab 2016 entfällt die steuerliche Vergünstigung für den Anteil Bioethanol in E85; die Aussichten für den wettbewerbsfähigen Vertrieb dieser Kraftstoffsorte sind daher sehr unsicher. Aufgrund der Erweiterung des Spektrums der verfügbaren Ausgangsstoffe und der Erhöhung der ökologischen Nachhaltigkeit gehen Experten trotz des geringeren Absatzes von Ottokraftstoffen bis 2025 davon aus, dass die Ethanolproduktion in Deutschland weiter ausgedehnt werden wird (BDBE, 2015; F.O. LICHT, 2013) und der Bioethanolmarkt sich positiv entwickelt (EUROSERVER, 2015). Ein wachsender Absatz von Super E10 und steigende Beimischungsanteile in allen Benzinsorten ermöglichen größere Marktanteile deutschen Bioethanols. Eine Voraussetzung dafür sind aber auch wieder anziehende Erdölpreise und eine dadurch bedingte steigende Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol gegenüber fossilem Benzin. Besonders positiv wirkt sich die im ersten Halbjahr 2015 auf 60-70 % gestiegene CO<sub>2</sub>-Minderung von Bioethanol auf die Erfüllung der gesetzlichen Pflicht zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Kraftstoffen aus (BDBE, 2015).

Die Bioethanolproduktion in der EU erreichte im Jahr 2014 laut USDA 5,9 Mrd. l (Abbildung 10) (USDA, 2015). Andere Quellen wie zum Beispiel die Renewable Fuels Association (RFA) gehen von 5,5 Mrd.l aus (RFA, 2015). Frankreich ist mit 1,18 Mrd. l weiterhin größter Produzent vor Deutschland (1,0 Mrd. l), den Benelux-Staaten (1,0 Mrd. l), Ungarn (0,635 Mrd. l), Großbritannien (0,540 Mrd. l) und Spanien (0,455 Mrd. l). Gegenüber 2013 (5,5 Mrd. l) hat sich die produzierte Menge jedoch nicht wesentlich verändert (USDA, 2015). Laut den ersten Prognosen wird sich die Produktion 2016 aufgrund der zunehmenden Nachfrage in den meisten EU-Mitgliedstaaten weiter leicht ausweiten bis stagnieren. Erste Schätzungen bewegen sich in Größenordnungen zwischen 5,9 Mrd. l (USDA 2015) und 7,15 Mrd. l (F.O. LICHT, 2013). Die Kapazitäten zur Produktion von Bioethanol belaufen sich in der EU zurzeit auf 8,5 Mrd. l und sind zu ca. 70 % ausgelastet. Die Produktionskapazitäten



wurden seit 2012 nicht signifikant erhöht; auch 2016 wird nicht mit Anlagenerweiterungen gerechnet (EUROSERVER 2015; USDA, 2015).

**Abbildung 10: Der Ethanolmarkt in der EU (2009 bis 2016)**



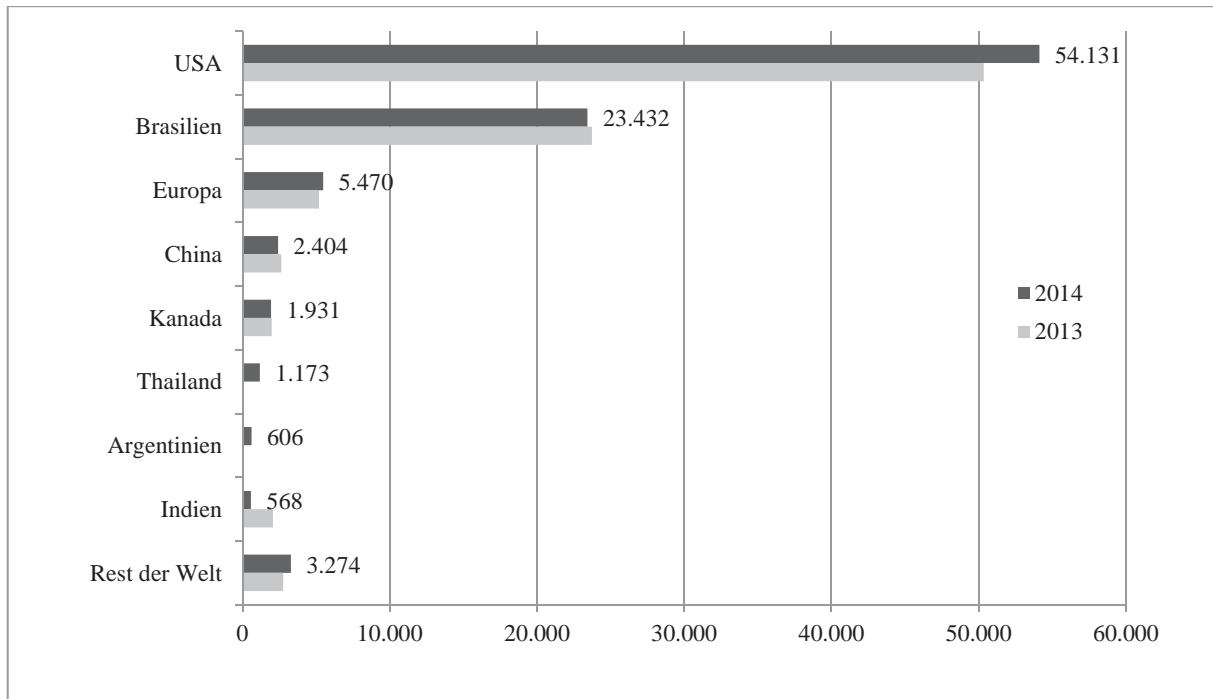
\*vorläufige Schätzung

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an USDA (2015)

Die Welt-Ethanolproduktion lag in 2014 bei rd. 93,4 Mrd. l (Abbildung 11). Davon entfallen auf die USA 54,1 Mrd. l, auf Brasilien 23,4 Mrd. l, auf Europa 5,5 Mrd. l, auf China 2,4 Mrd. l und auf die Kanada 1,2 Mrd. l (Abbildung 11; RFA, 2015). Zuletzt weiteten die USA ihre Produktion nicht weiter aus, sondern stabilisierten diese aufgrund einer lang anhaltende Dürreperiode und stark gestiegener Preise für Agrarrohstoffe sowie niedriger Erdölpreise auf einem hohen Niveau. China ist mit einer Menge von 2,4 Mrd. l mittlerweile zum viertgrößten Ethanolproduzenten der Welt aufgestiegen. Ferner sind im asiatischen Raum noch Thailand mit 1,1 Mrd. l und Indien mit 0,6 Mrd. l bedeutende Erzeugerländer. Experten attestieren dem asiatischen Markt nach wie vor gute Wachstumschancen (USDA, 2015; OECD-FAO 2014; 2015; F.O. LICHT, 2013). Aber auch für die Bioethanolproduktion in Südafrika und den südamerikanischen Ländern wird für die nächsten Jahre ein deutliches Wachstum vorausgesagt. Neben Brasilien gilt dies vor allem für Mexiko, Argentinien und Kolumbien (OECD-FAO, 2015). Trotzdem werden laut aktuellen Prognosen bis 2020 die USA vor Brasilien größter Produzent und Nachfrager von Ethanol bleiben (OECD-FAO, 2014).



**Abbildung 11: Globale Ethanolproduktion (2013 und 2014)**



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an RFA (2015)

### 4.3 Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen

Biogene Festbrennstoffe als eine Form der erneuerbaren Energien sind abzugrenzen von fossilen Festbrennstoffen wie Torf, Braun- und Steinkohle. Sämtliches organisches Material, das oberirdisch wächst oder aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen wird und somit nicht zur fossilen Biomasse zählt sowie im Moment der Verbrennung oder Vergasung zur energetischen Nutzung in fester Form vorliegt, wird den biogenen Festbrennstoffen zugerechnet. Es kann sich dabei sowohl um Haupt- als auch um Neben- bzw. Restprodukte handeln, die weiterverarbeitet oder direkt zur energetischen Nutzung eingesetzt werden. Der wichtigste biogene Festbrennstoff ist Holz aus forst- und landwirtschaftlicher Produktion; in nicht geringem Umfang wird aber auch Bau-, Industrie- und Verpackungsholz zur Energiegewinnung eingesetzt. Weitere biogene Festbrennstoffe sind Stroh und Strohpellets, Olivenpellets aus Olivenkernen und -trester sowie Bagasse, die bei der Zuckerfabrikation aus Zuckerrohr anfällt. Klassifiziert und eingeordnet werden biogene Festbrennstoffe der Herkunft nach in Halmgut und krautartige Brennstoffe, Biomasse von Früchten, holzartige Brennstoffe sowie definierte und undefinierte Mischungen (HARTMANN 2005; KALTSCHMITT et al., 2009).

Die Stromerzeugung mittels biogener Festbrennstoffe erfolgt durch Biomassevergasung, wodurch der Festbrennstoff in einen gasförmigen Sekundärbrennstoff transformiert wird, der anschließend zur Erzeugung von elektrischer Energie eingesetzt wird, oder durch den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung. Bei der Kraft-Wärme-Kopplung werden simultan elektrischer Strom sowie Nah- bzw. Fernwärme für Heizzwecke oder Prozesswärme für Produktionsprozesse gewonnen. Mittels der Kraft-Wärme-Kopplung kann bei optimaler Ausnutzung ein Ge-



samtwirkungsgrad von 80 bis 90 % erreicht werden. Biogene Feststoffe bilden die Rohstoffgrundlage für ca. 8 % der Gesamtstrombereitstellung durch erneuerbare Energien und für etwa 27 % der Stromerzeugung aus Biomasse (SCHAUMANN und SCHMITZ, 2010; BMWI, 2014).

Eine höhere Bedeutung als für die Stromerzeugung haben biogene Festbrennstoffe für die Bereitstellung von Wärme. An der gesamten Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien haben biogene Festbrennstoffe in Deutschland einen Anteil von ca. 77 % (BMWI, 2014). Ein Großteil der organischen Feststoffe wird in den insgesamt über 14 Mio. privaten Einzelraumfeuerstätten und Holzzentralheizungen verfeuert; der kleinere Teil wird in Gewerbe- und Industrieanlagen verheizt. Die genaue Menge der in privaten Haushalten eingesetzten biogenen Brennstoffe kann nicht exakt beziffert werden, da der private Holzeinschlag und die privaten Lagermengen nur schwer erfasst werden können (BUNZEL et al., 2011). Die regionale Verteilung der Feuerstätten ist recht unterschiedlich; privat genutzte Einzelraumfeuerstätten und Holzzentralheizungen sind besonders oft in den süddeutschen Bundesländern zu finden, während leistungsstarke Biomasseheizkraftwerke, die mit biogenen Festbrennstoffen befeuert werden, im gesamten Bundesgebiet installiert sind. Biomasseheizkraftwerke, die auf Basis der Kraft-Wärme-Kopplung zwei Energieformen bereitstellen, sind in der Regel wärmegeführt. Das heißt, dass die Menge des produzierten Stroms abhängig ist von dem Bedarf an Wärme. Die Biomasseheizkraftwerke können daher nicht zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Zur Flexibilisierung der Biomasseheizkraftwerke werden daher zurzeit Wärmespeicherlösungen entwickelt, damit die Kraftwerke auch mit einem hohen Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Residuallast gefahren werden können. In den Wärmespeichern wird die temporär überschüssige Wärme bei hoher Stromnachfrage gespeichert und bei Bedarf wieder freigegeben, wodurch die Biomasseheizkraftwerke grundlastfähig werden (KRAUTKREMER, 2015).

## **5 Biogaserzeugung und Abbau regionaler Nährstoffüberschüsse am Beispiel Niedersachsens**

Das zwischenzeitlich dynamische Wachstum der Biogaserzeugung, die veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Biogasanlagenbetreiber (GRONAUER et al., 2009; KOWALEWSKY, 2009; EMMANN und THEUVSEN, 2012) und die zunehmende Kritik an der Biogaserzeugung seitens der Bevölkerung (ZSCHACHE et al., 2010; LINHART und DHUNGEL, 2013) haben dazu geführt, dass die Suche nach alternativen Gärsubstraten intensiviert wurde. Gleichzeitig hat sich aufgrund der zunehmenden regionalen Konzentration der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung die Problematik der regionalen Nährstoffüberschüsse zugespitzt. Vor diesem Hintergrund ist die Separation von Wirtschaftsdüngern in Nährstoffüberschussregionen verbunden mit dem Export in Nährstoffbedarfsregionen einschließlich der Vergärung in Biogasanlagen als ein erfolgversprechendes Konzept verstärkt ins Blickfeld gerückt. Durch den Export der mit Nährstoffen angereicherten Güllefeststoffe verlassen Nährstoffe die Über-



schussregionen, und durch die Vergärung der Güllefeststoffe steht den Biogasanlagenbetreibern ein günstige, gut vergärbare Alternative zur Maissilage zur Verfügung. Im Folgenden wird am Beispiel Niedersachsens analysiert, inwiefern durch den Export von Güllefeststoffen aus Nährstoffüberschussregionen in Nährstoffbedarfsregionen ein Beitrag zur Reduzierung der regionalen Nährstoffüberhänge geleistet werden kann.

Die Nährstoffberichte 2012/13 sowie 2013/14 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen verdeutlichen, dass vor allem in den veredlungsstarken Landkreisen im Nordwesten Niedersachsens Nährstoffüberschüsse zu finden sind. Problematisch ist dabei vor allem der Phosphorsaldo (LWK NIEDERSACHSEN, 2015), der viele viehhaltende Betriebe vor große Herausforderungen stellt. Anders als in den Veredlungsregionen sind die Nährstoffbilanzen in den Milchvieh- und Mischregionen ausgeglichen und in den Ackerbauregionen sogar negativ. Die ungleiche Verteilung der Nährstoffe bietet somit ein bisher nur wenig genutztes Potenzial zum überregionalen Nährstoffausgleich innerhalb Niedersachsens.

**Tabelle 2: Landkreise mit Phosphor- und Stickstoffüberschüssen (Wirtschaftsdünger und Gärreste)**

Phosphat	Bedarf nach Kulturen und LF	Anfall aus WD aller Tierarten	Anfall Gärreste ohne WD Input	Anfall aus WD aller Tierarten und Gärreste ohne WD-Input	Saldo
	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /a	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /a	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /a	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /a	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /a
Cloppenburg	-7 477	15 443	1 591	17 034	9 557
Emsland	-12 861	17 279	2 135	19 414	6 553
Grafschaft Bentheim	-4 858	6 595	631	7 226	2 368
Oldenburg (Landkreis)	-5 074	5 850	1 181	7 031	1 957
Osnabrück (Landkreis)	-9 021	13 239	848	14 087	5 066
Vechta	-4 821	12 518	523	13 041	8 220
<b>Summe</b>	<b>-71 966</b>	<b>90 079</b>	<b>12 139</b>	<b>102 218</b>	<b>33 721</b>
Stickstoff	Bedarf nach Kulturen und LF	Anfall aus WD aller Tierarten	Anfall Gärreste ohne WD Input	Anfall aus WD aller Tierarten und Gärreste ohne WD-Input	Saldo
	t N/a	t N/a	t N/a	t N/a	t N/a
Cloppenburg	-13 947	15 284	2 318	17 602	3 655
Vechta	-9 245	13 333	762	14 095	4 850
<b>Summe</b>	<b>-42 566</b>	<b>38 916</b>	<b>3 787</b>	<b>42 703</b>	<b>8 505</b>

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung nach Guenther-Lübbers et al. (2015); LWK Niedersachsen (2015)

Zur Abschätzung des Potenzials zur Verbringung von Wirtschaftsdüngern sind zunächst die absoluten jährlichen Phosphor- und Stickstoffsalden aus dem Wirtschaftsdüngeranfall aller Tierarten und den Gärresten sowie dem Phosphorbedarf für die Landkreise mit Nährstoffüberschuss zu errechnen. Bereits realisierte Im- und Exporte werden nicht berücksichtigt, da angenommen wird, dass die energetische Nutzung mit anschließender Nährstoffnutzung in der Ackerbauregion nachhaltiger ist als die derzeitige Verbringung unter Entsorgungsgesichts-



punkten. Bei der Berechnung der Phosphorsalden werden die Landkreise berücksichtigt, die entsprechend dem Nährstoffbericht der Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2013/14 einen positiven Saldo aufweisen. Zur Berechnung der Stickstoffsalden werden die Landkreise angerechnet, die einen Wert von größer 160 kg Stickstoff/ha haben. Insgesamt ergibt sich somit ein Gesamtsaldo von 33 721 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/a und 8 505 t N/a (Tabelle 2).

**Tabelle 3: Zahl der NawaRo-Biogasanlagen in niedersächsischen Ackerbauregionen**

Landkreis	Anzahl Stück	Anlagenleistung kW <sub>el</sub>	Landkreis	Anzahl Stück	Anlagenleistung kW <sub>el</sub>
Braunschweig	0	0	Holzminde	3	1 438
Celle	31	15 999	Lüchow-Dannenberg	4	4 110
Gifhorn	4	3 250	Lüneburg	7	7 410
Goslar	2	1 130	Northeim	9	6 226
Göttingen	7	2 085	Peine	10	7 967
Hamel-Pyrmont	6	5 440	Region Hannover	25	13 390
Harburg	6	3 470	Schaumburg	2	90
Heidekreis	3	1 393	Uelzen	11	7 350
Helmstedt	5	4 041	Wolfenbüttel	6	3 116
Hildesheim	6	3 366	Wolfsburg	2	2 600
			<b>Gesamt</b>	<b>149</b>	<b>93 871</b>

Quelle: Eigene Darstellung nach GUENTHER-LÜBBERS et al. (2015); BIOGASINVENTUR NIEDERSACHSEN (2014)

Landkreise, die Nährstoffe aufnehmen können und somit einen Nährstoffbedarf haben, sind vor allem in den Ackerbauregionen zu finden. Die zu diesen Regionen zählenden Landkreise sind in **Tabelle 3** dargestellt. Entsprechend einem Auszug aus der Biogasinventur Niedersachsen aus dem Jahr 2014 werden in den betrachteten Landkreisen 149 Biogasanlagen mit ausschließlicher NawaRo-Vergärung betrieben. Die gesamte Anlagenleistung dieser NawaRo-Anlagen beträgt 93 871 kW<sub>el</sub>.

Im Folgenden wird für drei ausgewählte Wirtschaftsdünger das Phosphor- und Stickstoffreduktionspotential abgeleitet, das genutzt werden könnte, wenn in den 149 Biogasanlagen anstatt nur NawaRo auch zu 33 % Güllefeststoffe vergoren würden. Zum einen soll das Potenzial der überregionalen Verbringung von Schweinegülle betrachtet werden (Szenario 1). Schweinegülle weist im Vergleich zur Rindergülle einen deutlich höheren Phosphorgehalt auf und ist in den Überschussregionen von größerer Bedeutung als Rindergülle. Zum zweiten soll die Verbringung von Güllefeststoffen aus separierter Schweinegülle betrachtet werden. Güllefeststoffe weisen aufgrund ihres im Vergleich zur Rohgülle höheren Trockensubstanzgehaltes eine deutlich höhere Transportwürdigkeit auf. Dabei wird zwischen Schweinegüllefeststoffen aus der Separation mittels einer Pressschnecke (Szenario 2) und einer Dekanterzentrifuge (Szenario 3) unterschieden. Diese Differenzierung erfolgt vor dem Hintergrund, dass Dekanterzentrifugen deutlich höhere Phosphorabscheidegrade aufweisen als Pressschnecken.



Die Ergebnisse der Berechnungen sind zusammenfassend in Tabelle 4 dargestellt. Bei einem Einsatz von 33 % Schweinegülle in den 149 NawaRo-Biogasanlagen in den niedersächsischen Ackerbauregionen würde dies einem jährlichen Bedarf von 879 102 t Schweinegülle entsprechen. Werden 33 % Schweinegüllefeststoffe aus der Pressschneckenseparation eingesetzt, liegt der Bedarf bei 780 495 t/a. Bei 33 % Schweinegüllefeststoffen aus der Separation mittels einer Zentrifuge wäre ein Bedarf von 801 181 t/a die Folge. Unter der Annahme, dass Mais als Gärsubstrat substituiert wird, könnten in Abhängigkeit vom betrachteten Szenario zwischen 93 871 t und 263 934 t Energiemais eingespart werden. Die für den Maisanbau benötigte Fläche reduzierte sich dementsprechend um 1 877 bis 6 598 ha/a. Durch den Export der Güllefeststoffe aus den Nährstoffüberschussregionen und deren Vergärung in den Ackerbauregionen würde sich der Nährstoffüberhang in den Überschussregionen vermindern. Für den Nährstoff Stickstoff liegt das Potenzial zur Reduktion der Nährstoffüberschüsse je nach betrachtetem Szenario zwischen 52 % und 95 %, bei Phosphor zwischen 8 % und 39 %.

**Tabelle 4: Nährstoffreduktionspotential**

Szenario	Einsatz Wirtschaftsdünger t/a	Einsparung		Äquivalent für Mineraldünger		Rest N-Überschuss ausgew. LK t/a	Rest P-Überschuss ausgew. LK t/a
		Substratmenge t/a	landw. Fläche ha/a	N t/a	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> t/a		
1 Schweinegülle	879 102	93 871	1 877	4 396	2 813	4 109 -52%	30 908 -8%
2 Schweinegülle (Pressschnecke)	780 495	263 934	6 598	6 946	6 400	1 559 -82%	27 321 -19%
3 Schweinegülle (Dekanter-zentrifuge)	801 181	249 540	4 991	8 092	13 139	413 -95%	20 582 -39%

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung nach GUENTHER-LÜBBERS et al. (2015); LWK NIEDERSACHSEN (2015)

Der Einsatz von Güllefeststoffen als Gärsubstrat in Biogasanlagen außerhalb der Nährstoffüberschussregionen ist ein interessanter Ansatz, um einen Beitrag zu einem überregionalen Nährstoffausgleich zu leisten. Die Ergebnisse aus Tabelle 4 machen deutlich, dass das Potenzial Nährstoffüberschüsse zwischen Phosphor und Stickstoff sowie den Wirtschaftsdüngerarten sehr unterschiedlich ist. Angesichts der hohen Relevanz der Phosphorüberschüsse und der unterschiedlichen Nährstoffabscheidegrade in die Feststoffe der zur Verfügung stehenden Technologien liegt unter dem Gesichtspunkt der Phosphorabscheidung die Nutzung einer Dekanterzentrifuge nahe.

Angesichts der anstehenden Novellierung der Düngeverordnung ist eine weitere Verschärfung der Nährstoffüberschussituation zu erwarten (WÜSTHOLZ, 2014). Die Separation von Gülle





auf den viehhaltenden Betrieben in Veredlungsregionen und die überregionale Verbringung der entstehenden Güllefeststoffe sind wichtige Ansatzpunkte für die Entschärfung der Nährstoffproblematik. Aufgrund geringerer Investitions- und Verfahrenskosten ist die Gülleseparation mittels Pressschneckenseparatoren derzeit die gängigste Lösung. Pressschneckenseparatoren erreichen jedoch im Vergleich zu Dekanterzentrifugen nur vergleichsweise geringe Abscheidegrade, speziell bei Phosphor (BRAUCKMANN et al., 2014). Der überregionale Nährstoffausgleich erfordert jedoch hohe Nährstoff- und Energiedichten, um die Transportwürdigkeit der Güllefeststoffe zu steigern. Steht das Ziel des überregionalen Nährstoffausgleichs im Vordergrund, ist der Einsatz von Dekanterzentrifugen eindeutig vorzuziehen.

Um langfristig das sich aus der Gülleseparation ergebende Potenzial zum Nährstoffausgleich zu nutzen, gilt es, das Verfahren für die Betriebe interessanter zu machen. Denkbar ist daher eine finanzielle Förderung von Investitionen in Separations- und Transporttechniken. Angesichts der geringen Akzeptanz des Einsatzes von Güllefeststoffen in Biogasanlagen in Ackerbauregionen (KRÖGER und THEUVSEN, 2016) sind auch gezielte finanzielle Anreize für Anlagenbetreiber denkbar. Weiterhin müssen die Separationstechniken bezüglich ihrer Abscheidegrade optimiert werden. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Umsetzbarkeit der drei betrachteten Szenarien überprüft. Um – wie im Szenario 3 möglich – 13 139 t  $P_2O_5$  zu exportieren und den Phosphorüberschuss in den Überschussregionen um 39 % zu reduzieren, bedarf es im Szenario 1 der Verbringung von rund 4,1 Mio. t Schweinegülle. Um im Szenario 2 dieselbe Nährstoffmenge zu exportieren, würden aufgrund der geringeren Nährstoffabscheidegrade rund 1,6 Mio. t Schweinegüllefeststoffe benötigt. Diese müssten aus 23 Mio. t Schweinegülle separiert werden (Masseabscheidegrad 7 %;  $P_2O_5$ -Abscheidegrad 18 %; BRAUCKMANN und BROLL, 2013; BRAUCKMANN et al., 2014). Im Szenario 3 wären immerhin noch 801 181 t Feststoffe pro Jahr und rund 6,2 Mio. t Schweinegülle (Masseabscheidegrad 13 %;  $P_2O_5$ -Abscheidegrad 68 %; BRAUCKMANN und Broll, 2013; BRAUCKMANN et al., 2014) erforderlich. Der jährliche Schweinegülleanfall in Niedersachsen beträgt 14,1 Mio. t (LWK NIEDERSACHSEN, 2015). Vor diesem Hintergrund ist die Realisierung von Szenario 2 unmöglich und die von Szenario 3 zumindest sehr ambitioniert. Eine Weiterentwicklung der Separationstechniken würde die zu separierenden und transportierenden Mengen deutlich reduzieren und damit auch zu einer höheren Wirtschaftlichkeit des Verfahrens beitragen.



## Literatur

- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2015a): Umsatz aus der Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland. In: <http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/umsaetze-aus-dem-betrieb-von-erneuerbare-energien-anlagen-in-deutschland>, Abruf: 28.10.2015.
- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2015b): Metaanalyse „Nutzungspfade der Bioenergie für die Energiewende“. In: Agra-Europe 46/2015 (Dokumentation): 1-10
- AGEE-STAT (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik) (2014): Rekord: Mehr als 25 Prozent erneuerbare Energien im deutschen Strommix. In: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik,did=629806.html>, Abruf: 03.11.2014.
- ANSCHÜTZ, T. (2014): Der Ethanolmarkt der EU27 und der USA im Jahr 2023 – Erstellung von Szenarien durch Anwendung der optimierten Szenario-Technik. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- BDBE (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft) (2015): Branchendaten. In: <http://www.bdbe.de/daten>, Abruf: 28.12.15.
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) (2015): Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2015) – Anlagen, installierte Leistung, Stromerzeugung, EEG-Auszahlungen, Marktintegration der Erneuerbaren Energien und regionale Verteilung der EEG-induzierten Zahlungsströme. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Berlin.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Bonn.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015): Wärme aus Holz. In: [https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/03\\_Holz/\\_texte/WaermeAusHolz.html](https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/03_Holz/_texte/WaermeAusHolz.html), Abruf: 17.12.2015.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2015a): Energiesteuergesetz (EnergieStG) - § 50 Steuerentlastung für Biokraftstoffe. In: [http://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/\\_50.html](http://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/_50.html), Abruf: 15.12.2015.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2015b): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz - BWaldG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>, Abruf: 15.12.2015.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2015c): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG). In: [http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg\\_2009/](http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/), Abruf: 16.12.2015.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014): Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2015a): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html), Abruf: 28.10.2015.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2015b): Primärenergieverbrauch nach Energieträgern. In: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/energiegewinnung-energieverbrauch.html>, Abruf: 15.12.2015.



- BRAUCKMANN, H.-J. und G. BROLL (2013): Fünf verschiedene Separatoren im Vergleich: Leistung, Nährstoffabscheidung, Nährstoffgehalte der Produkte. Vortrag im Rahmen des Praxisforum „Gülleseparation“ am 2. Juli 2013. Rodenkirchen.
- BRAUCKMANN, H.-J., J. HERING und G. BROLL (2014): Nährstoffgehalte und Biogaserträge separierter Gülle. In: Guenther-Lübbbers, W., R. Kröger und L. Theuvsen (Hrsg.): Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten – Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik. Göttingen: 43-56.
- BUNZEL, K., D. THRÄN, U. SEYFERT, V. ZELLER und M. BUCHHORN (2011): Forstwirtschaftliche Biomassepotenziale und Rohstoffpotenziale in Deutschland. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung 5/6: 297-308.
- DANY, C. (2013): Im Westen Aufschwung, im Osten Hoffnung. Biomethan in Europa. In: Biogas Journal 1/2013: 144-149.
- DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum) (2014): Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben IIa Biomasse) Zwischenbericht Juni 2014. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum. Leipzig.
- EBA (European Biogas Association) (2014): Numbers of biogas plants in Europe in 2012. Informationsgrafik. In: <http://european-biogas.eu/2013/12/20/eba-presents-latest-biogas-production-statistics-europe-growth-continuous/>, Abruf: 12.11.2014.
- EBA (European Biogas Association) (2015): Numbers of biogas plants in Europe in 2014. Informationsgrafik. In: <http://european-biogas.eu/wp-content/uploads/2015/12/Graph-1-Biogas-plants1.png>, Abruf: 19.12.2015.
- EMMANN, C. H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Anlagendichte – In: Berichte über Landwirtschaft 90: 84-112.
- EUROSERVER (2015): Biofuels Barometer. In: <http://www.euroserver.org/biofuels-barometer-2015/>, Abruf: 02.01.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2015a): Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe. In: <https://mediathek.fnr.de/catalog/product/gallery/id/4/image/1435/>, Abruf: 15.12.2015.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2015b): Maisanbau in Deutschland. In: [https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/r/z/rz\\_fnr4\\_0329\\_pressegrafik\\_mmaisamba\\_2015\\_3\\_.jpg](https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/r/z/rz_fnr4_0329_pressegrafik_mmaisamba_2015_3_.jpg), Abruf: 15.12.2015.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2015c): Biogasanlagen zur Biomethan-Produktion. Informationsgrafik. In: <https://mediathek.fnr.de/catalog/product/gallery/id/76/image/1422/>, Abruf: 19.12.2015.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2015d): Basisdaten Bioenergie Deutschland. In: [http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere\\_Basisdaten\\_Bioenergie\\_2015\\_Web.pdf](http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_2015_Web.pdf), Abruf: 03.01.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2015e): Das Biokraftstoffquotengesetz (Bio KraftQug). In.: <http://bioenergie.fnr.de/rahmenbedingungen/gesetze-verordnungen-richtlinien/gesetzeslage/biokraftstoff-quotengesetz/>, Abruf: 28.12.2015.
- F.O. LICHT (2013): F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report 12 (4), 21.10.2013.
- FVB (Fachverband Biogas e.V.) (2015): Branchenzahlen 2014 und Prognose der Branchenentwicklung 2015. In: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE\\_Branchenzahlen/\\$file/15-11-19\\_Biogas%20Branchenzahlen-2014\\_Prognose-2015\\_final.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/15-11-19_Biogas%20Branchenzahlen-2014_Prognose-2015_final.pdf), Abruf: 19.12.2015.



- GAIDA, B., I. SCHÜTTMANN, H. ZORN und B. MAHRO (2013): Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben der Hochschule Bremen und der Universität Gießen.
- GRONAUER, A., M. EFFENBERGER, R. KISSEL und H. BACKMAIER (2009): Tierhaltung und Biogas – Herausforderung und Chance für die Landwirtschaft. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Neue Perspektiven für Biogas?! 2. Auflage. Freising: 59-80
- GUENTHER-LÜBBERS, W., S. HENKE, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2014): Der Markt für Bioenergie. In: German Journal of Agricultural Economics 63 (Supplement): 94-111.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., M. GARBS, H.-J. BRAUCKMANN, J. GELDERMANN, G. BROLL und L. THEUVSEN (2015): Nachhaltige Biomassenutzung in Biogasanlagen auf der Grundlage der Wirtschaftsdüngerpotenziale in Niedersachsen „Bauernhof Niedersachsen“. Abschlussbericht.
- HARTMANN, H. (2005): Produktion, Bereitstellung und Eigenschaften biogener Festbrennstoffe. In: FNR (Hrsg.): Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Gülzow: 52-90.
- IWR (Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien) (2015): Biokraftstoff-Potenziale zum Klimaschutz bleiben ungenutzt. In: <http://www.iwr.de/news.php?id=29623>, Abruf: 22.12.2015.
- JUNKER, F., A. GOCHT, S. MARQUARDT, B. OSTERBURG und H. STICHNOTHE (2015): Biofuel Sustainability Requirements – The Case of Rapeseed Biodiesel. In: German Journal of Agricultural Economics 64 (4): 274-285.
- KALTSCHMITT, M., H. HARTMANN und H. HOFBAUER (2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. Auflage. Heidelberg.
- KOWALEWSKY, H. H. (2009): Güllefeststoffe in Biogasanlagen einsetzen - Überprüfung der Separierung und Vergärung. Unveröffentlichter Bericht.
- KRAUTKREMER, B. (2015): FlexHKW – Flexibilisierung des Betriebs von Heizkraftwerken. Jahrestagung Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig. In: [https://www.energetischebiomassenutzung.de/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Worksh/WS\\_Best\\_Practise\\_2014/9\\_WS\\_Best\\_Prac\\_FlexHKW\\_Krautkremer.pdf](https://www.energetischebiomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Worksh/WS_Best_Practise_2014/9_WS_Best_Prac_FlexHKW_Krautkremer.pdf), Abruf: 18.12.2015.
- KRÖGER, R., L. THEUVSEN und J.R. KONERDING (2014): Güllefeststoffe als Gärsubstrat für Biogasanlagen – Ergebnisse einer empirischen Erhebung unter Biogasanlagenbetreibern. In: Berichte über Landwirtschaft 92 (3).
- KRÖGER, R., J. LANGENBERG, W. GUENTHER-LÜBBERS, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2015): Der Markt für Bioenergie 2014. In: German Journal of Agricultural Economics 64, Supplement: 71-90.
- LIEBETRAU, J. (2015): Ein Jahr nach dem Schock. In: DLG-Mitteilungen, 10/2015: 42-45.
- LINHART, E. und A.-K. DHUNGEL (2013): Das Thema Vermaisung im öffentlichen Diskurs. In: Berichte über Landwirtschaft 91 (2).
- LWK NIEDERSACHSEN (Landwirtschaftskammer Niedersachsen) (2015): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2013/14.
- OECD-FAO (2014): Agricultural Outlook 2014-2023. In: <http://www.fao.org/3/a-i3818e.pdf>, Abruf: 23.12.2015.
- OECD-FAO (2015): Agricultural Outlook 2015-2025. In: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>, Abruf: 23.12.2015.



- O'SULLIVAN M., U. LEHR und D. EDLER (2015): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz – Zulieferung für den Monitoringbericht 2015 – Stand: September 2014. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin.
- o.V. (2014): Ökostrom-Beihilfen nähern sich 30-Milliarden-Grenze. In: <http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article134350079/Oekostrom-Beihilfen-naehern-sich-30-Milliarden-Grenze.html>, Abruf: 15.01.2016.
- o.V. (2015): RWE will Konzern aufspalten. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/rwe-115.html>, Abruf: 15.01.2016.
- POSTEL, J., E. FISCHER und F. EHRENDREICH (2015): Was ist sinnvoll?. In: DLG-Mitteilungen, 10/2015: 46-49.
- PUTTKAMMER, J. und H. GRETHE (2015): The Public Debate on Biofuels in Germany: Who Drives the Discourse? In: German Journal of Agricultural Economics 64 (4): 263-273.
- REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) (2014): Renewables 2015 Global Status Report. Paris.
- RFA (Renewable Fuels Association) (2015): World Ethanol Production. In: <http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/>, Abruf: 21.12.2015.
- SCHAUMANN, G. und K. W. SCHMITZ (2010): Kraft-Wärme-Kopplung. 4. Auflage. Berlin.
- STATISTA (2015): Biokraftstoffstatistiken. In: <http://de.statista.com/>, Abruf: 28.12.2015.
- URBAN, W. (2015): Perspektiven der Biogasnutzung vor dem Hintergrund der Instrumente zur Förderung Erneuerbarer Energien. In: [http://www.ecologic.eu/sites/files/presentation/2013/110411\\_VDI\\_Biogas\\_Urban\\_Ecologic.pdf](http://www.ecologic.eu/sites/files/presentation/2013/110411_VDI_Biogas_Urban_Ecologic.pdf), Abruf: 18.12.2015.
- USDA (U.S. Department of Agriculture) (2015): GAIN Report. EU Biofuels Annual 2015. Nr. NL5028. In: [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/-Biofuels%20Annual\\_The%20Hague\\_EU-28\\_7-15-2015.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/-Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-15-2015.pdf), Abruf: 21.12.2015.
- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2015): Informationsblatt Biodiesel in Deutschland In: <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/biodiesel.html>, Abruf: 21.12.2015.
- WOLF, K. (2015): Erneuerbaren-Anteil steigt 2015 voraussichtlich auf 33 Prozent. In: <http://www.erneuerbareenergien.de/erneuerbaren-anteil-steigt-2015-voraussichtlich-auf-33-prozent/150/434/91426/>, Abruf: 15.01.2016.
- WÜSTHOLZ, R. F. (2014): Ökologische Erfordernisse und ökonomische Auswirkungen ordnungsrechtlicher Veränderungen bezüglich des Nährstoffeinsatzes in der Landwirtschaft im Kontext der europäischen Nitrat- und Wasserrahmenrichtlinie. Dissertation Universität Hohenheim.
- ZSCHACHE, U., S. VON CRAMON-TAUBADEL und L. THEUVSEN (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergiegediskurs. In: Berichte über Landwirtschaft 88: 502-512.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 35 %.**



---

## **Teil I: Überblick über den deutschen und internationalen Bioenergie- markt**

### **I.3: Der Markt für Bioenergie 2016**

JOSEF LANGENBERG, LARA DRITTLER, THERESA VON BIERBRAUER, CHRISTIAN SCHAPER und  
LUDWIG THEUVSEN

*Dieser Beitrag ist veröffentlicht in der wissenschaftlichen Zeitschrift „German Journal of  
Agricultural Economics“, Volume 66 (2017), Supplement: S. 107-125.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Der Markt für Bioenergie im Branchenlebenszyklus.....	77
2	Erneuerbare Energien im Energiemix .....	80
3	Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland .....	82
3.1	Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion .....	82
3.2	Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen .....	84
3.3	Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion .....	85
4	Energetische Verwendung von Biomasse .....	86
4.1	Entwicklung der Biogasproduktion .....	86
4.2	Entwicklung der Biokraftstoffproduktion.....	88
4.2.1	Biodieselproduktion .....	89
4.2.2	Bioethanolproduktion.....	91
4.3	Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen .....	93
5	Energiebereitstellung aus Agroforstsystemen .....	94
	Literatur .....	98



## 1 Der Markt für Bioenergie im Branchenlebenszyklus

Von Ausnahmen wie z.B. dem Einsatz von Brennholz abgesehen, ist der Markt für Bioenergie ein politisch induzierter Markt (GRANOSZEWSKI et al., 2011), der sich ohne die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des europäischen und des nationalen Gesetzgebers sowie die Schaffung der auf die Erreichung dieser Ziele ausgerichteten rechtlichen Rahmenbedingungen nicht in der Form entwickelt hätte, wie dies in den letzten anderthalb Dekaden der Fall gewesen ist. Die hohe politische Aufmerksamkeit, die die erneuerbaren Energien genießen, und die dynamische Entwicklung der Branche haben zu zahlreichen, häufig tiefgreifenden Veränderungen des Rechtsrahmens geführt, die dazu beigetragen haben, dass der Bioenergiebereich quasi im Zeitraffer fast den gesamten Branchenlebenszyklus (CASSIA et al., 2006) durchlaufen hat.

Während der Einführungsphase, deren Dauer etwa bis zum Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2004 anzusetzen ist, und der sich anschließenden, etwa bis 2012/2013 anhaltenden Wachstumsphase waren Potenzialanalysen, so etwa Abschätzungen der zur Verfügung stehenden Biomassepotenziale (z.B. ARETZ und HIRSCHL, 2007), sowie Untersuchungen zur ökologischen und ökonomischen Effizienz alternativer Bioenergielinien (z.B. WBA, 2008, sowie die bereits 2011 begonnene Studie von ZEDDIES et al., 2014) verbreitet. Daneben standen Überlegungen zur Verbesserung innovativer Produktionsverfahren, etwa von Biogasanlagen (z.B. SCHÖFTNER et al., 2007), im Vordergrund, die wesentlich zu der für diese Phasen des Branchenlebenszyklus typischen, allmählichen Standardisierung der Produktionstechnologien beigetragen haben. Derartige Analysen waren dann eine Zeit lang im Wesentlichen nur noch für Marktnischen wie die Biogasproduktion im Ökolandbau (etwa GRIEB und ZERGER, 2015) sowie zwecks Klärung technologischer Detailfragen (z. B. DIVYA et al., 2015) zu finden oder nahmen stärker die global verfügbaren Potenziale in den Blick (ZEDDIES und SCHÖNLEBER, 2016a). Unter dem Einfluss der diversen Novellierungen des EEG, des für früh errichtete Biogasanlagen näher rückenden Endes der garantierten Einspeisevergütungen, des Wunsches nach einer weiteren Verbesserung der ökologischen Nachhaltigkeit von Biogasanlagen sowie der Notwendigkeit der besseren Integration erneuerbarer Energien in den Strommarkt und die Stromnetze gewinnen diese Fragen allerdings für die Biogasproduktion aktuell wieder an Bedeutung (KLEINE-MÖLLHOFF und DÜRR, 2016; KRÖGER et al., 2016a).

Angesichts des schnellen Marktwachstums während der Wachstumsphase und des hohen Flächenbedarfs namentlich von Biokraftstoffen der ersten Generation sowie von Biogasanlagen rückten sehr schnell auch die nicht intendierten Nebenwirkungen der Bioenergieproduktion in das Blickfeld, so etwa die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und die Preise von Nahrungsmitteln („Tank-oder-Teller“-Diskussion; ZSCHACHE et al., 2010), den Bodenmarkt, speziell die Höhe der Pachtpreise (HABERMANN und BREUSTEDT, 2011; EMMANN und THEUVSEN, 2012; GARVERT und SCHMITZ, 2014; LATACZ-LOHMANN et al., 2014), die Wettbewerbsfähigkeit traditioneller landwirtschaftlicher Produktionsverfahren (HEIBENHUBER et al., 2008)





sowie die weltweite Landnutzung (MARVUGLIA et al., 2013). Diese Analysen sind inzwischen weitgehend abgeschlossen. Dagegen sind die (regionalen) (Um-)Verteilungseffekte des EEG (GROWITSCH et al., 2015; GAWEL und KORTE, 2015; GAWEL et al., 2017), die Wirkungen der Energiewende u.a. auf die (Infra-)Strukturen (GAILING und RÖHRING, 2015), die Einkommen sowie die Beschäftigung (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2016) im ländlichen Raum sowie die Akzeptanz erneuerbarer Energien (JAHNKE et al., 2015; RUDDAT und SONNBERGER, 2015; BOVET und LIENHOOP, 2017; RENN et al., 2017; OHLHORST, 2017) weiterhin Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Ausgelöst haben die teils sehr kritischen Betrachtungen der (Neben-)Wirkungen vor allem des EEG eine Forschung, die die entstandenen Konflikte u.a. durch die Nutzung alternativer Biomassepotenziale, z.B. von ligninhaltiger Biomasse (SIMS et al., 2010), Wirtschaftsdüngern (KRÖGER, 2016) oder Algen (MUSSGNUG et al., 2010; MONTINGELLI et al., 2015), zu entschärfen versucht. Auch die Verpflichtung, dass flüssige Biomasse, die bei der Strom- und Biokraftstoffproduktion eingesetzt wird, zertifiziert sein muss, ist das Ergebnis einer kritischen Bewertung der bis dato vorbehaltlosen Förderung der Bioenergieproduktion. Durch die Zertifizierung wird nachgewiesen, dass ein Mindestmaß an Minderung von Treibhausgasemissionen erreicht wird und die Biomasseproduktion nicht mit der Zerstörung schützenswerter Flächen, etwa Urwäldern oder Feuchtgebieten, einherging. Entsprechende Anforderungen wurden 2009 in der EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie formuliert und durch die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) sowie die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) in nationales Recht umgesetzt (EKARDT und HENNIG, 2014).

Etwa seit dem Inkrafttreten des EEG 2012 ist die Bioenergiebranche in die Reife- und teilweise sogar in die Schrumpfungsphase eingetreten. So findet seither bspw. nur noch ein geringfügiger Zubau von Kapazitäten zur Biogasproduktion statt; die Absatzzahlen bei Biokraftstoffen wiesen zuletzt sogar wieder nach unten (vgl. Kapitel 4.). Die eingetretene Entwicklung ist das Ergebnis einer Veränderung des Rechtsrahmens als Reaktion auf die Kritik an der undifferenzierten Förderung der Produktion und der Nutzung von Bioenergie (vgl. für Biokraftstoffe EKARDT und HENNIG, 2014). Im Strombereich kommt hinzu, dass der Umstieg auf erneuerbare Energien deutlich weiter vorangeschritten ist als in den Energieversorgungsbereichen Wärme und Transport (BRUTTEL et al., 2016). Dieser Erfolg hat die Notwendigkeit deutlich gemacht, die Markt- und Systemintegration der erneuerbaren Energien – und damit auch die der Stromerzeugung auf Biomassebasis – zügig voranzubringen (ZIPP, 2016; PURKUS et al., 2017). Das für den Betrieb älterer Anlagen charakteristische Prinzip des „build and forget“, das durch die festen Einspeisevergütungen des EEG gefördert wurde und eine Stromproduktion unabhängig vom Bedarf auslöste (BRUTTEL et al., 2016), und damit zugleich die wettbewerbliche Sonderstellung der erneuerbaren Energien (BUSCH, 2005) gehören damit mehr und mehr der Vergangenheit an.



Das Bemühen um die Verbesserung der technischen Integration der – mit Ausnahme der Bioenergie – sehr volatilen erneuerbaren Energien mündet in Konzepte wie Power-to-Gas (KIRCHMAYR, 2014) oder Power-to-Heat (ELLER, 2015), die Weiterentwicklung von Speichertechnologien (KURZWEIL und DIETLMEIER, 2015; DIOUF und PODE, 2015), Überlegungen zur Lastverlagerung im Haushaltsbereich (LIEBE und WISSNER, 2015) sowie Bemühungen um die bedarfsorientierte Flexibilisierung der Bioenergieproduktion (MAUKY et al., 2015). Die allmählich bessere Einpassung der erneuerbaren Energien in den Strommarkt wurde bereits mit dem EEG 2012 (Marktprämienmodell) begonnen und mit dem EEG 2014 (verpflichtende Direktvermarktung) fortgesetzt. Das EEG 2017 schreitet auf diesem Weg mit dem Ziel einer erhöhten Kosteneffizienz und einer Verbesserung der Mengensteuerung bei gleichzeitiger Wahrung der bisherigen Vielfalt der Akteure, die die Energiewende in Deutschland gestalten, weiter voran, indem es vorwiegend auf Ausschreibungen zur Ermittlung der Förderhöhe erneuerbarer Energien setzt (GAWEL und PURKUS, 2016; ELSPAS et al., 2016; LÜLSDORF, 2016). Für Biomasseneuanlagen besteht ab einer installierten Leistung von 150 kW eine Pflicht zur Teilnahme an den Ausschreibungen (§ 22 Abs. 4 Nr. 1 EEG 2017). In § 4 Nr. 4 EEG 2017 gibt der Gesetzgeber den jährlichen Bruttozubauplan von Biomasseanlagen für den Zeitraum 2017 bis 2019 mit 150 Megawatt (MW) und für die Jahre 2020 bis 2022 mit 200 MW an; dies stellt gegenüber dem EEG 2014 eine Erhöhung der Ausbauziele um 50 bzw. 100 MW dar (EA, 2016).

Die vom nationalen Gesetzgeber eingeschlagene Richtung der besseren Markt- und Systemintegration der erneuerbaren Energien wird auch durch den europäischen Gesetzgeber unterstützt. In ihrem jüngsten, vier Richtlinien und vier Verordnungen umfassenden sog. „Winterpaket“ hat die EU-Kommission auch Vorstellungen zum zukünftigen Strommarktdesign entwickelt (O.V., 2017a). Das Konzept umfasst neben einer umfassenderen Information der Konsumenten, der Erleichterung regionaler Kooperationen sowie besseren Vorkehrungen für Krisensituationen insbesondere auch ein „upgrading“ der Großhandelsmärkte, das u.a. auf der Verbesserung der Marktflexibilität und der Stärkung marktbasierter, tatsächliche Knappheiten widerspiegelnder Preissignale beruht (SCHMIDT, 2016).

Die Anstrengungen des Gesetzgebers zur Verbesserung der Markt- und Systemintegration erneuerbarer Energien sind im Detail durchaus umstritten und hinsichtlich ihrer konkreten Wirkungen mit Ungewissheit behaftet (GAWEL und PURKUS, 2016). Sie sind aber ohne Frage notwendig (LÖSCHEL et al., 2017), nicht zuletzt, um die Grundlagen für den Übergang in eine neue Wachstumsphase im Branchenlebenszyklus zu schaffen und damit die durch das „Winterpaket“ der EU-Kommission nochmals bekräftigten Ziele der europäischen Energie- und Klimapolitik erreichen zu können.

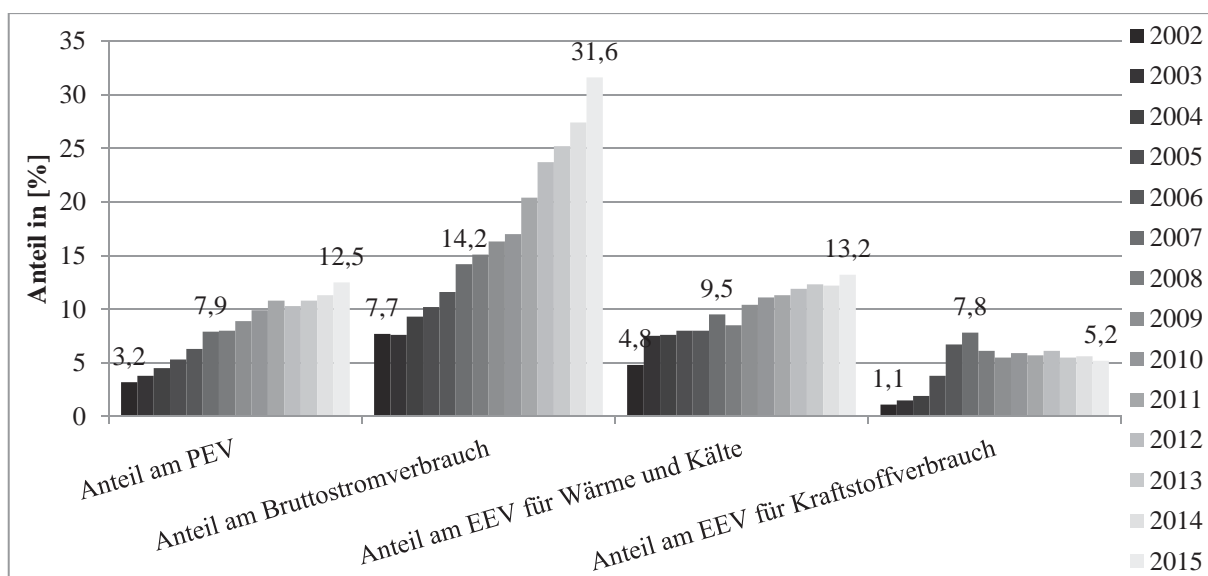


## 2 Erneuerbare Energien im Energiemix

Der deutsche Primärenergieverbrauch (PEV) erhöhte sich 2015 im Vergleich zum Vorjahr um 1,3 % auf 13 306 PJ. Der Anteil fossiler Energieträger betrug 79,5 %. Erneuerbare Energien gewannen aber weiter an Bedeutung; ihr Anteil am PEV lag 2015 bei 12,5 % (2014: 11,3 %; 2013: 10,8 %). Damit ist der Anteil der erneuerbaren Energien am PEV inzwischen größer als der der Braunkohle (11,8 %) und der der Kernenergie (7,5 %) (UMWELTBUNDESAMT, 2016).

Der Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus Strom-, Wärme- und Kraftstoffverbrauch. Der Anteil der erneuerbaren Energien in den drei Bereichen ist sehr unterschiedlich (Abbildung 1). Am deutschen Strommix ist er 2015 erstmalig um mehr als vier Prozentpunkte auf 31,6 % angewachsen (2014: 27,4 %; 2013: 25,2 %). Im Strombereich liegen die erneuerbaren Energien somit mittlerweile deutlich auf dem ersten Rang vor der Braunkohle und der Kernenergie. Das von der Bundesregierung angestrebte Ziel, bis 2025 einen Anteil von 40 bis 45 % erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch zu erreichen, erscheint realistisch (BMWi, 2016a). Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme- und Kältebereitstellung ist 2015 auf 13,2 % angestiegen (2014: 12,2 %; 2013: 12,3 %). Im Kraftstoffbereich ist der Anteil der erneuerbaren Energien 2015 im Vergleich zum Vorjahr von 5,6 auf 5,2 % gesunken (BMWi, 2016c). Durch die zunehmende Bedeutung der erneuerbaren Energien konnten 2015 in Deutschland rund 156,1 Mio. t CO<sub>2</sub>, 3 % mehr als im Vorjahr, eingespart werden. 75,3 % der Ersparnisse entfielen auf die Stromerzeugung, 21,8 % auf die Wärmeproduktion und 2,8 % auf den Verkehrsbereich (BMWi, 2016a).

**Abbildung 1: Anteil erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland**



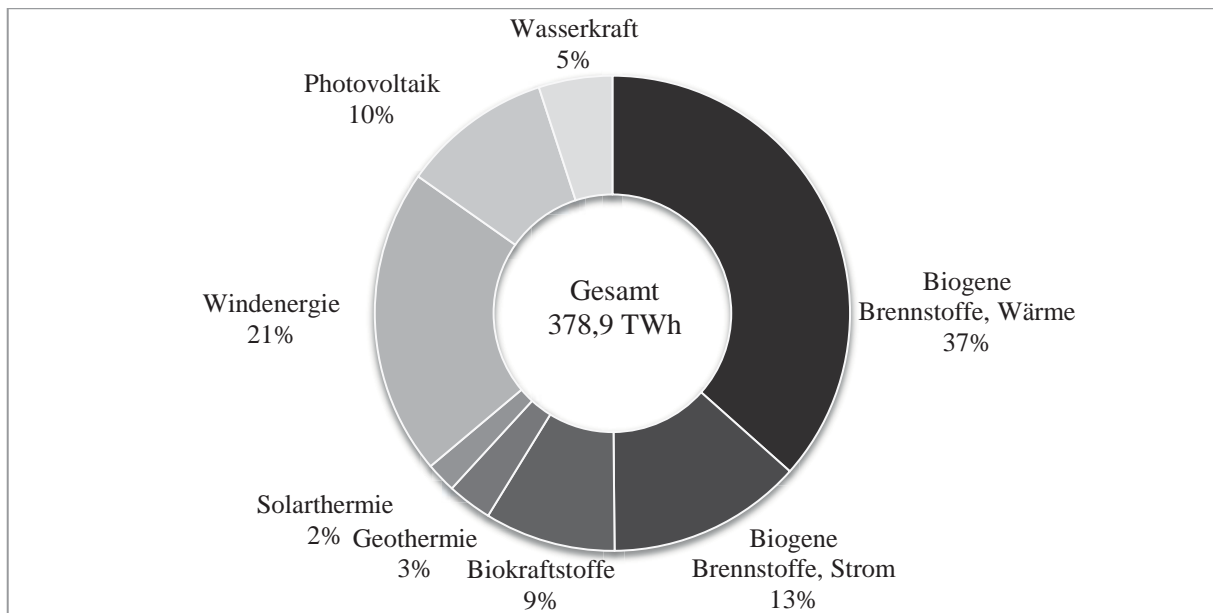
Quelle: eigene Darstellung nach BMWi (2016c)

2015 wurden in den drei Energieversorgungsbereichen Strom, Wärme und Transport insgesamt 378,9 TWh aus erneuerbaren Energien bereitgestellt; dies waren 42,4 TWh bzw. 12,6 %



mehr als 2014. 59 % des Beitrags der erneuerbaren Energien zur Deckung des Endenergieverbrauchs stammten 2015 aus Biomasse (Abbildung 2). In der Stromerzeugung (187,3 TWh) rangieren die Windenergie (79,2 TWh), die Biomasse (50,3 TWh) und die Solarenergie (38,7 TWh) auf den vorderen Plätzen; dagegen dominiert die Biomassenutzung im Bereich der Wärmebereitstellung (157,9 TWh bzw. 87,8 %) (BMWi, 2016b, 2016c).

**Abbildung 2: Zusammensetzung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2015**



Quelle: eigene Darstellung nach BMWi (2016c)

In die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wurden 2015 rund 14,5 Mrd. € investiert. Im Vergleich zum Vorjahr (2014: 18,8 Mrd. €) sind die Investitionen damit um 22,9 % gesunken, vor allem aufgrund von Unsicherheiten in Bezug auf die zukünftige Ausgestaltung der Erneuerbare-Energien-Politik. Ein Beispiel ist der Wechsel von Einspeisetarifen zu Ausschreibungsverfahren im Jahr 2017 (WINDMESSE, 2016). Die Investitionen in die Windenergieerzeugung waren 2015 rückläufig (AGEE, 2016), machten aber trotzdem noch den größten Anteil der Investitionen aus (64,6 %; 9,67 Mrd. €). Der stärkste prozentuale Rückgang war bei der Biomasse zu verzeichnen (-35,5 %) (BMWi, 2016c). Trotz sinkender Investitionen stieg die Zahl der in der Windenergiebranche Beschäftigten 2015 auf rund 149 000 an (2014: etwa 138.000), während die Photovoltaikbranche nur 38 000 Arbeitsplätze zur Verfügung stellte (BMWi, 2016d).

Wind- und Solarenergie besitzen weltweit die größten Potenziale zur Deckung des Energiebedarfs (BMWi, 2016a); diese Potenziale werden zunehmend genutzt. So verzeichnete der Windenergiemarkt im Schnitt der letzten fünf Jahre einen jährlichen Zuwachs von 17 %, der Photovoltaikmarkt sogar von 42 % (REN21, 2016). Weltweit sind erneuerbare Energien zudem ein Schlüsselfaktor für die Armutsbekämpfung, indem sie in Entwicklungsländern die Basisversorgung der Haushalte mit Energie, insbesondere Elektrizität, sichern, etwa durch Photovoltaikanlagen in netzfernen Regionen (BMWi, 2016a). Der Anteil erneuerbarer Ener-



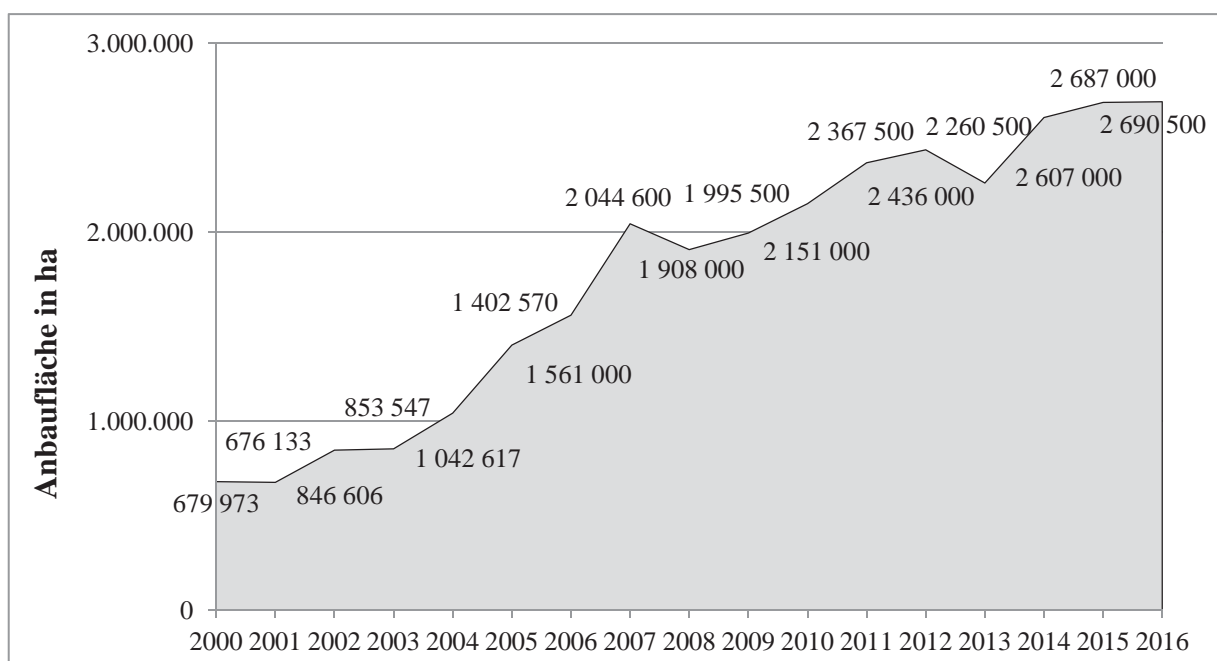
gien am weltweiten Endenergieverbrauch ist 2015 auf 23,7 % angestiegen. Wasserkraft machte dabei mit 16,6 % den größten Teil aus, gefolgt von der Windenergie (3,7 %), der Biomassenutzung (2,0 %) und der Solarenergie (1,2 %). 2015 wurden weltweit 285,9 Mrd. USD in erneuerbare Energien investiert. Dank des 5%igen Anstiegs gegenüber dem Vorjahr wurde ein neues Allzeithoch erreicht und der zwischenzeitliche Rückgang in den Jahren 2012 und 2013 kompensiert. Erstmals wurden mit 54,5 % (155,9 Mrd. USD) mehr als die Hälfte der Investitionen in erneuerbare Energien in Entwicklungs- und Schwellenländern getätigt. Über ein Drittel der Investitionen entfallen auf China; auf den weiteren Plätzen rangieren die USA und Japan. Insgesamt ist 2015 die Zahl der Beschäftigten in der Erneuerbare-Energien-Branche weltweit nochmals um 5 % von 7,7 auf 8,1 Mio. angestiegen; dabei sorgt die Solarenergie für die meisten Arbeitsplätze (2,8 Mio.) (BMWi, 2016a, 2016d).

### 3 Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland

#### 3.1 Biomasse aus landwirtschaftlicher Produktion

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland umfasst 16,7 Mio. ha; sie nimmt damit fast die Hälfte des gesamten Staatsgebiets (35,7 Mio. ha) ein. Für den Anbau nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) wurden im Jahr 2016 vorläufigen Schätzungen zufolge 2 690 500 ha eingesetzt, was einem Anteil von 16,1 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche entspricht (FNR, 2017). Die jährliche Anbaufläche hat sich seit der Jahrtausendwende nahezu vervierfacht und 2016 einen neuen Höchststand erreicht. Nach einem exponentiellen Wachstum unmittelbar nach der Jahrtausendwende verläuft die Entwicklung seit dem Jahr 2007 deutlich moderater (Abbildung 3).

**Abbildung 3: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland**



Quelle: eigene Darstellung nach FNR (2017); Anbaufläche für 2016 geschätzt



Die Energiepflanzen haben 2016 mit etwa 90 % (2 421 000 ha) den größten Anteil der NawaRo-Anbaufläche für sich beansprucht (Tabelle 1). Fast 54 % der gesamten NawaRo-Fläche (1 450 000 ha) machten 2016 die Pflanzen für die Biogasproduktion aus, von denen der Biogasmais die wichtigste Kultur darstellt. Er wurde 2016 auf einer Anbaufläche von rund 900 000 ha kultiviert; dies entsprach 35 % der gesamten deutschen Maisanbaufläche (DMK, 2016). Raps für die Biodiesel und Pflanzenölherstellung wurde 2016 auf 760 000 ha angebaut; dies waren gut 28 % der gesamten NawaRo-Fläche. Die Anbaufläche lag damit knapp unter dem Vorjahreswert (800 000 ha) und war nach einer Ausweitung des Anbaus 2014 und 2015 erstmals wieder rückläufig. Das hohe Niveau der Jahre 2010 (940 000 ha) und 2011 (910 000 ha), als Raps noch die Energiepflanze mit dem größten Anbauumfang war, wird weiterhin deutlich verfehlt. Der Rückgang des Energierapsanbaus liegt im Wesentlichen darin begründet, dass die staatliche Förderung von Biodiesel und Pflanzenöl über das Jahr 2012 hinaus nicht verlängert wurde. Während von 2009 bis 2012 auf Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe reduzierte Steuersätzen von 18,5 bzw. 18,6 Cent/Liter erhoben wurden, ist seit 2013 auf beide Reinkraftstoffe eine Energiesteuer von 45,03 Cent/Liter fällig. Neben dem Wegfall der Steuervorteile schwächt das seit längerem relativ niedrige Niveau der Erdölpreise die Nachfrage nach Biodiesel und Pflanzenöl (BMJV, 2016a, 2016d). Die Energiepflanzenproduktion zur Bioethanolherstellung nahm 2016 eine Anbaufläche von 200 000 ha ein; im Wesentlichen wird Bioethanol in Deutschland aus Zuckerrüben und Weizen gewonnen. Der Anbau von Miscanthus und Agrarholz beschränkt sich auf 11 000 ha und ist weiterhin unbedeutend. Industriepflanzen zur stofflichen Nutzung werden auf 269 500 ha angebaut; dies entspricht etwa 10 % der gesamten NawaRo-Fläche. Raps zur Herstellung von technischem Rapsöl (122 500 ha) und stärkehaltige Pflanzen für die Industriestärkeproduktion (108 000 ha) sind dabei die dominierenden Kulturen.

**Tabelle 1: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (ha)**

Rohstoff	2012	2013	2014	2015*	2016**	Anteil an NawaRo-Fläche 2016** (%)	
Energiepflanzen	Raps für Biodiesel/Pflanzenöl	786.000	557.000	798.500	800.000	760.000	28,25
	Zucker/Stärke für Bioethanol	201.000	173.000	188.000	200.000	200.000	7,43
	Pflanzen für Biogas	1.158.000	1.250.000	1.353.500	1.400.000	1.450.000	53,89
	Sonstiges (u.a. Agrarholz, Miscanthus)	10.500	9.000	10.500	11.000	11.000	0,41
	<b>Energiepflanzen insgesamt</b>	<b>2.155.500</b>	<b>1.989.000</b>	<b>2.350.500</b>	<b>2.411.000</b>	<b>2.421.000</b>	<b>89,98</b>
Industriepflanzen	Industriestärke	121.500	101.500	106.000	108.500	108.000	4,01
	Industriezucker	10.000	10.500	12.500	15.000	16.000	0,59
	technisches Rapsöl	127.000	136.500	115.500	129.000	122.500	4,55
	technisches Sonnenblumenöl	7.500	7.000	6.000	6.500	6.000	0,22
	technisches Leinöl	4.000	3.500	3.500	3.500	3.500	0,13
	Pflanzenfaser	500	500	1.000	1.500	1.500	0,06
	Arznei- und Farbstoffe	10.000	12.000	12.000	12.000	12.000	0,45
<b>Industriepflanzen insgesamt</b>	<b>280.500</b>	<b>271.500</b>	<b>256.500</b>	<b>276.000</b>	<b>269.500</b>	<b>10,02</b>	
<b>NawaRo insgesamt</b>	<b>2.436.000</b>	<b>2.260.500</b>	<b>2.607.000</b>	<b>2.687.000</b>	<b>2.690.500</b>	<b>100,00</b>	

Quelle: FNR (2017); \*vorläufige Werte; \*\*geschätzte Werte

### 3.2 Biomasse aus biogenen Reststoffen und Abfällen

Neben Energiepflanzen sind auch die Reststoffe einer zuvor nicht-energetischen Nutzung von Biomasse für die Bioenergieproduktion von großer Bedeutung. Zu den biogenen Reststoffen und Abfällen zählen alle Stoffe organischer Herkunft, die im Wege der Herstellung eines Hauptprodukts entstehen und zur Energiebereitstellung nutzbar sind (KALTSCHMITT et al., 2016). Sie fallen insbesondere in den Bereichen Abfallwirtschaft (z.B. Bio- und Grünabfälle), Lebensmittelindustrie (z.B. Schlacht-, Speise- und Molkereiabfälle), Landwirtschaft (z.B. Stroh und Exkrementen aus der Tierhaltung) und Holzwirtschaft (z.B. Industrie- und Bauholz) an. Die energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe erfolgt zumeist auf der zweiten oder dritten Kaskadenstufe der Biomassenutzung, da eine stofflich-industrielle Nutzung in der Regel nur den Ausgangspunkt einer Mehrfachnutzung darstellt (GAIDA et al., 2013). Die Nutzung biogener Rohstoffe über mehrere Stufen fördert im Vergleich zur unmittelbaren Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen den effizienten Einsatz der verfügbaren Biomasse. Damit wirkt die Kaskadennutzung dem Konflikt zwischen der Energie- und der Nahrungsmittelproduktion entgegen und entschärft die „Tank oder Teller“-Debatte; sie vermeidet zudem eine steigende Flächenkonkurrenz und den zunehmenden Monokulturanbau von Energiemais (ZSCHACHE et al., 2010; KRÖGER et al., 2016b).

Für die Biogaserzeugung sind Exkrementen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung der wesentliche biogene Reststoff zur Substitution von Energiepflanzen (GUENTHER-LÜBBERS et al.,



2014). Die Verfügbarkeit von Wirtschaftsdüngern ist in Deutschland in Abhängigkeit von der regionalen Viehdichte sehr unterschiedlich. Besonders stark konzentriert ist die Tierhaltung im Nordwesten und im Südosten Deutschlands, sodass in diesen Regionen das Aufkommen an Wirtschaftsdüngern überdurchschnittlich hoch ist (MÜHLENHOFF, 2013). Die Verwertung von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen und die anschließende Verbringung des Gärsubstrats findet bevorzugt in der jeweiligen Entstehungsregion statt, da der Transport organischer Stoffe kostenintensiv ist. Die regional verfügbare Biogasanlagenkapazität und die vor Ort zur Verfügung stehenden Flächen reichen jedoch in den Intensivgebieten der Nutztierhaltung nicht aus, um den gesamten anfallenden Wirtschaftsdünger aufzunehmen. Daher werden mit dem Ziel des überregionalen Nährstoffausgleichs biogene Reststoffe aus der Tierhaltung über zunehmend größere Entfernungen transportiert; zudem wird vermehrt Gülle separiert, um ihre Transportwürdigkeit zu steigern. Die Güllefeststoffe weisen eine höhere Energie- bzw. Nährstoffdichte auf und lassen sich daher wirtschaftlicher in Ackerbauregionen verbringen, wo sie zum Teil Mais in Biogasanlagen ersetzen oder direkt zur Düngung von Ackerflächen eingesetzt werden (KRÖGER et al., 2016a, 2016b). Analysen am Beispiel Niedersachsens haben gezeigt, dass der Einsatz von Wirtschaftsdüngern aus Intensivregionen der Nutztierhaltung in Biogasanlagen in Ackerbauregionen auch bei längeren Straßentransporten vor allem bei Einsatz sog. Duo- bzw. Kombiliner, die für den Rücktransport bspw. von (Futter-)Getreide geeignet sind, ökologisch sinnvoll ist und unter bestimmten Bedingungen für Biogasanlagenbetreiber ökonomisch attraktiv sein kann (GUENTHER-LÜBBERS et al., 2017). die Gülleseparation trägt trotz anfallender Separationskosten (KRÖGER und THEUVSEN, 2013) zur Verbesserung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit des Wirtschaftsdüngereinsatzes in Biogasanlagen in Ackerbauregionen bei (KRÖGER et al., 2016b).

In Deutschland werden gegenwärtig nur etwa 15 bis 20 % der tierischen Exkreme zur Energieerzeugung genutzt, obwohl rund die Hälfte der Wirtschaftsdünger als wirtschaftlich erschließbar gilt. Dem aktuellen Einsatzumfang entsprechend, bestehen rund 44 % der Masse des Substrateinsatzes in Biogasanlagen aus tierischen Exkrementen; sie machen jedoch – bezogen auf die eingesetzte Energie – nur 14 % des gesamten Biomasseeintrags aus, da tierische Exkreme im Vergleich zu Energiepflanzen über einen relativ niedrigen Energiegehalt verfügen (MÜHLENHOFF, 2013; KRÖGER et al., 2016b). Wie die biogenen Reststoffe aus landwirtschaftlicher Produktion, so fallen auch die Bio- und Grünabfälle regional in sehr unterschiedlichem Umfang an, Biomüll z.B. vor allem in dicht besiedelten Ballungsräumen. Insgesamt werden nach Erhebungen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft rund 60 % des nutzbaren Potentials an biogenen Reststoffen und Abfällen zur Energiegewinnung eingesetzt (BDEW, 2016).

### 3.3 Biomasse aus forstwirtschaftlicher Produktion

Deutschland ist mit einer Waldfläche von 11 Mio. ha zu 31 % bewaldet und zählt zu den walddreichen Ländern innerhalb der Europäischen Union. Entgegen der globalen Entwicklung





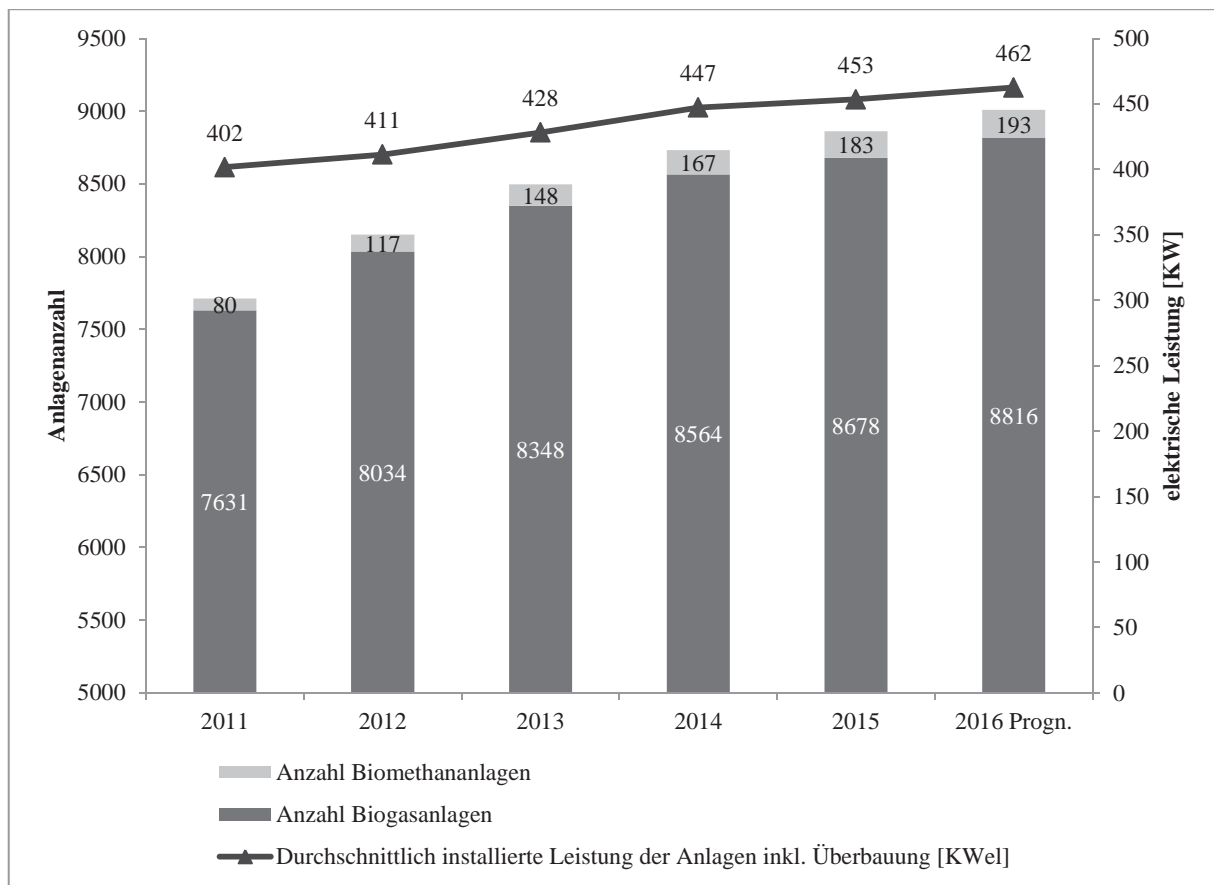
hat in Deutschland in den letzten zehn Jahren die Waldfläche jährlich im Mittel um 5 000 ha zugenommen, sodass die Forstfläche in diesem Zeitraum insgesamt um 0,4 % angestiegen ist (BMEL, 2014; SDW, 2016). Diese Entwicklung ist maßgeblich auf das Bundeswaldgesetz, das eine Rodung von Waldflächen mit anschließender Umwandlung der Nutzungsart auf wenige Sonderfälle beschränkt, und das Bundesnaturschutzgesetz, das durch die Eingriffsregelung das Aufforsten landwirtschaftlicher Nutzflächen als ökologische Kompensation für Eingriffe in die Natur unterstützt, zurückzuführen. Zudem wird in Deutschland derzeit weniger Holz genutzt als zuwächst; dadurch hat der Holzvorrat mit über 90 Mrd. Bäumen und rund 3,7 Mrd. m<sup>3</sup> den höchsten Stand der vergangenen 200 Jahre erreicht. Die Waldflächen sind regional sehr ungleich verteilt. Am höchsten ist der Bewaldungsgrad mit 64,5 % im Landkreis Siegen-Wittgenstein, gefolgt von anderen Mittelgebirgskreisen, wohingegen die Küstenregionen am wenigsten bewaldet sind. Der niedrigste Wert wird mit 1,5 % Waldfläche im Landkreis Wesermarsch erreicht (BMJV, 2016b; 2016c; SDW, 2016).

Der jährliche Holzverbrauch zur stofflichen und energetischen Nutzung liegt in Deutschland bei 135 Mio. m<sup>3</sup>. Das hochwertige Stammholz wird vorwiegend stofflich verwendet, wohingegen zur energetischen Nutzung vor allem Kronenholz und Holzreste eingesetzt werden. Im Rahmen der Energiegewinnung kommt Holz eine besonders hohe Bedeutung im Bereich der Wärmeerzeugung zu. Für über 70 % der Wärme, die aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, bildet Holz die Rohstoffgrundlage. Ein Teil des Energieholzes wird zudem in Biomassekraftwerken eingesetzt, in denen dank Kraft-Wärme-Kopplung neben Wärme auch Strom erzeugt wird. Insgesamt erfolgen in Deutschland etwa 35 % der Erzeugung erneuerbarer Energien auf der Grundlage von Holz (BMEL, 2016).

## **4 Energetische Verwendung von Biomasse**

### **4.1 Entwicklung der Biogasproduktion**

Biogas und das Veredlungsprodukt Biomethan nehmen inzwischen einen wichtigen Platz innerhalb der Energieerzeugung ein. So lagen Biogas- und Biomethananlagen bei der Bruttostromerzeugung aus regenerativen Energien 2015 mit 16,8 % auf dem zweiten Platz hinter der Windenergie. Betrachtet man den gesamten Endenergieverbrauch Wärme, so rangieren Biogas und Biomethan mit 10,6 % hinter den biogenen Festbrennstoffen ebenfalls an zweiter Position (BMWi, 2016c). Ende 2015 waren in Deutschland 8.861 Biogasanlagen (einschließlich 183 Biomethananlagen) am Netz (Abbildung 4). Die gesamte installierte Leistung der Biogasanlagen lag bei 4.166 MW<sub>el</sub> (FvB, 2016). Rund drei Viertel der deutschen Biogasanlagen befinden sich im Eigentum von Landwirten, denen durch das EEG neue Betriebszweige und Einkommensmöglichkeiten eröffnet wurden (Tietböhl, 2015; Emmann und Theuvsen, 2012).

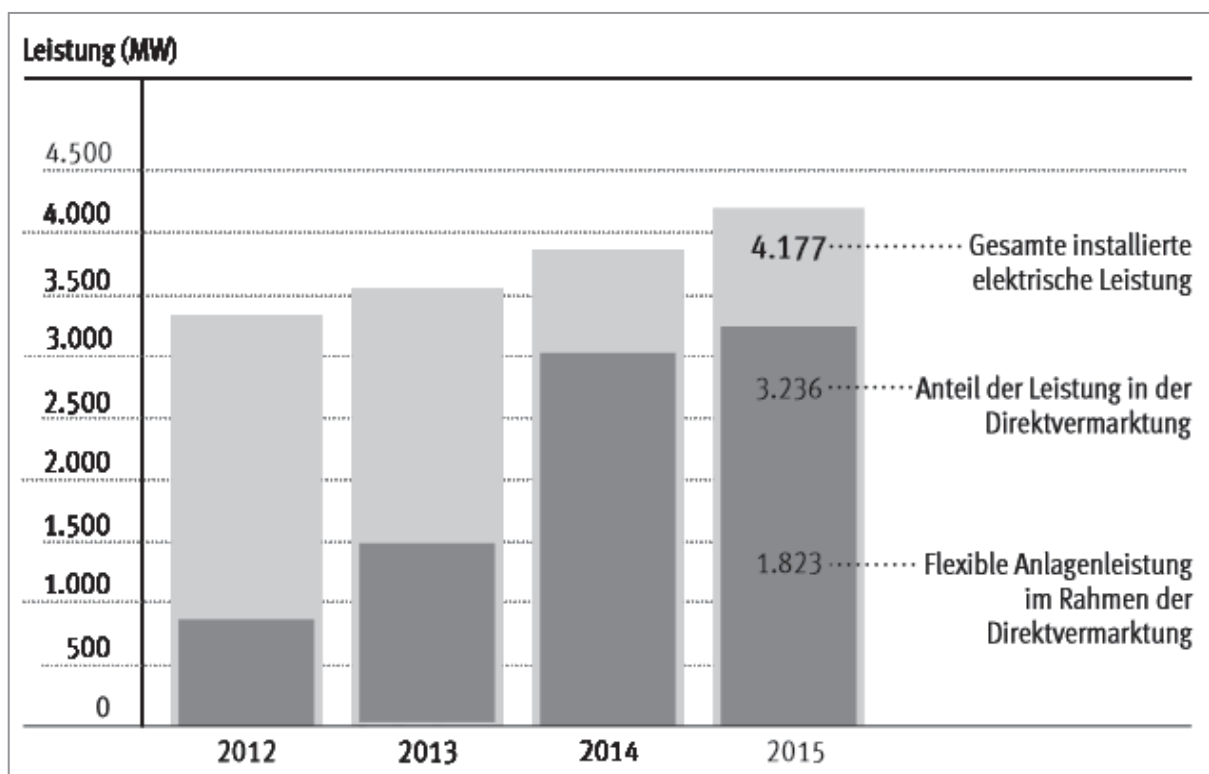

**Abbildung 4: Entwicklung der Biogas- und der Biomethanproduktion in Deutschland**


Quelle: eigene Darstellung nach FvB (2016)

Der weitere Zubau von Biogasanlagen hat sich seit der EEG-Novelle 2012 deutlich verlangsamt (FNR, 2016b; BMWI, 2014). Im Jahr 2015 wurden nur noch 130 Anlagen gebaut; für 2016 wurde ein Zubau von 138 Biogas- und 10 Biomethananlagen prognostiziert (FvB, 2016). Die durchschnittlich installierte elektrische Leistung der Anlagen ist über die Jahre angestiegen; Ende 2015 lag sie bei 453 KW<sub>el</sub>. Rechnet man Überbauung und Stilllegung heraus, beträgt die arbeitsrelevante elektrische Leistung 414 KW<sub>el</sub> pro Anlage (nach FvB, 2016). Der Grund für die Überbauung liegt darin, dass mit dem Inkrafttreten des EEG 2012 die Stromproduktion aus Biogas flexibilisiert wurde und konstant und bedarfsunabhängig produzierende Biogasanlagen durch steuerbare Anlagen abgelöst werden. Deren Blockheizkraftwerke (BHKWs) produzieren nur in Zeiten hohen Strombedarfs und bedienen somit die Residuallast, d.h. den durch Photovoltaik und Windenergie ungedeckten Strombedarf (HOLZHAMMER et al., 2015). Betreiber von Bestandsanlagen können im Rahmen der Flexibilisierung zwischen zwei Varianten wählen: Ein weiteres BHKW bauen oder das bestehende BHKW durch ein leistungsstärkeres ersetzen. Allerdings hängt die Entscheidung, ob und wie eine bestehende Anlage flexibilisiert wird, von deren individueller Eignung hierfür mit Blick auf den Einspeisepunkt, die bestehende Technik, den Gasspeicher und das BHKW ab (KEYMER, 2015). Flexibilisierungen und Anlagenerweiterungen sind vom sog. Zubaudeckel des EEG 2014 ausgenommen. Dieser sieht ein konkretes Zubauziel für die energetische Nutzung von

Biomasse in Höhe von 100 MW installierter Bruttoleistung pro Jahr vor. Die möglichen Ausnahmen erklären, weshalb es 2015 möglich war, dass Biogasanlagenbetreiber 113 MW<sub>el</sub> zusätzlich installiert haben. Zum 1. Januar 2017 ist eine weitere Novellierung des EEG in Kraft getreten. Am Ausbaukorridor, 55 bis 60 % des Bruttostromverbrauchs bis 2035 aus erneuerbaren Energien bereitzustellen, wird festgehalten. Für die Biomasse wurde das konkrete Ausbauziel bzw. der Zubaudeckel allerdings um 50 MW installierte Leistung auf jährlich 150 MW, ab 2020 dann auf 200 MW brutto erhöht (FNR, 2016c). Die flexible Stromerzeugung ist seit dem EEG 2014 ebenso wie die Direktvermarktung des Stroms für Neuanlagen verpflichtend. Doch bereits seit der Einführung der Direktvermarktung über die Marktprämie im Rahmen des EEG 2012 hat sich das energiewirtschaftliche Verhalten der Anlagenbetreiber verändert (HOLZHAMMER et al., 2015). Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der Direktvermarktung und flexiblen Stromerzeugung seit 2012. 2015 lag der Umfang der installierten elektrischen Leistung in der Direktvermarktung bereits bei insgesamt 3 236 MW<sub>el</sub>; rund 56 % der Anlagen wurden flexibel gesteuert (FNR, 2016a). Aufgrund ihrer Flexibilität und Verlässlichkeit leistet die Biogasproduktion im Zuge der Energiesystemtransformation einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit (Baur und Hauser, 2015).

**Abbildung 5: Flexible Stromerzeugung und Direktvermarktung durch Biogasanlagen in Deutschland**



Quelle: FNR (2016a)

## 4.2 Entwicklung der Biokraftstoffproduktion

In den letzten Jahren wurden verschiedene politische Entscheidungen über die Zukunft von Biokraftstoffen getroffen, die einen spürbaren Einfluss auf die gesamte Wertschöpfungskette



und den Beitrag von Biokraftstoffen zur Minderung von Treibhausenemissionen hatten und auch weiterhin haben werden (ZEDDIES und SCHÖNLEBER, 2016b). Aufgrund der von wissenschaftlicher Seite zum Teil heftig kritisierten (PUTTKAMMER und GRETHE, 2015) und wiederholt geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen ist die Biokraftstoffbranche in Deutschland zuletzt durch eine wenig dynamische, aber weitgehend stabile Entwicklung geprägt gewesen. In 2009 beschloss die Bundesregierung, die Förderung von Biokraftstoffen von einer steuerlichen auf eine ordnungspolitische Förderung umzustellen und eine gesetzliche Biokraftstoffquote einzuführen. Gleichzeitig wurde die Mineralölwirtschaft verpflichtet, zu einem bestimmten Anteil Biokraftstoffe zu verwenden (KRÖGER et al., 2016c). Dieser Anteil lag bis einschließlich 2014 bei 6,25 %. 2015 wurde der gesetzliche Rahmen erneut geändert; die bis dato geltende Biokraftstoffquote wurde durch eine Treibhausgasquote (THG-Quote) (§§ 37a ff. BImSchG) ersetzt. Diese verpflichtet die Kraftstoffhersteller, jährlich 3,5 % CO<sub>2</sub> (ab 2017: 4 %, ab 2020: 6 %) einzusparen. Die Minderungsziele sollen in erster Linie durch den Einsatz von Biodiesel und Bioethanol erreicht werden. Deutschland hat damit als bisher einziges Mitgliedsland der EU die THG-Quote als Wettbewerbselement eingeführt. Sie schafft gegenüber der vormaligen Biokraftstoffquote einen Anreiz, Biokraftstoffe mit höherem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial einzusetzen, sodass es zu einer Verdrängung weniger effizienter Produkte und Herstellungsverfahren kommt. Die für die Zeit bis 2020 vorgegebenen THG-Minderungspflichten sind als vorsichtiger Einstieg in die Emissionsminderung im Kraftfahrzeugsektor zu interpretieren, da die Minderungsziele bei entsprechendem Einsatz von Biokraftstoffen bereits 2015 hätten erreicht werden können (BBE, 2016; ZEDDIES und SCHÖNLEBER, 2016b; UFOP, 2017).

Der Kraftstoffverbrauch belief sich in Deutschland im Jahr 2015 auf insgesamt 56 Mio. t (2014: 55 Mio. t; 2013: 54 Mio. t). Dabei entfielen 62,6 % auf Dieselkraftstoff, 31,4 % auf Ottokraftstoff, 0,8 % auf Erdgas und 0,4 % auf Flüssiggas. Bei den verbleibenden 4,8 % (3,4 Mio. t) handelt es sich um biogene Kraftstoffe (FNR, 2016a), deren Verbrauch gegenüber den Vorjahren leicht zurückgegangen ist (2014: 3,6 Mio. t; 2013: 3,45 Mio. t). 2015 war Biodiesel in Deutschland mit 1,81 Mio. t und einem Marktanteil von 53,2 % nach wie vor der wichtigste Biokraftstoff, gefolgt von Bioethanol mit 1,17 Mio. t (34,5 %), hydrierten Pflanzenölen mit 340.000 t (10,0 %), Biomethan mit 35.000 t (1,03 %) und Pflanzenölen mit 2.000 t (0,06 %) (FNR, 2016a).

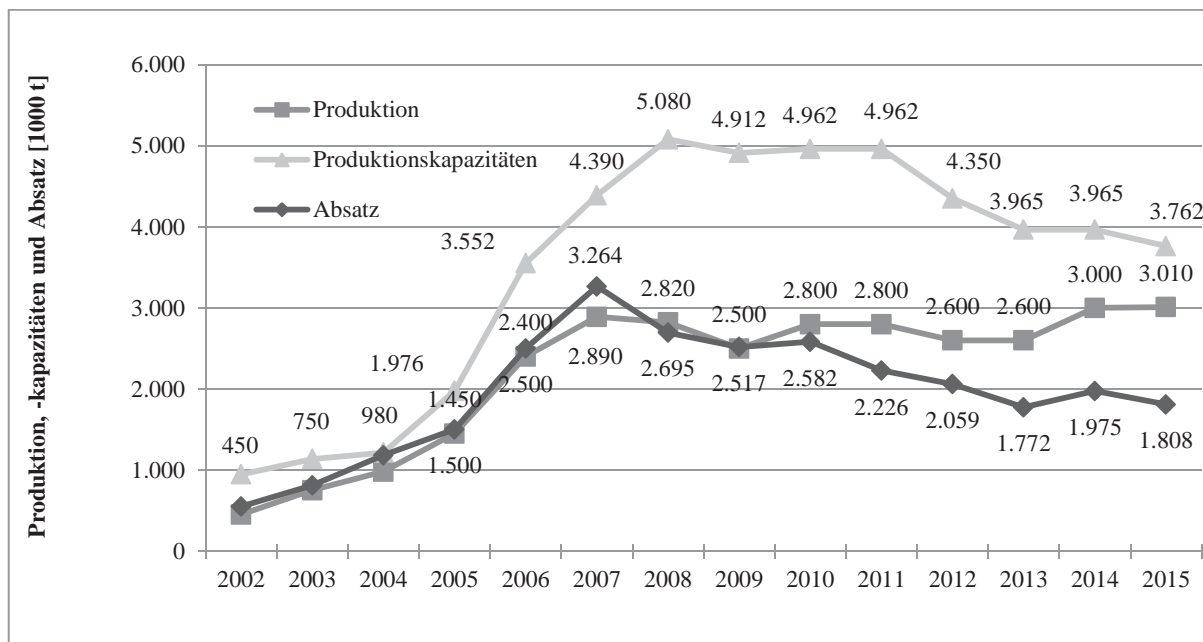
#### **4.2.1 Biodieselproduktion**

In 2015 stieg die Biodieselproduktion in Deutschland gegenüber dem Vorjahr von 3,0 Mio. t auf rund 3,01 Mio. t minimal an (Abbildung 6) (FNR, 2016a; VDB 2017). Die Produktionskapazitäten reduzierten sich von rund 3,9 Mio. t auf rund 3,76 Mio. t; die Kapazitätsauslastung der Biodieselanlagen erhöhte sich leicht auf 80 % (FNR, 2016a). Der Biodieselabsatz im Inland ging von rund 1,97 Mio. t im Jahr 2014 nicht zuletzt aufgrund der Einführung der



THG-Quote zum 01.01.2015 weiter auf 1,81 Mio. t in 2015 zurück (FNR, 2016a; VDB, 2017).

**Abbildung 6: Biodieselskapazitäten, -produktion und -absatz in Deutschland**



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an FNR (2016a)

Die EU-28 ist weltweit nach wie vor der größte Hersteller von Biodiesel. Die Erzeugung einschließlich der Produktion von hydrierten Pflanzenölen (HVO) belief sich in 2015 auf rund 13,5 Mrd. l; in 2016 waren es 13,7 Mrd. l und für 2017 wird ein Anstieg auf rund 14,2 Mrd. l prognostiziert. Schwerpunktländer der europäischen Biodieselproduktion waren 2016 nach wie vor Deutschland (3,4 Mrd. l), Frankreich (2,2 Mrd. l), die Niederlande (1,99 Mrd. l), Spanien (1,07 Mrd. l) und Polen (0,8 Mrd. l) (STATISTA, 2017; USDA, 2016). Verbraucht wurden 2016 in der EU rund 13,9 Mrd. l Biodiesel; der Import erreichte 0,53 Mrd. l, der Export 0,32 Mrd. l. Alle Werte bewegten sich damit 2016 in etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Dies gilt auch für die Produktionskapazitäten, die 2016 bei 24,9 Mrd. l lagen. Für 2017 werden ein Anstieg der Kapazitäten auf 25,5 Mrd. l und ein Verbrauchszuwachs um 3 % prognostiziert, da neue Biodieselanlagen in Frankreich die Produktion aufnehmen werden (USDA, 2016). Die Produktion von hydriertem Pflanzenöl konzentriert sich innerhalb der EU auf die Niederlande, Finnland, Italien, Frankreich, und Spanien. Die HVO-Produktionskapazität der EU-28 beträgt derzeit rund 3,0 Mio. l und wird sich in 2017 auf 4,2 Mio. l erhöhen.

Weltweit stieg die Biodiesel- einschließlich der HVO-Produktion 2014 von 23,53 Mio. t auf 26,56 Mio. t an. In 2015 wurden weltweit 24,48 Mio. t produziert; für 2016 werden 24,96 Mio. t erwartet (UFOP, 2017). Neben der EU (13,5 Mrd. l) sind die USA (4,8 Mrd. l), Brasilien (4,1 Mrd. l), Argentinien (2,1 Mrd. l) und Indonesien (1,7 Mrd. l) die größten Biodieselproduzenten (STATISTA, 2017). Bis zum Jahr 2020 wird weltweit ein Anstieg der Bio-



dieselproduktion um 21 % und bis 2025 sogar um 33 % gegenüber dem Wert des Jahres 2015 erwartet (o.V., 2017b).

#### 4.2.2 Bioethanolproduktion

2015 produzierten die Bioethanolwerke in Deutschland insgesamt eine Rekordmenge von 739.821 t Bioethanol; die Produktion stieg somit gegenüber 2014 (727 000 t) um 1,8 %. Dabei wurden 2015 aus Industrierüben 265 665 t Bioethanol hergestellt, ein Plus von 21.951 t gegenüber dem Vorjahr. Dieser Wert entspricht einer Rohstoffmenge von 2,85 Mio. t Industrierüben. Die Erzeugung auf Basis von Futtergetreide sank im selben Zeitraum um 8.690 t auf 467 272 t Bioethanol (-1,8 %). Aus sonstigen Stoffen, z.B. Reststoffen und Abfällen aus der Lebensmittelindustrie, wurden 7 884 t Bioethanol produziert (2014: 8.205 t) (BDBE, 2017).

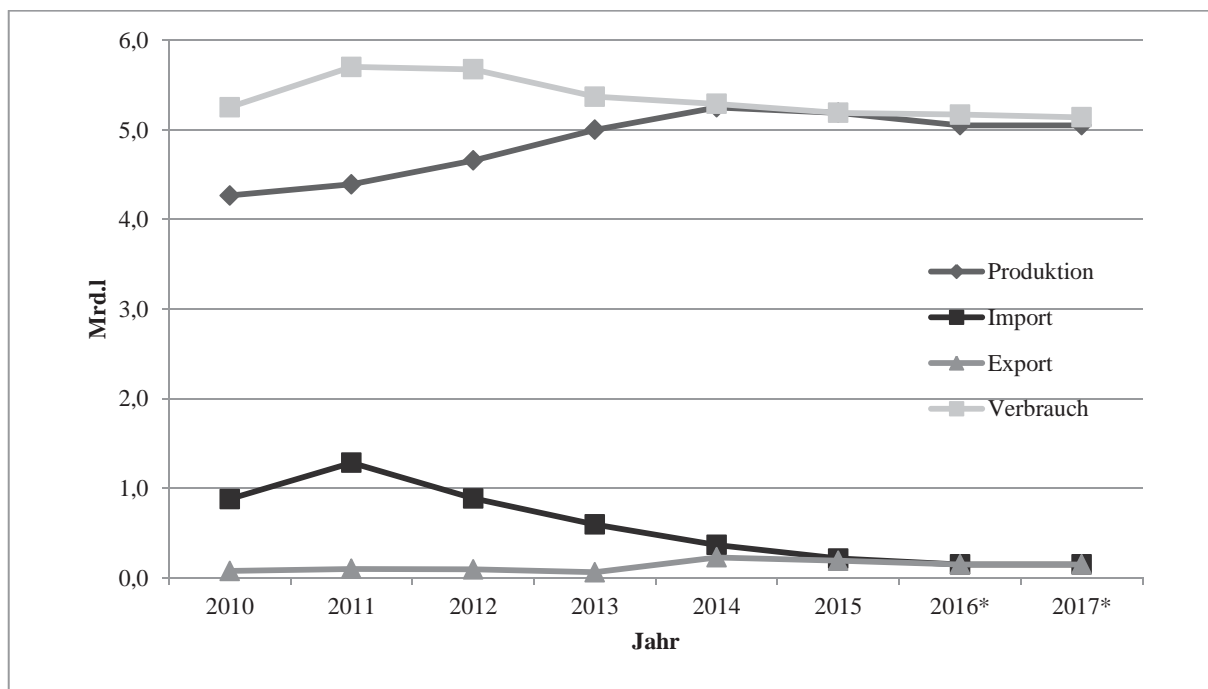
Der Verbrauch von Bioethanol in Deutschland belief sich im Jahr 2015 auf 1,17 Mio. t (2014: 1,23 Mio. t.) Dies entsprach einem Rückgang um 4,5 %. Die wichtigste Verwendungsrichtung stellt die Beimischung zu Benzin für die Sorten E5 und E10 dar, gefolgt von der Verwendung als Benzinadditiv ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether) und E85. 2015 stieg die Menge des zur Beimischung in E5 verwendeten Bioethanols um 2,1 % auf knapp 15 Mio. t an (2014: 14,65 Mio. t); für E10 wurden dagegen nur knapp 2,5 Mio. t Bioethanol abgesetzt und damit 12,2 % weniger als 2014 (FNR, 2016a). Der ETBE-Verbrauch verminderte sich 2015 weiter auf 119 225 t nach 138.775 t im Vorjahr (-14,1 %). Der Absatz der Kraftstoffsorte E85 sank 2015 ebenfalls deutlich von 13 588 t auf 10 243 t (-24,6 %) (BDBE, 2017) . 2016 wurde in Deutschland eine leicht positive Entwicklung von Produktion und Verbrauch erwartet (USDA, 2016). Dafür spricht die steigende Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol gegenüber fossilem Benzin aufgrund anziehender Erdölpreise. Die Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 60 bis 70 % durch den Einsatz von Bioethanol wird sich ebenfalls positiv auf den Einsatz als Beimischung auswirken, weil die Mineralölwirtschaft gesetzlich zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Kraftstoffen verpflichtet ist (BDBE, 2017).

Die Bioethanolproduktion in der EU erreichte im Jahr 2014 mit rund 5,3 Mrd. l und einem Selbstversorgungsgrad von 100 % ihren bisherigen Höhepunkt (Abbildung 7). Bis zu diesem Zeitpunkt profitierte der Sektor von niedrigen Rohstoffpreisen und Maßnahmen zur Begrenzung von Bioethanolimporten. Aufgrund des sinkenden Verbrauchs von Ottokraftstoffen in der EU (ANSCHÜTZ, 2014) und fehlender Impulse durch höhere Beimischungsvorgaben gingen der Verbrauch und die Produktion von Kraftstoffethanol im Jahr 2015 auf 5,1 Mrd. l zurück (USDA, 2016). Dieser Trend setzte sich 2016 fort, als die Bioethanolproduktion rund 5,05 Mrd. l erreichte. Im Zuge der weiteren Umsetzung der „Erneuerbare-Energien-Richtlinie“ 2009/28/EG, die für das Jahr 2020 im Verkehrssektor 10 % erneuerbare Energien verbindlich vorschreibt, wird mittelfristig in der EU mit einer zunehmenden Nachfrage nach Bioethanol gerechnet (USDA, 2016).

Frankreich war 2015 mit 970 Mio. l weiterhin größter Produzent vor Deutschland mit 950 Mio. l; auf den weiteren Plätzen folgten Ungarn mit 640 Mio. l, Belgien mit 560 Mio. l,

die Niederlande mit 450 Mio. l. und Spanien mit 400 Mio. l. Für 2017 wird allenfalls mit einer leichten Ausweitung der Produktion gerechnet. Deutschen Bioethanol-Produzenten wird zugetraut, die Produktion und den Marktanteil zu steigern, da die hohe Energieeffizienz ihrer Anlagen zu höheren Treibhausgas-Reduktionswerten führt, die das deutsche Bioethanol wettbewerbsfähiger machen (USDA, 2016). Die Kapazitäten zur Produktion von Bioethanol belaufen sich in der EU zurzeit auf 8,5 Mrd. l; sie sind zu ca. 70 % ausgelastet. Die Produktionskapazitäten wurden seit 2012 nicht nennenswert erhöht; auch 2017 wird nicht mit Anlagenerweiterungen gerechnet (EUROSERVER 2016; USDA, 2016).

**Abbildung 7: Entwicklung des Ethanolmarkts in der EU**



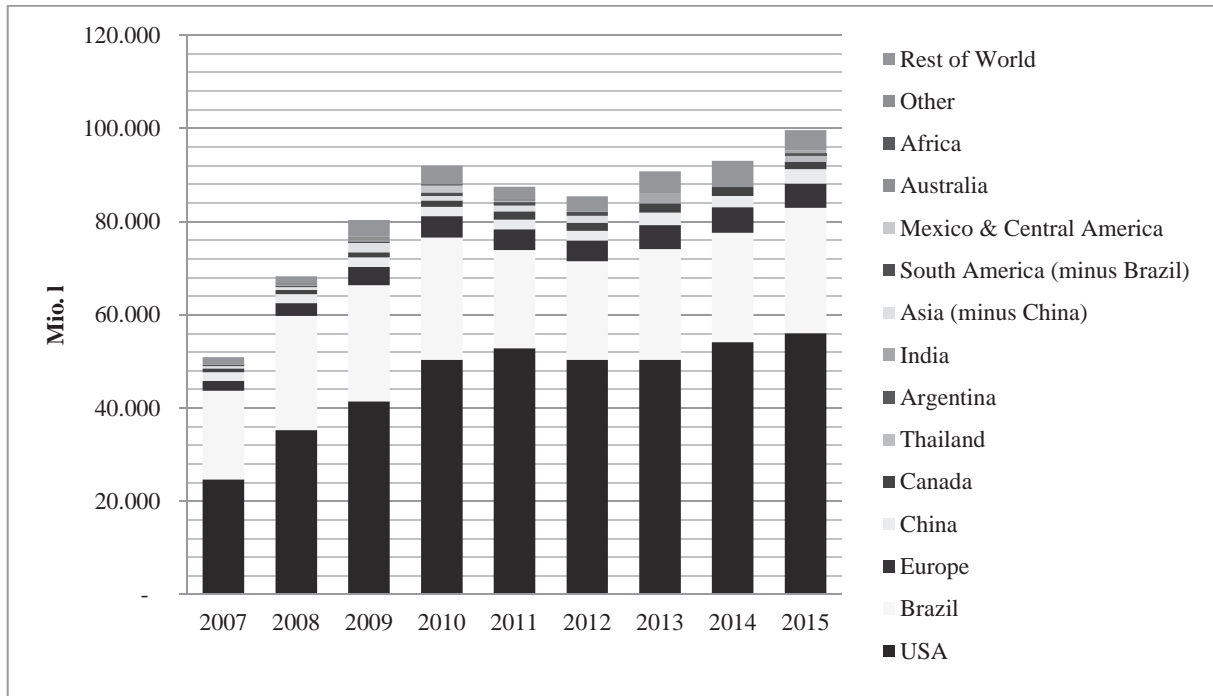
Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an USDA (2016); \*vorläufige Schätzung

Die Weltethanolproduktion lag 2014 bei rund 93,0 Mrd. l. Davon entfielen auf die USA 54,1 Mrd. l, auf Brasilien 23,4 Mrd. l, auf Europa 5,5 Mrd. l, auf China 2,4 Mrd. l und auf Kanada 1,2 Mrd. l (Abbildung 8). Ferner sind im asiatischen Raum noch Thailand mit 1,17 Mrd. l und Indien mit 0,58 Mrd. l bedeutende Erzeugerländer (RFA, 2017). 2015 stieg die Weltethanolproduktion leicht auf 97,3 Mrd. l an, da vor allem die USA (56,0 Mrd. l) und Brasilien (26,9 Mrd. l) ihre Produktion weiter ausdehnten. In China war eine Ausweitung der Produktion von 2,4 Mrd. l auf 3,0 Mrd. l zu beobachten; das Land hat sich damit als viertgrößter Ethanolproduzent der Welt etabliert. Experten attestieren dem asiatischen Markt nach wie vor gute Wachstumschancen (OECD-FAO, 2014, 2015; F.O. LICHT, 2013). Aber auch für die Bioethanolproduktion in Südafrika und den südamerikanischen Ländern, neben Brasilien vor allem Mexiko, Argentinien und Kolumbien, wird für die nächsten Jahre ein deutliches Wachstum vorausgesagt (OECD-FAO, 2015). Trotzdem werden laut Prognosen bis 2020 die



USA vor Brasilien größter Produzent und Nachfrager von Bioethanol bleiben (OECD-FAO, 2014).

**Abbildung 8: Entwicklung der Weltethanolproduktion**



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an RFA (2017)

#### 4.3 Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen

Chemische Stoffe biologisch-organischer Herkunft, die während der Neuzeit oberirdisch gewachsen sind, in fester Form vorliegen und deren gespeicherte Energie durch Verbrennung zur Strom- bzw. Wärmeproduktion genutzt werden kann, sind den biogenen Festbrennstoffen zuzuordnen. Sie zählen zu den erneuerbaren Energien und sind von den fossilen Festbrennstoffen wie Torf, Braun- und Steinkohle, die in geologischer Vorzeit aus abgestorbener Biomasse entstanden sind, abzugrenzen. Der bedeutendste biogene Festbrennstoff ist Holz, das vorwiegend direkt aus forst- und z.T. auch aus landwirtschaftlicher Produktion gewonnen wird. Daneben werden auch Industrie-, Verpackungs- und Bauholz in Kaskadennutzung zur Energiegewinnung genutzt. Holz wird ohne vorherige, z.B. chemische Umwandlung in Form von Scheitholz, gesägten Brettern, Hackschnitzeln, Holzpellets, Hobelspänen oder Schleif- bzw. Sägemehl zur Energiegewinnung eingesetzt. Auch Stroh, Strohpellets und andere Halmgüter wie Miscanthus, Olivenpellets aus Olivenkernen und Bagasse als Nebenprodukt der Zuckererzeugung aus Zuckerrohr werden den biogenen Festbrennstoffen zugerechnet, sofern sie zur Strom- und Wärmegewinnung eingesetzt werden (HARTMANN, 2005; KALTSCHMITT et al., 2016).

Zur Stromerzeugung werden die biogenen Festbrennstoffe in Biomassekraftwerken verfeuert, in denen die thermische Energie genutzt wird, um Wasserdampf zu erzeugen, der wiederum





eine Turbine zur Gewinnung elektrischer Energie antreibt. Das gleiche Verfahren läuft in Biomasseheizkraftwerken ab, in denen dank Kraft-Wärme-Kopplung neben elektrischer Energie auch Wärme bereitgestellt wird, die als Nah-, Fern- oder Prozesswärme genutzt werden kann. Bei Kraft-Wärme-Kopplung wird nur wenig ungenutzte Abwärme an die Umgebung abgegeben, so dass Wirkungsgrade von bis zu 90 % erreicht werden können. Im Jahr 2016 wurden 7 % der Bruttostromerzeugung in Deutschland aus Biomasse bereitgestellt; daran hatten die biogenen Festbrennstoffe wie in den Vorjahren einen Anteil von rund 25 % (SCHAUMANN und SCHMITZ, 2010; BMWI, 2014; BMWI, 2016e).

Weitaus höher ist die Bedeutung der biogenen Festbrennstoffe für die reine Wärmebereitstellung. Der Anteil biogener Festbrennstoffe an der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien beträgt 79 %, der Anteil der Biomasse insgesamt 88 % (FNR, 2016e). Etwa in jedem vierten deutschen Haushalt wird mit Holz in Form von Briketts, Pellets, Hackschnitzeln oder Scheitholz geheizt. Insgesamt sind in deutschen Privathaushalten derzeit rund 14 Mio. Einzelraumfeuerstätten und Holzzentralheizungen installiert. Zu den beliebtesten Einzelraumfeuerstätten zählen Kaminöfen, Speicheröfen, Kachelöfen, Heizkamine, Pelletöfen und Heizherde, wohingegen Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholzheizungen die zentrale Wärmeversorgung eines Hauses gewährleisten (FNR, 2016f). Auch in Gewerbe- und Industrieanlagen werden biogene Festbrennstoffe verheizt, so dass insgesamt in Deutschland etwa 16 Mio. Feuerstätten existieren, in denen zur Wärmeerzeugung jährlich schätzungsweise 38 Mio. Festmeter Holz verfeuert werden (FNR, 2016g). Die exakte Holzmenge, die zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird, ist nur schwer zu beziffern, da der private Holzeinschlag und private Lagermengen nicht genau erfasst werden können (BUNZEL et al., 2011).

## 5 Energiebereitstellung aus Agroforstsystemen

Die simultane Produktion von Gehölzen und annuellen landwirtschaftlichen Feldfrüchten bzw. Dauerkulturen auf derselben Fläche wird als Agroforstwirtschaft bezeichnet. Der Anbau von einjährigen Kulturpflanzen in Kombination mit der Holzproduktion in silvoarablen Agroforstsystemen ist dabei zu unterscheiden von silvopastoralen Agroforstsystemen, in denen die Gehölze in Verbindung mit Grünland angebaut werden. Beide Systeme sind von Kurzumtriebsplantagen (KUP) abzugrenzen, die „den Anbau von schnellwachsenden Bäumen auf landwirtschaftlicher Nutzfläche mit dem Ziel der energetischen Verwertung des Holzes“ (BÄRWOLFF et al., 2013, S. 13) beschreiben, jedoch keine gemischte Nutzung der Fläche vorsehen. Das Grünland kann in silvopastoralen Systemen sowohl der Beweidung mit Nutztieren dienen als auch ausschließlich einer Nutzung durch Mahd unterliegen. Die silvopastoralen Systeme zählen in Gestalt von Wald- und Streuobstwiesen zu den ältesten Anlageformen der Agroforstwirtschaft und liefern neben der Grünland- sowie der Holznutzung auch Eicheln, Bucheckern und weitere Waldfrüchte zur Schweinemast bzw. Obst als Nahrungsmittel für Menschen und Tiere (NAIR, 1993; REEG et al., 2009). Die Einführung des intensiven Planta-



genobstbaus sowie eine starke Bautätigkeit in Ortsnähe bzw. in Ortsrandlagen haben seit den 1950er Jahren zu einem erheblichen Rückgang der Zahl der Streuobstwiesen in Deutschland geführt (SCHUBOTH, 1996).

In silvoarablen wie silvopastoralen Agroforstsystemen können die Bäume hinsichtlich ihrer Formation sowohl systematisch als auch unsystematisch angeordnet sein. Die zumeist maschinelle Bearbeitung des Grünlandes sowie der Ackerflächen neben und zwischen den Gehölzen führt jedoch in heutigen Agroforstsystemen in aller Regel zu einer systematischen Baumanordnung. Die Bäume können als Gewässerrandstreifen entlang von Flussläufen oder zur Begrüdigung von verwinkelten Flächen angepflanzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Anpflanzung im Alley-Cropping-Anbauverfahren, in dem die Bäume streifenförmig in die landwirtschaftliche Nutzfläche integriert werden (MOSQUERA-LOSADA et al., 2009; EMMANN et al., 2013). Beim streifenförmigen Anbau werden die ca. 10 bis 15 Meter breiten Gehölzstreifen parallel und in einem definierten Abstand zueinander, der im Idealfall einem gemeinsamen ganzzahligen Vielfachen der Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschinen entspricht, angelegt. So lassen sich die Arbeitserledigungskosten minimieren und die Agrarholzproduktion wird effizient mit dem Anbau von Feldfrüchten bzw. Grünland kombiniert (EICHHORN et al., 2006).

Das Holz aus Agroforstsystemen wird je nach Baumart und Umtriebszeit stofflich oder energetisch genutzt. Die stoffliche Nutzung, z.B. zur Herstellung von Möbeln und Furnieren, setzt mit 40 bis 70 Jahren verhältnismäßig lange Umtriebszeiten voraus. Dagegen sind die Umtriebszeiten im Fall der energetischen Nutzung mit drei bis vier Jahren deutlich kürzer. Die energetische Nutzung der Gehölze eignet sich besser als die stoffliche Nutzung für silvoarable Agroforstsysteme, da zum einen die Baumkronen aufgrund der kurzen Umtriebsintervalle nicht weit in die Fläche hineinwachsen und somit die Feldbestellung nicht wesentlich beeinträchtigen und der Schattenwurf als weitere Opportunitätskosten verursachende Wirkung von Landschaftselementen (SCHMIDT, 2011) vermindert wird. Zum anderen lassen sich die Gehölze im Kurzumtrieb mit landwirtschaftlicher Erntetechnik, wie einem Feldhäcksler oder Anbauhacker, in Form von Hackschnitzeln einholen, so dass es keiner aufwändigen Forstertechnik bedarf. Für den Kurzumtrieb eignen sich besonders Gehölze mit einem hohen jährlichen Biomassezuwachs wie Pappeln, aber auch Weiden, Robinien, Erlen und Birken sind je nach Standortbedingungen einsetzbar. Das erzeugte Hackgut kann zur Stromproduktion und Wärmeerzeugung verfeuert werden oder der Biomasseverflüssigung dienen (FNR, 2016d).

In der modernen Landwirtschaft haben silvoarable Agroforstsysteme in Mitteleuropa keine signifikante ökonomische Bedeutung (LUICK und VANHOFF, 2008). Auch in Deutschland sind sie bislang fast ausschließlich auf Versuchsflächen zu finden (RÖHRICHT et al., 2007; SPIECKER et al., 2009; BÄRWOLFF und VETTER, 2011; WIESINGER, 2013). In 2015 betrug die Anbaufläche von Agrarholz (einschließlich KUP) in Deutschland 11 000 ha (FNR, 2017). Ein weiterer Ausbau der Energiepflanzenproduktion ist in den nächsten Jahren aufgrund der



Energiewende wahrscheinlich, da schnell wachsende Baumarten als Energiepflanzen deutlich ressourcen- und energieeffizienter sind als besonders intensiv angebaute Energiepflanzen wie etwa Mais. Hinzu kommt, dass insbesondere Alley-Cropping-Systeme zum Boden- und Gewässerschutz beitragen und einen positiven Einfluss auf das Mikroklima haben. Diese Systeme können daher zu einer deutlichen ökologischen Aufwertung des gesamten Ackers beitragen (BÖHM, 2013). Darüber hinaus können Agroforstsysteme insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften das Landschaftsbild aufwerten (REEG, 2010). Gemäß § 2 Abs. 2 Nr. 1 Bundeswaldgesetz ist Agrarholz in Deutschland vom Waldbegriff ausgenommen. Voraussetzungen dafür sind die baldige Holzentnahme und Umtriebszeiten von nicht mehr als 20 Jahren. Somit bleibt auch bei der Anlage von Agroforstsystemen zur energetischen Nutzung der Status des Ackerschlags als landwirtschaftliche Nutzfläche erhalten und die mit Agrarholz bestellten Flächen bleiben im Rahmen der Basisprämienregelung beihilfefähig (BÄRWOLFF et al., 2013).

Einen anderen Stellenwert haben Agroforstsysteme in Entwicklungsländern. Dort können sie zur Steigerung der Flächenproduktivität sowie zur Deckung des Nahrungs- und Holzbedarfs beitragen. Besonders in den Tropen können sie ferner die Bodendegradation verhindern und ein günstiges Mikroklima für die landwirtschaftliche Produktion z.B. von Kaffee oder Kakao schaffen (REEG, 2010). Auch können Agroforstsysteme in den Tropen dabei helfen, grundlegende Hindernisse bei der Aufforstung zu überwinden, indem sie der weiteren Entwaldung vorbeugen und die Attraktivität der Wiederaufforstung durch den vorübergehenden Anbau landwirtschaftlicher Kulturen zwischen den jungen Bäumen steigern (PAUL et al., 2014).

Seit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2013 ist der Erhalt der Direktzahlungen in Deutschland an bestimmte Greening-Anforderungen (Anbaudiversifizierung, Erhalt von Dauergrünland, Flächennutzung im Umweltinteresse, sog. ökologische Vorrangflächen (ÖVF)) gebunden (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2013; BMEL, 2015c). Um die Greening-Prämie zu erhalten, müssen Landwirte mit mehr als 15 ha Ackerfläche mindestens 5 % davon als ÖVF bereitstellen (BMEL, 2015b). Der Anbau von Agrarholz als ÖVF stellt grundsätzlich eine Möglichkeit zur Erfüllung der Greening-Anforderungen dar, die jedoch zurzeit in Deutschland nur eingeschränkt genutzt werden kann. Zwar sind Agroforstflächen im Rahmen der Basisprämienregelung beihilfefähige Ackerflächen, doch wird in Deutschland derzeit in keinem Bundesland eine Förderung von Agroforstflächen in der 2. Säule der GAP angeboten. Deshalb können Agroforstflächen in Deutschland nicht als Ganzes als ÖVF ausgewiesen werden (BMEL, 2015c), sondern jeder Gehölzstreifen des Agroforstsystems muss einzeln als ÖVF registriert werden. Dann handelt es sich um Flächen mit Niederwald im Kurzumtrieb, die im Rahmen der Basisprämienregelung beihilfefähig sind und als ÖVF ausgewiesen werden können. Bedingungen für die Anerkennung dieser Gehölzstreifen als ÖVF sind eine Mindestgröße von 0,3 ha und der Anbau bestimmter Gehölzarten (Tabelle 2) (BMEL, 2015c; LELF, 2016).



**Tabelle 2: Zulässige Gehölzarten für als ÖVF ausgewiesene Agrarholzstreifen in Agroforstsystemen**

Gattung	Art	
	Deutsche Bezeichnung	Botanische Bezeichnung
Weiden	Mandelweide	Salix triandra
	Korbweide	Salix viminalis
Pappeln	Silberpappel	Populus alba
	Graupappel	Populus canescens
	Schwarzpappel	Populus nigra
	Zitterpappel	Populus tremula
Birken	Gemeine Birke	Betula pendula
Erlen	Schwarzerle	Alnus glutinosa
	Grauerle	Alnus incana
Eschen	Gemeine Esche	Fraxinus excelsior
Eichen	Stieleiche	Quercus robur
	Traubeneiche	Quercus petraea

Quelle: eigene Darstellung nach BMEL (2015c)

Sollen die Agrarholzstreifen im Agroforstsystem als ÖVF ausgewiesen werden, sind im Antragsjahr weder mineralische Düngemittel noch Pflanzenschutzmittel zulässig (BMEL, 2015c). Die ökologische Wertigkeit von Flächen mit Niederwald im Kurzumtrieb wurde von der EU-Kommission mit 0,3 festgelegt, so dass 1 ha Agrarholz 0,3 ha ÖVF entspricht (BMEL, 2015a). Die Akzeptanz von Agrarholz als ÖVF ist in Deutschland bisher außerordentlich gering. Im ersten Antragsjahr 2015 lag der Anteil von Niederwald im Kurzumtrieb an der gesamten registrierten ÖVF bei nur 0,16 %. Die meisten Flächen mit Agrarholz als ÖVF wurden in Brandenburg ausgewiesen (1.106 ha) (BMEL, 2015d).



## Literatur

- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2015a): Umsatz aus der Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland. In: <http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/umsaetze-aus-dem-betrieb-von-erneuerbare-energien-anlagen-in-deutschland>, Abruf: 28.10.2015.
- AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2015b): Metaanalyse „Nutzungspfade der Bioenergie für die Energiewende“. In: Agra-Europe 46/2015 (Dokumentation): 1-10.
- AGEE (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien) (2016): Mehr als 30 Prozent erneuerbare Energien im deutschen Strommix. In: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik,did=629806.html>, Abruf: 09.11.2016.
- ANSCHÜTZ, T. (2014): Der Ethanolmarkt der EU27 und der USA im Jahr 2023 – Erstellung von Szenarien durch Anwendung der optimierten Szenario-Technik. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen.
- ARETZ, A. und B. HIRSCHL (2007): Biomassepotenziale in Deutschland – Übersicht maßgeblicher Studienergebnisse und Gegenüberstellung der Methoden. Dendrom-Diskussionspapier Nr. 1, Eberswalde.
- BÄRWOLFF, M., G. REINHOLD, C. FÜRSTENAU, T. GRAF, L. JUNG und A. VETTER (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. Gutachten für das Umweltbundesamt. In: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesserrandstreifen-als-kurzumtriebsplantagen>, Abruf: 21.07.2016.
- BÄRWOLFF, M. und A. VETTER (2011): Mehr Struktur auf großen Schlägen – Agroforstwirtschaft auf ausgeräumter Agrarfläche Thüringens. In: [http://www.agroforstenergie.de/\\_publikationen/vortraege/V\\_25\\_Baerwolff\\_2011\\_2.Forum\\_AFE\\_TP1.pdf](http://www.agroforstenergie.de/_publikationen/vortraege/V_25_Baerwolff_2011_2.Forum_AFE_TP1.pdf), Abruf: 22.07.2016.
- BAUR, F. und E. HAUSER (2015): Rolle des Biogases im zukünftigen Energieversorgungssystem. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Kongress, 22.-23.09.2015, Potsdam: 15-24.
- BBE (Bundesverband Bioenergie) 2016: Die Bedeutung der Bioenergie im Aktionsbündnis Klimaschutz 2020/2050. In: [https://www.bioenergie.de/download\\_file/force/407/606](https://www.bioenergie.de/download_file/force/407/606), Abruf: 24.01.2017.
- BDBE (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft) (2017): Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. In: <https://www.bdbe.de/daten/marktdaten-deutschland>, Abruf: 09.01.2017.
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) (2016): Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2016) – Anlagen, installierte Leistung, Stromerzeugung, EEG-Auszahlungen, Marktintegration der Erneuerbaren Energien und regionale Verteilung der EEG-Anlagen. BDEW, Berlin.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. BMEL, Bonn.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015a): FAQ zur Agrarreform und der nationalen Umsetzung. In: [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agarpolitik/\\_Texte/GAP-FAQs.html#doc4121226bodyText6](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agarpolitik/_Texte/GAP-FAQs.html#doc4121226bodyText6), Abruf: 31.07.2016.



- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015b): Grundzüge der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und ihrer Umsetzung in Deutschland. In: [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/\\_Texte/GAP-NationaleUmsetzung.html](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/_Texte/GAP-NationaleUmsetzung.html), Abruf: 01.06.2016.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015c): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Ausgabe 2015. Bonn.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015d): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Kirsten Tackmann, Caren Lay, Herbert Behrens, weiterer Abgeordneter und der Fraktion Die Linke. Bundestagsdrucksache 18/6397. Deutscher Bundestag, Berlin.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2016): Wärme aus Holz. In: [https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/03\\_Holz/\\_texte/WaermeAusHolz.html](https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/03_Holz/_texte/WaermeAusHolz.html), Abruf: 19.12.2016.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2016a): Energiesteuergesetz (EnergieStG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/>, Abruf: 19.12.2016.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2016b): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>, Abruf: 19.12.2016.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2016c): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG). In: [http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg\\_2009/](http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/), Abruf: 19.12.2016.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2016d): Energiesteuergesetz. In: <http://bioenergie.fnr.de/rahmenbedingungen/gesetze-verordnungen-richtlinien/gesetzeslage/energiesteuergesetz/>, Abruf: 13.12.2016.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014): Marktanalyse Biomasse. In: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/marktanalyse-freiflaeche-photovoltaik-biomasse,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, Abruf: 06.01.2017.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2016a): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2015. BMWi, Berlin.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2016b): Erneuerbare Energien in Deutschland: Das wichtigste im Jahr 2015 auf einen Blick. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/entwicklung\\_der\\_erneuerbaren\\_energien\\_in\\_deutschland\\_tischvorlage.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/entwicklung_der_erneuerbaren_energien_in_deutschland_tischvorlage.pdf?__blob=publicationFile&v=8), Abruf: 09.11.2016.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2016c): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=7), Abruf: 20.12.2016.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2016d): Erneuerbare: globaler Jobmotor. Newsletter. URL: <http://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/13/Meldung/infografik.htm>, Abruf: 09.11.2016.



- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2016e): Erneuerbare Energien auf einen Blick - Bruttostromerzeugung in Deutschland 2016 . URL: <https://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien-auf-einen-blick.html>, Abruf: 13.12.2016.
- BÖHM, C. (2013): Effekte agroforstlicher Landnutzung auf Mikroklima, Bodenfruchtbarkeit und Wasserqualität. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche 43: 36.
- BOVET, J. und N. LIENHOOP (2017): Trägt die wirtschaftliche Teilhabe an Flächen für die Windkraftnutzung zur Akzeptanz bei? Zum Gesetzesentwurf eines Bürger- und Gemeindebeteiligungsgesetz unter Berücksichtigung von empirischen Befragungen. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten. Nomos, Baden-Baden: 569-591.
- BRUTTEL, F., A. PURKUS und E. GAWEL (2016): Auktionen als Förderinstrument für erneuerbare Energien: Eine institutionenökonomische Bewertung unter besonderer Berücksichtigung der Photovoltaik-Freiflächenausschreibungsverordnung. UFZ-Bericht No. 01/2016. Leipzig.
- BUNZEL, K., D. THRÄN, U. SEYFERT, V. ZELLER und M. BUCHHORN (2011): Forstwirtschaftliche Biomassepotenziale und Rohstoffpotenziale in Deutschland. In: BBSR und BBR (Hrsg.): Biomasse: Perspektiven räumlicher Entwicklung 5/6: 297-308.
- BUSCH, P.-O. (2005): Institutionalisierte Politiktransfer mit Nebenwirkungen: Die Ausbreitung von Quoten und Einspeisevergütungen. In: Tews, K. und M. Jänicke (Hrsg.): Die Diffusion umweltpolitischer Innovationen im internationalen System. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden: 233-255.
- CASSIA, L., M. Q und S. PALEARI (2006): Entrepreneurial Strategy: Emerging Business in Declining Industries. Edward Elgar, Cheltenham.
- DIOUF, B. und R. Q (2015): Potential of Lithium-Ion Batteries in Renewable Energy. In: Renewable Energy 76: 375-380.
- DIVYA, D., L.R. GOPINATH und P. MERLIN CHRISTY (2015): A Review on Current Aspects and diverse Prospects for Enhancing Biogas Production in Sustainable Means. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 42: 690-699.
- DMK (Deutsches Maiskomitee) (2016): Maisanbaufläche in Deutschland. In: [http://www.maiskomitee.de/web/upload/pdf/statistik/dateien\\_pdf/02.Maisanbauflaechen\\_D\\_in\\_ha\\_2015-2016-vorlaeufig\\_20160803.pdf](http://www.maiskomitee.de/web/upload/pdf/statistik/dateien_pdf/02.Maisanbauflaechen_D_in_ha_2015-2016-vorlaeufig_20160803.pdf), Abruf: 19.12.2016.
- EA (Energieagentur NRW) (Hrsg.) (2016): Das EEG 2017: Die wichtigsten Änderungen. EA Paper Nr. 8, Düsseldorf.
- EICHHORN, M.P., P. PARIS, F. HERZOG, L.D. INCOLL, F. LIAGRE, K. MANTZANAS, M. MAYUS, G. MORENO, V.P. PAPANASTASIS, D.J. PILBEAM, A. PISANELLI und C. DUPRAZ (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. In: Agroforestry Systems 67 (1): 29-50.
- EKARDT, F. und B.E. HENNIG (2014): Darstellung der Biokraftstoffregulierung in der EU und Deutschland. In: Böttcher, J., N. Hampl, M. Kügemann und F. Lüdeke-Freund (Hrsg.): Biokraftstoffe und Biokraftstoffprojekte. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte. Springer, Berlin und Heidelberg: 3-33.
- ELLER, D. (2015): Integration erneuerbarer Energien mit Power-to-Heat in Deutschland. Potentiale zur Nutzung von Stromüberschüssen in Fernwärmenetzen. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- ELSPAS, M.E., S. BERG und R. GÜNTHER (2016): Das EEG 2017 – Ein Überblick über die Neuerungen. In: Kölner Schrift zum Wirtschaftsrecht 03/2016: 211-219.



- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion. In: Bahrs, E. et al. (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup: 60-71.
- EMMANN, C. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Anlagendichte. In: Berichte über Landwirtschaft 90: 84-112.
- EUROSERVER (2016): Biofuels Barometer. In: <https://www.euroserver.org/category/all-biofuels-barometers/>, Abruf: 02.01.2017.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2013): Überblick über die Reform der GAP 2014-2020. In: [http://ec.europa.eu/agriculture/policy-perspectives/policy-briefs/05\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/policy-perspectives/policy-briefs/05_de.pdf), Abruf: 31.07.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016a): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2016. In: [http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere\\_Basisdaten\\_Bioenergie\\_20162.pdf](http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_20162.pdf), Abruf: 12.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016b): Leitfaden Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung. 7. Auflage. In: [http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Leitfaden\\_Biogas\\_web\\_V01.pdf](http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Leitfaden_Biogas_web_V01.pdf), Abruf: 14.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016c): Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). In: <http://biogas.fnr.de/rahmenbedingungen/rahmenbedingungen/gesetzeslage/erneuerbare-energien-gesetz-eeg/>, Abruf: 06.01.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016d): Agroforst. In: <http://energiepflanzen.fnr.de/anbausysteme/agroforst/>, Abruf: 13.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016e): Entwicklung der Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien. Informationsgrafik. In: [https://mediathek.fnr.de/media/catalog/product/cache/1/image/4cbc0c59c34dba40a38f91baddb77710/a/b/abb\\_59\\_2016\\_0509\\_1.jpg](https://mediathek.fnr.de/media/catalog/product/cache/1/image/4cbc0c59c34dba40a38f91baddb77710/a/b/abb_59_2016_0509_1.jpg), Abruf: 13.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016f): Heizen mit Holz – so geht’s richtig. Informationsbroschüre. In: [https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch\\_re\\_richtig\\_heizen\\_fnr\\_ww.pdf](https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_re_richtig_heizen_fnr_ww.pdf), Abruf: 13.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2016g): Festbrennstoffe – Feste Bioenergieträger. In: <http://bioenergie.fnr.de/bioenergie/festbrennstoffe/>, Abruf: 13.12.2016.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2017): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. In: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html>, Abruf: 31.01.2017.
- F.O. LICHT (2013): F.O. Licht’s World Ethanol and Biofuels Report 12 (4), 21.10.2013.
- FVB (Fachverband Biogas) (2016): Branchenzahlen 2015 und Prognose der Branchenentwicklung 2016, Stand: Juli 2016. In: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE\\_Branchenzahlen/\\$file/16-09-23\\_Biogas\\_Branchenzahlen-2015\\_Prognose-2016.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/16-09-23_Biogas_Branchenzahlen-2015_Prognose-2016.pdf), Abruf: 14.12.2016.
- GAIDA, B., I. SCHÜTTMANN, H. ZORN und B. MAHRO (2013): Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben der Hochschule Bremen und der Universität Gießen.





- GAILING, L. und A. RÖHRING (2015): Was ist dezentral an der Energiewende? Infrastrukturen erneuerbarer Energien als Herausforderungen und Chancen für ländliche Räume. In: *Raumforschung und Raumordnung* 73: 31-43.
- GARVERT, H. und P.M. SCHMITZ (2014): Die Auswirkungen der staatlichen Biogasförderung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. Eine ökonometrische Untersuchung. In: *Die Zukunft der Bioenergie. Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank* 30, Frankfurt/M.: 7-43.
- GAWEL, E. und K. KORTE (2015): Regionale Verteilungswirkungen und Finanzierungsverantwortung: Bund und Länder bei der Strom-Energiewende. In: Müller, T. und H. Kahl (Hrsg.): *Energiewende im Föderalismus*. Nomos, Baden-Baden: 145-186.
- GAWEL, E., K. KORTE und K. TEWS (2017): Thesen zur Sozialverträglichkeit der Förderung erneuerbarer Energien durch das EEG – eine kritische Analyse. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): *Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten*. Nomos, Baden-Baden: 305-330.
- GAWEL, E. und A. PURKUS (2016): EEG 2017 – Mehr Markt bei der Erneuerbare-Energien-Förderung? In: *Wirtschaftsdienst* 12/2016: 910-915.
- GRANOSZEWSKI, K., A. SPILLER, C. REISE und O. MUBHOFF (2011): Die Diffusion regenerativer Energien in der deutschen Landwirtschaft – Investitionsverhalten in einem politisch induzierten Markt. In: Andreani, J.-C. und U. Collesei (Hrsg.): *Proceedings der 10. International Conference Marketing Trends, 20.-22.01.2011, Paris*.
- GRIEB, B. und U. ZERGER (2015): Erfassung des biologischen Potenzials für die Biogasfermentation im Ökologischen Landbau. Beitrag für die 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hochschule Eberswalde, 17.-20.03.2015.
- GROWITSCH, C., H. MEIER und S. SCHLEICH (2015): Regionale Verteilungswirkungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. In: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 16 (1): 72-87.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., H. BERGMANN und L. THEUVSEN (2016): Potential Analysis of the Biogas Production – as Measured by Effects of Added Value and Employment Potential. In: *Journal of Cleaner Production* 129: 556-564.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., A. DIEKMANN und L. THEUVSEN (2014): Rechtliche und ökonomische Aspekte des Einsatzes von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen – Eine Szenarioanalyse. In: Guenther-Lübbers, W., R. Kröger und L. Theuvsen (Hrsg.): *Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten. Ökonomie, Ökologie, Technik und Logistik*. Cuvillier Verlag, Göttingen: 81-103.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., M. GARBS, H.-J. BRAUCKMANN, J. GELDERMANN, G. BROLL und L. Q (2017): Nachhaltige Biomassenutzung in Biogasanlagen auf der Grundlage der Wirtschaftsdüngerpotenziale in Niedersachsen – „Bauernhof Niedersachsen“. Bericht für das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. Hannover 2015. In: [http://3-n.info/media/4\\_Downloads/pdf\\_WssnSrcv\\_Srcv\\_Biogas\\_AbschlussberichtBauernhofNds1502.pdf](http://3-n.info/media/4_Downloads/pdf_WssnSrcv_Srcv_Biogas_AbschlussberichtBauernhofNds1502.pdf), Abruf: 26.01.2017.
- HABERMANN, H. und G. BREUSTEDT (2011): Der Einfluss der Biogasfermentation auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. In: *German Journal of Agricultural Economics* 60 (2): 85-100.
- HARTMANN, H. (2005): Produktion, Bereitstellung und Eigenschaften biogener Festbrennstoffe. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): *Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen*. Gülzow: 52-90.



- HEIßENHUBER, A., M. DEMMELER und S. RAUH (2008): Auswirkungen der Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion auf Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 17 (2): 23-31.
- HOLZHAMMER, U., B. KRAUTKREMER, M. NELLES und F. SCHOLWIN (2015): Stand und zukünftige Chancen der steuerbaren Biogasanlagen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, FNR/KTBL-Kongress, 22.-23.09.2015, Potsdam: 42-52.
- JAHNKE, B., U. LIEBE und G. DOBERS (2015): Energiewende in Deutschland – Not-in-my-Backyard oder eine Frage der Gerechtigkeit? In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 2015 (4): 367-384.
- KALTSCHMITT, M., H. HARTMANN und H. HOFBAUER (2016): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. 3. Auflage, Springer, Heidelberg.
- KEYMER, U. (2015): Bedarfsorientierte Stromerzeugung – ökonomisch betrachtet. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Kongress, 22.-23.09.2015, Potsdam: 68-77.
- KIRCHMAYR, M. (2014): Power-to-Gas. Modellierung der Energieverwertungspfade und Einflussnahme einer veränderten Strommarktsituation. Diplomica Verlag, Hamburg.
- KLEINE-MÖLLHOFF, P. und C. DÜRR (2016): Ökonomische und ökologische Betrachtungen zur Erhöhung der Methanausbeute von Biogasanlagen. Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Marketing & Management No. 2016-01. Hochschule Reutlingen.
- KRÖGER, R. (2016): Gülleseparation und Güllefeststoffvergärung: Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- KRÖGER, R., W. GUENTHER-LÜBBERS und L. THEUVSEN (2016a): Güllefeststoffvergärung in Biogasanlagen: Ein Beitrag zur Verminderung regionaler Nährstoffüberschüsse? In: Berichte über Landwirtschaft 94 (1): 1-17.
- KRÖGER, R., J. R. KONERDING und L. THEUVSEN (2016b). Identifikation von Einflussfaktoren auf die Nutzung von Güllefeststoffen als Gärs substrat in Biogasanlagen. In: German Journal of Agricultural Economics 65 (2): 112-131.
- KRÖGER, R., J. LANGENBERG, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2016c): Der Markt für Bioenergie 2015. In: German Journal of Agricultural Economics 65 (Supplement): 78-94.
- KRÖGER, R. und L. THEUVSEN (2013): Separation of Cattle Slurry: Technical Solutions and Economic Aspects. In: Geldermann, J. und M. Schumann (Hrsg.): Tagungsband der First International Conference on Resource Efficiency in Interorganizational Networks, 13.-14.11.2013, Göttingen: 453-464.
- KURZWEIL, P. und O.K. DIETLMEIER (2015): Elektrochemische Speicher: Superkondensatoren, Batterien, Elektrolyse-Wasserstoff, Rechtliche Grundlagen. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- LATACZ-LOHMANN, U., S. HENNING und R. DEHNING (2014): Biogas als Preistreiber am Boden- und Pachtmarkt? Eine empirische Analyse. In: Die Zukunft der Bioenergie. Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank Band 30, Frankfurt/M.: 45-75.
- LELF (Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung) (2016): Hinweise zum Antrag auf Agrarförderung 2016. In: [http://lelf.brandenburg.de/media\\_fast/4055/Hinweisbrosch%C3%BCre2016.pdf](http://lelf.brandenburg.de/media_fast/4055/Hinweisbrosch%C3%BCre2016.pdf), Abruf: 08.11.2016.
- LIEBE, A. und M. WISSNER (2015): Der flexible Verbraucher – Potenziale für die Lastverlagerung im Haushaltsbereich. WIK-Bericht, Bad Honnef.



- LÖSCHEL, A., F. FLUES, F. POTHEN und P. MASSIER (2017): Der deutsche Strommarkt im Umbruch: Zur Notwendigkeit einer neuen Marktordnung. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten. Nomos, Baden-Baden: 487-511.
- LÜLSDORF, T. (2016): Die novellierten Ausschreibungen nach dem EEG 2017. In: Natur und Recht 38 (11): 756-761.
- LUICK, R. und W. VANHOFF (2008): Wertholzpflanzungen – das Thema Agroforstsysteme in moderner Inszenierung. In: [http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/nebennutzung/agroforst\\_weide/fva\\_streuobstwiesen\\_wertholzproduktion/fva\\_streuobstwiesen\\_wertholzproduktion\\_gesamt.pdf](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/nebennutzung/agroforst_weide/fva_streuobstwiesen_wertholzproduktion/fva_streuobstwiesen_wertholzproduktion_gesamt.pdf), Abruf: 24.11.2016.
- MARVUGLIA, A., E. BENETTO, S. REGE und C. JURY (2013): Modelling approaches for consequential life-cycle assessment (C-LCA) of bioenergy: Critical review and proposed framework for biogas production. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 25: 768-781.
- MAUKY, E., H.F. JACOBI, J. LIEBETRAU und M. NELLES (2015): Flexible Biogas Production for Demand-driven Energy Supply – Feeding Strategies and Types of Substrates. In: Bioresource Technology 178: 262-269.
- MONTINGELLI, M.E., S. TEDESCO und A.G. OLABI (2015): Biogas Production from Algal Biomass: A Review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 43: 961-972.
- MOSQUERADA-LOSADA, M.R., J. MCADAM, R. ROMERO-FRANCO, J.J. SANTIAGO-FREIJANES und A. RIGUERO-RODRIGUEZ (2009): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe In: Rigüero-Rodríguez, A., J. McAdam und M.R. Mosquerada-Losada (Hrsg.): Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects. Springer, Dordrecht: 3- 19.
- MÜHLENHOFF, J. (2013): Reststoffe für Bioenergie nutzen – Potentiale, Mobilisierung und Umweltbilanz. Agentur für Erneuerbare Energien, Berlin.
- MUSSGNUG, J.H., V. Klassen, A. Schlüter und O. Kruse (2010): Microalgae as Substrates for Fermentative Biogas Production in a Combined Biorefinery Concept. In: Journal of Biotechnology 150 (1): 51-56.
- NAIR, P.K.R. (1993): An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic, Dordrecht.
- OECD-FAO (Organisation for Economic Co-operation and Development-Food and Agricultural Organization of the United Nations) (2014): OECD-FAO Agricultural Outlook 2014. In: <http://www.fao.org/3/a-i3818e.pdf>, Abruf: 05.01.2017.
- OECD-FAO (Organisation for Economic Co-operation and Development-Food and Agricultural Organization of the United Nations) (2015): OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>, Abruf: 05.01.2017.
- OHLHORST, D. (2017): Akteursvielfalt und Bürgerbeteiligung im Kontext der Energiewende in Deutschland: das EEG und seine Reform. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten. Nomos, Baden-Baden: 161-188.
- o.V. (2017a): Commission proposes new rules for consumer centered clean energy transition. In: <http://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>, Abruf: 18.01.2017.
- o.V. (2017b): 2020 biodiesel estimates: World production gains 20 %. In: agrifuture 1/2017: 9.
- PAUL, C., T. KNOKE und M. WEBER (2014): Agroforstsysteme zur Verbesserung der Wertholzproduktion in den Tropen. In: AFZ – Der Wald 21: 23-25.



- PURKUS, A., E. GAWEL, M. DEISSENROTH, K. NIENHAUS und S. WASSERMANN (2017): Der Beitrag der Marktprämie zur Marktintegration erneuerbarer Energien – Erfahrungen aus dem EEG 2012 und Perspektiven der verpflichtenden Direktvermarktung. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten. Nomos, Baden-Baden: 465-486.
- PUTTKAMMER, J. und H. GRETHE (2015): The public debate on biofuels in Germany: Who drives the discourse? In: German Journal of Agricultural Economics 64 (4): 263-273.
- REEG, T. (2010): Moderne Agroforstsysteme mit Wertholzbäumen als Option der Landnutzung in Deutschland: Naturschutz, Landschaftsbild und Akzeptanz. Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- REEG, T., A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.
- REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) (2016): Renewables 2016 – Global Status Report. Paris.
- RENN, O., W. KÖCK, P.-J. SCHWEIZER, J. BOVET, C. BENIGHAUS, O. SCHEEL und R. SCHRÖTER (2017): Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planungsvorhaben der Energiewende. In: Schippl, J., A. Grunwald und O. Renn (Hrsg.): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten. Nomos, Baden-Baden: 547-567.
- RFA (Renewable Fuels Association) (2017): World Fuel Ethanol Production. In: <http://ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454098996479-8715d404-e546>, Abruf: 09.01.2017.
- RÖHRICHT, C., K. RUSCHER und S. KIESEWALTER (2007): Einsatz nachwachsender Rohstoffpflanzen als landschaftsgestaltendes Element – Feldstreifenanbau auf großen Ackererschlägen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- RUDDAT, M. und M. SONNBERGER (2015): Wie die Bürgerinnen und Bürger ihre Rolle bei der Energiewende sehen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 65 (1/2): 121-125.
- SCHAUMANN, G. und K.W. SCHMITZ (2010): Kraft-Wärme-Kopplung. 4. Auflage, Springer, Berlin.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHMIDT, I. (2016): Clean Energy for all Europeans. Vortrag zum Fokus Umweltenergierecht: „Die Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie und das Energie-Winterpaket der EU-Kommission“, 15.12.2016, Berlin.
- SCHÖFTNER, R., K. VALENTIN, B. SCHMIEDINGER, S. TROGISCH, M. HABERBAUER, K. KATZLINGER, W. SCHNITZHOFER und N. WERAN (2007): Best Biogas Practise. Monitoring und Benchmarks zur Etablierung eines Qualitätsstandards für die Verbesserung des Betriebs von Biogasanlagen und Aufbau eines österreichweiten Biogasnetzwerks. Pro-factor Produktionsforschungs GmbH, Steyr.
- SCHUBOTH, J. (1996): Naturschutzgerechte Nutzung von Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt. In: Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 33 (2): 51-55.
- SDW (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald) (2016): Waldanteil in Deutschland. In: <http://www.sdw.de/waldwissen/wald-in-deutschland/waldanteil/>, Abruf: 19.12.2016.
- SIMS, R.E., W. MABEE, J.N. SADDLER und M. TAYLOR (2010): An Overview of Second Generation Biofuel Technologies. In: Bioresource Technology 10 (6): 1570-1580.
- SPIECKER, H., M. BRIX und B. BENDER (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung – Schlussbericht des Projekts „agroforst“. BMBF. In: [http://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/BMBF0330621\\_24-11-09.pdf](http://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/BMBF0330621_24-11-09.pdf), Abruf: 22.07.2016.



- STATISTA (2017): Biokraftstoffstatistiken. In: <http://de.statista.com/>, Abruf 05.01.2017.
- TIETBÖHL, R. (2015): Künftige Bedeutung der Bioenergie für die Landwirtschaft. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, FNR/KTBL-Kongress, 22.-23.09.2015, Potsdam: 15-24.
- UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen) (2017): Biodiesel 2015/2016 Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht. In: [http://www.ufop.de/files/8914/7609/0650/WEB\\_UFOP\\_1411\\_Biodieselauszug\\_2016\\_101016\\_DE.pdf](http://www.ufop.de/files/8914/7609/0650/WEB_UFOP_1411_Biodieselauszug_2016_101016_DE.pdf), Abruf: 08.01.2017.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Primärenergieverbrauch in Deutschland nach Energieträgern. In: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie-als-ressource/primaerenergieverbrauch>, Abruf: 09.11.2016.
- USDA (U.S. Department of Agriculture) (2016): GAIN Report. EU Biofuels Annual 2016. Nr. NL6021. In: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_The%20Hague\\_EU-28\\_6-29-2016.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_6-29-2016.pdf), Abruf: 05.01.2017.
- VDB (Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie) (2017): Absatz von Biodiesel. URL: <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/absatzzahlen.html>, Abruf: 09.01.2017.
- WBA (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV) (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 216. Kohlhammer, Stuttgart.
- WIESINGER, K. (2013): Ein Agroforstsystem zur Energieholzgewinnung im Ökolandbau – Erste Ergebnisse aus Anbauversuchen in Bayern. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche 43: 34.
- WINDMESSE (2016): Investitionen in Erneuerbare Energien weltweit auf Rekordhoch. In: <http://w3.windmesse.de/windenergie/news/21334-investitionen-in-erneuerbare-energien-weltweit-auf-rekordhoch>, Abruf: 18.01.2017.
- ZEDDIES, J, E. BAHRS, N. SCHÖNLEBER, W. GAMER und J.-B. EMPL (2014): Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung. Forschungsbericht 17/2014, Universität Hohenheim.
- ZEDDIES, J und N. SCHÖNLEBER (2016a): Literaturstudie „Biomasse – Flächen- und Energiepotenziale“. Forschungsbericht 19/2016, Universität Hohenheim.
- ZEDDIES, J und N. SCHÖNLEBER (2016b): Auswirkungen politischer Beschlüsse auf Biokraftstoffe und Rohstoffmärkte. Studie im Auftrag von UFOP, OVID und VDB. Berlin.
- ZIPP, A. (2016): Markt- und Systemintegration von erneuerbaren Energien im Rahmen der Systemtransformation – Ein Beitrag zur definitorischen Abgrenzung. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 40: 233-243.
- ZSCHACHE, U., S. von Cramon-Taubadel und L. Theuvsen (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergiegedankens. In: Berichte über Landwirtschaft 88 (3): 502-512.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 40 %.**

---

## Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland

### II.1: Agroforstwirtschaft in Deutschland: Alley-Cropping-Systeme aus ökonomischer Perspektive

JOSEF LANGENBERG und LUDWIG THEUVSEN

**Zusammenfassung:** Die Landbewirtschaftung in Deutschland war in den letzten Jahrzehnten durch eine fortschreitende Intensivierung gekennzeichnet. Im Zeitverlauf haben ungeachtet des hohen Stellenwertes der Lebensmittelerzeugung weitere gesellschaftliche Ansprüche an die landwirtschaftliche Fläche an Bedeutung gewonnen. Dazu zählen beispielsweise ökologische Aspekte. Einen ökologischen Beitrag kann die streifenförmige Implementierung von Kurzumtriebsgehölzen in die landwirtschaftliche Fläche liefern. Die Holzstreifen erhöhen die Biodiversität und trotzdem werden Alley-Cropping-Agroforstsysteme in Deutschland nur in sehr geringer Anzahl angelegt. Die Gründe dafür können in wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber der flächigen Bewirtschaftung liegen. Der vorliegende Beitrag stellt in Form eines Literaturüberblicks die ökonomische Bedeutung von Alley-Cropping-Agroforstsystemen dar. Die Ergebnisse zeigen, dass Agroforstsysteme aus ökonomischer Sicht am ehesten auf Standorten mit mäßiger ackerbaulicher Eignung infrage kommen. Gleichzeitig wird deutlich, dass Synergieeffekte zwischen Gehölzen und Feldfrüchten zu einer Steigerung der Feldfruchterträge führen müssen, damit das Alley-Cropping-System unter Rentabilitäts Gesichtspunkten gegenüber reinem Ackerbau konkurrenzfähig ist. Die Untersuchungsergebnisse verdeutlichen Ansatzpunkte für gezielte Fördermaßnahmen zur Verbesserung der Rentabilität und der Liquidität von Alley-Cropping-Systemen.

**Keywords:** Literaturüberblick, Agroforstwirtschaft, ökonomische Bedeutung, Alley-Cropping, Niederwaldstreifen mit Kurzumtrieb

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form veröffentlicht in der wissenschaftlichen Zeitschrift „Journal für Kulturpflanzen“ 4/2018; 70, S. 113-123.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	109
2	Methodische Vorgehensweise.....	111
3	Agroforstsysteme als landwirtschaftliche Anbauverfahren .....	112
3.1	Formen von Agroforstsystemen.....	112
3.2	Rechtliche Rahmenbedingungen der Agroforstwirtschaft.....	114
4	Ökonomische Betrachtung von Alley-Cropping-Agroforstsystemen .....	115
5	Diskussion und Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf.....	120
	Literatur .....	123



## 1 Einleitung

In Deutschland wurde die Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg schwerpunktmäßig darauf ausgerichtet, steigende Erträge auf den vorhandenen Nutzflächen zu erwirtschaften, um den zunehmenden Nahrungsmittelbedarf der wachsenden Bevölkerung zu decken (ROHWER, 2010). Zudem zwingt der Wettbewerb um Arbeitskräfte die Landwirtschaft zum Strukturwandel und zur Intensivierung, um bei der Arbeitsproduktivität und dem Lohnniveau mit den anderen Sektoren der Volkswirtschaft zumindest annähernd Schritt halten zu können (BALMANN, 1996; BALMANN und SCHAFT, 2008, WÜRRIEHAUSEN und LAKNER, 2015). Die Ausrichtung auf einen Produktivitätszuwachs bei der Landnutzung hält vielerorts unverändert an und bedingt im Ackerbau u.a. eine großflächige Bewirtschaftung mit möglichst wenig störenden Landschaftselementen. Im Zuge des Prozesses der Intensivierung der Landnutzung sind demzufolge viele Heckensäume, Gehölzinseln, Einzelbäume sowie auch Streuobstwiesen aus der Landschaft verdrängt worden (APOLINARSKI et al., 2006; GRÜNEWALD und REEG, 2009).

Neben der Erzeugung von genügend Lebensmitteln sind jedoch im Zeitverlauf weitergehende Ansprüche und Anforderungen an die landwirtschaftlich genutzte Fläche entstanden. Wichtige Aspekte sind diesbezüglich eine Aufwertung des Landschaftsbildes, vielfältige Ökosysteme sowie eine hohe Biodiversität (OPPERMANN et al., 2013). Die Herausforderung für eine multifunktionale Landwirtschaft besteht folglich darin, die ökonomischen mit den ökologischen und sozialen Gesichtspunkten im Zuge der Lebensmittelerzeugung zu vereinen (KREMMEN et al., 2012). Dadurch können die essenziellen Eigenschaften der landwirtschaftlichen Nutzfläche hinsichtlich der natürlichen Regenerationsfähigkeit und der Stabilität erhalten werden bei einer gleichzeitig marktorientierten Produktion. Idealerweise wird überdies zwischen den teilweise konkurrierenden Zielen der Wertschöpfungs- und der ökologischen Funktion ein gesellschaftlich anerkannter Kompromiss gefunden (KRUMMENACHER et al., 2008). Der Anbau von Agrarholz – in großflächig angelegten Kurzumtriebsplantagen oder in Mischkultursystemen – kann die zuvor genannten Ziele miteinander verbinden (REEG, 2010; DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Besonders die streifenförmige Anpflanzung der Gehölze in Kombination mit Feldfrüchten in Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren bietet vor dem Hintergrund der Ziele einer multifunktionalen Landwirtschaft viele Vorteile. So stiften Alley-Cropping-Systeme umfangreiche ökologische Vorteile und leisten durch die Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen einen Beitrag zur Erreichung von Klimaschutzziele (OPPERMANN et al., 2013); zudem werten die integrierten Gehölzstreifen das Landschaftsbild auf, namentlich in großflächig strukturierten, weitgehend ausgeräumten Agrarlandschaften (ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Zugleich erhalten Alley-Cropping-Systeme die Wertschöpfungsfunktion des Bodens, da sie im Unterschied zu Landschaftselementen dahingehend ausgerichtet werden, eine möglichst geringe arbeitswirtschaftliche Beeinträchtigung des Ackerbaus hervorzurufen (SCHMIDT, 2011).





Trotz ihrer vielfältigen ökologischen Vorteile bei gleichzeitiger Bewahrung der Wertschöpfungsfunktion des Bodens ist der Anbauumfang von Agroforstsystemen in Deutschland sehr gering und auf wenige Versuchsstandorte begrenzt (BÄRWOLFF und VETTER, 2011). Mögliche Ursachen für die mangelnde Akzeptanz können – tatsächliche oder eventuell auch nur wahrgenommene bzw. befürchtete – ökonomische Nachteile gegenüber dem klassischen Ackerbau sein (EMMANN et al., 2013). So können die Gehölze bzw. Gehölzstreifen auch negative Einflüsse auf die angrenzenden Ackerkulturen ausüben und aufgrund von Beschattung sowie Nährstoff- und Wasserkonkurrenz zu Ertragsdepressionen bei den Feldfrüchten führen (GRÜNEWALD, 2005).

Insgesamt existiert bislang nur eine geringe Zahl an ökonomischen Untersuchungen, die den wirtschaftlichen Erfolg von Agroforstsystemen im Vergleich zu ganzflächigen annuellen Bewirtschaftungsformen analysieren oder zumindest berücksichtigen. In einem Großteil der veröffentlichten Studien zu Agroforstsystemen werden dagegen die biologischen Interaktionen der Gehölze mit dem Boden und den angrenzenden Feldfrüchten bzw. Dauerkulturen oder Wasser- sowie Nährstoffkreisläufe untersucht. Zudem unterscheiden sich Agroforstsysteme in den Tropen und Subtropen einerseits sowie der gemäßigten Zone andererseits aufgrund der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und der damit grundlegend verschiedenen Voraussetzungen erheblich voneinander (JUHRBANDT, 2011; HEAVEY und VOLK, 2014). Die Anzahl der in den Tropen und Subtropen kultivierten Agroforstsysteme überwiegt die Zahl derjenigen in der gemäßigten Zone jedoch so deutlich, dass auch in den wissenschaftlichen Veröffentlichungen überwiegend die tropischen und subtropischen Systeme betrachtet werden. Untersuchungen zu den Wertschöpfungsfunktionen von Agroforstsystemen in Deutschland und angrenzenden, klimatisch und naturräumlich vergleichbaren Ländern liegen somit nur in sehr begrenzter Anzahl vor und ein Gesamtüberblick über die veröffentlichten Forschungsergebnisse mit Bezug zu dieser Region fehlt vollkommen.

Das Ziel dieses Beitrags ist es daher, die verschiedenen Erscheinungsformen sowie die Entwicklung der Agroforstwirtschaft darzustellen und in Form einer Sammelrezension die bis dato bekannten Wirtschaftlichkeitsaspekte von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren unter den für Deutschland vorherrschenden Bedingungen der gemäßigten Zone aufzuzeigen. Berücksichtigung finden diesbezüglich sowohl Studien, die sich unmittelbar auf ökonomische Berechnungen von Agrarholz bzw. Agroforstsystemen stützen, als auch Untersuchungen zu synergetischen oder konkurrierenden Effekten zwischen Gehölzen und Feldfrüchten mit mittelbarem Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit.

Die methodische Vorgehensweise zur Erstellung eines Literaturüberblicks wird in Abschnitt 2 dargestellt. In Abschnitt 3 werden die Erscheinungsformen von Agroforstsystemen sowie deren charakteristische Entwicklung erläutert und es erfolgt eine rechtliche Einordnung der Agroforstwirtschaft hinsichtlich ihrer Umsetzung in Deutschland. Im vierten Abschnitt wird die Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen auf Grundlage vorliegender Veröffentlichungen



betrachtet; die gewonnenen Erkenntnisse werden in Abschnitt 5 diskutiert und es wird ein Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf gegeben.

## 2 Methodische Vorgehensweise

Die Grundlage der Darstellung des aktuellen Stands der Forschung zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen bildet im Folgenden die Fachliteratur, die in den Jahren von 1990 bis 2017 zu diesem Thema erschienen ist. Besondere Berücksichtigung bei der Erfassung und Auswertung finden Beiträge, in denen die Wirtschaftlichkeit von Alley-Cropping-Systemen mit Kurzumtrieb betrachtet wird. Diese Verfahrensweise der Agroforstwirtschaft, in der die Gehölze streifenförmig in die Fläche integriert und alle drei bis acht Jahre geerntet werden, gilt besonders für die gemäßigte Zone als das agroforstliche Anbausystem mit dem größten ökonomischen Potential (ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Aufgrund der vielseitigen Gestaltungsformen hinsichtlich Baumart, Umtriebszeit, Holzverwertung und der Kultur zwischen den Gehölzstreifen, die wiederum Einfluss auf den Erosionsschutz und die synergetischen sowie konkurrierenden Effekte ausüben, können Alley-Cropping-Systeme nicht nur aus einer Perspektive gesehen werden, sondern die ökonomische Bewertung sollte hinsichtlich des jeweiligen Anbaudesigns differenziert erfolgen. Folglich wurden im Zuge der Recherche alle erfassbaren Beiträge berücksichtigt, denen Untersuchungen zu Ertragseffekten von Agroforstsystemen im Vergleich zum großflächigen Anbau von Agrarholz bzw. zu annuellen landwirtschaftlichen Kulturen zugrunde liegen. Dabei wurde – wie in der Zielsetzung bereits angedeutet – der Fokus nicht alleinig auf direkte ökonomische Größen wie z.B. Arbeiterledigungskosten oder Kapitalkosten gelegt, sondern auch auf biologische Ertragseffekte, die sich letztlich ebenfalls auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

Ein Literaturüberblick ist nach ROWLEY und SLACK (2004) als Zusammenfassung eines Themengebietes definiert, die dazu beiträgt, die für den eigenen Forschungskontext existierende Literatur zu identifizieren und gleichzeitig eine Übersicht darüber zu geben. Mittels der im einschlägigen Schrifttum verwendeten Terminologie ist es möglich, die Veröffentlichungen hinsichtlich des betrachteten Fachgebietes auszumachen. Daher sind für die Literaturrecherche zunächst Suchbegriffe festgelegt worden, die im Zusammenhang mit der ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen als die wichtigsten Fachbegriffe und Stichworte erscheinen. Da die Suche nach einschlägigen Beiträgen sowohl für Publikationen in deutscher als auch in englischer Sprache durchgeführt wurde, ist nach Agroforstwirtschaft/Agroforestry, silvoarablen Systemen/silvoarable systems, silvopastoralen Systemen/silvopastoral systems, Niederwald mit Kurzumtrieb bzw. Kurzumtriebsplantagen/short-rotation coppice, Kurzumtriebsholz/short-rotation wood, Agrarholz/agricultural wood und Alley-Cropping recherchiert worden. Die Literatursuche umfasste weiterhin eine vollständige und vor allem systematische Suche nach allen Arten von Veröffentlichungen des betrachteten Themengebietes, um möglichst viele Beiträge zu identifizieren (GASH, 1999). Durchsucht wurden daher anhand der



zuvor genannten Begriffe zum einen alle 160 wissenschaftlichen Journale, die in dem GEWISOLA-ÖGA Publikationsranking von DABBERT et al. (2009) gelistet sind, wobei nur die Ausgaben – soweit überhaupt vorher verfügbar – ab dem Jahr 1990 berücksichtigt worden sind. Das GEWISOLA-ÖGA Publikationsranking bietet diesbezüglich eine besonders gute Basis, da es auf Grundlage von Befragungen internationaler Wissenschaftler aus der agrarökonomischen Forschung die bedeutendsten 160 Publikationsorgane für die Agrarökonomie qualitätsabgestuft listet. Weiterhin sind in die Analyse Tagungsbände und Jahrbücher, wie das von der Schweizerischen Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie herausgegebene *Journal of Socio-Economics in Agriculture* (vormals *Yearbook of Socioeconomics in Agriculture*), die Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (Tagungsbände der Jahrestagungen) sowie das *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* (vormals die von der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie herausgegebenen Jahrbücher) einbezogen worden. Zudem wurden auch Internet-suchmaschinen wie Google Scholar und Web of Knowledge sowie die online verfügbaren Suchfunktionen einiger Universitätsbibliotheken sowohl nach Fachbüchern als auch nach Dissertationen, Diskussionspapieren und weiteren verfügbaren Beiträgen unter den zuvor genannten Begriffen durchsucht. Somit haben 54 Beiträge Eingang in die vorliegende Rezension gefunden und es sollten aufgrund der umfangreichen Literaturrecherche die meisten relevanten Studien zur Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren für den Bereich der gemäßigten Zone berücksichtigt worden sein.

### **3 Agroforstsysteme als landwirtschaftliche Anbauverfahren**

#### **3.1 Formen von Agroforstsystemen**

Agroforstwirtschaft ist ein Konzept der Landnutzung, bei dem einjährige landwirtschaftliche Feldfrüchte bzw. mehrjährige Dauerkulturen simultan mit Gehölzen auf derselben Fläche angebaut werden (LIESEBACH et al., 2015; OLI et al., 2015). Aufgrund der zeitgleichen Feldfrucht- und Holzproduktion entstehen Mischkultursysteme, die nicht nur von der großflächigen Landbewirtschaftung und vom Waldbau, sondern auch von Kurzumtriebsplantagen (KUP) abzugrenzen sind, da in diesen Fällen keine gemischte Nutzung der Fläche realisiert wird (BÄRWOLFF et al., 2013; LANGENBERG et al., 2017). Agroforstsysteme werden grundsätzlich in zwei Arten unterschieden: In silvoarablen Systemen werden die Gehölze in Verbindung mit Ackerkulturen angepflanzt, während in silvopastoralen Systemen die Bäume mit Grünland kombiniert werden (SPIECKER et al., 2009; BÄRWOLFF, 2013). Hinsichtlich der Unterscheidung ist es hingegen unerheblich, ob das Grünland in silvopastoralen Agroforstsystemen durch Mahd oder durch Beweidung genutzt wird. Die silvopastoralen Systeme in Verbindung mit Tierhaltung zählen zu den ältesten Formen der Agroforstwirtschaft. Vor allem Streuobstwiesen, auf denen zwischen Obstbäumen Nutztiere gehalten werden, sowie Waldwiesen und Hutewälder, die inmitten des Forstes als Weidegrund dienen und sich aufgrund



des Eichel- oder Bucheckernvorkommens zur Schweinemast eignen, zählen zu den traditionellen Agroforstsystemen (NAIR, 1993; GRÜNEWALD und REEG, 2009). Im Zuge der voranschreitenden Mechanisierung in der Landwirtschaft und des zunehmenden Vordringens des Plantagenobstbaus sowie durch umfangreiche Bautätigkeiten in Ortsnähe sind die Streuobstwiesen als eine Form der kombinierten Landnutzung insbesondere seit den 1950er Jahren immer weiter zurückgegangen (SCHUBOTH, 1996; HERZOG, 1997).

Die Bäume in Agroforstsystemen können – unabhängig davon, ob sie mit Ackerkulturen oder Grünland kombiniert werden – planmäßig oder willkürlich angeordnet sein. Die heutige maschinelle Bewirtschaftung der Felder mit überwiegend schlagkräftigen Arbeitsbreiten hat jedoch dazu geführt, dass die Bäume in der Regel einer systematischen Formation folgend angelegt werden. Die Anlageschemata können dahingehend ausgerichtet sein, dass die Gehölze entlang von Wegen oder in verwinkelten Feldecken zur Begradigung angepflanzt werden, wodurch eine technologische Verbesserung des Schlages erreicht werden kann. Ebenso kann die Anpflanzung auch entlang von Gewässerrandstreifen erfolgen, wobei neben dem Vorteil der Begradigung zudem Gewässereinträge von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln reduziert werden können. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Gehölze streifenförmig in die Fläche zu integrieren; hierbei hat die Produktionsfunktion Vorrang und es können zusätzlich positive Umwelteffekte, wie die Reduzierung von Nährstoffauswaschungen und Bodenerosion, eine bessere Ausnutzung des Bodenwassers sowie eine Steigerung der Biodiversität, erzielt werden (MOSQUERA-LOSADA et al., 2009; FELDWISCH, 2011). In den sogenannten Alley-Cropping-Agroforstsystemen werden die Bäume in einer Reihe (einreihig) oder in einem Streifen (aus mehreren Baumreihen bestehend) parallel zueinander und in definierten Abständen angelegt. Die Abstände zwischen den Holzstreifen werden in der Regel an die Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschinen für die zwischenstehenden Kulturen angepasst (EICHHORN et al., 2006). Die folgende Abbildung 1 zeigt ein silvoarables Alley-Cropping-Agroforstsystem von der Versuchsfläche Wendhausen.

### Abbildung 1: Alley-Cropping-Agroforstsystem in Wendhausen



Foto: Leonie Göbel

Die Wahl der Baumart für ein Agroforstsystem bestimmt im Wesentlichen deren Verwertung. Generell kann zwischen Wertholzbäumen zur Herstellung hochwertiger Holzprodukte wie Möbeln oder Furnieren, Fruchtbäumen zur Obstproduktion und schnellwachsenden Gehölzen mit hohem Biomassezuwachs zur energetischen Nutzung unterschieden werden. Wertholz- und Fruchtbäume werden in aller Regel einreihig gepflanzt, damit sie sich gut entfalten kön-



nen, wohingegen die schnellwachsenden Gehölze in Baumstreifen aus mehreren Reihen bestehend angelegt werden. Die Umtriebszeiten von Wertholz- und Fruchtbäumen betragen in etwa 40 bis 70 Jahre und es ist auch eine kombinierte Nutzung möglich; Nuss- und Kirschbäume können z.B. anfangs zur Obstproduktion eingesetzt werden und sobald die Bäume hiebsreif sind, können sie einer stofflichen Nutzung zugeführt werden. Niederwaldstreifen mit Kurzumtrieb werden nach ihrer Anlage regelmäßig im drei- bis achtjährigen Umtrieb geerntet; das Erntegut wird in der Regel in Form von Hackschnitzeln einer energetischen Nutzung zugeführt. Tabelle 1 fasst die jeweiligen Formen von Agroforstsystemen und deren Eigenschaften zusammen.

**Tabelle 1: Übersicht der Formen von Agroforstsystemen**

Formen	Traditionelle Agroforstsysteme		Alley-Cropping-Agroforstsysteme		
	Streuobstwiese	Waldwiese, Hutewald	Werthölzer	Fruchtbäume	Kurzumtriebsstreifen
Art	silvopastoral	silvopastoral	silvoarabel, silvopastoral	silvoarabel, silvopastoral	silvoarabel, silvopastoral
Baumformation	unsystematisch	unsystematisch	systematisch	systematisch	systematisch
Verwertung der Bäume	Obst, Holz	Frucht, Holz	Möbel, Furniere, Pretiosen aus Holz	Obst, Holz	Hackschnitzel (Strom, Wärme)
Umtriebszeit	40 bis 70 Jahre	40 bis 70 Jahre	40 bis 70 Jahre	40 bis 70 Jahre	3 bis 8 Jahre
Bäume	Apfel, Birne, Kirsche, Pflaume, Pfirsich	Buche, Eiche, Kastanie	Ahorn, Esche, Erle, Kirsche, Nuss, Robinie, Linde, Ulme	Apfel, Birne, Kirsche, Pflaume, Pfirsich, Nuss, Kastanie	Pappel, Weide, Robinie, Erle, Birke, Esche, Eiche

Quelle: Eigene Darstellung nach FNR (2017).

### 3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Agroforstwirtschaft

Die rechtliche Stellung von Agroforstsystemen ist in Deutschland durch das Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz; BWaldG) klar definiert. Demnach sind Agroforstsysteme nicht nur vom Wald, sondern auch von Kurzumtriebsplantagen abzugrenzen. Es gelten zwar nach § 2 Abs. 1 BWaldG alle mit Forstpflanzen bestockten Grundflächen als Wald, jedoch werden in § 2 Abs. 2 BWaldG Ausnahmen aufgeführt. Kurzumtriebsplantagen, deren Umtriebszeit nicht länger als 20 Jahre beträgt, werden nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BWaldG nicht dem Wald zugeordnet. Flächen die agroforstlich genutzt werden, sind hingegen gemäß § 2 Abs. 2 Nr. 2 BWaldG sogar grundsätzlich vom Waldbegriff ausgenommen (BMJV, 2017). Demzufolge enthalten Agroforstsysteme keine Elemente, die



von Rechts wegen als Forst bzw. Wald angesehen werden, und somit handelt es sich auch bei den Werthölzern um Agrarholz. Die Abgrenzung ist von Bedeutung, da die Implementierung von Agroforstsystemen auf landwirtschaftlicher Nutzfläche nicht zu einer Änderung des Flächenstatus in Wald führt, was aufgrund der §§ 8 ff. BWaldG die Handlungsoptionen auf der Fläche ansonsten deutlich einschränken würde (BMJV, 2017).

#### **4 Ökonomische Betrachtung von Alley-Cropping-Agroforstsystemen**

Der Fokus zur ökonomischen Betrachtung von Alley-Cropping-Agroforstsystemen liegt auf der Kombination von landwirtschaftlichen Kulturen neben Niederwaldstreifen mit Kurzumtrieb. Die Konzentration auf diese Anlageform der Agroforstwirtschaft geschieht vor dem Hintergrund, dass Alley-Cropping-Systeme mit schnellwachsenden Kurzumtriebsgehölzen als die agroforstliche Verfahrensweise mit dem größten ökonomischen Anbaupotential für die gemäßigte Zone gilt (ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Die streifenförmige Implementierung von Werthölzern und Fruchtbäumen in die landwirtschaftliche Fläche hingegen eignet sich deutlich besser für die Tropen sowie Subtropen und ist daher auch vorwiegend in diesen Gebieten zu finden (BENDIX et al., 2010). Das im Wesentlichen berücksichtigte Bewertungskriterium zur ökonomischen Betrachtung der Alley-Cropping-Systeme ist die Rentabilität, aber es werden auch Liquiditätsaspekte und das Risiko betrachtet. Es werden diesbezüglich sowohl Studien herangezogen, die unmittelbare Ergebnisse zu diesen Kennzahlen generieren, als auch Studien, aus denen sich Einflussgrößen auf diese Kennzahlen ableiten lassen.

Nach GRUNDMANN und EBERTS (2009) ergibt die ökonomische Betrachtung eines landwirtschaftlichen Produktionsverfahrens hinsichtlich der Anbauwürdigkeit nur dann Sinn, wenn es mit einer alternativen Nutzungsoption verglichen wird. Für silvoarable Alley-Cropping-Agroforstsysteme mit schnellwachsenden Kurzumtriebsgehölzen ist daher aufgrund der jeweiligen Bestandteile des Mischkultursystems ein Vergleich zu annuellen Ackerkulturen sowie zu Niederwald mit Kurzumtrieb naheliegend. Für silvopastorale Systeme bietet sich entsprechend ein Vergleich zu Grünland und zu Niederwald mit Kurzumtrieb an. Da jedoch – wie in der Einleitung bereits erwähnt – nur eine sehr überschaubare Anzahl von ökonomischen Betrachtungen zwischen Agroforstsystemen und der konventionellen Landbewirtschaftung existiert, werden zunächst auch ökonomische Bewertungen zwischen der klassischen Landbewirtschaftung und dem Agrarholzanbau im Allgemeinen berücksichtigt.

WOLBERT-HAVERKAMP (2012) vergleicht diesbezüglich den Pappelanbau in Kurzumtriebsplantagen mit einer Fruchtfolge bestehend aus Winterweizen, Winterraps und Wintergerste für die zwei deutschen Standorte Kalkreuth und Methau um zu eruieren, wie die Rentabilität von Niederwald mit Kurzumtrieb im Vergleich zum klassischen Ackerbau zu bewerten ist. Seinen Ergebnissen zufolge wird der Pappelanbau in beiden Fällen von der Fruchtfolge dominiert, da die Pappeln einen geringeren zu erwartenden jährlichen Gewinnbeitrag erzielen als die Ackerkulturen. GRUNDMANN und EBERTS (2009), die den Pappel- und Weidenanbau in



Kurzumtriebsplantagen mit dem Anbau von Winterroggen, Winterweizen, Winterraps und Silomais mittels Vollkostenrechnung verglichen haben, kommen hingegen zu dem Ergebnis, dass Kurzumtriebsholz eine rentable Alternative zu einjährigen Ackerkulturen darstellen kann. Sie postulieren aufgrund ihrer Ergebnisse, die sie für die Region Brandenburg ermittelt haben, dass besonders auf Flächen mit einer schlechten ackerbaulichen Eignung (Ackerzahl unterhalb von 30 Bodenpunkten) Kurzumtriebsgehölze wirtschaftliche Vorteile bieten, sofern ein gutes Wasserangebot vorhanden ist. KRÖBER et al. (2009) und WAGNER et al. (2009) schlussfolgern indes, dass unter reinen Rentabilitätsgesichtspunkten keine eindeutige Einordnung des Energieholzanbaus in das Anbauportfolio eines landwirtschaftlichen Betriebes möglich ist. Sie kommen vielmehr zu dem Ergebnis, dass die Wirtschaftlichkeit des Agrarholzanbaus aufgrund des langen Produktionszeitraums von zu vielen unbekanntem bzw. wechselhaften Einflussfaktoren wie dem Hackschnitzel- und dem Agrarpreisniveau sowie den jeweiligen Erträgen abhängt. Bezüglich ihrer Ergebnisse aus dem Jahr 2007 sei das Produktionsverfahren Energieholz beispielsweise im Vergleich zum Getreideanbau vor dem Hintergrund der seinerzeitigen Ertrags- und Preisniveaus nicht konkurrenzfähig gewesen (KRÖBER et al., 2009).

Für den kombinierten Anbau von Feldfrüchten und Niederwald mit Kurzumtrieb auf derselben Fläche müsste daraus folgen, dass Alley-Cropping-Agroforstsysteme im Vergleich zur ganzflächigen Bewirtschaftung rentabel sein können, sofern die Standortgegebenheiten sich sowohl für Feldfrüchte als auch für Agrarholz in etwa gleich gut eignen. Denn sollten die vorherrschenden örtlichen Bedingungen entweder das Agrarholz oder entsprechende Feldfrüchte deutlich begünstigen, müsste das zwangsläufig zur Benachteiligung des anderen Elements der Agroforstwirtschaft führen und eine ganzflächig einheitliche Bewirtschaftung mit nur einem der beiden Elemente rentabler erscheinen lassen. Der kombinierte Anbau auf einer Fläche führt jedoch zu Wechselwirkungen zwischen den Gehölzstreifen und den Feldfrüchten, durch die synergetische, zum Teil aber auch konkurrierende Effekte entstehen können (ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Synergetische Effekte führen dazu, dass die eine Kultur positive Ertragseinflüsse auf die andere Kultur ausübt bzw. dass sich beide Kulturen gegenseitig positiv in ihrer Ertragsleistung beeinflussen, wodurch die Rentabilität erhöht wird. Konkurrierende Effekte sind hingegen dadurch gekennzeichnet, dass eine Kultur negative Ertragseinflüsse auf die andere Kultur ausübt bzw. dass sich beide Kulturen gegenseitig negativ in ihrer Ertragsleistung bedingen.

Ein Faktor im Hinblick auf die Interaktionen ist u.a. die Beschattung der Feldfrüchte durch die Bäume. Die Beschattung kann einerseits bei sehr heißem Wetter die Feldfrüchte vor dem Austrocknen schützen; andererseits kann die Beschattung die Lichtkonkurrenz fördern und dadurch zu Ertragsdepressionen bei den Feldfrüchten führen. Aufgrund der für Deutschland vorherrschenden Bedingungen fällt die Konkurrenz um das Licht stärker ins Gewicht, weshalb die Gehölzstreifen in Nord-Süd-Ausrichtung angelegt werden sollten, um die Beschattung möglichst gering zu halten (BENDER et al., 2009; SCHMIDT, 2011). Der Anbau von Gehölzen in Agroforstsystemen führt im Gegensatz zu Kurzumtriebsplantagen auch dazu, dass



sich die Bäume gegenseitig weniger stark beschatten. So haben LAMERRE et al. (2015) in einer Studie gezeigt, dass der Biomasseertrag pro Hektar in Gehölzstreifen von Agroforstsystemen größer ist als bei referenzfähigen Kurzumtriebsplantagen, da die Anzahl der außenstehenden Bäume höher ist und diese ein schnelleres Dickenwachstum aufweisen. Ein weiterer Interaktionsfaktor ist der Windschutz. Durch die Baumstreifen wird die Windgeschwindigkeit – besonders in den ersten Metern des Lees – reduziert, wodurch die Evapotranspiration verringert wird und den Pflanzen somit ein höheres Wasserangebot zur Verfügung steht (GRÜNEWALD, 2005). Zudem wird durch das Herabsetzen der Windgeschwindigkeit auch der Windstress auf die Feldfrüchte reduziert, was zu einer besseren Wachstumsrate führen kann. Zudem wird der äolische Abtransport des Bodens verringert, wodurch die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt. Im Gegenzug kann durch den Windschutz jedoch auch das Abtrocknen der Fläche verzögert werden, was besonders auf sehr feuchten Standorten den Druck durch Pilzkrankheiten erhöhen und eine schlechtere Befahrbarkeit des Bodens zur Folge haben kann (BENDER et al., 2009, SEIDEL, 2016). Um die für Deutschland überwiegenden Vorteile des Windschutzes ausnutzen zu können, empfiehlt sich eine Ausrichtung der Alley-Cropping-Streifen senkrecht zur vorherrschenden Hauptwindrichtung. Da die vorherrschende Hauptwindrichtung in den meisten Gebieten Deutschlands Westen oder Süd-Westen ist, harmonisiert die Nord-Süd Ausrichtung hinsichtlich des optimalen Lichteinfalls mit der Anlage im Sinne des Windschutzes (LESER, 1997; SCHMIDT, 2011).

Neben dem Schutz vor Winderosion bieten die Gehölzstreifen auch Schutz vor einer möglichen Bodendegradation, die aufgrund großer Wassermengen im Zusammenhang mit starken Niederschlägen verursacht werden kann. Die durch die angepflanzten Bäume bedingte Bodendurchwurzelung stabilisiert den Oberboden und schützt ihn so vor Rillenerosion, Denudation und Nährstoffauswaschung (LESER, 1997; GRÜNEWALD, 2005). Weitere Interaktionen mit Auswirkungen auf die Ertragsleistung und damit auf die Rentabilität bestehen hinsichtlich des Wasser- und Nährstoffhaushaltes. Die Bäume können tief gelegene Nährstoffvorräte erschließen sowie gegebenenfalls Grundwasserkörper erreichen und die Nährstoffe sowie das Wasser über Feinwurzeln den Feldfrüchten zur Verfügung stellen. Ebenso können allerdings im Bereich der Wurzelraumüberschneidungen zu Zeiten großer Nährstoff- und Wasserbedürfnisse auch Konkurrenzen um die ertragssteigernden Inputs entstehen. Ähnlich zwiespältig sind die Wirkungen des Blattfalls, der durch die Bäume im Herbst entsteht. Er kann in Form von Humusanreicherung einen Düngeeffekt auf die Feldfrüchte ausüben, jedoch können die Blätter auch eine dicke Laubschicht bilden und dadurch besonders die Entwicklung von Winterungen behindern (BENDER et al., 2009).

Neben den zuvor genannten Wechselwirkungen zwischen Feldfrüchten und Baumstreifen haben auch die Arbeitserledigungskosten bei der Bewirtschaftung von Agroforstsystemen einen Einfluss auf die Rentabilität. Nach EICHHORN et al. (2006) und WERNER et al. (2006) sollten die Kurzumtriebsstreifen in Alley-Cropping-Systemen daher in definierten Abständen und parallel zueinander angelegt werden. Abstände, die einem ganzzahligen gemeinsamen





Vielfachen der Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Bearbeitungsgeräte entsprechen, tragen dazu bei, die Arbeitserledigungskosten zu minimieren. Doch auch optimal in die Fläche integrierte Baumstreifen gehen mit Behinderungen im Rahmen der Feldbewirtschaftung einher und haben damit eine rentabilitätsreduzierende Erhöhung der Arbeitserledigungskosten zur Folge. Zudem führen zwei Kulturen auf einer Fläche zu häufigeren An- und Abfahrten mit Bearbeitungs-, Pflege- sowie Erntemaschinen, was ebenfalls zu einem Anstieg der Arbeitserledigungskosten führt, der umso höher ausfällt, je größer die Hof-Feld-Entfernung ist (SCHMIDT, 2011).

Im Rahmen der Rentabilitätsbetrachtung von Agroforstsystemen sind weiterhin mögliche Prämien- und Fördermaßnahmen zu berücksichtigen. Die EU-Agrarförderung erkennt Agroforstflächen zwar als beihilfefähige Flächen an, die die Förderbedingungen der 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik erfüllen, jedoch wird in Deutschland bislang eine derartige Fördermaßnahme nicht angeboten (DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Es besteht dennoch die Möglichkeit, für ein Alley-Cropping-System mit Kurzumtriebsstreifen Direktzahlungen im Rahmen der Basisprämienregelung zu generieren. Dazu kann jedoch nicht ein Flächenantrag für das gesamte Agroforstsystem gestellt werden, sondern es müssen gesonderte Anträge für die entsprechende Feldfrucht und für jeden einzelnen Gehölzstreifen als Niederwald mit Kurzumtrieb gestellt werden. Für eine erfolgreiche Antragstellung ist es zudem erforderlich, dass die für eine Förderung notwendige Mindestflächengröße von 0,3 ha nicht unterschritten wird, die von jedem Gehölzstreifen sowie der Feldfrucht eingehalten werden muss (BMEL, 2015; DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Für den Erhalt der Prämien ist zudem der Baumartenkatalog zu berücksichtigen: Die hinsichtlich der Betriebsprämie veröffentlichte Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb geeigneten Arten beschränkt sich auf Pappel, Weide, Robinie, Birke, Erle, Esche und Eiche (BÄRWOLFF et al., 2012).

Die Teilnahme an der Betriebsprämienregelung setzt ebenfalls voraus, dass die drei unter dem sogenannten Greening zusammengefassten Maßnahmen Anbaudiversifizierung, Erhalt des Dauergrünlandes und Ausweisung ökologischer Vorrangflächen eingehalten werden. Betriebe über 15 ha bewirtschafteter Ackerfläche müssen 5% des Ackerlandes als ökologische Vorrangfläche ausweisen. Agroforstsysteme können in diesem Zusammenhang zwar wiederum nicht als Ganzes angerechnet werden, die einzelnen Baumstreifen hingegen mit einer ökologischen Wertigkeit von 0,5. Demnach entsprechen zwei Hektar Agrarholz einem Hektar ökologischer Vorrangfläche, sofern auch hier die Mindestflächengröße von 0,3 ha je Gehölzstreifen eingehalten und der zuvor genannte für den Prämienhalt relevante Baumartenkatalog abzüglich der Robinie berücksichtigt wird (BÄRWOLFF et al., 2013; BMEL, 2015). Die Greeningmaßnahme der Anbaudiversifizierung ist nur für Ackerland und damit auch nur für die Ackerflächen in silvoarablen Systemen relevant. Die Erhaltung des Dauergrünlandes ist besonders bei der Anlage von silvopastoralen Agroforstsystemen auf Dauergrünland zu beachten. Denn nicht nur die Umwandlung von Grünland in Ackerland kollidiert mit dieser Greeningvorgabe, sondern auch die Anlage von Gehölzstreifen. Deren Anpflanzung führt zu einer Änderung des



Flächenstatus von Dauergrünland in Dauerkultur, weshalb die landesrechtlichen Regelungen zum Grünlandumbruch zu beachten sind, die in der Regel besagen, dass für die umgebrochene Grünlandfläche an anderer Stelle Ersatz geleistet werden muss (BÄRWOLFF et al., 2012).

Im Hinblick auf die Wechselwirkungen, die rechtlichen Rahmenbedingungen und die weiteren Faktoren der Agroforstwirtschaft stellt sich die Frage, wie sich die Rentabilität eines Alley-Cropping-Systems im Vergleich zur flächigen Bewirtschaftung letztlich darstellt. BÄRWOLFF et al. (2013) kommen zu dem Ergebnis, dass die Implementierung von Kurzumtriebsstreifen unter Berücksichtigung aller Effekte und Faktoren im Vergleich zur flächigen Bewirtschaftung insgesamt zu einem ökonomischen Minderertrag zwischen 75 €/ha (Weide) und 853 €/ha (Erle) führt. Für eine durchschnittliche mehrgliedrige Fruchtfolge auf einem Standort mittlerer Güte schätzen sie für ein Alley-Cropping-Agroforstsystem in Relation zur Ackerreferenzfläche einen durchschnittlichen jährlichen Fehlbetrag von 150 €/ha. EMMANN et al. (2013) haben die Wirtschaftlichkeit von Alley-Cropping-Agroforstsystemen für den Großraum Brandenburg eingehender analysiert. Vor dem Hintergrund ihrer Planannahmen und den berücksichtigten Szenarien kommen sie zu dem Ergebnis, dass die verbleibende Ackerfläche in einem Agroforstsystem einen biologischen Mehrertrag von 3 bis 10% liefern muss, damit das Mischkultursystem gegenüber einer Referenz-Ackerfläche konkurrenzfähig ist. Zudem haben sie berechnet, dass eine jährliche Ausgleichszahlung zwischen 230 €/ha und 800 €/ha Gehölzfläche geleistet werden müsste, um die ökonomischen Nachteile auszugleichen. Weitere Ergebnisse von EMMANN et al. (2013) besagen, dass der fünfjährige Umtrieb der dreijährigen Ernterotation wirtschaftlich überlegen ist und dass eine Teilernte der Gehölzstreifen unwirtschaftlich ist. Die zusätzlichen Kosten im Fall einer zeitlich versetzten Ernte jedes einzelnen Gehölzstreifens können demnach nicht durch die Vorteile des durchgängig vorhandenen Windschutzes kompensiert werden. SCHMIDT (2011) hat in seiner Studie errechnet, dass der Ertrag der annualen Ackerkulturen während der 20-jährigen Laufzeit des von ihm modellierten Alley-Cropping-Systems jedes Jahr um 3,6% höher liegen müsste als bei der als Referenz herangezogenen ganzflächigen Bewirtschaftung, um die gleiche Annuität der Bodenrente zu erzielen. Die Annuität der Bodenrente ergibt sich in diesem Fall als die durchschnittliche jährliche Differenz von Erlösen und Kosten über die 20-jährige Laufzeit des Agroforstsystems bei einem Kalkulationszinsfuß von 4%. SCHMIDT (2011) legt für seine Berechnung ein optimal ausgestaltetes, 20 ha umfassendes Agroforstsystem zugrunde, das eine rechteckige Grundfläche mit einem Seitenverhältnis von 2:1 aufweist und in dem die Gehölzstreifen in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind.

Der Liquiditätsaspekt von Agrarholz und somit auch von Alley-Cropping-Agroforstsystemen ist ungeachtet der Rentabilität ebenfalls ein bedeutsamer Aspekt: Das Kapital für die kostenintensive Anlage der Gehölze ist bis zum ersten Umtrieb vollständig gebunden, und bei verhältnismäßig kurzen Umtriebszeiten von drei bis acht Jahren reicht die erste Ernte in aller Regel nicht aus, um die Investition komplett zu refinanzieren (KRÖBER et al., 2009; WAGNER et al., 2009; EMMANN et al., 2013). Während die Kapitalbindungsdauer bei annualen Acker-



kulturen maximal ein Jahr beträgt, amortisiert sich ein Agroforstsystem frühestens nach der zweiten oder dritten Holzernte. Drohende Liquiditätsengpässe könnten demnach dazu führen, dass Landwirte zögerlich investieren würden, selbst wenn die Anlage der Gehölzstreifen aus Rentabilitätsgesichtspunkten gleichwertig oder gar vorteilhaft wäre (GRUNDMANN und EBERTS, 2009). BÄRWOLFF et al. (2013) halten daher abschließend fest, dass die Schaffung einer einmaligen investiven Förderung von 2500 €/ha bis 3000 €/ha Gehölzfläche als Anreiz für Landwirte erforderlich sei, damit sie Holzstreifen anlegen. Die Förderung würde einerseits eine drohende Liquiditätslücke verhindern und andererseits die Rentabilität fördern.

Die Implementierung eines Agroforstsystems führt durch die Hinzunahme von Agrarholz zur Ausweitung des Anbauportfolios landwirtschaftlicher Betriebe. Die daraus resultierende Diversifizierung bewirkt eine Risikostreuung und hat somit eine gesamtbetriebliche Risikoreduzierung zur Folge (STAROBOM, 2013). Das durch die Diversifikation hinzugewonnene Risikomanagementinstrument ist jedoch auch mit Aufwand und Kosten (Informationsbeschaffung, Transaktionskosten etc.) verbunden, was sich wiederum negativ auf die Rentabilität auswirkt. Zudem entstehen durch das Agrarholz als neues Anbauprodukt hinsichtlich Nachfrageentwicklung und Vermarktung zusätzliche Unsicherheiten (GRUNDMANN und EBERTS, 2009). Agroforstsysteme schränken ferner in Teilen die Handlungsfreiheit ein, was im weitesten Sinn ebenfalls als Risikoaspekt zu berücksichtigen ist. Die Baumstreifen sind während der Anlagedauer von etwa 20 Jahren nicht variabel, sodass eine Veränderung der Arbeitsbreiten hinsichtlich der zwischenstehenden Kulturen nur bedingt möglich ist bzw. mit erhöhten Arbeitserledigungskosten einhergeht. Gleichmaßen ist es nicht problemlos möglich, auf Rahmenbedingungen und Preisentwicklungen zu reagieren, die sich im Zeitablauf verändern. In Fruchtfolgen mit annualen Feldfrüchten können gegebenenfalls unerwartet kritisch erscheinende oder unrentabel gewordene Fruchtfolgeglieder ausgetauscht werden, wohingegen der Umgang mit Gehölzstreifen deutlich unflexibler ist. Eine vorzeitige Desinvestition würde in Abhängigkeit des Ausstiegszeitpunktes zu versunkenen Kosten führen, da neben der Rekultivierung keine alternative Verwendungsmöglichkeit der Kurzumtriebsstreifen existiert.

## 5 Diskussion und Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf

Die Literaturanalyse hat gezeigt, dass für Deutschland anhand der bisher zur Verfügung stehenden Studien keine eindeutige und allgemeingültige Aussage zur Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren gemacht werden kann. Das ist zum einen darauf zurückzuführen, dass lediglich eine überschaubare Anzahl an Wirtschaftlichkeitsberechnungen existiert, die zudem vielfach auf Schätzungen und Annahmen basieren; zum anderen ist deutlich geworden, dass die Rentabilität der Agroforstwirtschaft von vielen Faktoren und Wechselwirkungen abhängt, die sehr stark divergieren können. Herausgestellt hat sich indes, dass in silvoarablen Systemen ein synergetisch bedingter biologischer Mehrertrag der zwischenstehenden Ackerkulturen erforderlich ist, damit das Agroforstsystem im



Vergleich zur flächigen Ackerbewirtschaftung profitabel erscheint. Die durch Synergien ausgelösten Mehrerträge können jedoch am ehesten auf ertragsschwachen Standorten erreicht werden, da mit steigender Ertragskraft der Fläche die Opportunitätskosten der Kurzumtriebsstreifen zunehmen (LIEBHARD, 2007; GRUNDMANN und EBERTS, 2009; EMMANN et al., 2013). Daher sind an prädestinierten, eher ertragsschwächeren Agroforststandorten detailliertere Wirtschaftlichkeitsberechnungen erforderlich, die auf der Grundlage mehrjähriger präziser Ertragsmessungen der Agroforstsysteme und der entsprechend referenzfähigen ganzflächig bewirtschafteten Vergleichsschläge durchgeführt werden. Dazu sollten weiterhin dynamische Verfahren der Investitionsrechnung angewendet werden, um die im Rahmen der mehrperiodig angelegten Agroforstsysteme unterschiedlichen Zeitpunkte der aus- und Einzahlungen berücksichtigen zu können. Ein Vergleich der jährlichen Gewinnbeiträge ermöglicht letztlich eine standortbezogene Rangfolge hinsichtlich der Rentabilität von Agroforst und Acker. Zudem empfiehlt es sich, Risikoprofile für beide Anbaualternativen zu berechnen, da u.a. REYNAUD und COUTURE (2012) gezeigt haben, dass Landwirte risikoavers sind und sie daher im Rahmen von Investitionsentscheidungen neben der zu erwartenden Höhe des Ertrages auch dessen Schwankungsbreite berücksichtigen.

Angesichts der erheblichen Unsicherheit der für die Bewertung eines Alley-Cropping-Systems relevanten Faktoren sowie der Möglichkeit der Landwirte, zeitlich flexibel über den Einstieg in die Agrarholzproduktion zu entscheiden, bietet sich zudem eine Analyse des Alley-Cropping unter Nutzung von Verfahren des Realoptionsansatzes an (DIXIT und PINDYCK, 1993; MUBHOFF und HIRSCHAUER, 2003). Zudem sind angesichts der noch bestehenden Datenunsicherheit Sensitivitätsanalysen notwendig um zu überprüfen, wie sensibel die Ergebnisse namentlich von Rentabilitäts- und Risikoanalysen auf Variationen der Annahmen reagieren. Schließlich ist vor allem mit Blick auf die Liquiditätswirkungen von Alley-Cropping-Systemen eine Betrachtung aus der Perspektive des Gesamtbetriebes sinnvoll.

Agroforstsysteme sind im Vergleich zu annuellen Kulturen aufgrund des mehrjährigen Planungshorizontes mit Herausforderungen verbunden, die über die Wirtschaftlichkeitsprognose zum Zeitpunkt der Anlage hinausgehen. Wie in Kapitel 4 erläutert, kann es aufgrund hoher Anfangsinvestitionen und später Rückflüsse zu Liquiditätsengpässen kommen. Zudem ist die Handlungsfreiheit hinsichtlich Bewirtschaftung und alternativer Flächennutzung während der agroforstlichen Nutzungsdauer stark eingeschränkt bzw. nur unter nachträglicher Korrektur der Rentabilität nach unten gegeben. Ferner können sich Rahmenbedingungen wie die gesetzlichen Grundlagen während der Nutzungsdauer verändern und dadurch langfristig die Handlungsfreiheit einschränken. Ebenso sind Agroforstsysteme in Deutschland nicht in das Agrarförderrecht eingebunden und werden daher nicht als kontrollfähiges Landnutzungssystem von den Agrarverwaltungen akzeptiert. Die Erhaltung der Direktzahlungen im Rahmen der Basisprämienregelung ist folglich mit zusätzlichem bürokratischem Aufwand verbunden, da für die einzelnen Gehölzflächen und die übrige Ackerfläche jeweils eigene Anträge gestellt werden müssen (BÖHM et al., 2017). Es ist daher notwendig in Regionen, die sich aufgrund der



Standortgegebenheiten für die Anlage von Agroforstsystemen eignen, eine qualitative Erhebung unter Landwirten durchzuführen. Im Zuge der Befragung gilt es zu eruieren, welche Hürden aus Sicht der Landwirte abgebaut werden müssen und welche Fördermaßnahmen aus ihrer Perspektive notwendig sind, damit die Implementierung von Agroforstsystemen eine beachtenswerte Option darstellt.

Der kombinierte Anbau von Gehölzen und Feldfrüchten in Agroforstsystemen stiftet wie eingangs erwähnt im Vergleich zur flächigen Bewirtschaftung einen hohen ökologischen Nutzen, da die Holzstreifen in der landwirtschaftlichen Fläche Nährstoffauswaschungen reduzieren, organischen Kohlenstoff binden und die Biodiversität steigern (GRÜNEWALD, 2005; SCHMITT et al., 2010). Darüber hinaus wertet der streifenförmige Anbau von Agrarholz ausgeräumte Landschaften auf und findet als nachwachsender Rohstoff gegenüber einem in Monokultur betriebenen Energiemaisanbau eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz (PRETZSCH und SKODAWESSELY, 2010; HENKE und THEUVSEN, 2014). Welche Vorteile die Bevölkerung jedoch im Einzelnen in der Implementierung von Agroforstsystemen sieht, ist bisher nicht untersucht. Daher sollte auf Grundlage einer empirischen Erhebung analysiert werden, welchen Nutzen die Gesellschaft in den positiven externen Effekten der Agroforstwirtschaft sieht und ob eine gesellschaftliche Zustimmung existiert, diese bisher unkompensierten Leistungen zukünftig beispielsweise im Rahmen der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik finanziell zu fördern.



## Literatur

- APOLINARSKI, I., L. GAILING und A. RÖHRING (2006): Kulturlandschaft als regionales Gemeinschaftsgut: Vom Kulturlandschaftsdilemma zum Kulturlandschaftsmanagement. In: Matthiesen, U., R. Danielzyk, S. Tzschaschel (Hrsg.): Kulturlandschaften als Herausforderung für die Raumplanung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Social Science Open Access Repository, 81-98.
- BÄRWOLFF, M. und A. VETTER (2011): Mehr Struktur auf großen Schlägen – Agroforstwirtschaft auf ausgeräumter Agrarfläche Thüringens. AgroForstEnergie – Forum Agroforstsysteme, Dornburg. In: [http://www.agroforstenergie.de/\\_publikationen/vortraege/V\\_25\\_Baerwolff\\_2011\\_2.Forum\\_AFE\\_TP1.pdf](http://www.agroforstenergie.de/_publikationen/vortraege/V_25_Baerwolff_2011_2.Forum_AFE_TP1.pdf), Abruf: 28.09.2017.
- BÄRWOLFF, M., H. HANSEN, M. HOFMANN und F. SETZER (2012): Energieholz aus der Landwirtschaft. Gülzow, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe.
- BÄRWOLFF, M. (2013): Streifenanbau in Agroforstsystemen. In: Bemmann, A., D. Butler Manning (Hrsg.): Energieplantagen in der Landwirtschaft – Eine Anleitung zur Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb für den Praktiker. Clenze, Erling Verlag, 150-154.
- BÄRWOLFF, M., G. REINHOLD, C. FÜRSTENAU, T. GRAF, L. JUNG und A. VETTER (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- BALMANN, A. (1996): Druck, Sog und die Einkommenssituation in der westdeutschen Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft 74: 497-513.
- BALMANN, A. und F. SCHAFT (2008): Zukünftige ökonomische Herausforderungen der Agrarproduktion: Strukturwandel vor dem Hintergrund sich ändernder Märkte, Politiken und Technologien. Archiv Tierzucht 51: 13-24.
- BENDER, B., A. CHALMIN, T. REEG, W. KONOLD, K. MASTEL und H. SPIECKER (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis. Reute, Meisterdruck.
- BENDIX, J., H. BEHLING, T. PETERS, M. RICHTER und E. BECK (2010): Functional biodiversity and climate change along an altitudinal gradient in a tropical mountain rainforest. In: Tschardtke, T., C. Leuscher, E. Veldkamp, H. Faust, E. Guhardja, A. Bidin (Hrsg.): Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change - Ecological and Socioeconomic Valuations. Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, 239-268.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Ausgabe 2015, Bonn.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2017): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>, Abruf: 12.10.2017.
- BÖHM, C., P. TSONKOVA und W. ZEHLIUS-ECKERT (2017): Wie können Agroforstsysteme praktikabel in das deutsche Agrarförderrecht eingebunden werden? In: Böhm, C. (Hrsg.): Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis. Tagungsband mit Beiträgen des 5. Forums Agroforstsysteme. Senftenberg, BTU Cottbus, 7-16.
- DABBERT, S., E. BERG, R. HERRMANN, S. PÖCHTRAGER und K. SALHOFER (2009): Kompass für agrarökonomische Zeitschriften: das GEWISOLA-ÖGA-Publikationsranking. Agrarwirtschaft 58 (2): 109-113.
- DIXIT, A.K. und R.S. PINDYCK (1993): Investment under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton, NJ.



- DRITTLER, L. und L. THEUVSEN (2017): Agrarholz als ökologische Vorrangfläche im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik. *Berichte über Landwirtschaft* 95 (2): 1-20.
- EICHHORN, M.P., P. PARIS, F. HERZOG, L.D. INCOLL, F. LIAGRE, K. MANTZANAS, M. MAYUS, G. MORENO, V.P. PAPANASTASIS, D.J. PILBEAM, A. PISANELLI und C. DUPRAZ (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. *Agroforestry Systems* 67 (1): 29-50.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahrs, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Döluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.*, Band 48, Münster, Landwirtschaftsverlag, 60-71.
- FELDWISCH, N. (2011): Rahmenbedingungen und Strategien für einen an Umweltaspekten ausgerichteten Anbau der für Sachsen relevanten Energiepflanzen. In: LfULG (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (Hrsg.): Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen. Dresden, Schriftenreihe, Heft 43.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2017): Agroforstsysteme. In: <http://energiepflanzen.fnr.de/anbausysteme/anbausysteme/agroforst/>, Abruf: 03.09.2017.
- GASH, S. (1999): *Effective Literature Searching for Research*. 2. Auflage. Farnham, Gower Publishing.
- GRÜNEWALD, H. (2005): Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.
- GRÜNEWALD, H. und T. REEG (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. In: Reeg, T., A. Bemmann, W. Konold, D. Murach, H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 233-239.
- GRUNDMANN, P. und J. EBERTS (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsholz: Verfahrensvergleich mit landwirtschaftlichen Kulturen im regionalen Kontext. In: Reeg, T., A. Bemmann, W. Konold, D. Murach, H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 147-159.
- HEAVEY, J. P. und T. A. VOLK (2014): Living snow fences show potential for large storage capacity and reduced drift length shortly after planting. *Agroforestry Systems* 88 (5): 803-814.
- HENKE, S. und L. THEUVSEN (2014): Regional differenzierte Bewertung von Biogasanlagen und Kurzumtriebsplantagen. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie* 23: 81-90.
- HERZOG, F. (1997): Konzeptionelle Überlegungen zu Agroforstwirtschaft als Landnutzungsalternative in Europa. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 38: 32-35.
- JUHRBAND, J. (2011): Economic valuation of of land use change - A case study on rainforest conversion and agroforestry intensification in Central Sulawesi, Indonesia. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- KREMEN, C., A. ILES und C. BACON (2012): Diversified farming systems: An agroecological, system-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Society* 17 (4): 44.



- KRÖBER, M., K. HANK, J. HEINRICH und P. WAGNER (2009): Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Energieholzanzbaus in Kurzumtriebsplantagen – Risikoanalyse mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation. In: Berg, E., M. Hartmann, T. Heckelei, K. Holm-Müller, G. Schiefer (Hrsg.): Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 44, Münster, Landwirtschaftsverlag, 127-139.
- KRUMMENACHER, J., B. MAIER, H. FRANZ und F. WEIBEL (2008): Ökonomisches und ökologisches Potential der Agroforstwirtschaft. *AgrarForschung* 15 (3): 132-137.
- LAMERRE, J., K.-U. SCHWARZ, M. LANGHOF, G. VON WÜHLISCH und J.-M. GREEF (2015): Productivity of poplar short rotation coppice in an alley-cropping agroforestry system. *Agroforestry Systems* 89 (5): 933-942.
- LANGENBERG, J., L. DRITTLER, T. VON BIERBRAUER, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2017): Der Markt für Bioenergie. *German Journal of Agricultural Economics* 66 (Supplement): 107-125.
- LESER, H. (1997): Landschaftsökologie. Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung. 4. Auflage, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- LIEBHARD, P. (2007): Energieholz im Kurzumtrieb – Rohstoff der Zukunft. Graz, Leopold Stocker Verlag.
- LIESEBACH, M., G. VON WUEHLISCH und H.-J. MUHS (2015): Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 121 (2), 25-39.
- MOSQUERA-LOSADA, M.R., J. MCADAM, R. ROMERO-FRANCO, J.J. SANTIAGO-FREIJANES und A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ (2009): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe In: Rigueiro-Rodríguez, A., J. McAdam, M.R. Mosquera-Losada (Hrsg.): *Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects*. Springer, Dordrecht, 3-19.
- MUßHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2003): Bewertung komplexer Optionen. PD-Verlag, Heidenau.
- NAIR, P.K.R., 1993: *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- OLI, B. N., T. TREUE und O. LARSEN (2015): Socio-economic determinants of growing trees on farms in the middle hills of Nepal. *Agroforestry Systems* 89 (5): 765-777.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS und R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- PRETZSCH, J. und C. SKODAWESSELY (2010): Sozio-ökonomische und ethische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: Bemann, A., C. Knust (Hrsg.): *Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*. Technische Universität Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Berlin, Weißensee Verlag, 230-242.
- REEG, T. (2010): Moderne Agroforstsysteme mit Wertholzbäumen als Option der Landnutzung in Deutschland: Naturschutz, Landschaftsbild und Akzeptanz. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- REYNAUD, A. und S. COUTURE, 2012: Stability of risk preference measures: results from a field experiment on French farmers. *Theory and Decision* 73 (2): 203-221.





- ROHWER, A., 2010: Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU – Fluch oder Segen? ifo Schnelldienst 63 (03): 27-36.
- ROWLEY, J. und F. SLACK (2004): Conducting a literature review. Management Research News 27 (6): 31-39.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHMITT, A.-K., S. TISCHER, B. ELSTE, B. HOFMANN und O. CHRISTEN (2010): Auswirkung der Energieholzproduktion auf physikalische, chemische und biologische Bodeneigenschaften auf einer Schwarzerde im Mitteldeutschen Trockengebiet. Journal für Kulturpflanzen 62 (6): 189-199.
- SCHUBOTH, J. (1996): Naturschutzgerechte Nutzung von Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt. Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 33 (2): 51-55.
- SEIDEL, P. (2016): Extremwetterereignisse und ihre Auswirkungen auf Schaderreger in Weizen, Gerste und Mais. Journal für Kulturpflanzen 68 (11): 313-327.
- SPIECKER, H., M. BRIX und B. BENDER (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung – Schlussbericht des Projekts „agroforst“. Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- STAROBOM, H. (2013): Corporate Finance – Teil 2: Finanzierung in den Lebensphasen einer Unternehmung. Wiesbaden, Springer Gabler.
- WAGNER, P., J. HEINRICH, M. KRÖBER, J. SCHWEINLE und W. GROBE (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen und Einordnung der Holzerzeugung in die Anbaustruktur landwirtschaftlicher Unternehmen. In: Reeg, T., A. Bemann, W. Konold, D. Murach, H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 135-145.
- WERNER, A., A. VETTER und G. REINHOLD (2006): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Jena, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- WOLBERT-HAVERKAMP, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo Simulation. Berichte über Landwirtschaft 90 (2): 302-316.
- WÜRRIEHAUSEN, N. und S. LAKNER (2015): Stand des Strukturwandels in der ökologischen Landwirtschaft. Diskussionsbeitrag 1503 des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen.
- ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Technische Universität München.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 85 %.**



## Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland

### II.2: Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren: Eine Risikoanalyse im Vergleich zum klassischen Ackerbau anhand der Monte-Carlo-Simulation

JOSEF LANGENBERG, MARIUS FELDMANN und LUDWIG THEUVSEN

**Zusammenfassung:** Agroforstsysteme sind Mischkultursysteme, in denen streifenförmig angelegte Gehölze mit annuellen Feldfrüchten auf einer Fläche kultiviert werden. Agroforstsysteme bieten viele ökologische Vorteile und werten zudem das Landschaftsbild auf. Trotz der vielen Vorteile ist der Anbauumfang in Deutschland nahezu unbedeutend. Gründe für die Zurückhaltung hinsichtlich der Anlage von Agroforstsystemen können in wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber der ganzflächigen Feldbewirtschaftung liegen. Zur Beantwortung der Fragestellung, wie Rentabilität und Risiko von Agroforstsystemen im Vergleich zum klassischen Ackerbau zu bewerten sind, wurden Risikoprofile für das Agroforstsystem und den Ackerbau mittels Monte-Carlo-Simulation errechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass für den Versuchsstandort Dornburg das Agroforstsystem einen höheren Erwartungswert hinsichtlich der Leistungs-Kosten-Differenz bei gleichzeitig niedrigerer Standardabweichung aufweist als die Ackerreferenzfläche. Für den zweiten Versuchsstandort Forst zeigen die Ergebnisse, dass der Erwartungswert der Leistungs-Kosten-Differenz für das Agroforstsystem ebenfalls höher ist und auch die Standardabweichung höher als bei der Ackerreferenzfläche ist. In beiden Fällen ist die Rentabilität des Agroforstsystems somit besser zu bewerten als die des klassischen Ackerbaus, wobei in Dornburg das Risiko gleichzeitig geringer ist, während in Forst mit der höheren zu erwartenden Rentabilität auch das höhere Risiko einhergeht. Die Ergebnisse haben vielfältige Implikationen für die Ausgestaltung der Agrarpolitik und bieten vielfältige Ansatzpunkte für die weitere Forschung.

**Keywords:** Agroforstwirtschaft, Alley-Cropping, Niederwaldstreifen mit Kurzumtrieb, Monte-Carlo-Simulation, Risikoanalyse

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form angenommen zur Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Zeitschrift „German Journal of Agricultural Economics“, Volume 67 (2018), Number 2.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	129
2	Agroforstwirtschaft als landwirtschaftliches Produktionssystem .....	130
3	Methodische Vorgehensweise.....	132
4	Modellannahmen.....	135
4.1	Standortansprüche, Standortbeschreibung und Bewirtschaftung .....	135
4.2	Datengrundlage .....	137
5	Ergebnisse .....	142
5.1	Modellergebnisse für den Standort Dornburg.....	142
5.2	Modellergebnisse für den Standort Forst.....	143
6	Diskussion.....	145
7	Fazit und Ausblick .....	147
	Literatur .....	149
	Anhang .....	154



## 1 Einleitung

Der Anbau von Ackerkulturen mit dem Ziel der Nahrungsmittelproduktion ist nach wie vor der wichtigste Aspekt im Rahmen der Nutzung von landwirtschaftlicher Fläche. Trotz des hohen Stellenwertes der landwirtschaftlichen Nutzfläche für die Erzeugung von Lebensmitteln sind im Laufe der Zeit weitere Anforderungen und Ansprüche an den Produktionsfaktor Boden in den Fokus gerückt. Dazu zählt u.a. die Aufwertung des Landschaftsbildes, aber vor allem die Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung oder für Energiegewinnung als Beitrag zur Erreichung von Klimaschutzzielen (OPPERMANN et al., 2013). Im Rahmen der Biomasseproduktion zur Erzeugung erneuerbarer Energien beanspruchten die Pflanzen zur Biogasherstellung im Jahr 2016 mit deutschlandweit 1.450.000 ha – nach dem Forst – den weitaus größten Flächenanteil von allen landwirtschaftlich angebauten nachwachsenden Rohstoffen (FNR, 2017). Das hat jedoch besonders in Regionen mit hoher Biogasanlagendichte einen deutlich zunehmenden Monokulturmaisbau zur Folge, was wiederum zu starker öffentlicher Kritik führt (KRÖGER et al., 2016). Eine weitere Möglichkeit zur landwirtschaftlichen Produktion nachwachsender Rohstoffe ist der Anbau von Agrarholz, der im Gegensatz zum Monokulturmaisbau höhere gesellschaftliche Akzeptanz findet (PRETZSCH und SKODAWESSELY, 2010; HENKE und THEUVSEN, 2014). Die Anpflanzung der Gehölze zur energetischen Nutzung kann einerseits in Form großflächig angelegter Kurzumtriebsplantagen umgesetzt werden oder als streifenweiser Anbau in Kombination mit Ackerkulturen in Mischkultursystemen erfolgen. Besonders die Kultivierung der Gehölze in Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren bietet viele ökologische Vorteile und wertet das Landschaftsbild auf (ZEHLIUS-ECKERT, 2010), bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Wertschöpfungsfunktion des Bodens (SCHMIDT, 2011). Durch die Implementierung von Gehölzstreifen in die Ackerfläche können u.a. eine Reduzierung von Bodenerosion, eine Reduzierung von Nährstoffauswaschungen, eine bessere Ausnutzung des Bodenwassers und eine Steigerung der Biodiversität erreicht werden (GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Zudem bewirkt die Hinzunahme des Agrarholzes in das Anbauportfolio eine Diversifikation des unternehmerischen Risikos (KRÖBER et al., 2008). Ungeachtet der vielen Vorteile der landwirtschaftlichen Holzproduktion sind im Jahr 2016 deutschlandweit nur auf insgesamt 11.000 ha Agrarhölzer angebaut worden (FNR, 2017). Der Anbau fand diesbezüglich nahezu ausschließlich in Kurzumtriebsplantagen statt, während der Anbau in Agroforstsystemen für Deutschland kaum Relevanz besitzt und sich auf einige Versuchsflächen beschränkt (BÄRWOLFF und VETTER, 2011). Gründe für die Zurückhaltung bei der Anlage von Agroforstsystemen können in wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber dem klassischen Ackerbau liegen (EMMANN et al., 2013). Denn neben den erwähnten positiven Effekten der Gehölzstreifen sind auch negative Einflüsse auf die zwischenstehenden Ackerkulturen möglich. Zum Beispiel können die Gehölze durch Beschattung, Wasser- sowie Nährstoffkonkurrenz und durch Bildung neuer Lebensräume für Pflanzenschädlinge Ertragsdepressionen der Ackerfrüchte be-



wirken (GRÜNEWALD, 2005). Zudem können die Holzstreifen zu Behinderungen bei der Feldbewirtschaftung führen und dadurch höhere Arbeitserledigungskosten verursachen.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieses Beitrags, auf der Grundlage von Daten, die an den Versuchsstandorten Dornburg und Forst, an denen Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Verfahren bewirtschaftet werden, gewonnen wurden, sowie anhand von Literaturdaten die Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen im Vergleich zum klassischen Ackerbau zu berechnen. Zudem wird eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation durchgeführt, um Risikoprofile für die verschiedenen Anbaualternativen zu erstellen. Anhand der Risikoprofile können aus Rentabilitäts Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung der Risikoeinstellung des Entscheiders Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Wahl der jeweiligen Anbaualternativen gegeben werden.

In Kapitel 2 werden dazu Hintergrundinformationen bezüglich der Anlage von Agroforstsystemen gegeben sowie rechtliche Rahmenbedingen für die Umsetzung in Deutschland erläutert. Die methodische Vorgehensweise zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit und zur Erstellung der Risikoprofile mittels Monte-Carlo-Simulation wird in Kapitel 3 dargestellt. Im vierten Kapitel werden die Modellannahmen und das zugrundeliegende Datenmaterial beschrieben. Kapitel 5 zeigt die Ergebnisse der Berechnung. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse diskutiert, bevor in Kapitel 7 ein Fazit gezogen wird.

## **2 Agroforstwirtschaft als landwirtschaftliches Produktionssystem**

In Agroforstsystemen werden einjährige oder mehrjährige landwirtschaftliche Feldfrüchte zeitgleich mit Gehölzen auf derselben Fläche kultiviert. Zu unterscheiden sind diesbezüglich silvoarable Agroforstsysteme, in denen annuelle Ackerkulturen mit der Holzproduktion kombiniert werden, von silvopastoralen Systemen, die den simultanen Anbau von Grünland und Gehölzen realisieren (BÄRWOLFF, 2013). Die silvopastoralen Systeme, deren Grünlandnutzung sowohl durch Beweidung als auch durch Mahd erfolgen kann, zählen dabei zu den ältesten Konstrukten der agroforstlichen Nutzungsformen. Zurückzuführen ist die lange Tradition auf die umfangreichen Vorzüge der klassischen Streuobst- und Waldwiesen, die einerseits als Weidegrund sowie der Holzerzeugung dienen und andererseits Obst bzw. Waldfrüchte zur Verfügung stellen (NAIR, 1993; GRÜNEWALD und REEG, 2009). Allerdings hat mit der Mechanisierung der Landwirtschaft die Vorzüglichkeit dieser Produktionsverfahren erheblich abgenommen (HERZOG, 1997).

Die Anordnung der Baumbestände auf den landwirtschaftlichen Flächen kann in silvoarablen genau wie in silvopastoralen Agroforstsystemen sowohl planmäßig als auch willkürlich erfolgen. In gegenwärtigen Anlageformen werden die Gehölze jedoch aufgrund der überwiegend maschinellen Feldbearbeitung zumeist systematisch angeordnet. Die Baumanordnung kann diesbezüglich verschiedenen Schemata folgen und beispielsweise die Begradigung von Flä-



chen entlang von Straßen, Gewässern oder Flurgrenzen unterstützen. Ebenso können die Bäume im Alley-Cropping-Anbauverfahren streifenförmig in die Fläche integriert werden (MOSQUERA-LOSADA et al., 2009; EMMANN et al., 2013). Dabei werden die Gehölzstreifen in definierten Abständen und parallel zueinander angelegt, wobei die Abstände zwischen den Gehölzstreifen idealerweise einem gemeinsamen ganzzahligen Vielfachen der jeweiligen Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Maschinen für Bodenbearbeitung, Aussaat, Pflanzenschutz und Ernte entsprechen. Dadurch können die Arbeitserledigungskosten minimiert werden, sodass sich die Verknüpfung der Acker- bzw. Grünlandnutzung mit der Agrarholzproduktion möglichst wirtschaftlich darstellen lässt (EICHHORN et al., 2006).

Die Auswahl der Baumarten für die Gehölzstreifen ist abhängig von der geplanten Verwertung; für die stoffliche Nutzung werden z.B. Werthölzer wie Nuss und Kirsche zur Herstellung von Möbeln und anderen hochwertigen Holzprodukten mit einer Umtriebszeit von 40 bis 70 Jahren angepflanzt (UNSELD et al., 2011). Für silvoarable Agroforstsysteme eignen sich hingegen besser Baumarten mit hohen jährlichen Biomassezuwächsen wie Pappeln oder Weiden, die im Kurzumtrieb mit drei- bis vierjährigen Ernteintervallen bewirtschaftet werden und deren Holz energetisch genutzt wird. Durch die verhältnismäßig kurzen Umtriebsintervalle wachsen die Baumkronen nicht weit in die Fläche hinein, was die Opportunitätskosten des Schattenwurfs reduziert und die Feldarbeiten nicht wesentlich beeinträchtigt (SCHMIDT, 2011). Zudem erfordert der geringe Stammdurchmesser bei kurzen Umtriebszeiten keine Forsterntetechnik, sondern die Gehölze können mit Feldhäckslern oder Anbauhackern als Hackschnitzel geerntet werden (UNSELD et al., 2011; BÄRWOLFF et al., 2013).

Rechtlich sind Agroforstsysteme sowohl vom Wald als auch von Kurzumtriebsplantagen abzugrenzen. Gemäß Bundeswaldgesetz § 2 Abs. 1 gilt zwar generell jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche als Wald, jedoch werden in § 2 Abs. 2 Nr. 1 Kurzumtriebsplantagen mit einer Umtriebszeit von nicht länger als 20 Jahren vom Waldbegriff ausgenommen. Agroforstlich genutzte Flächen hingegen werden unabhängig von der Umtriebszeit nach § 2 Abs. 2 Nr. 2 grundsätzlich nicht dem Wald zugeordnet (BMJV, 2017).

Agroforstsysteme können durch die gemischte Nutzung der Fläche zudem eine erkennbare ökologische Aufwertung des gesamten Ackerschlags bewirken und ferner das Landschaftsbild insbesondere in großflächig ausgeräumten Agrarlandschaften aufwerten (BENDIX et al., 2010; BÖHM, 2013).

Agroforstflächen sind im Rahmen der EU-Agrarförderung beihilfefähig, jedoch sind gewisse Maßgaben einzuhalten, um die entsprechenden Direktzahlungen generieren zu können. So ist seit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 zum Erhalt der Direktzahlungen das sogenannte Greening – bestehend aus Anbaudiversifizierung, Erhalt des Dauergrünlandes und Ausweisung ökologischer Vorrangflächen – einzuhalten (BMEL, 2015; LWK-NRW, 2017a). Da Agroforstflächen im Ganzen deutschlandweit nicht als ökologische Vorrangfläche ausgewiesen werden können, muss neben der Ackerfläche jeder Gehölzstreifen einzeln als Nieder-



wald mit Kurzumtrieb ausgewiesen werden, um Prämien zu erlangen. Voraussetzung dafür ist, dass die Gehölzstreifen jeweils eine Mindestgröße von 0,3 ha aufweisen und ausschließlich Pappeln, Weiden, Birken, Erlen, Eschen oder Eichen angepflanzt werden. Die ökologische Wertigkeit des Niederwalds mit Kurzumtrieb ist auf 0,5 festgesetzt, sodass für einen Hektar ökologische Vorrangfläche zwei Hektar Agrarholz erforderlich sind (BÄRWOLFF et al., 2013; BMEL, 2015; LANGENBERG et al., 2017).

### 3 Methodische Vorgehensweise

Die Risikoanalyse hinsichtlich der untersuchten Anbaualternativen ist mittels Monte-Carlo-Simulation durchgeführt worden. Die stochastische Methode ermöglicht es Fragestellungen numerisch zu lösen, die analytisch nur aufwendig bzw. gar nicht lösbar wären (POULTER, 1998; COUTO et al., 2013). So wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Zielgröße durch die Monte-Carlo-Simulation auf Grundlage vielzahliger Simulationsläufe numerisch-experimentell errechnet, während für analytische Verfahren die Erwartungswerte sowie die Streuungs- und Zusammenhangsmaße der einzelnen Variablen vorliegen oder aus historischen Daten abgeleitet werden müssen. Zwar lässt sich auch mit einer historischen Simulation die Verteilung einer Zielgröße numerisch z. B. durch Bootstrapping ermitteln, indem mithilfe zurückliegender, bekannter Daten für die jeweiligen Unsicherheitsvariablen die Werte der Zielgröße direkt berechnet werden, jedoch bedarf es dafür einer großen Zahl an Beobachtungswerten. Dagegen werden im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation aus den zur Verfügung stehenden Daten parametrische Verteilungen für die jeweiligen Zufallsvariablen abgeleitet. In Abhängigkeit der geschätzten Verteilungen werden in den einzelnen Simulationsläufen computergestützt Zufallszahlen und damit Werte für die disaggregierten Zufallsvariablen erzeugt, woraus sich letztlich die Verteilung der Zielgröße ergibt (MUBHOFF und HIRSCHAUER, 2016). Als Zielgröße wurde mit der Leistungs-Kosten-Differenz, auch als Annuität oder jährlicher Gewinnbeitrag bezeichnet, ein dynamisches Investitionsverfahren gewählt, um die zeitliche Variation der Zahlungsströme der auf mehrere Produktionszeiträume angelegten Agroforstsysteme berücksichtigen zu können. Die Verteilung der Zielgröße entspricht diesbezüglich dem Risikoprofil der jeweiligen Anbaualternative (ibid.). Zur Bestimmung des Risikoprofils mittels Monte-Carlo-Simulation sind sieben Ablaufschritte durchzuführen, die nachfolgend erläutert werden.

Zuerst sind die mit Risiko behafteten disaggregierten Zufallsvariablen – ergo die Unsicherheitsgrößen wie beispielsweise Erträge, Erzeugerpreise und Erntekosten – auszumachen. Im zweiten Schritt werden geeignete Daten für die statistische Untersuchung der disaggregierten Zufallsvariablen beschafft. Die Daten können auf historischen Zeitreihen, Experteninterviews oder Literaturangaben beruhen, wobei Besonderheiten, wie namentlich Trends oder saisonale Schwankungen, zu berücksichtigen sind. Zu den beschafften Daten werden in Schritt drei die bestpassenden parametrischen Verteilungen für die disaggregierten Zufallsvariablen ge-



schätzt, wodurch jeder Ausprägung der Variablen Eintrittswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden. Eventuell bestehende Korrelationen zwischen den einzelnen Zufallsvariablen sind gegebenenfalls zu berechnen, da ansonsten ein falsches Risikoprofil der entsprechenden Anbaualternative bestimmt wird. So führt beispielsweise eine negative Korrelation zwischen zwei Leistungsgrößen – wie den Erträgen und den Produktpreisen – zu einer reduzierten Streuung der relevanten Zielgröße. Bei Nichtbeachtung der stabilisierenden Wirkung durch den natürlichen Hedge wird das Risikoprofil der entsprechenden Alternative riskanter spezifiziert als es tatsächlich ist. In Ablaufschritt vier wird unter Berücksichtigung der etwaigen Korrelationen und in Abhängigkeit der geschätzten Verteilung für jede disaggregierte Zufallsvariable computergestützt eine Zufallszahl gezogen. Die Berechnung der aggregierten Zielgröße folgt mithilfe der simulierten Werte der disaggregierten Zufallsvariablen in Schritt fünf. Der sechste Ablaufschritt besteht in einer sehr häufigen Wiederholung der Schritte vier und fünf; gemäß dem Gesetz der großen Zahl werden mindestens 10.000 Simulationsläufe durchgeführt. Abschließend wird in Schritt sieben das Risikoprofil der betrachteten Anbaualternative in Form einer kumulierten relativen Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung der aggregierten Zielgröße erstellt. Anhand des Risikoprofils können letztlich Aussagen hinsichtlich der Höhen des Erwartungswertes sowie der Standardabweichung bezüglich der Zielgröße getätigt werden und es können die Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden, mit denen die Zielgröße bestimmte Werte unter- oder überschreitet (WOLBERT-HAVERKAMP, 2012; MÜBHOFF und HIRSCHAUER, 2016).

Ein risikoneutraler Entscheider zieht als alleiniges Entscheidungskriterium die zu erwartende Höhe der Zielgröße heran und entscheidet zugunsten der Anbaualternative mit dem höchsten Erwartungswert, da diese Option im Mittel den größten wirtschaftlichen Nutzen verspricht. Indes haben u.a. REYNAUD und COUTURE (2012) sowie MAART-NOELCK und MÜBHOFF (2014) gezeigt, dass Landwirte in der Regel über eine risikoaverse und nicht über eine risikoneutrale Einstellung verfügen. Für Landwirte ist demnach neben der zu erwartenden Höhe der Zielgröße auch deren Schwankungsbreite relevant, wodurch sich eine reziproke Proportionalität und damit ein Zielkonflikt zwischen den Zielen Einkommenshöhe und Einkommenssicherheit ergibt. Aufgrund der Austauschbeziehung beider Ziele werden die Risikoprofile der Anbaualternativen mithilfe der Monte-Carlo-Simulation berechnet und anhand des Konzeptes der stochastischen Dominanz interpretiert. Das Konzept der stochastischen Dominanz ermöglicht es, effiziente von ineffizienten Handlungsalternativen zu differenzieren, auch ohne Kenntnis der exakten Risikoeinstellung des Entscheiders, sprich des Grades seiner Risikoaversion. So kann anhand des Vergleichs der Verteilungsfunktionen – den Risikoprofilen – zweier Anbaualternativen für risikoaverse Entscheider eine eindeutige Handlungsempfehlung ausgesprochen werden, sofern beide Anbaualternativen das gleiche Risiko aufweisen, aber eine Alternative eine höhere Einkommenserwartung zeigt. Eine eindeutige Handlungsempfehlung lässt sich ebenfalls aussprechen, wenn eine Anbaualternative bei geringerem Risiko eine





mindestens genauso hohe Einkommenserwartung hat wie die andere (BRANDES und ODENING, 1992; WOLBERT-HAVERKAMP, 2012).

Im Fall der absoluten stochastischen Dominanz ist das schlechteste Ergebnis der dominierenden Alternative mindestens genauso gut wie das beste Ergebnis der unterlegenen Alternative. Darüber hinaus unterscheiden BENÍTEZ et al. (2006) die Kriterien stochastische Dominanz erster Ordnung und stochastische Dominanz zweiter Ordnung, um Investitionsalternativen zu bewerten. Ähnlich wie bei BENÍTEZ et al. (2006) hat der Entscheider die Wahl, ob er in ein Agroforstsystem  $f$  investieren oder ganzflächigen Ackerbau  $g$  betreiben möchte. Die Investition in das Agroforstsystem würde eine kumulative Verteilung der jährlichen Gewinnbeiträge  $F(x)$  bedeuten und  $G(x)$  für den klassischen Ackerbau. Aus dieser Überlegung heraus würde die Investition in ein Agroforstsystem den klassischen Ackerbau nach der ersten Ordnung stochastisch dominieren, wenn folgendes gilt:

$$G(x) - F(x) \geq 0 \quad (1)$$

Eine stochastische Dominanz erster Ordnung liegt somit vor, wenn beide Handlungsalternativen das gleiche Risiko aufweisen, jedoch bei einer Alternative – der dominierenden – die Einkommenserwartung höher ist.

Sofern Risikoaversion vorliegt, sind die Verteilungen hinsichtlich der stochastischen Dominanz zweiter Ordnung zu bewerten. Die Investition in das Agroforstsystem dominiert den klassischen Ackerbau nach der zweiten Ordnung, wenn die folgende Beziehung zwischen den kumulierten Verteilungen bezüglich des jährlichen Gewinnbeitrags gegeben ist:

$$\int_{-\infty}^x (G(z) - F(z)) dz \geq 0 \quad (2)$$

Insofern (1) nicht gegeben ist, heißt das grafisch gesprochen, die Verteilungsfunktionen beider Alternativen schneiden sich und die Fläche zwischen den Funktionen unterhalb des Schnittpunktes ist größer als die Fläche oberhalb des Schnittpunktes. In vielen praktisch relevanten Situationen ist dagegen die Fläche oberhalb des Schnittpunktes größer als die Fläche unterhalb des Schnittpunktes. In diesem Fall geht die Anbaualternative mit der höheren Einkommenserwartung auch mit dem höheren Risiko einher und eine Handlungsempfehlung ist ohne genaue Kenntnis der Stärke der Risikoaversion nicht möglich (HADAR und RUSSELL, 1969; BRANDES und ODENING, 1992; EDER, 1993; MÜBHOFF und HIRSCHAUER, 2016).



## 4 Modellannahmen

### 4.1 Standortansprüche, Standortbeschreibung und Bewirtschaftung

Bei den Agroforstflächen der Versuchsstandorte Dornburg und Forst handelt es sich, wie eingangs erwähnt, um silvoarable Alley-Cropping-Systeme, deren Gehölzstreifen überwiegend aus Pappeln im Kurzumtrieb bestehen. Kurzumtriebspappeln eignen sich besonders zur Hackgutproduktion und weisen insgesamt geringe Standortansprüche auf. Dabei sollten die Bodenverhältnisse jedoch ohne Gefahr von Staunässe sein und es sollte ein Durchwurzelungshorizont von mindestens 30 cm bestehen, um eine gute Nährstoffverfügbarkeit zu gewährleisten. Pappeln bevorzugen neutrale bis leicht saure Böden mit einem pH-Wert von 5,5 bis 6,5 und wachsen auf leichten und schweren Standorten gleichermaßen. Die Ackerwertzahl sollte mindestens 25 bis 30 Bodenpunkte betragen. Eine erforderliche Jahresdurchschnittstemperatur von mindestens 7,6 °C erlaubt den Pappelanbau faktisch nur bis zu einer Höhenlage von 400 m über Normalhöhennull. Die jährlich notwendige Niederschlagsmenge von mindestens 600 l/m<sup>2</sup> wird etwa zur Hälfte während der Wachstumsphase benötigt (LIEBHARD, 2010; SCHMIDT, 2011; v. BEHR et al., 2012).

Das Agroforstsystem in Dornburg mit einer Gesamtgröße von 51,3 ha wurde im März 2007 durch das Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut angelegt. Dornburg liegt im Südosten des Thüringer Beckens und der Versuchsstandort befindet sich auf einer Hochfläche ca. 260 m über Normalhöhennull zwischen Saale und Ilm. Die vorherrschende Bodenart ist toniger Schluff mit einer Bodenwertzahl zwischen 40 bis 50 Punkten; der Untergrund wird durch eine mittlere Muschelkalkschicht mit Lößauflage geprägt. Auf dem Versuchsschlag wurden insgesamt sieben jeweils zwölf Meter breite Gehölzstreifen implementiert, die alle parallel zueinander angelegt worden sind, deren Innenabstände jedoch mit 48 m, 96 m und 144 m teilweise unterschiedlich sind. Die Ausrichtung der Gehölzstreifen erfolgte von Nordnordwest nach Südsüdost, womit sie nahezu senkrecht zur vorherrschenden Hauptwindrichtung Südwest stehen und bestmöglichen Schutz gegen Winderosion sowie Evapotranspiration bieten bei gleichzeitig geringem Schattenwurf auf die zwischenstehenden Feldfrüchte. Die Umtriebszeiten der Gehölze betragen je nach Streifen vier oder acht Jahre, mit einer Pflanzdichte von 10.000 Pflanzen pro Hektar für den vierjährigen Umtrieb bzw. 2.220 Pflanzen pro Hektar für den achtjährigen Umtrieb. Die annualen Ackerkulturen zwischen den Gehölzstreifen bestehen aus einer sich wiederholenden Fruchtfolge von Sommergerste, Winterrraps und Winterweizen (VETTER et al., 2016).

Die Versuchsfläche in Forst (Lausitz) liegt östlich der Stadt Cottbus und befindet sich somit nahe der deutsch-polnischen Neißegrenze. Der insgesamt 78 ha umfassende Schlag wird durch die Agrargenossenschaft Forst bereitgestellt und bewirtschaftet. Die Etablierung des Agroforstsystems an diesem Standort fand 2010 statt. Die Versuchsfläche ist durch lehmigen Sand mit einer Bodenwertzahl von 45 Bodenpunkten gekennzeichnet und die Bodentypen sind Gley und Pseudogley. In Forst wurden ebenfalls sieben Gehölzstreifen mit Innenabstän-



den von 24 m, 48 m und 96 m parallel zueinander in die Ackerfläche implementiert. Die Streifen sind in Nord-Süd Ausrichtung angelegt, wodurch ein optimaler Lichteinfall für die zwischenstehenden Ackerkulturen gewährleistet ist. Die vorherrschende Hauptwindrichtung in Forst ist ebenfalls Südwest, sodass die Gehölze nicht senkrecht, sondern etwa in einem Winkel von  $45^\circ$  bis  $55^\circ$  zur Hauptwindrichtung stehen. Die Ernte der Gehölzstreifen erfolgte bisher im vierjährigen oder fünfjährigen Umtrieb bei einer Pflanzdichte der Pappelbestände von etwa 9.000 bis 10.000 Pflanzen pro Hektar. Die Fruchtfolge zwischen den Gehölzstreifen ist zweigeteilt und besteht zum einen aus Silomais, Silomais und Luzernen sowie zum anderen aus dem Anbau einer Zwischenfruchtmischung, Kartoffeln und Winterweizen (PACHOLKE, 2011; KANZLER und BÖHM, 2015).

Zur Etablierung eines Agroforstsystems sind mehrere Bewirtschaftungsschritte erforderlich, die teilweise einheitlich und ganzflächig durchgeführt werden, jedoch überwiegend hinsichtlich Gehölzstreifen und Ackerfläche variieren. Die Bodenvorbereitung wird im Herbst durchgeführt, wozu anfänglich der Altaufschlag mit einem Breitband- bzw. Totalherbizid behandelt wird. Die Ackerfruchtfolge sollte dann mit einer Sommerung starten, da die Pflanzung der Gehölze im Frühling dadurch erleichtert wird (HOFMANN, 2008; LIEBHARD, 2010). Die anschließende Saatbettbereitung erfolgt mittels Kreisel- oder Federzinkenegge, so dass der Boden feinkrümlig und rückverfestigt für die Aussaat bzw. Anpflanzung vorbereitet ist. Eine Düngung ist vor Anpflanzung der Pappeln in der Regel nicht notwendig, da ein hinreichend ausgewogener Nährstoffhaushalt vorliegt (v. BEHR et al., 2012). Die Anpflanzung der schnellwachsenden Kurzumtriebsgehölze im Frühling kann je nach Pflanzgut entweder manuell oder mechanisch mit einer Pflanzmaschine erfolgen. Für die Energiegewinnung werden in erster Linie qualitativ hochwertige Stecklinge verwendet, die sich aufgrund der übersichtlichen Abmessungen im Vergleich zu Steckruten, Setzstangen und Ganzpflanzen problemlos maschinell pflanzen lassen und zudem verhältnismäßig kostengünstig sind (LIEBHARD, 2010). Die bereits erwähnte Pflanzenschutzmaßnahme vor der Pflanzung reicht nicht aus, um die Begleitvegetation umfänglich und langfristig zu unterdrücken, sodass im ersten Jahr der Anpflanzung eine weitere Maßnahme mit einem selektiven Herbizid durchzuführen ist. Anschließend drängt die Pappeln die Begleitvegetation selbst zurück. Die Gehölzstreifen müssen auch während der Standzeit nicht gedüngt werden, da hinsichtlich der Stickstoffverfügbarkeit die Eintragungen durch die Atmosphäre, durch den Laubfall und durch die zwischenstehenden annualen Kulturen sowie die Nährstoffvorräte in tieferliegenden Bodenschichten zur Versorgung der Bäume ausreichen (SCHILDBACH et al., 2010).

Der optimale Erntezeitpunkt der Gehölze befindet sich während der Monate November bis März, da die Vitalität der Bäume bei einer Ernte im unbelaubten Zustand nur wenig beeinflusst wird und zudem der Wiederaustrieb des Stockes am besten gewährleistet wird. Zur Vermeidung von Strukturschäden und Bodenverdichtung durch die Erntemaschinen empfehlen sich Frosttage oder Trockenphasen zum Holzeinschlag der Kurzumtriebspappeln. Die Ernte kann im einphasigen oder im zweiphasigen Verfahren durchgeführt werden. Im einphasi-



gen Verfahren werden die Gehölze mit einem Feldhäcksler in einem Arbeitsgang abgeschnitten, zu Hackgut zerkleinert und direkt auf ein Transportfahrzeug gefördert. Im zweiphasigen Verfahren werden die Bäume abgeschnitten, anschließend zu einer Sammelstelle transportiert und dort letztlich mit einem Forsthacker zu Hackschnitzeln verarbeitet. Das einphasige Ernteverfahren ist in der Regel kostengünstiger, jedoch nur bis zu einem Baumalter von vier Jahren möglich, da die Pappeln bei längeren Umtriebszeiten einen zu großen Stammdurchmesser für den Feldhäcksler entwickeln (SCHOLZ et al., 2009). Die erntefrischen Hackschnitzel haben einen Wassergehalt von 50 % bis 60 %, womit sie nicht lagerfähig und damit schwer zu vermarkten sind. In einer Miete unter Vliesabdeckung lässt sich das Hackgut mittels Dombelüftung indes kostengünstig trocknen (BRUMMACK, 2010). Die Rekultivierung der Gehölzstreifen zu Ackerland erfolgt nach der letzten Holzernte mithilfe einer Forstfräse. Damit wird das bis dahin im Boden verbliebene Stockholz sehr stark zerkleinert, sodass die Fläche anschließend problemlos wieder mit annuellen oder Dauerkulturen bestellt werden kann (HOFMANN, 2008; LIEBHARD, 2010).

#### **4.2 Datengrundlage**

Die Wirtschaftlichkeit eines Agroforstsystems wird durch vielzählige Parameter beeinflusst, die bei den Berechnungen zu berücksichtigen sind. Dabei handelt es sich einerseits um Größen, die bekannt sind bzw. festgelegt werden, und andererseits um unsichere Größen, die lediglich abgeschätzt und überschlägig kalkuliert werden können (KRÖBER et al., 2008). Zur Erstellung der Risikoprofile ist in Bezug auf die bekannten bzw. festzulegenden Größen eine Modellfläche konstruiert worden, um sowohl für den Standort Dornburg als auch für den Standort Forst die Vergleichbarkeit zwischen dem Agroforstsystem und dem klassischen Ackerbau auf der Referenzfläche zu gewährleisten. Die rechteckige Modellfläche umfasst bei einer Breite von 324 m und einer Länge von 771,6 m eine Größe von 25 ha und wird im Fall des reinen Ackerbaus ganzflächig bewirtschaftet. Im Fall des Agroforstsystems werden in die Modellfläche Gehölzstreifen implementiert, wobei die Ackerfläche zwischen den Gehölzstreifen jeweils mit der gleichen Kultur bewirtschaftet wird wie die Ackerfläche im Falle des reinen Ackerbaus. In Tabelle 1 sind die angenommenen Parameter für die Modellfläche angegeben.

**Tabelle 1: Bekannte und festgelegte Parameter hinsichtlich der Modellfläche**

Parameter	Wert
Agroforstfläche	25 ha
<i>davon Ackerfläche</i>	22,395 ha
<i>davon Gehölzfläche</i>	2,605 ha
Flächenbreite	324 m
Flächenlänge	771,6 m
Anzahl Gehölzstreifen	3 Streifen
Streifenbreite	12 m
Streifenlänge	723,6 m
Innenabstand der Gehölzstreifen zueinander	96 m
Abstand der Gehölzstreifen zum Feldrand	48 m
Vorgewendeabstand der Gehölzstreifen	24 m
Fahrgassenabstand	24 m
Pappel-Pflanzdichte	10.000 Pflanzen/ha
Nutzungsdauer	24 Jahre
Umtrieb/Erntezyklus	4 Jahre
Kalkulationszinssatz	3,5 %

Quelle: eigene Darstellung

In der Agroforstmodellfläche werden drei jeweils zwölf Meter breite Pappelstreifen parallel zueinander angelegt. Die Gehölzstreifen stehen 96 m auseinander und die äußeren Streifen weisen einen Abstand von 48 m zur Längsseite des Feldes auf. Zudem werden die Gehölzstreifen nur bis auf einen Abstand von 24 m an die kurzen Feldseiten heran gepflanzt, sodass die Vorgewende nicht durch die Gehölze unterbrochen werden. Damit ergibt sich eine Pappelstreifenlänge von 723,6 m und bei einer Breite von zwölf Metern eine Fläche von 8.683 m<sup>2</sup> je Gehölzstreifen. Die Flächen der einzelnen Parzellen mit Niederwald im Kurzumtrieb liegen somit über 0,3 ha, wodurch sie im Rahmen der EU-Agrarförderung beihilfefähig sind (vgl. Kapitel 2). Die Fahrgassenabstände und damit einhergehend die Arbeitsbreiten für die Dünge- und Pflanzenschutzmittelapplikation betragen 24 m. Die Arbeitsbreiten der weiteren landwirtschaftlichen Maschinen hinsichtlich Bodenbearbeitung, Aussaat und Ernte sind mit vier, drei bzw. sechs Metern angenommen, sodass keine Überschneidungen in der Bewirtschaftung des Agroforstsystems entstehen. Die mit 10.000 Pflanzen pro Hektar angelegten Pappelstreifen werden im vierjährigen Umtrieb geerntet, 24 Jahre genutzt und anschließend rekultiviert. Der Kalkulationszinssatz für die Berechnungen der Leistungs-Kosten-Differenz ist mit 3,5 % veranschlagt.

Neben den zuvor erläuterten bekannten Größen, existieren hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen eine Reihe von unsicheren Zufallsvariablen, die die Erstellung eines Risikoprofils überhaupt erst erforderlich machen (KRÖBER et al., 2008). Zur Durchführung der Monte-Carlo-Simulation ist es notwendig, geeignete Daten für die Zufallsvariablen zu beschaffen (vgl. Kapitel 3). Die erforderlichen Daten für die Berechnungen sind zum einen durch umfangreiche Literaturrecherchen und zum anderen auf Grundlage der Ertragsmessungen der beiden Versuchsstandorte ermittelt worden. Anhand der so beschafften Datengrundlage sind die Verteilungen für die jeweiligen Zufallsvariablen mit dem Microsoft Excel Add In



@RISK bestimmt worden. Es wurden dazu mittels Kolmogorov-Smirnov-Test die Verteilungen ermittelt, die am besten zu den Werten der Datengrundlage passen. Während zum Beispiel KRÖBER et al. (2008) ausschließlich die Dreiecksverteilung berücksichtigt haben, sind für die vorliegenden Berechnungen neben der Dreiecksverteilung (RiskTriang) auch die Normalverteilung (RiskNormal) und die Gleichverteilung (RiskUniform) berücksichtigt worden. Die Normalverteilung lässt zwar theoretisch negative Werte zu, was in Bezug auf Preise und Erträge als unrealistisch einzustufen ist, jedoch spielen negative Werte bei der vorliegenden Datengrundlage hinsichtlich des Verhältnisses von Mittelwert zur Standardabweichung eine untergeordnete Rolle. In Tabelle 2 sind – beispielhaft für den Versuchsstandort Dornburg – die Daten hinsichtlich der unsicheren Zufallsvariablen, die sich im Rahmen der Anlage von Gehölzen innerhalb eines Agroforstsystems ergeben (vgl. Kapitel 4.1), abgebildet. Die Daten in Bezug auf den Versuchsstandort Forst, für den aufgrund unvollständiger Ertragsdaten die gleiche Fruchtfolge wie in Dornburg angenommen worden ist, sind im Anhang zu finden.

**Tabelle 2: Datengrundlage für die Gehölzstreifen des Agroforstsystems Dornburg**

Annahmen	Mw. <sup>a</sup>	Sta. <sup>b</sup>	Min.	Max.	Anzahl Daten	Dichtefunktion
Flächenkosten <sup>1</sup> [€/ha]	323,05	76,46	200,00	477,00	20	RiskNormal
Gemeinkosten <sup>2</sup> [€/ha]			100,00	215,00	14	RiskTriang
Kosten Herbizidmaßnahme <sup>3</sup> [€/ha]			29,22	85,99	11	RiskTriang
Kosten Pflügen <sup>4</sup> [€/ha]	87,96	24,03	47,00	151,93	15	RiskNormal
Kosten Saatbettbereitung <sup>5</sup> [€/ha]	38,82	15,20	12,00	78,14	15	RiskNormal
Kosten Pflanzgut <sup>6</sup> [€/ha]	1.808,33	418,78	1.200,00	2.500,00	12	RiskNormal
Kosten Pflanzung <sup>7</sup> [€/ha]			264,00	635,00	9	RiskUniform
Kosten Bestandspflege <sup>8</sup> [€/ha]	108,40	50,85	49,00	176,60	6	RiskNormal
Kosten Ernte <sup>9</sup> [€/ha]	466,60	102,21	350,00	600,00	6	RiskNormal
Kosten Transport <sup>10</sup> [€/t <sub>atro</sub> ]			3,58	15,00	5	RiskUniform
Kosten Trocknung <sup>11</sup> [€/t <sub>atro</sub> ]	9,13	4,23	4,50	15,00	5	RiskNormal
Kosten Rekultivierung <sup>12</sup> [€/ha]			500,00	2.500,00	11	RiskTriang
Ertrag <sup>13</sup> [t <sub>atro</sub> /ha]			26,52	69,79	18	RiskTriang
Hackschnitzelpreis <sup>14</sup> [€/t <sub>atro</sub> ]			87,00	155,00	17	RiskTriang

<sup>a</sup>Mittelwert

<sup>b</sup>Standardabweichung

Quelle: eigene Darstellung nach <sup>1-14</sup>BEIMGRABEN (2009), <sup>1-14</sup>KTBL (2009), <sup>1,3-7,12-14</sup>SCHILDBACH et al. (2010), <sup>3-14</sup>SCHWEINLE und FRANKE (2010), <sup>1-10,12-14</sup>UNSELD et al. (2010), <sup>9</sup>v. BEHR et al. (2012), <sup>1-10,12-14</sup>WAGNER et al. (2012), <sup>1-7,12-14</sup>WOLBERT-HAVERKAMP (2012), <sup>1,2,4-7,11-14</sup>REINHOLD und HERING (2013), <sup>13</sup>VETTER (2016), <sup>14</sup>BZA (2017), <sup>14</sup>C.A.R.M.E.N. (2017) und <sup>13,14</sup>LWK-NRW (2017b)

Die Flächenkosten wurden anhand von 20 Literaturdaten aus dem Bundesland Thüringen ermittelt. Die Datenspanne reicht von 200 € bis 477 € je Hektar und die Verteilung der Daten kommt einer Normalverteilung am nächsten. Es ergibt sich ein Erwartungswert von 323,05 €/ha und eine Standardabweichung von 76,46 €/ha. Die Gemeinkosten mit einer Spanne von 100 €/ha bis 215 €/ha basieren auf 14 Daten und folgen am ehesten einer Dreiecksverteilung. Für die Herbizidmaßnahme vor der Gehölzpflanzung entstehen je Hektar Kosten zwischen 29,22 € und 85,99 €, die ebenfalls am ehesten dreiecksverteilt sind. Die annä-



hernd normalverteilten Kosten für das Pflügen liegen – mit einem Erwartungswert von 87,96 €/ha – zwischen 47 €/ha und 151,93 €/ha. Für die Saatbettbereitung entstehen im Mittel Kosten von 38,82 €/ha. Der finanzielle Aufwand für das Pflanzgut liegt zwischen 1.200 €/ha und 2.500 €/ha, woraus sich ein Erwartungswert von 1.808,33 €/ha und damit ein wesentlicher Kostenfaktor der Gehölzstreifenanlage ergibt. Der Aufwand für die Pflanzung selbst liegt zwischen 264 €/ha und 635 €/ha und die Datengrundlage weist die Struktur einer Gleichverteilung auf. Die Bestandspflege beläuft sich im Mittel auf 108,40 €/ha und die Erntekosten betragen im Mittel 466,60 €. Für den Transport der Hackschnitzel wurden Kosten zwischen 3,58 €/t<sub>atro</sub> und 15 €/t<sub>atro</sub> angenommen. Der Aufwand für die Trocknung des Hackgutes liegt im Mittel bei 9,13 €/t<sub>atro</sub>. Die Rekultivierung am Ende der Nutzungsdauer des Agroforstsystems verursacht Aufwendungen zwischen 500 €/ha und 2.500 €/ha. Die Ertragsdaten wurden im Gegensatz zu den anderen Größen nicht allein auf Grundlage von Literaturdaten gewonnen, sondern stammen zusätzlich aus der Ertragserfassung am Versuchsstandort Dornburg. Die Erträge liegen somit zwischen 26,52 t<sub>atro</sub>/ha sowie 69,79 t<sub>atro</sub>/ha und es sind – in Bezug auf die Modellfläche – alleinig die Erträge der Pappelstreifen und keiner anderen dort ebenfalls angelegten Gehölze berücksichtigt worden. Zudem sind in Anlehnung an die Beobachtungen von Wagner et al. (2012), dass der physische Ertrag der Gehölze bei steigenden Umtrieben zunimmt, entsprechende Faktoren für die Holzträge berücksichtigt worden. Für den ersten Umtrieb ist ein Ertragsfaktor von 0,495, für den zweiten von 1,000, für den dritten und vierten von jeweils 1,120, für den fünften von 1,125 und für den sechsten von 1,130 hinterlegt worden. Die Preise für Hackschnitzel bewegen sich auf Grundlage der herangezogenen Datenbasis zwischen 87 €/t<sub>atro</sub> und 155 €/t<sub>atro</sub> (vgl. Tabelle 2).

Simultan zu dem Agroforstsystem sind für die Ackerfläche entsprechende Daten hinsichtlich der Zufallsvariablen beschafft sowie deren Verteilungen bestimmt worden. In Tabelle 3 ist die Datengrundlage für die Ackerfläche sowie für die Ackerstreifen zwischen den Gehölzen innerhalb des Agroforstsystems – ebenfalls auf den Standort Dornburg bezogen – dargestellt.


**Tabelle 3: Datengrundlage für die Ackerfläche und die Ackerstreifen des Agroforstsystems Dornburg**

Annahmen	Mw. <sup>a</sup>	Sta. <sup>b</sup>	Min.	Max.	Anzahl Daten	Dichtefunktion
Flächenkosten <sup>1</sup> [€/ha]	323,05	76,46	200,00	477,00	20	RiskNormal
Gemeinkosten <sup>2</sup> [€/ha]			100,00	215,00	14	RiskTriang
DK Sommergerste <sup>3</sup> [€/ha]	310,67	49,96	247,00	384,00	6	RiskNormal
AEK Sommergerste <sup>4</sup> [€/ha]			418,00	506,00	6	RiskTriang
Ertrag Sommergerste <sup>5</sup> [dt/ha]	51,56	5,14	39,30	59,60	11	RiskNormal
Preis Sommergerste <sup>6</sup> [€/dt]	19,16	2,37	16,30	22,60	5	RiskNormal
DK Winterraps <sup>7</sup> [€/ha]			469,00	711,00	6	RiskTriang
AEK Winterraps <sup>8</sup> [€/ha]			377,00	512,00	6	RiskUniform
Ertrag Winterraps <sup>9</sup> [dt/ha]	37,05	7,63	25,00	45,00	7	RiskNormal
Preis Winterraps <sup>10</sup> [€/dt]	39,82	5,19	33,00	49,00	6	RiskNormal
DK Winterweizen <sup>11</sup> [€/ha]	543,33	72,14	441,00	652,00	6	RiskNormal
AEK Winterweizen <sup>12</sup> [€/ha]			417,00	562,00	9	RiskTriang
Ertrag Winterweizen <sup>13</sup> [dt/ha]	89,69	16,05	40,10	106,90	25	RiskNormal
Preis Winterweizen <sup>14</sup> [€/dt]	17,29	2,32	13,80	19,00	5	RiskNormal

<sup>a</sup>Mittelwert

<sup>b</sup>Standardabweichung

Quelle: eigene Darstellung nach <sup>1,2,7-10,13</sup>GRAF et al. (2004), <sup>1,11-14</sup>CHRISTEN (2009), <sup>1-14</sup>KTBL (2009), <sup>1-14</sup>KTBL (2010), <sup>1,2,7-10</sup>DEGNER (2011), <sup>1-6</sup>DEGNER (2012), <sup>1,2,7-9,11-13</sup>WOLBERT-HAVERKAMP (2012), <sup>1,2,11-14</sup>DEGNER (2015), <sup>5,9,13</sup>VETTER (2016), <sup>11-14</sup>LFL (2017a), <sup>3-6</sup>LFL (2017b) und <sup>7-10</sup>LFL (2017c)

Die Datenbasis hinsichtlich der Flächen- und Gemeinkosten für die Ackerreferenzfläche und die Ackerfläche innerhalb des Agroforstsystems entspricht folgerichtig exakt der Datengrundlage bezüglich der Kosten für die Gehölzstreifen. Somit ergeben sich im Mittel Flächenkosten von 323,05 €/ha und die annähernd einer Dreiecksverteilung entsprechenden Gemeinkosten liegen zwischen 100 €/ha und 215 €/ha. Die weiteren Kosten für die Ackerkulturen sind zu Durchschnittskosten (DK) und Arbeiterledigungskosten (AEK) zusammengefasst. Zu den Durchschnittskosten zählen die Aufwendungen für das Saatgut sowie für die Dünge- und Pflanzenschutzmittel; die Arbeiterledigungskosten umfassen die Lohn- und Maschinenkosten. Entsprechend der Fruchtfolge ergeben sich anhand der Literaturdaten Durchschnittskosten für die Sommergerste zwischen 247 €/ha und 384 €/ha, die einer Normalverteilung am nächsten kommen und einen Erwartungswert von 310,67 €/ha sowie eine Standardabweichung von 49,96 €/ha aufweisen. Die Arbeiterledigungskosten für die Sommergerste liegen zwischen 418 €/ha und 506 €/ha und die zugrundeliegenden Daten sind am ehesten dreiecksverteilt. Die Erträge der annuellen Ackerkulturen beziehen sich – wie auch die Holzerträge – zu etwa zwei Drittel auf Literaturdaten und zu etwa einem Drittel auf die Daten der Ertragsfassung am Versuchsstandort Dornburg. Für die Sommergerste ergibt sich somit hinsichtlich des Ertrags ein Erwartungswert von 51,56 dt/ha. Der Sommergerstenpreis lässt einen Betrag von 19,16 €/dt erwarten und die dazugehörige Datengrundlage kommt der Normalverteilung sehr nahe. Hinsichtlich des Winterrapses reicht die Spanne der Durchschnittskosten von 469 €/ha bis 711 €/ha und die der Arbeiterledigungskosten von 377 €/ha bis 512 €/ha. Der





Rapspreis sowie der Rapserttrag sind auf Grundlage der Datenbasis normalverteilt und liegen in dem Wertebereich zwischen 25 dt/ha und 45 dt/ha bzw. zwischen 33 €/dt und 49 €/dt. Beim Weizen sind Durchschnittskosten von 543,33 €/ha zu erwarten und die Arbeiterledigungskosten liegen zwischen 417 €/ha und 562 €/ha. Der Weizen lässt einen Ertrag von 89,69 dt/ha erwarten; der Wertebereich reicht von 40,10 dt/ha bis 106,90 dt/ha, woraus sich eine Standardabweichung von 16,05 dt/ha ergibt. Der Winterweizenpreis weist bei einer Spanne von 13,80 €/dt und 19 €/dt einen Erwartungswert von 17,29 €/dt auf (vgl. Tabelle 3).

Neben den unsicheren Zufallsvariablen sind die Direktzahlungen als Fixbetrag berücksichtigt worden. Aufgrund der Beihilfefähigkeit der Gehölzstreifen (vgl. Kapitel 2) sind auf Grundlage der aktuellen Regelungen im Bereich der EU-Agrarförderung sowohl für die Ackerfläche als auch für das Agroforstsystem Transferzahlungen – bestehend aus Basisprämie, Greeningprämie und Umverteilungsprämie – in Höhe von 284,26 €/ha berücksichtigt worden.

## 5 Ergebnisse

Wie anfangs erwähnt, werden mit Dornburg und Forst zwei Standorte betrachtet, an denen jeweils das Agroforstsystem mit der Ackerfläche verglichen wird. Die Gegenüberstellung der Anbaualternativen „Agroforst“ und „annuelle Ackerkultur“ wird diesbezüglich für jeden Standort separat durchgeführt, da für die Standorte unterschiedliche Erträge und Flächenkosten angenommen werden. Zur Erstellung der Risikoprofile mittels Monte-Carlo-Simulation wurden für beide Anbaualternativen an beiden Standorten jeweils 10.000 Simulationsläufe mit dem Microsoft Excel Add In @RISK durchgeführt. Es liegen demnach auch 10.000 Einzelergebnisse der betrachteten Zielgröße vor, da deren Anzahl den Wiederholungen der Simulationsläufe entspricht (KRÖBER et al., 2008). Als Zielgröße wurde – wie in Kapitel 3 angemerkt – die Leistungs-Kosten-Differenz gewählt.

### 5.1 Modellergebnisse für den Standort Dornburg

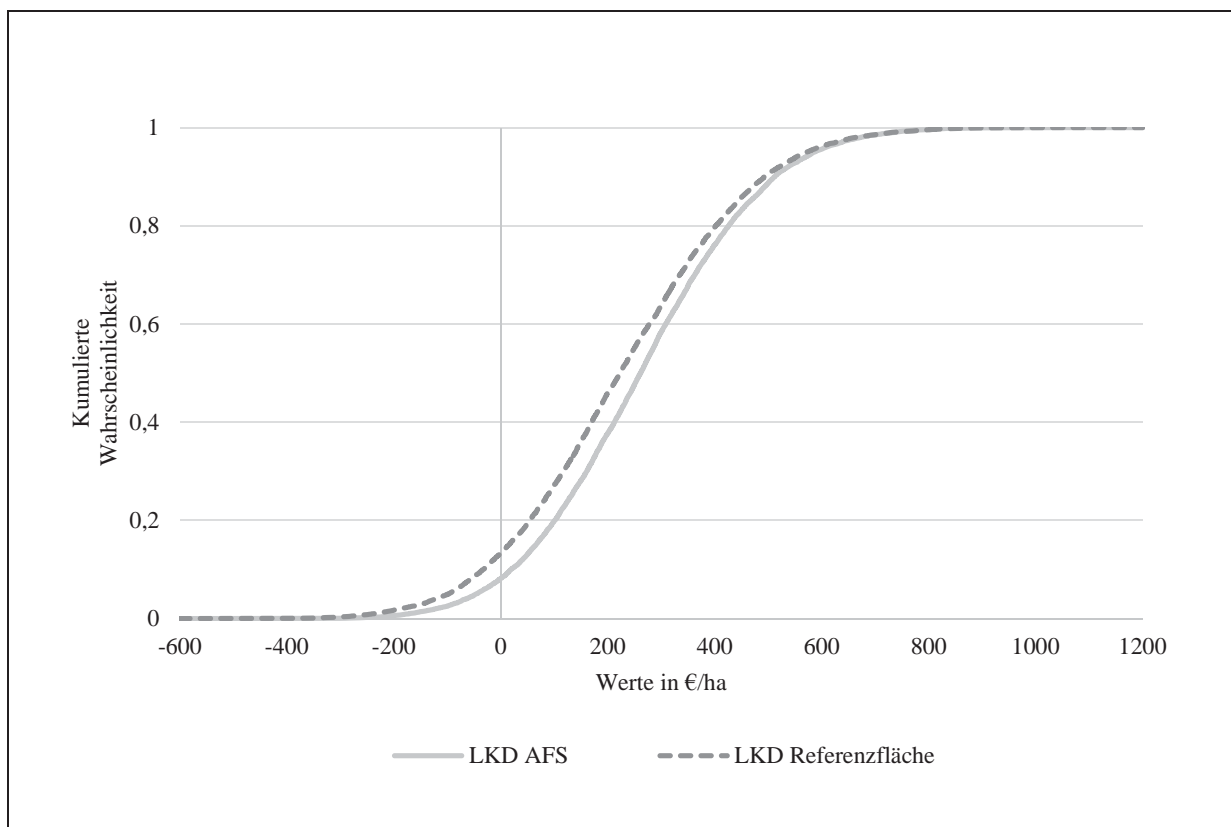
In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Berechnungen für das Agroforstsystem und für die Ackerreferenzfläche dargestellt. Das Agroforstsystem erreicht mit 264,12 €/ha im Vergleich zur Referenzfläche (228,07 €/ha) den höheren Erwartungswert der Leistungs-Kosten-Differenz. Gleichzeitig weist das Agroforstsystem eine Standardabweichung von 193,73 €/ha auf, die damit unterhalb der Standardabweichung der Ackerfläche von 207,68 €/ha liegt. Das 5 % Perzentil zeigt an, dass es mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 % beim Agroforstsystem zu einer LKD von unter -48,84 €/ha kommt und mit gleicher Wahrscheinlichkeit bei der Referenzfläche zu einer LKD von unter -107,40 €/ha. Weiterhin gibt das 95 % Perzentil an, dass beim Agroforstsystem eine LKD oberhalb von 584,41 €/ha mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % nicht erreicht wird. Bei der Referenzfläche liegt die LKD mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit nicht über 573,42 €/ha.

**Tabelle 4: Ergebnisse für den Standort Dornburg**

Parameter	LKD Agroforstsystem	LKD Referenzfläche
Erwartungswert [€/ha]	264,12	228,07
Standardabweichung [€/ha]	193,73	207,68
5 % Perzentil [€/ha]	-48,84	-107,40
95 % Perzentil [€/ha]	584,41	573,42

Quelle: eigene Berechnung

Ergänzend zu den Daten aus Tabelle 4 sind in Abbildung 1 die Verteilungsfunktionen der Anbaualternativen „Agroforstsystem“ und „annuelle Ackerkultur“ abgebildet. Anhand der Funktionsgraphen ist zu erkennen, dass die Fläche zwischen den Verteilungsfunktionen unterhalb des Schnittpunktes größer ist als die Fläche oberhalb des Schnittpunktes. Daher ist sowohl an der Abbildung als auch an dem höheren Erwartungswert hinsichtlich der LKD bei gleichzeitig niedrigerer Standardabweichung unter Rückgriff auf das Konzept der stochastischen Dominanz (vgl. Kapitel 3) erkennbar, dass an dem Standort Dornburg das Agroforstsystem gegenüber der Referenzfläche stochastisch dominant zweiter Ordnung ist.

**Abbildung 1: Verteilungsfunktionen für die Anbaualternativen am Standort Dornburg**

Quelle: eigene Berechnung

## 5.2 Modellergebnisse für den Standort Forst

Die Ergebnisse der Berechnungen für den Standort Forst sind in Tabelle 5 wiedergegeben. Der Erwartungswert der LKD für das Agroforstsystem beträgt 770,88 €/ha und der Erwar-



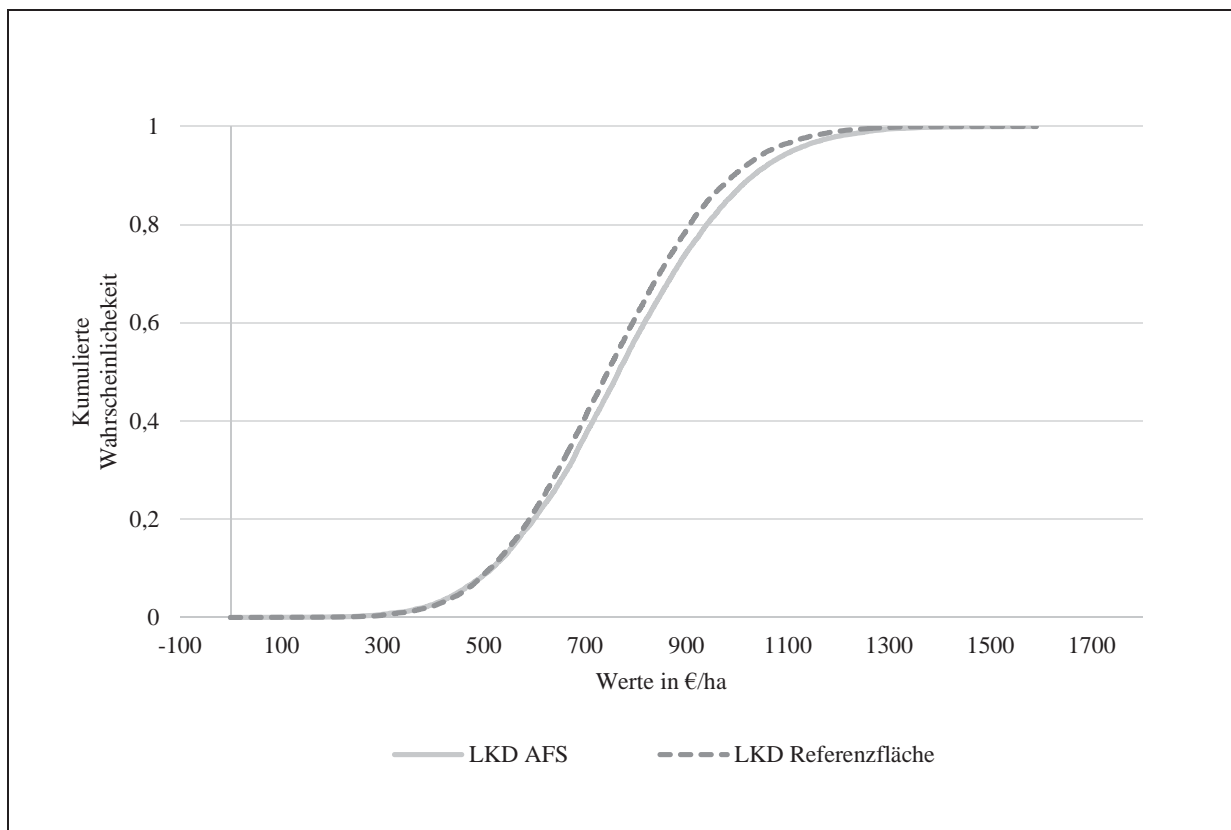
tungswert für die Referenzfläche liegt bei 749,56 €/ha. Beim Agroforstsystem ergibt sich eine Standardabweichung von 200,79 €/ha und bei der Referenzfläche von 186,06 €/ha. Wie das 5 % Perzentil anzeigt, liegt die LKD beim Agroforstsystem mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 % unterhalb von 447,66 €/ha; bei der Ackerfläche liegt die LKD mit einer 5 %igen Wahrscheinlichkeit unter 455,49 €/ha. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt die LKD des Agroforstsystems unter 1.108,07 €/ha und die LKD der Referenzfläche unterhalb von 1.061,21 €/ha.

**Tabelle 5: Ergebnisse für den Standort Forst**

Parameter	LKD Agroforstsystem	LKD Referenzfläche
Erwartungswert [€/ha]	770,88	749,56
Standardabweichung [€/ha]	200,79	186,06
5 % Perzentil [€/ha]	447,66	455,49
95 % Perzentil [€/ha]	1.108,07	1.061,21

Quelle: eigene Berechnung

Die zugehörigen Verteilungsfunktionen zu den Berechnungen für den Standort Forst sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Verteilungsfunktionen der Anbaualternative „Agroforstsystem“ und der Alternative „annuelle Ackerkultur“ verlaufen so, dass die Fläche zwischen den Funktionsgraphen oberhalb des Schnittpunktes der Graphen größer ist als die Fläche unterhalb der Graphen. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des Standortes Dornburg ergibt sich damit für den Standort Forst unter Rückgriff auf das Konzept der stochastischen Dominanz eine sogenannte praxisrelevante Situation. Das ist zum einen an den Verteilungsfunktionen zu erkennen und andererseits wird es daran deutlich, dass mit dem höheren Erwartungswert beim Agroforstsystem auch die höhere Standardabweichung einhergeht.


**Abbildung 2: Verteilungsfunktionen für die Anbaualternativen am Standort Forst**


Quelle: eigene Berechnung

## 6 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl für den Standort Dornburg als auch für den Standort Forst das Agroforstsystem hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einen höheren Erwartungswert aufweist als die Ackerreferenzfläche. Ein risikoneutraler Entscheider würde sich unter Rentabilitäts Gesichtspunkten somit in beiden Fällen für das Agroforstsystem entscheiden. Da Landwirte jedoch in der Regel nicht risikoneutral, sondern risikoavers sind (vgl. Kapitel 3), ist für sie neben der zu erwartenden Höhe auch die Schwankungsbreite der wirtschaftlichen Zielgröße relevant. Am Standort Dornburg ist die Schwankungsbreite, gemessen an der Standardabweichung, für das Agroforstsystem geringer als für die Referenzfläche, wodurch das Agroforstsystem bei gleichzeitig höherem Erwartungswert für diesen Standort eine Dominanz zweiter Ordnung aufweist. Auch für risikoaverse Entscheider kann daher hinsichtlich der Rentabilität eine eindeutige Handlungsempfehlung zu Gunsten des Agroforstsystems gegeben werden. Für den Standort Forst kann hingegen für risikoaverse Entscheider ohne weiteres keine eindeutige Handlungsempfehlung ausgesprochen werden, da dort beim Agroforstsystem mit dem höheren Erwartungswert auch die höhere Standardabweichung und damit das höhere Risiko zu beobachten ist. Um in diesem Fall eine individuelle Entscheidungsunterstützung liefern zu können, müsste der Grad der Risikoaversion bzw. die Risikonutzenfunktion des risikoaversen Entscheiders bekannt sein. Dann ließe sich mithilfe des Erwartungsnutzen-Prinzips oder des



Erwartungswert-Varianz-Kriteriums die Risikonutzenfunktion des Entscheiders mit den Verteilungsinformationen der Zielgröße verknüpfen. Durch die Berücksichtigung der Risikonutzenfunktion sowie der Verteilungsinformationen ließe sich letztlich – bezüglich der Handlungsalternativen „Agroforstsystem“ und „klassischer Ackerbau“ – eine Rangfolge bilden, die aus Rentabilitäts Gesichtspunkten die Wahl des risikoaversen Entscheiders unterstützen würde (MUBHOFF und HIRSCHAUER, 2016).

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse – besonders derjenigen für den Standort Dornburg – stellt sich die Frage, warum Agroforstsysteme von Landwirten in Deutschland keine Berücksichtigung bei der Anbauplanung finden. Gründe für die Zurückhaltung der Umsetzung des kombinierten Anbausystems sehen SPIECKER et al. (2009) vor allem in fehlendem Wissen der Landwirte über Bäume und deren Kultivierung. Darüber hinaus wird der Boden sehr lange gebunden, weshalb der Anbau im Grunde nur auf Eigentumsflächen umgesetzt werden kann, da die Nutzungsdauer von Agroforstsystemen den durchschnittlichen Pachtzeitraum deutlich überschreitet. Ein weiterer Grund könnten die lange Bindung des Kapitals und die irreversiblen Investitionskosten sein. Die Investitionskosten eines Agroforstsystems bestehen hauptsächlich aus den Kosten für Pflanzgut und Pflanzung, die im Fall einer Rückumstellung nicht zurückzuerlangen sind und somit versunken wären (DIEKMANN et al., 2015). Angesichts der hohen Volatilität der Preise für Agrarprodukte könnten Landwirte dies als Nachteil betrachten. Zudem haben WAGNER et al. (2012) gezeigt, dass bei den ersten Umtrieben der Gehölze noch mit niedrigeren Biomasserträgen zu rechnen ist, wodurch es zu Liquiditätsengpässen bei den Betrieben mit Agroforstsystem kommen kann. Im Gegensatz zur Ackerfläche sind die Rückflüsse auch deutlich unregelmäßiger verteilt und nicht gleichmäßig, wie es die Annuität suggeriert. In den durchgeführten Berechnungen sind die genannten Aspekte der Irreversibilität und zeitlichen Flexibilität der Investition in ein Agroforstsystem nicht berücksichtigt worden, da die Hinzunahme dieser Aspekte in das aufgestellte Modell aufgrund der hohen Zahl an Zufallsvariablen die verfügbaren Rechenkapazitäten überschritten hätte. Der Wert des Wartens – in Bezug auf die Möglichkeit auch zu einem späteren Zeitpunkt investieren zu können und keine „Jetzt oder nie“ Entscheidung treffen zu müssen – wird somit nicht berücksichtigt. Jedoch könnte der Wert des Wartens die Investitionszurückhaltung der Landwirte in ein Agroforstsystem, wie FEIL und MUBHOFF (2018) es für Kurzumtriebsplantagen bereits gezeigt haben, trotz möglicher Rentabilitätsvorteile erklären.

Den Berechnungen lag ferner eine aus Sicht der Arbeitserledigung bestmögliche Modellfläche zugrunde. Die rechteckige Grundfläche und vor allem die ganzzahligen Vielfachen der landwirtschaftlichen Arbeitsbreiten als Abstände zwischen den Gehölzstreifen führen zu keinen nennenswerten Beeinträchtigungen bei der Bewirtschaftung. Die dadurch minimierten Arbeitserledigungskosten können jedoch deutlich ansteigen, wenn sich die Arbeitsbreiten und vor allem die Fahrgassenabstände während der Nutzungsdauer ändern, da das zu Bewirtschaftungsüberschneidungen und somit zu kostenintensiven Doppelüberfahrten führt. Mit einem Anstieg der Arbeitserledigungskosten können sich die Ergebnisse hinsichtlich der Wirtschaft-



lichkeit von Agroforstsystemen im Vergleich zur Ackerfläche zu Lasten des streifenförmigen Anbaus von Agrarholz verändern.

In Agroforstsystemen entstehen, wie eingangs erläutert, zwischen den Ackerkulturen und den Gehölzen der Kurzumtriebsstreifen Interaktionen, die teils synergetischen (z. B. Windschutz), teils aber auch konkurrierenden (z. B. Nährstoffkonkurrenz) Charakter haben. Im Fall überwiegend synergetischer Effekte und damit höherer Feldfruchterträge im Agroforstsystem würde – vor dem Hintergrund der vorliegenden Berechnungen – der Erwartungswert der Leistungs-Kosten-Differenz des Agroforstsystems ansteigen und weiterhin den Erwartungswert der Referenzfläche übersteigen. Für den Fall, dass die konkurrierenden Effekte überwiegen, würde das Agroforstsystem bis zu einem Ertragsrückgang der Feldfrüchte von 2,4 % (Dornburg) bzw. 1,6 % (Forst) einen höheren Erwartungswert aufweisen als die Referenzfläche. Bei stärkeren durch die Gehölze verursachten Ertragsdepressionen würde die Referenzfläche einen höheren Erwartungswert aufweisen, wodurch sich die Rangfolge umkehren würde und die Referenzfläche gegenüber dem Agroforstsystem aus Rentabilitätsgesichtspunkten vorzuziehlich wäre.

Hinsichtlich des Kalkulationszinsfußes hat sich gezeigt, dass die Ergebnisse bezüglich einer Variation robust sind. Eine Erhöhung der Diskontrate um 1,5 Punkte von 3,5 auf 5 % begünstigt zwar das Ergebnis der Referenzfläche im Vergleich zum Agroforstsystem, jedoch nicht annähernd in dem Maße als dass die Rangfolge sich ändert. Eine Reduzierung des Zinsfußes auf 2 % führt entsprechend zu einem relativen Anstieg des Erwartungswertes der Agroforstfläche gegenüber der Referenzfläche.

## 7 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass Agroforstsysteme unter bestimmten Bedingungen wirtschaftlich attraktiv sein können und Vorzüge gegenüber dem klassischen Ackerbau aufweisen. Die Vorteile hinsichtlich der Rentabilität scheinen Landwirten jedoch nicht auszureichen, um diese Form der Landnutzung umzusetzen. In zukünftigen Untersuchungen gilt es daher mittels Realloptionsansatz zu analysieren, ob die Irreversibilität und die zeitliche Flexibilität der Investition in ein Agroforstsystem die Zurückhaltung bei der Umsetzung der simultanen Gehölz- und Feldfruchtproduktion erklären können. Die Anwendung des Realloptionsansatzes könnte mithilfe einer Kombination aus stochastischer Simulation und genetischem Algorithmus erfolgen. Damit die Umsetzung gelingt, wäre es jedoch notwendig, die Zahl der Zufallsvariablen zu reduzieren, sodass nur eine unsichere Zufallsvariable – z.B. die Leistungs-Kosten-Differenz – je Anbauoption vorliegt (FEIL et al., 2013).

Um die ökologischen Vorteile der Agroforstwirtschaft dennoch gesamtgesellschaftlich nutzen zu können, wären flankierende Maßnahmen, wie eine höhere ökologische Wertigkeit im Rahmen der ökologischen Vorrangfläche oder eine finanzielle Unterstützung der Landwirte



im Zuge der Anlage von Agroforstsystemen denkbar (EMMANN et al., 2013). Insofern haben die Ergebnisse der Analyse interessante Implikationen sowohl für die europäische wie die nationale Agrarpolitik. Zudem sollten in zukünftigen Versuchsreihen präzise Ertragsmessungen unter gleichen Witterungs- und Bodenbedingungen zwischen den Ackerkulturen in Agroforstsystemen und den großflächig angebauten Ackerkulturen durchgeführt werden. Anhand der Ergebnisse kann letztlich analysiert werden, welche Auswirkungen die Gehölzstreifen auf die zwischenstehenden Ackerkulturen ausüben und ob die synergetischen oder die konkurrierenden Effekte überwiegen. Es bieten sich weiterhin auch Berechnungen für zusätzliche Standorte mit Eigenschaften, die sich von denen der Standorte Dornburg und Forst unterscheiden, sowie Sensitivitätsanalysen mit dem Ziel an, die Bedingungen, unter denen Agroforstsysteme wettbewerbsfähig gegenüber klassischen Ackerkulturen sind, zu spezifizieren. Schließlich empfiehlt sich für zukünftige ökonomische Untersuchungen der Agroforstwirtschaft, insbesondere im Hinblick auf Liquiditätsaspekte, Agroforstsysteme in gängige landwirtschaftliche Nutzungsportfolios einzubetten und nicht nur Handlungsalternativen heranzuziehen, die ausschließlich Agroforst oder klassischen Ackerbau betrachten.



## Literatur

- BÄRWOLFF, M. (2013): Streifenanbau in Agroforstsystemen. In: Bemmann, A. und D. Butler Manning (Hrsg.): Energieplantagen in der Landwirtschaft – Eine Anleitung zur Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb für den Praktiker. Erling Verlag, Clenze: 150-154.
- BÄRWOLFF, M., G. REINHOLD, C. FÜRSTENAU, T. GRAF, L. JUNG und A. VETTER (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- BÄRWOLFF, M. und A. VETTER (2011): Mehr Struktur auf großen Schlägen – Agroforstwirtschaft auf ausgeräumter Agrarfläche Thüringens. AgroForstEnergie – Forum Agroforstsysteme, Dornburg. In: [http://www.agroforstenergie.de/\\_publikationen/vortraege/V\\_25\\_Baerwolff\\_2011\\_2.Forum\\_AFE\\_TP1.pdf](http://www.agroforstenergie.de/_publikationen/vortraege/V_25_Baerwolff_2011_2.Forum_AFE_TP1.pdf), Abruf: 28.04.2017.
- BEIMGRABEN, T. (2009): Kostensätze und Leistungspotenziale bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen. 9. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, 5.11.2009. In: [http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/bilder/Veranstaltungen/Biomasse/2009-11-05\\_Kosten-Leistung-KUP-Beimgraben\\_5.pdf](http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/bilder/Veranstaltungen/Biomasse/2009-11-05_Kosten-Leistung-KUP-Beimgraben_5.pdf), Abruf: 13.04.2017.
- BENDIX, J., H. BEHLING, T. PETERS, M. RICHTER und E. BECK (2010): Functional biodiversity and climate change along an altitudinal gradient in a tropical mountain rainforest. In: Tschardtke, T., C. Leuschner, E. Veldkamp, H. Faust, E. Guhardja und A. Bidin (Hrsg.): Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change - Ecological and Socio-economic Valuations. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg: 239-268.
- BENÍTEZ, P.C., T. KUOSMANEN, R. OLSCHESKI und G.C. VAN KOOTEN (2006): Conservation Payments under Risk: A Stochastic Dominance Approach. In: American Journal of Agricultural Economics 88 (1): 1-15.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Ausgabe 2015. Bonn.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2017): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>, Abruf: 07.05.2017.
- BÖHM, C. (2013): Effekte agroforstlicher Landnutzung auf Mikroklima, Bodenfruchtbarkeit und Wasserqualität. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche 43: 46.
- BRANDES, W. und M. ODENING (1992): Investition, Finanzierung und Wachstum in der Landwirtschaft. Ulmer, Stuttgart.
- BRUMMACK, J. (2010): Aufbereitung von Hackschnitzeln für eine energetische Nutzung. In: Bemmann, A. und C. Knust (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Technische Universität Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Weißensee Verlag, Berlin: 117–129.
- BZA (Brennholz Zentrum Altdorf) (2017): Solar Energie & Biowärme. In: <http://www.solare-holztrocknung.de/41306/home.html>. Abruf: 20.04.2017.
- C.A.R.M.E.N. (Centrales- Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e. V.) (2017): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – der Energieholz-Index und Preisindex für KUP-Hackschnitzel. In: <https://www.carmen-ev.de/>, Abruf: 20.04.2017.
- CHRISTEN, O. (2009): Winterweizen – Das Handbuch für Profis. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.





- COUTO, P.R.G., J.C. DAMASCENO und S.P. DE OLIVEIRA (2013): Monte Carlo Simulations Applied to Uncertainty in Measurement. In: Chan, W.K. (Hrsg.): Theory and Applications of Monte Carlo Simulations. InTech, Rijeka: 27-51.
- DEGNER, J. (2011): Richtwerte für Leistungen und Kosten der Winterrapsproduktion in drei Ertragsstufen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. In: <http://www.tll.de/ainfo/archiv/wrar0811.pdf>, Abruf: 20.04.2017.
- DEGNER, J. (2012): Richtwerte für Leistungen und Kosten der Sommergerstenproduktion in drei Ertragsstufen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft In: [http://www.tll.de/ainfo/pdf/sg3\\_rw.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/sg3_rw.pdf), Abruf: 20.04.2017.
- DEGNER, J. (2015): Richtwerte für Leistungen und Kosten der Produktion von Winterweizen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 2015. In: [http://www.tll.de/www/daten/publikationen/richtwerte/brw\\_ww\\_1215.pdf](http://www.tll.de/www/daten/publikationen/richtwerte/brw_ww_1215.pdf), Abruf: 16.04.2017.
- DIEKMANN, A., M. HAVERKAMP und O. Q (2015): Die Bewertung der Umstellung von einer jährlichen Ackerkultur auf den Anbau von Miscanthus – Eine Anwendung des Realoptionsansatzes. In: German Journal of Agricultural Economics 64 (1): 16-32.
- EDER, M. (1993): Risikoanalyse mit Hilfe der stochastischen Dominanz – Fallbeispiel mit Versuchsdaten ausgewählter Marktfrüchte. In: Die Bodenkultur 44 (3): 275-288.
- EICHHORN, M.P., P. PARIS, F. HERZOG, L.D. INCOLL, F. LIAGRE, K. MANTZANAS, M. MAYUS, G. MORENO, V.P. PAPANASTASIS, D.J. Q, A. PISANELLI und C. DUPRAZ (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. In: Agroforestry Systems 67 (1): 29-50.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahrs, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Doluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. Landwirtschaftsverlag, Münster: 60-71.
- FEIL, J.-H., O. MUBHOFF und A. BALMANN (2013): Policy impact analysis in competitive agricultural markets: a real options approach. In: European Review of Agricultural Economics 40 (4): 633-658.
- FEIL, J.-H. und O. MUBHOFF (2018): Modelling investments in short rotation coppice under uncertainty: A value chain perspective. In: Biomass and Bioenergy 108 (1): 224-235.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2017): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. In: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html>, Abruf: 20.04.2017.
- GRAF, T., J. DEGNER, R. GÖTZ und W. ZORN (2004): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterraps. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 4. Auflage. In: <http://www.tll.de/ainfo/archiv/wrap0104.pdf>, Abruf: 15.04.2017.
- GRÜNEWALD, H. (2005): Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Dissertation Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.
- GRÜNEWALD, H. und T. REEG (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. In: Reeg, T., A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.
- HADAR, J. und W.R. RUSSELL (1969): Rules for Ordering Uncertain Prospects. In: American Economic Review 59 (1): 25-34.



- HENKE, S. und L. THEUVSEN (2014): Regional differenzierte Bewertung von Biogasanlagen und Kurzumtriebsplantagen. In: Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie 23: 81-90.
- HERZOG, F. (1997): Konzeptionelle Überlegungen zu Agroforstwirtschaft als Landnutzungsalternative in Europa. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 38: 32-35.
- HOFMANN, M. (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. 2. Auflage. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. Media Cologne Kommunikationsmedien, Hürth.
- KANZLER, M. und C. BÖHM (2015): Nachhaltige Erzeugung von Energieholz in Agroforstsystemen. Teilvorhaben 2: Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit, Wasserhaushalt und Mikroklima. Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Schlussbericht. FKZ: 22000312.
- KRÖBER, M., K. HANK, J. HEINRICH und P. WAGNER (2008): Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Energieholzanzbaus in Kurzumtriebsplantagen – Risikoanalyse mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation. GEWISOLA-Jahrestagung: Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung, Bonn.
- KRÖGER, R., J.R. KONERDING und L. THEUVSEN (2016): Identifikation von Einflussfaktoren auf die Nutzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat in Biogasanlagen. In: German Journal of Agricultural Economics 65 (2): 112-131.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2009): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Auflage. Scheuermann Druck, Gernsheim.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2010): KTBL-Datensammlung. Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 22. Auflage. Druckerei Lokay, Reinheim.
- LANGENBERG, J., L. DRITTLER, T. von BIERBRAUER, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2017): Der Markt für Bioenergie. In: German Journal of Agricultural Economics 66 (Supplement): 107-125.
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2017a): LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Winterweizen. In: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/winterweizen.html>, Abruf: 22.04.2017.
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2017b): LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Sommergerste. In: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/sommergerste.html>, Abruf: 22.04.2017.
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2017c): LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Winterraps. In: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/winterraps.html>, Abruf: 22.04.2017.
- LIEBHARD, P. (2010): Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. 2. Auflage. Stocker Verlag, Graz.
- LWK-NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (2017a): Greeningprämie. In: <https://www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/direktzahlungen/greeningpraemie.htm>, Abruf: 08.05.2017.
- LWK-NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) (2017b): Kurzumtriebsplantagen. In: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/nawaro/kurzumtriebsplantagen.htm>, Abruf: 20.04.2017.
- MAART-NOELCK, S.C. und O. MUBHOFF (2014): Measuring the risk attitude of decision-makers: are there differences between groups of methods and persons? In: Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 58 (3): 336-352.



- MOSQUERA-LOSADA, M.R., J. MCADAM, R. ROMERO-FRANCO, J.J. SANTIAGO-FREIJANES und A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ (2009): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe In: Rigueiro-Rodríguez, A., J. McAdam und M.R. Mosquera-Losada (Hrsg.): Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects. Springer, Dordrecht: 3-19.
- MUBHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2016): Modernes Agrarmanagement – Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. 4. Auflage. Verlag Franz Vahlen, München.
- NAIR, P.K.R. (1993): An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS und R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- PACHOLKE, K. (2011): Standortkundliche und ertragskundliche Untersuchung in einem einjährigen Alley-Cropping-System Südostbrandenburgs. Studienarbeit, BTU Cottbus.
- POULTER, S.R. (1998): Monte Carlo Simulation in Environmental Risk Assessment--Science, Policy and Legal Issues. In: RISK: Health, Safety & Environment 9 (1): 7-26.
- PRETZSCH, J. und C. SKODAWESSELY (2010): Sozio-ökonomische und ethische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: Bemann, A. und C. Knust (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Technische Universität Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Weißensee Verlag, Berlin: 230-242.
- REINHOLD, G. und T. HERING (2013): Betriebswirtschaftliche Richtwerte für die Produktion von Holzhackschnitzeln - 4-jähriger Umtrieb. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2. Auflage 2013. In: <http://www.tll.de/ainfo/pdf/brh40513.pdf>, Abruf: 14.04.2017.
- REYNAUD, A. und S. COUTURE (2012): Stability of risk preference measures: results from a field experiment on French farmers. In: Theory and Decision 73 (2): 203-221.
- SCHILDBACH, M., M. HOFMANN und H. WOLF (2010): Anlage und Etablierung von Kurzumtriebsplantagen. In: Bemann, A. und C. Knust (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Technische Universität Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Weißensee Verlag, Berlin: 65-73.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHOLZ V., F.R. LORBACHER und H. SPIKERMANN (2009): Technologien der Ernte und Rodung von Kurzumtriebsplantagen. In: Reeg, T., A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim: 99-112.
- SCHWEINLE, J. und E. FRANKE (2010): Betriebswirtschaft. In: Skodawessely, C., J. Pretzsch und A. Bemann (Hrsg.): Beratungshandbuch zu Kurzumtriebsplantagen – Entscheidungsgrundlagen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen in Deutschland. Verlag Hille, Dresden: 8.1-8.9.



- SPIECKER, H., M. BRIX, B. BENDER, A. CHALMIN, A. MÖNDEL, K. MASTEL, R. VETTER, R. UNSELD, U. KRETSCHMER, T. REEG, M. OELKE, W. KONOLD, J. HAMPEL, C. HEINDORF, F. HOHLFELD, S. JÄGER, G. MAHIK, E. RUSDEA, A. SCHÄFER und S. WEISENBURGER (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung – Schlussbericht des Projektes agroforst. Bundesministerium für Bildung und Forschung – Förderkennzeichen: 0330621.
- UNSELD, R., A. MÖNDEL, B. TEXTOR, F. SEIDL, K. STEINFATT, M. KAROPKA und M. NAHM (2010): Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz Baden-Württemberg. 2. Auflage. In: [http://www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/kup\\_broschuere.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/kup_broschuere.pdf), Abruf: 18.04.2017.
- UNSELD, R., N. REPPIN, K. ECKSTEIN, W. ZEHLIUS-ECKERT, H. HOFFMANN und T. HUBER (2011): Leitfaden Agroforstsysteme – Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. MEOX Druck, München.
- V. BEHR, W., A. BEMMANN, K. MICHALK, W. GROBE, T. EHM, G. GERDES, H.M. v. HARLING, M. HOFMANN, C. v. KÖNIG, W. KUDLICH, D. LANDGRAF, M. LIESEBACH, J. PLÖTZ, F. SETZER, S. WIEDEMANN, D. BUTLER MANNING und M. DAWID (2012): DLG-Merkblatt 371: Kurzumtriebsplantagen – Anlage, Pflege, Ernte und Wertschöpfung. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- VETTER, A., M. BÄRWOLFF, L. JUNG, D. HARZENDORF, M. PRÜFER und S. MÜRTER (2016): Verbundprojekt: Nachhaltige Erzeugung von Energieholz in Agroforstsystemen – Teilvorhaben I: Ertragseffekte und Ökonomie. Standort Thüringen, Gesamtkoordination. Abschlussbericht. Projekt-Nr. 99.08. FKZ: 22 01 66 11.
- WAGNER, P., J. SCHWEINLE, F. SETZER, M. KRÖBER und M. DAWID (2012): DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage. DLG-Merkblatt 372. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- WOLBERT-HAVERKAMP, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo Simulation. In: Berichte über Landwirtschaft 90 (2): 302-316.
- ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Technische Universität München.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 80 %.**



## Anhang

### Datengrundlage für die Gehölzstreifen des Agroforstsystems Forst

Annahmen	Mw. <sup>a</sup>	Sta. <sup>b</sup>	Min.	Max.	Anzahl Daten	Dichtefunktion
Flächenkosten [€/ha]	137,44	54,04	86,00	227,00	9	RiskNormal
Gemeinkosten [€/ha]	97,58	38,37	61,06	161,17	9	RiskNormal
Kosten Herbizidmaßnahme [€/ha]			29,22	85,99	11	RiskTriang
Kosten Pflügen [€/ha]	87,96	24,03	47,00	151,93	15	RiskNormal
Kosten Saatbettbereitung [€/ha]	38,82	15,20	12,00	78,14	15	RiskNormal
Kosten Pflanzgut [€/ha]	1.808,33	418,78	1.200,00	2.500,00	12	RiskNormal
Kosten Pflanzung [€/ha]			264,00	635,00	9	RiskUniform
Kosten Bestandspflege [€/ha]	108,40	50,85	49,00	176,60	6	RiskNormal
Kosten Ernte [€/ha]	466,60	102,21	350,00	600,00	6	RiskNormal
Kosten Transport [€/t <sub>atro</sub> ]			3,58	15,00	5	RiskUniform
Kosten Trocknung [€/t <sub>atro</sub> ]	9,13	4,23	4,50	15,00	5	RiskNormal
Kosten Rekultivierung [€/ha]			500,00	2.500,00	11	RiskTriang
Ertrag [t <sub>atro</sub> /ha]	46,27	1,95	42,89	48,00	18	RiskNormal
Hackschnitzelpreis [€/t <sub>atro</sub> ]			87,00	155,00	17	RiskTriang

<sup>a</sup>Mittelwert

<sup>b</sup>Standardabweichung

### Datengrundlage für die Ackerfläche und die Ackerstreifen des Agroforstsystems Forst

Annahmen	Mw. <sup>a</sup>	Sta. <sup>b</sup>	Min.	Max.	Anzahl Daten	Dichtefunktion
Flächenkosten [€/ha]	137,44	54,04	86,00	227,00	9	RiskNormal
Gemeinkosten [€/ha]	97,58	38,37	61,06	161,17	9	RiskNormal
DK Sommergerste [€/ha]	258,80	25,23	234,00	293,00	5	RiskNormal
AEK Sommergerste [€/ha]	282,50	8,62	240,00	320,00	8	RiskNormal
Ertrag Sommergerste [dt/ha]	45,14	9,82	28,00	59,60	9	RiskNormal
Preis Sommergerste [€/dt]	19,06	2,54	15,78	22,60	5	RiskNormal
DK Winterraps [€/ha]			278,00	711,00	10	RiskTriang
AEK Winterraps [€/ha]			252,00	335,00	7	RiskTriang
Ertrag Winterraps [dt/ha]			22,00	45,00	12	RiskUniform
Preis Winterraps [€/dt]			28,00	49,00	7	RiskTriang
DK Winterweizen [€/ha]	336,86	63,54	252,00	436,00	7	RiskNormal
AEK Winterweizen [€/ha]	299,14	30,91	255,00	347,00	7	RiskNormal
Ertrag Winterweizen [dt/ha]	112,47	19,61	83,00	159,00	17	RiskNormal
Preis Winterweizen [€/dt]	17,55	2,04	14,08	19,00	6	RiskNormal

<sup>a</sup>Mittelwert

<sup>b</sup>Standardabweichung

---

## Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland

### II.3: Willingness to pay for environmental effects of agroforestry systems – A PLS-model of the contingent evaluation from German taxpayers' perspective

JOSEF LANGENBERG and VERENA OTTER

**Abstract:** The standards of society with regard to agricultural land use have risen during the course of time. A method of management is increasingly being demanded that alongside the production of food also benefit the environment and society. Alley cropping agroforestry systems can make a contribution to supporting this demand, since they offer many environmental advantages and also enhance the landscape. In Germany, alley cropping systems in agriculture have only been of low-level importance, however, since the scale of planting has been restricted to just a few test areas. The reasons for the reticence among farmers to implement alley cropping are likely to lie in the economic disadvantages of agroforestry compared to full-area field cultivation. With the aid of financial support, incentives could however be created that encourage farmers to create agroforestry systems. However, potential subsidisation should be provided that takes into account societal preferences in order to be able to publicly legitimise them. The aim of this article is therefore to analyse and quantify the level of willingness to pay and its determining factors from the perspective of German taxpayers. Against this background, a complex socio-economic research model has been developed on the basis of the contingent evaluation method and concepts for consumer awareness of sustainably produced food products. The primary data collected on the basis of this research framework from 1714 taxpaying individuals living in Germany was evaluated using descriptive statistics, T-tests and the Partial Least Squares (PLS) method.

**Keywords:** alley cropping, landscape element, willingness to pay, contingent evaluation method, PLS model, Germany

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form eingereicht zur Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Zeitschrift „Agroforestry Systems“.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Introduction .....	157
2	Materials and methods .....	159
2.1	Conceptual research framework .....	159
2.2	Study design.....	162
3	Results .....	164
3.1	Sample description.....	164
3.2	Descriptive statistics .....	166
3.3	PLS analysis.....	167
4	Discussion .....	172
5	Conclusion.....	174
	References .....	177



## 1 Introduction

During the past few decades, the use of agricultural land in Germany has been mainly characterised by intensification, with the focus on increasing yields. The decisive factor for this orientation was the perceived main task of agriculture as being the provision of high-quality food in sufficient quantity. The needs of the almost continuously growing population for a wide-ranging offer of food had to be met, which despite the decline in area available was realised through continuous productivity increases (ROHWER, 2010). The development of the German population is, however, stagnating since the start of the 21st century, serious food shortages lie far back in the past, and, notwithstanding the persisting decisive role of food production, additional demands regarding agricultural land use have gradually grown. Thus, the negative external effects associated with land management, such as the nutrient inflow into the groundwater, the disappearance of landscape elements and the decline in biodiversity, are nowadays publicly discussed, resulting in populations' claims for changes in agricultural management methods (OPPERMANN et al., 2013).

Agroforestry systems planted with alley cropping cultivation method, as a mixed cropping system combining the strip-shaped cultivation of short rotation coppice wood with field crops on one plot, bear the potential to contribute to sustainable land use (TSONKOVA et al., 2012). Within such systems, 12 to 15-meter-wide tree strips are implemented on the agricultural plots. This distance between the strips complies with the working widths of the respective agricultural machinery and, thus, minimises disadvantages regarding the cultivation of agricultural crops between them. The trees used are fast-growing short rotation woody plants such as poplar, robinia or willow, which are harvested at recurring time intervals of three to eight years and can be used as energy sources in the form of wood chips (NAIR, 1993; REEG, 2010). Alley cropping agroforestry systems offer many ecological advantages and enhance the landscape (ZEHLIUS-ECKERT, 2010), while simultaneously taking the value-creation function of the soil into account (SCHMIDT, 2011). Thus, they combine the ecological, social and economic requirements related to agricultural land use in the focus of public discussions. Ecological benefits of the agroforestry systems compared to full-area farming systems can be generated i.a. through a better utilization of groundwater, a reduction in nutrient leaching, a decrease in soil erosion and enhanced biodiversity (KRUMMENACHER et al., 2008). With regard to social aspects, the tree strips counteract cleared landscapes and as a farmland element improve the aesthetic appearance of the landscape. The economic aspect is on the one hand taken into account through the fact that the tree strips are planted in harmony with agricultural cropping and are therefore only a marginal interference. On the other hand, the trees as sustainable raw material also generate yield while serving as a wind protection for intermediate agricultural crops (GRUENEWALD et al., 2007). However, usually these benefits are not enough to make agroforestry systems just as profitable as full-area farming. Notwithstanding the optimal integration of the tree strips into the plots, the farmer incurs additional operating costs through





agroforestry systems, and on most German sites, wooded plants deliver a lower yield than field crops (EMMANN et al., 2013). Additionally, the tree strips can lead to declines in field crop yields due to shading, competition for nutrients and water and the creation of new habitats for plant pests (GRUENEWALD, 2005). Further, tree strips are planted perennially, so that the flexibility in agricultural management decisions is limited during the approximately 20-year period of use. This makes it difficult to react to changes in working widths or shifts in price relations between wood chips and the field crops (SCHMIDT, 2011). The economic restrictions are likely to be a major reason why alley cropping agroforestry systems are up to now of nearly no relevance in Germany, and are restricted almost exclusively to trial plots (REEG, 2011). With financial support for planting agroforestry systems, incentives can be created for farmers to implement this form of land use (BÄRWOLFF et al., 2013). In Germany, however, no general public subsidies for agroforestry systems exist to date, even though European Union (EU) agricultural policy takes agroforestry farming into account (DRITTLER and THEUVSEN, 2017). The initial establishment of agroforestry systems on agricultural plots is recognised by the regulation No. 1698/2005 on support for rural development from the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) as being eligible for funding in principle (EU, 2005). This regulation, which has to date not been implemented by the federal states in Germany, could be applied in the future without any appreciable legal hurdles, on the basis of the European legal framework. In order to politically justify any subsidies, socio-economic evaluations are necessary in order to determine the general level of valuing and willingness to pay among the population for environmental benefits associated with agroforestry systems. Thus, it is ensured that funds are used in accordance with public preferences (POMMEREHNE and ROEMER, 1992).

Since no such investigation on agroforestry systems using the alley cropping method in Germany exists up to now, it is the aim of this study to close this research gap by analysing the level of monetary willingness to pay and its determining factors from the perspective of German taxpayers. Thereby, a monetary compilation of the price paid on the basis of market observations is not possible, since agricultural wood is a collective environmental good with value components independent of usage. For this reason, the subjectively expressed (additional) willingness to pay among German taxpayers needs to be acquired within the scope of a complex socio-economic research model, which is based on the contingent evaluation method and concepts of consumer perception of sustainable food products (GERPOTT and MAHMUDOVA, 2008). The primary data collected from 1714 taxpaying individuals living in Germany on the basis of this research model was analysed using the Partial Least Squares (PLS) method, and provides multifaceted implications for politics and various interest organisations. In this regard, material and methods are described in detail in Chapter 2. In Chapter 3, the results are presented. In Chapter 4, the results are discussed and a conclusion is drawn.



## 2 Materials and methods

### 2.1 Conceptual research framework

Among the previous scientific literature on the determination of individual preferences for collective environmental goods, the “contingent evaluation method” is, besides the “choice experiment”, well established (LIEBE and MEYERHOFF, 2005). Both methods are, unlike those for evaluating environmental goods, which are closely related to a private good such as the travel to a nature park, based on the assumption of hypothetical markets. Since choice experiments focus on weighing up different alternative options for behavioural actions according to different asset-attributes with different level gradations against each other, and this study is related to a specific environmental good without any variations possible, the conceptual research framework of this study is based on the contingent evaluation method. This method originates in ideas by CIRIACY-WANTRUP (1947) and allows for modelling complex socio-psychological decision processes. Thereby, the characteristics of the environmental good and/or the resulting perceived (usage-dependent and non usage-dependent) environmental change, the institution providing the environmental good, socio-demographic characteristics of the taxpayers and the so-called “payment vehicle” are incorporated in accordance with the contingent evaluation method (BATEMAN et al., 2002). Since agricultural companies and, thus, privately owned enterprises, with regard to its properties, are the provision institutions in the case of alley cropping agroforestry systems, this environmental good has additional analogies with sustainably produced food. Thus, such agroforestry systems can also be considered a private, agriculturally produced good with additional collective benefits, which partially also permits argumentations relating to concepts of consumer perception towards sustainably produced food products (LIEBE and MEYERHOFF, 2005; OTTER et al., 2014). However, the payment vehicle in this study, consistent with the contingent evaluation method, relates exclusively to the additional collective environmental benefit to the public (LIEBE and MEYERHOFF, 2005). In this regard, the payment vehicle can be conceptualised either in the form of a voluntary (i.e. donations) or mandatory payment (i.e. taxes). The advantages and disadvantages of both forms of payment vehicle and the fact that state and individual, private control can also potentially co-exist in German society for this collective environmental good justify a more complex design of the payment vehicle (LIEBE and MEYERHOFF, 2005; OSTHEIMER and VOGT, 2010). Consequently, in this study, both voluntary actionism and mandatory willingness to pay are regarded as separate elements of a willingness to act.

According to the basic economic principle of utility maximisation, also for agricultural products that can reduce the negative external effects of agriculture, the willingness to act depends on the value placed on different components of the associated environmental benefit. Thereby, the valuing can be either usage-dependent or non usage-dependent. In the case of the agroforestry systems, accordingly, usage-dependent valuing would arise through activities in the area affected by the landscape element, such as cycling, hiking and collecting wild plants. By



contrast, non usage-dependent valuing consists of existence value, option value and bequest value. Although a clear delimitation of both types of valuing is regarded as being difficult and unnecessary for measuring their entirety, they are considered as conceptually separate from each other in this study (FREEMAN, 2003; LIEBE and MEYERHOFF, 2005). In this regard, the usage-dependent valuing is represented by activities that are indicative for a particular closeness to nature, assuming that these influence the willingness to act.

*H1: A closeness to nature has an influence on the actionism.*

A similar influence must also be assumed for the non usage-dependent valuing. Thereby, it is anticipated that existence value, option value and bequest value would potentially be reduced through negative external effects associated with agricultural land use. Consequently, a negative attitude towards the use of existential resources by agriculture would lead to a greater willingness to act (LIEBE and MEYERHOFF, 2005). However, the German landscape architecture and, thus, also the perception of negative external effects is subject to strong regional differences (HUNZIKER, 2010), so that in the present research model, a differentiation is made between the environment-related attitude towards agriculture in Germany as a whole and the region-specific environmental perception of agriculture. Through the halo effect – a perception bias well known from psychology and often observed in consumer perception – it is expected that the region-specific perception of agriculture overshines the whole-German one. (OTTER et al., 2014; HELMLE, 2011; THORNDIKE, 1920).

*H2: The attitude towards agriculture has an influence on the actionism.*

*H3: The Region-specific environmental perception of agriculture has an influence on the attitude towards agriculture.*

*H5: The Region-specific environmental perception of agriculture has an influence on the actionism.*

As also for other agriculture products with an associated sustainable benefit, such as food certified with a sustainability standard, it must be assumed for alley cropping agroforestry systems that different sociodemographic characteristics have a direct or indirect effect on the willingness to pay (BERLICHINGEN, 2006; OTTER et al., 2014). Already in earlier studies on German consumers' perception of food products, such considerable influence has been confirmed for age, gender, the degree of education and household income in considerable manner. SCHULZE et al. (2008), KAYSER and SPILLER (2011) and OTTER et al. (2014) give evidence that in particular young, female consumers with an above-average level of education are significantly more willing to pay. Additionally, for the agroforestry systems in the focus of this study a region-specific socio-demographic influence on the willingness to pay must be assumed, both directly, via a perception bias arising from the loss of the direct relation to agriculture among parts of the population in result of urbanisation, and indirectly, via the perception of home-landscapes differently characterised by agriculture (HELMLE, 2011). For an-



imal welfare meat products, the direct effect has already been confirmed in a study by PIRSICH (2017), in which, as in this study, the region and the size of the current place of residence have been taken into account as determinants of purchasing behaviour.

*H4a: The sociodemographic characteristics have an influence on the region-specific environmental perception of agriculture.*

*H4b: The sociodemographic characteristics have an influence on the actionism.*

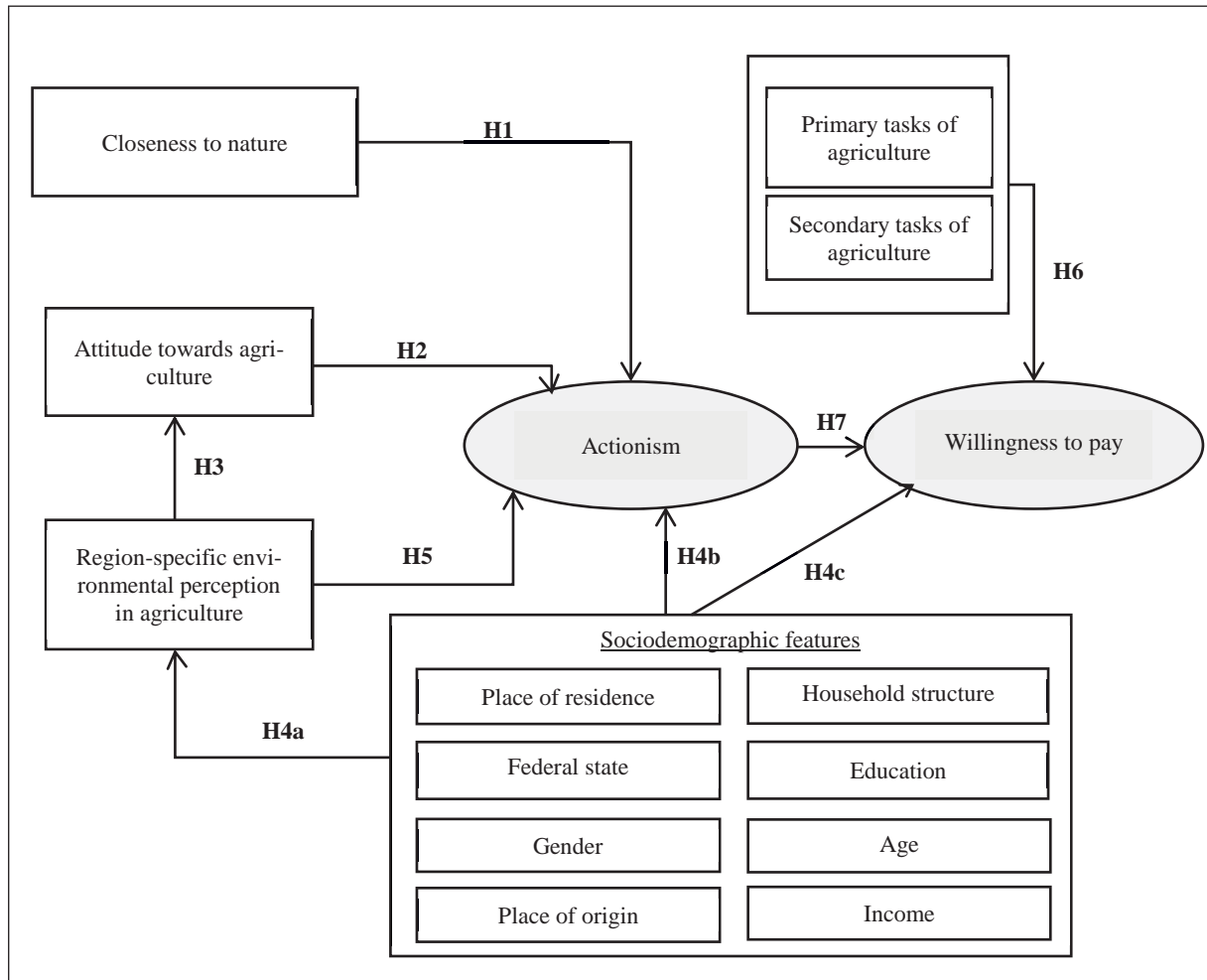
*H4b: The sociodemographic characteristics have an influence on the willingness to pay.*

Besides the general valuing of environmentally friendly measures, in the specific case of agroforestry systems, it must also be considered that this measure is assigned to a specific sector, namely agriculture. Theoretically, the willingness to pay for farmers' subsidies resulting from the overall valuing of a corresponding measure could perceive a reduction if the population does not regard the implementation of this measure as falling within the remit of agriculture. However, as described in the introduction, the remits associated with agriculture have altered in the perception of the German population since the 1990s from primary tasks, and thus the production of food in high quality and large quantities, towards secondary tasks, such as the conservation of resources and landscape protection (ROHWER, 2010). The increasing importance of such process quality aspects in consumer behaviour with respect to food products has already been confirmed in earlier studies by e.g. KORN et al. (2014) and ZÜHLSDORF and SPILLER (2012), and are additionally supported by the increasing proportion of the German population with an additional willingness to pay for environmentally friendly products (STATISTA, 2017). Therefore, it also has to be assumed in the present study that this shift in the perception of agricultural remits has an effect on the willingness to pay for the goods produced in this sector. This applies in particular when these goods, as in the present case of alley cropping agroforestry systems, reduce sector-specific negative external effects and thus benefit the environment (TSONKOVA et al., 2012).

*H6: The perception of the primary and secondary remits of agriculture influences the willingness to pay.*



**Figure 1: Research model with hypotheses**



Source: own creation

Referring to sociological research on the control of environmental protection, it is assumed that German taxpayers' willingness to act in favour of environmental benefit engendered through the production of an agricultural product can be divided into voluntary actionism and willingness to pay (OSTHEIMER and VOGT, 2010). Since the individual willingness to take voluntary action per se requires a higher intrinsic motivation with regard to environmental protection, it is also assumed that this actionism to the benefit of environmental and resource protection, which is determined by different characteristics and valuing components, leads to the decision regarding the level of willingness to pay in the form of a tax to subsidies the introduction of alley cropping agroforestry systems (LIEBE and MEYERHOFF, 2005).

*H7: The actionism influences the willingness to pay.*

The application of variance-based structural equation modelling of primary data is best suited in order to statistically analyse the complex causal connections in this research model.

## 2.2 Study design

For the empirical application of the research model, primary data was collected from 1714 taxable German inhabitants in February 2017 by means of a structured online-questionnaire



(average response duration: 10.31 minutes). The respondents were recruited via a panel provider using random sampling. In order to assure representativity, quota with regard to age, gender and regional distribution of the place of residence were set at the beginning of the questionnaire. Minors were not included, since they are usually not fully subject to taxation, and thus do not fall within the target group of this study. Further, they are not of full legal capacity, which due to the framework conditions of the panel provider excluded them from participating in the survey. The sociodemographic information is supplemented by questions regarding type of household, education, income, size of the place of residence and size of the place where they primarily grew up, at the end of the questionnaire. In addition, the psychographic characteristics “closeness to nature”, “region-specific environmental perception of agriculture”, “perceived tasks of agriculture” and “general attitude towards agriculture” were measured in this order on the basis of 5-point Likert and Likert-Like-scaled statements. In this study, the resulting actions are divided into “voluntary actionism” (voluntary actions) and “willingness to pay” (binding actions). Since a willingness to donate is regarded as being unreliable as an indicator of willingness to pay for environmental benefits due to potential free rider behaviour, and entry prices require the ability to exclude non-paying persons from positive, external effects, in this study, the willingness to pay was queried in the form of a tax increase (PEARCE and ÖZDEMIROGLU, 2002). In this context, the respondents were presented with a payment card for selection ranging from 0 to 150 euros of additional annual tax amount. Through the targeted limitation of the range of payment suggestions on this scale, the problems of starting point bias and excessive amounts of numbers were avoided (MITCHELL and CARSON, 1981). The value range was defined between 0 and 150 euros since this reflects a realistic scope (ROWE et al., 1996). Despite the limited suitability of the willingness to donate as an indicator for the willingness to pay, the amount of money donated to environmental and nature conservation organisations (ratio scale), the membership in such organisations (nominal scale) and the frequency of nature conservation-related voluntary work (Likert-Like scale) are appropriate indicators for “voluntary actionism” and were therefore also part of the questionnaire. While these variables were placed after the statement regarding the psychographic feature “closeness to nature” in the questionnaire due to their thematic relation, the “willingness to pay” together with the prior information text<sup>1</sup> (illustrated) was only queried after all psychographic characteristics in order to avoid a bias in interviewees’ response be-

<sup>1</sup> Information text: “This type of land use [agroforestry systems] enables the planting in strips of agricultural cultures (wheat or green fields) combined with fast-growing woody plants for energy production. In this way, in the agricultural area, both food and renewable raw materials for energy production can be provided. This type of land use offers numerous environmental advantages compared to conventional field cultivation, such as an increase in biodiversity. In economic terms, the farmer needs a compensation payment depending on the type of soil and the characteristics of the site in order to be able to bear the increased costs (planting costs, added expenditure, reduced field area). If the agroforestry systems described are funded, financial means from the Common Agricultural Policy of the EU, which are co-financed by taxes, are used. In this way, you as a taxpayer would also pay a portion of the funds, and possibly, even additional tax payments would fall due. An agroforestry system with integrated strips of woody plants is shown below: [Picture of an agroforestry system in the alley cropping method from a test site]”.



haviour. The information text aimed at establishing a hypothetical market by defining the change to the environment through the good, its provision and the tax as a payment vehicle (LIEBE and MEYERHOFF, 2005).

### 3 Results

#### 3.1 Sample description

The sample comprises 1714 inhabitants of Germany subject to taxation, who have all already completed their 18th year. 851 women (49.6%) and 883 men (50.4%) participated in the survey. This makes the sample representative with regard to gender distribution, since it approximately corresponds to the distribution in the German population as a whole (women: 50.7%; men: 49.3%) (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2010). This also applies to the age distribution within the sample with regard to the German adult population. Each the youngest (18 to 29) and the oldest (60 and above) age group is slightly underrepresented, while the two middle age groups (30 to 44; 45 to 59) are overrepresented respectively, as shown in Table 1. The average age within the sample is about 49.5 years (standard deviation: 14.4) and the median about 51 years. The regional distribution of the sample is also approximate to that of the German population overall, divided according to German federal states. Only the states of Hamburg, Saxony, Berlin and Schleswig-Holstein are minimally overrepresented in the random sample, while the opposite is true for Baden-Wurttemberg, Bavaria and North Rhine-Westphalia (see Table 1). The distribution with regard to the highest professional/educational qualification partially shows slight differences between the sample and the whole German population. While a secondary school-leaving certificate and vocational school degree were less common in the sample, secondary school degree and study were more frequent compared to the overall German population (see Table 1). In Table 1, it is also visible that for both the size of the municipality in which the respondents primarily grew up and the size of the municipality in which they are currently living, there are only slight deviations in relation to the general population. In both cases, the share of inhabitants is slightly higher for communities and large towns, while it is slightly lower for small and medium-sized towns in the sample compared to the overall situation in Germany. Additional, a comparison of the numbers for size of place of origin and size of the place in which they live shows that both within the sample and within Germany as a whole, there is a trend towards urbanisation and/or living in larger towns. The household structure of the sample compared to the German population only shows an underrepresentation of childless single households, and a slight overrepresentation of partner households with a child/children. The income distribution of the random sample is also very similar to that of the overall German population; the low and high incomes alone are a little less represented, while the middle incomes occur more often accordingly.

**Table 1: Sample description compared to the overall German population**

Variable	Description	Frequency (%) random sample	Frequency (%) in Germany
Gender	Women	49.6	50.9
	Men	50.4	49.1
Age	18 to 29	11.3	13.7
	30 to 44	24.8	20.2
	45 to 59	35.8	31.4
	60 and older	28.1	34.7
Federal state	Bremen	0.8	0.8
	Saarland	1.3	1.2
	Mecklenburg-West Pomerania	2.5	2.0
	Thüringen	2.7	2.6
	Brandenburg	3.2	3.0
	Hamburg	3.2	2.2
	Saxony-Anhalt	3.3	2.7
	Rhineland-Palatinate	4.1	4.9
	Hessen	5.8	6.5
	Saxony	6.8	5.9
	Berlin	6.8	5.3
	Schleswig-Holstein	7.2	5.6
	Lower Saxony	9.1	9.6
	Baden-Württemberg	10.4	12.3
	Bavaria	13.4	14.7
North Rhine-Westphalia	19.4	20.7	
Education	secondary school-leaving certificate	7.6	13.9
	Secondary school degree	16.4	10.1
	A-level	13.7	13.7
	Vocational school degree	28.6	34.4
	Foreman/Technician/College	9.2	7.1
	Diploma/Bachelor/Master	22.9	16.9
	Doctorate	1.3	1.2
	Other	0.3	2.7
Place of origin	Community less than 500 inhabitants	5.7	4.1
	Community 500 to 4999	21.3	20.3
	Small town 5000 to 19999	20.5	23.9
	Medium town 20000 to 99999	20.2	24.1
	Large town 100000 and more	32.3	27.6
Place of residence	Community less than 500 inhabitants	3.7	0.8
	Community 500 to 4999	16.0	13.7
	Small town 5000 to 19999	21.1	26.5
	Medium town 20000 to 99999	21.8	27.4
	Large town 100000 and more	37.4	31.6
Household structure	Single household	30.0	41.1
	Single household with child/children	5.1	3.8
	Partner household	39.5	38.9
	Partner household with child/children	25.4	16.2
Income	Less than 1000 €/month	12.4	13.1
	1000 to 1999 €/month	27.2	31.7
	2000 to 2999 €/month	26.7	23.1
	3000 to 3999 €/month	18.5	13.4
	4000 to 4999 €/month	9.0	8.5
	5000 €/month and more	6.2	10.2

Source: own calculations with data from STATISTISCHES BUNDESAMT (2018)





### 3.2 Descriptive statistics

The additional willingness to pay through tax payments/tax increases for subsidising agroforestry systems lay at an average level of 36.59 euros annually. The standard deviation is 40.96 and the median is 20.00 euros. The fact that the median lies considerably below the average value can be explained by the fact that 598 (34.9%) of the respondents, i.e. over a third, are not willing to pay more and are accordingly not willing to accept a tax to fund agroforestry. However, of those who are not willing to pay, 75.7% have a positive attitude towards the statement “I regard agroforestry systems as being useful, but I am not willing to pay more for them”; in terms of the five-stage Likert Scale, the average value is 4.11, and the standard deviation is 0.974. There is a very similar resonance to the statement “I cannot afford any more payments”. This is agreed by 68.9% of the respondents without an additional willingness to pay, while the average value was 4.04 and the standard deviation was 1.146. The statements “Protection of and improvement in the environment are not necessary” and “The conservation of natural resource is not necessary” are responded negatively by 74.4% (average value: 1.91; standard deviation: 0.988) resp. 76.1% (average value: 1.88; standard deviation: 0.986) of those who are not willing to pay.

The results of the mean value comparisons for the willingness to pay between different socio-demographic groups within the sample show that respondents who are male, older than 45 or with higher qualifications have a greater willingness to pay. As presented in Table 2, the t-tests for independent samples, show that the differences are significant in all three cases, after the Levene Test for variance equality had previously shown that the variances not equal.

**Table 2: Gender, age and education differences with regard to willingness to pay**

<b>Gender</b>	<b>Male</b>	<b>Female</b>	<b>t-value</b>
Willingness to pay	38.93 €	34.21 €	2.393*
<b>Age</b>	<b>Over 45</b>	<b>Up to age 45</b>	<b>t-value</b>
Willingness to pay	38.73 €	32.78 €	2.939**
<b>Education</b>	<b>Higher qualification<sup>1</sup></b>	<b>No higher qualification<sup>2</sup></b>	<b>t-value</b>
Willingness to pay	44.97 €	32.38 €	5.794***

Source: own calculations; <sup>1</sup>Doctorate, Study, Foreman; <sup>2</sup>Secondary school-leaving certificate”, Secondary school degree, “A-level, Vocational school degree; significance level:  $p < 0.001$  (extremely significant\*\*\*),  $p < 0.01$  (highly significant\*\*),  $p < 0.05$  (significant\*)

Regarding potential supportive measures as part of agricultural policy, 82.1% of respondents agree that it is in principle the task of politics to subsidise environmental and nature conservation measures (average value: 4.27; standard deviation: 0.903). A comparable importance is ascribed by respondents to agriculture with regard to the fulfilment of both primary and secondary tasks. The securing of natural habitats, environmental and nature conservation and the production of food are regarded by a particularly large number of respondents as being an important task of the German agricultural sector, as is shown in Table 3 (average values and standard deviations are shown in Table 4).



**Table 3: Relative frequency distribution of the assessment regarding the importance of fulfilling primary and secondary tasks by the German agricultural sector**

	Unim- portant	Rather unim- portant	Somewhat important	Rather important	Very im- portant
Production of food <sup>1</sup> (n=1714)	0.6 %	1.3 %	15.0 %	39.8 %	43.3 %
Provision of renewable raw materials <sup>2</sup> (n=1714)	0.8 %	2.7 %	19.0 %	38.2 %	39.3 %
Securing of food for the global popula- tion <sup>1</sup> (n=1714)	1.5 %	3.7 %	19.0 %	34.1 %	41.7 %
Securing of natural habitats <sup>2</sup> (n=1714)	0.9 %	1.5 %	12.6 %	41.2 %	43.8 %
Landscape maintenance <sup>2</sup> (n=1714)	0.8 %	2.6 %	14.4 %	42.6 %	39.6 %
Environmental and nature conservation measures <sup>2</sup> (n=1714)	0.9 %	2.1 %	12.2 %	36.1 %	48.7 %
Maintenance of the population in rural areas <sup>2</sup> (n=1714)	1.1 %	4.0 %	20.9 %	39.7 %	34.3 %
Securing jobs in rural areas <sup>2</sup> (n=1714)	1.1 %	2.5 %	20.3 %	38.3 %	37.8 %
Preserving of rural tradition <sup>2</sup> (n=1714)	2.2 %	5.7 %	24.0 %	38.5 %	29.6 %

Source: own calculations; <sup>1</sup>primary tasks, <sup>2</sup>secondary tasks

### 3.3 PLS analysis

For the further analysis of the data basis described above, the Partial Least Squares (PLS) method was used with the aid of SmartPLS 3 software. Due to the statistical option of considering causal chains, the method is particularly suitable for analysing the present willingness to pay model for agroforestry systems (HAIR et al., 2011). The quality of the measurement model will be presented below using reliability and validity criteria. The reliability of the respective indicators used in the model is checked with the aid of the loading of all indicators onto the corresponding constructs. Since the construct loadings are without exception above the threshold value of 0.6 (Table 4), the requirements for indicator reliability are met. Further, it should be checked whether with the average variance extracted (AVE) and the construct reliability, the convergence criteria are met. Table 4 shows that all AVE values exceed the threshold value of 0.5 and the minimum requirements with regard to construct reliability of 0.7 have been achieved throughout. Thus, all quality criteria regarding convergence are met and the model can be regarded as being reliable (HAIR et al., 1998; HAIR et al., 2011). With the Fornell-Larcker criterion and the cross-loadings, two quality measures are used to check the discriminant validity. In order to fulfil the Fornell-Larcker criterion, the AVE values of the constructs must be greater than all squared correlations of the affected variables with the other constructs. On the basis of the cross-loadings, it is checked whether all indicators used to operationalise the constructs have higher loadings for the related construct than for the remaining constructs of the model (FORNELL and LARCKER, 1981; HAIR et al., 2012). In the present model, both quality criteria are fulfilled (Table 5), so that the discriminant validity can be assumed as being given. Alongside the quality criteria described above, the predictive va-



lidity should also be checked using the Stone-Geisser criterion  $Q^2$  of the cross-validated communality for the constructs. In the willingness to pay model for agroforestry systems under consideration, the commonality according to Stone-Geisser's  $Q^2$  is significantly higher than the threshold value of 0 for all constructs (HAIR et al., 2011; HUBER, 2012). The model can therefore be regarded not only as being reliable, but also as valid.

**Table 4: Reliability of the willingness to pay model for agroforestry systems**

Indicator	Question/statement	AV <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	CL <sup>3</sup>	CR <sup>4</sup>	AVE <sup>5</sup>
<b>Construct "Actionism"</b>					0.886	0.565
SpH	How often have you financially supported an environmental or nature conservation organisation in the last 12 months?	1.84	1.095	0.774		
AB1	How often do you engage in preserving nature and animal and plant species or attempt to take climate protection measures?... I buy organic products	3.17	1.011	0.802		
AB2	...I help plant and care for biotopes	1.67	1.012	0.664		
AB3	...I buy regional products	3.74	0.914	0.669		
AB4	...I buy Fairtrade-certified products	3.04	1.052	0.779		
AB5	...I give targeted financial support to environmental/nature/climate conservation measures	2.06	1.109	0.808		
<b>Construct "Willingness to pay"</b>					1.000	1.000
ZbH	What amount of tax would you be willing to pay as a maximum per year to support agroforestry systems?	36.59	40.964	1.000		
<b>Construct "Primary tasks of agriculture"</b>					0.859	0.754
Ap1	In your view, how important is the fulfilment of the following tasks by the German agricultural industry? ...Production of food	4.24	0.795	0.948		
Ap2	... Securing food provision for the global population	4.11	0.938	0.781		
<b>Construct "Secondary tasks of agriculture"</b>					0.910	0.629
As1	...Provision of renewable raw materials	4.12	0.865	0.785		
As2	...Securing of natural habitats	4.25	0.802	0.864		
As3	...Landscape maintenance	4.18	0.829	0.830		
As4	...Environmental and nature conservation measures	4.29	0.831	0.862		
As5	...Maintenance of the settlement of rural areas	4.02	0.901	0.712		
As6	...Securing jobs in rural areas	4.09	0.879	0.687		
<b>Construct "Bond with nature"</b>					0.912	0.511
Nv1	How frequently do you undertake the following leisure activities in nature? ...Walking	3.77	1.047	0.630		
Nv2	...Hiking	2.75	1.235	0.680		
Nv3	...Nature observation	2.79	1.212	0.798		
Nv4	...Animal observation	2.58	1.180	0.781		
Nv5	...Determining animals and plants	2.08	1.113	0.780		
Nv6	...Gardening	2.97	1.421	0.641		
Nv7	How often do you come into contact with other activities? ...I gather fruits or mushrooms	2.27	1.224	0.700		
Nv8	...I enjoy relaxing time in nature	3.65	1.013	0.705		
Nv9	...I smell/collect herbs and flowers	2.54	1.262	0.755		
Nv10	...I create decorations from natural materials	2.03	1.152	0.653		
<b>Construct "Attitude towards agriculture"</b>					0.848	0.583
EL1	We'd like to know your opinion about the following statements regarding the German agricultural industry. ... The agricultural industry uses too much fertiliser and pest control agents	4.01	0.888	0.765		
EL2	...The agricultural industry produces too much food	2.99	1.061	0.735		
EL3	...The maintenance of intensive agriculture makes no sense	3.03	1.079	0.712		
EL4	...Agriculture in its present form is an increasing danger to natural resources such as water bodies and soil	3.58	1.006	0.836		
<b>Construct "Region-specific environmental perception of agriculture"</b>					0.940	0.692
UL1	Do you think that the following impact of agriculture on the environment is also of significance in your region?... Inflow of substances into water bodies (fertilisers, etc.)	3.33	1.143	0.815		



UL2	...Air pollution	3.42	1.114	0.773		
UL3	...Soil and wind erosion	2.89	1.112	0.825		
UL4	...Changes to the soil/disappearance of humus	2.96	1.124	0.864		
UL5	...Changes to the landscape (empty landscapes)	3.18	1.149	0.848		
UL6	...Extinction of animal and plant species	3.23	1.172	0.843		
UL7	...Destruction of habitats	3.39	1.140	0.853		
<b>Construct "Gender"</b>					1.000	1.000
Wei	Female	0.50	0.500	1.000		
<b>Construct "Age"</b>					1.000	1.000
Alt	Year of birth (recoded – over 45)	0.64	0.480	1.000		
<b>Construct "Education"</b>					1.000	1.000
Bil	Highest qualification (Doctorate, Study, Foreman)	0.33	0.472	1.000		
<b>Construct "Income"</b>					1.000	1.000
EK	Monthly net household income (over 3000 €)	0.34	0.473	1.000		
<b>Construct "Household structure"</b>					1.000	1.000
HS	Type of household (partner household with child/children)	0.25	0.436	1.000		
<b>Construct "Federal state"</b>					1.000	1.000
BL	In which federal state do you live (Saxony)	0.07	0.252	1.000		
<b>Construct "Size of place of origin"</b>					1.000	1.000
AU	Where did you grow up? (community from 500 to less than 5000 residents)	0.21	0.410	1.000		
<b>Construct "Size of place of residence"</b>					1.000	1.000
WO	Where do you live? (community from 500 to less than 5000 residents)	0.16	0.367	1.000		

<sup>1</sup>Average value. <sup>2</sup>Standard deviation. <sup>3</sup>Construct loading. <sup>4</sup>Construct reliability. <sup>5</sup>Average Variance Extracted  
SpH. AB1-5. Nv1-10 = Statements (scale from 1 = never to 5 = very often); ZbH = Rating scale (from 0 = 0 € to 15 = 150 €); Ap1-2. As1-6 = Statements (scale from 1 = not important 5 = very important); EL1-4 = Statements (scale from 1 = not at all true 5 = completely true); UL1-7 = Statements (scale from 1 = very low importance 5 = very high importance); Wei. Alt. Bil. EK. HS. BL. AU. WO = Dummy Variable (0 = no; 1 = yes)

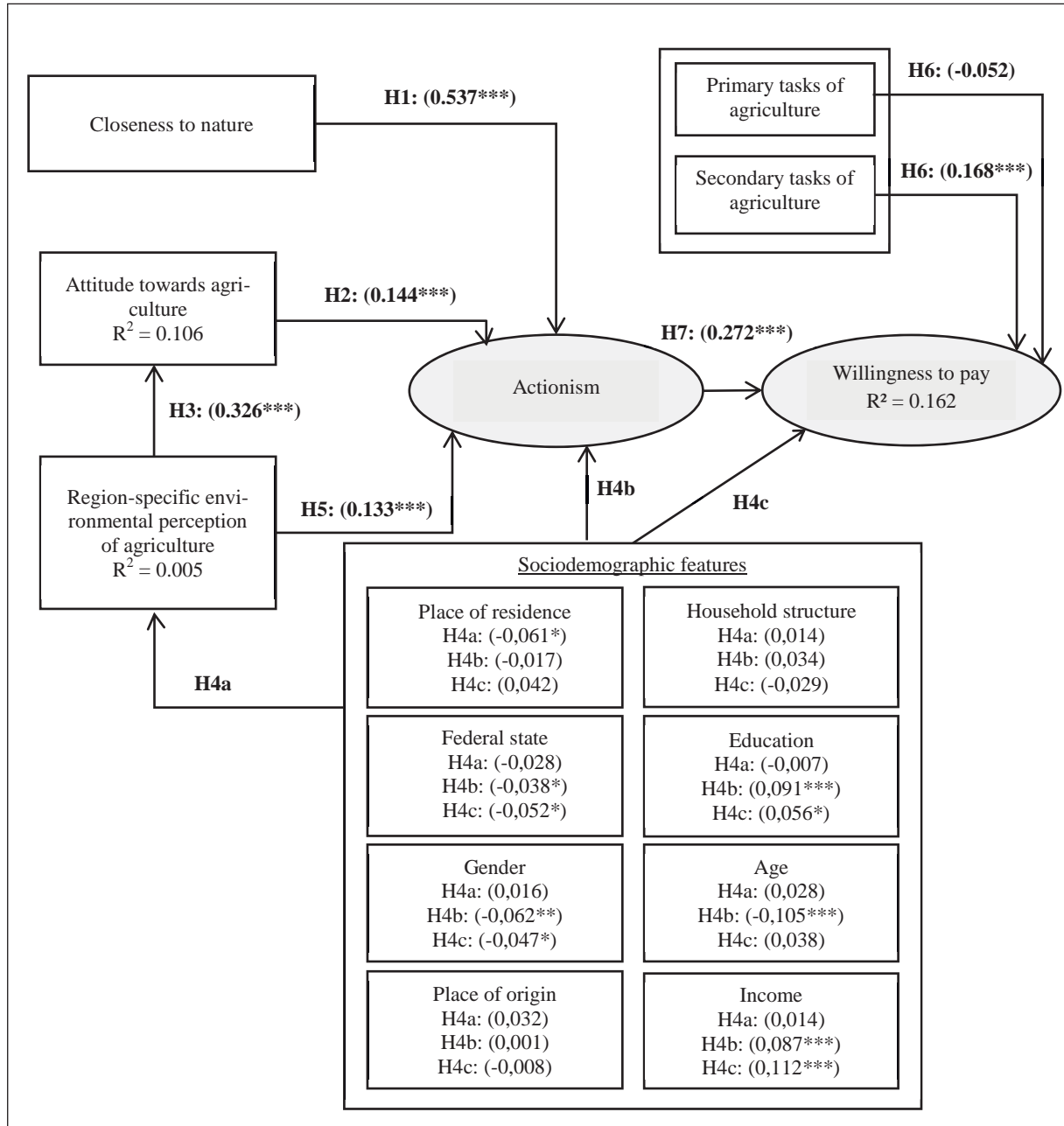
Source: own calculations; constructs created from individual statements

Below, the  $R^2$  values and path coefficients are considered with the related significance level in order to check the willingness to pay model for agroforestry systems in Germany. In Figure 2, the coefficients of determination are shown for the "Attitude towards agriculture" ( $R^2 = 0.106$ ) and "Region-specific environmental perception of agriculture" ( $R^2 = 0.005$ ) constructs, as well as the "Voluntary Actionism" ( $R^2 = 0.445$ ) and "Willingness to pay" ( $R^2 = 0.162$ ) constructs. A high coefficient of determination means that the construct considered is well explained by the determining constructs. According to HUBER (2012), the basic rule applies that the declared variance share of a construct by the determining constructs of the model should be at least 25% ( $R^2 \geq 0.250$ ). Figure 2 clarifies that the explained variance of voluntary actionism ( $R^2 = 0.445$ ) clearly exceeds the threshold value, and the actvoluntary actionism is therefore well explained by the constructs created. The explained variance of the willingness to pay is about 16.2% ( $R^2 = 0.162$ ) and thus below the desired value. However, when evaluating the explained variance, the aim of the study should be taken into account. Within the scope of the present explorative pilot study regarding the willingness to pay for agroforestry systems, a variance explanation about 16.2% of the willingness to pay for a land usage system that is still largely unknown is considered acceptable, and is only restrictive to the quality of the overall model to a limited degree (HUBER, 2012). The relatively low  $R^2$  value merely states that other values that have not been investigated in the model exist which



exert an influence on the willingness to pay. The results of the cross-validated redundancy for the constructs also show that the  $Q^2$  values according to Stone-Geisser are all above the threshold value of 0. Thus, the predictive validity can also be assumed for the structure model (HUBER, 2012).

**Figure 2: Determinants of the willingness to pay for agroforestry systems**



Source: own calculations (significance level:  $p < 0.001$  (extremely significant\*\*\*),  $p < 0.01$  (highly significant\*\*),  $p < 0.05$  (significant\*))

The path coefficients show – insofar as they are significant – high causal influences within the willingness to pay model (Figure 2). The closeness to nature (0.537\*\*\*), the attitude towards agriculture (0.144\*\*\*) and the region-specific environmental perception of agriculture (0.133\*\*\*) exert a clear influence on the voluntary actionism. The voluntary actionism



(0.272<sup>\*\*\*</sup>) in turn influences the willingness to pay, just as the secondary tasks of agriculture (0.168<sup>\*\*\*</sup>) directly influence the willingness to pay. Additionally, the region-specific environmental perception of agriculture (0.326<sup>\*\*\*</sup>) has a recognisable influence on the attitude towards agriculture. Of the sociodemographic characteristics, only the size of the place of residence (-0.061<sup>\*</sup>) has an influence on the region-specific perception of agriculture. By contrast, the federal state (-0.038<sup>\*</sup>), education (0.091<sup>\*\*\*</sup>), gender (-0.062<sup>\*\*</sup>), age (-0.105<sup>\*\*\*</sup>) and income (0.087<sup>\*\*\*</sup>) influence the voluntary actionism. Direct influences of sociodemographic characteristics on the willingness to pay come from the federal state (-0.052<sup>\*</sup>), education (0.056<sup>\*</sup>), gender (-0.047<sup>\*</sup>) and income (0.112<sup>\*\*\*</sup>).

## 4 Discussion

The descriptive results show that the majority of respondents (65.1%) are willing to pay for agroforestry systems. Additionally, 75.7% of those who are not willing to pay (34.9%) regard agroforestry systems as being useful, but are not willing to pay more money for them. This results reflects a very high approval level of 94.9% with regard to agroforestry mixed cultures, and the need of the German population for land usage alternatives becomes very evident. This is also made clear with regard to the evaluation of task fulfilment. Securing natural habitats is classified as important by most respondents (85.0%), followed by environmental and nature conservation measures (84.8%). The production of food comes only third, and is regarded by 83.1% of respondents as being an important task of agriculture. Additionally, 82.1% endorse subsidies for environmental and nature conservation measures as part of the agricultural policy. The societal contribution by agriculture therefore goes far beyond the production of food, as it has already been demonstrated by KANTELHARDT and HEISSENHUBER (2005).

The comparisons of mean values show that men are more willing to pay than women, respondents over 45 are more willing to pay than those under 45 and that a higher qualification also leads to a higher willingness to pay. The fact that in particular, young females with above-average education are significantly more willing to pay, as has been shown in earlier studies on sustainable food production (e.g. OTTER et al., 2014) can accordingly not be assumed for agroforestry systems. While a higher education does have a positive influence on willingness to pay for agroforestry systems, men are more willing than women, and a higher age level leads to an increased willingness to pay. Precisely the gender-specific difference can furthermore be due to the fact that women feel more responsible to purchase food, and have greater knowledge than men, and are therefore more willing to pay for food, but not for agroforestry systems (STIEß and HAYN, 2005).

The results of the PLS analysis also confirm the direct influence of gender and education on the willingness to pay. By contrast, age is not directly significant regarding willingness to pay, as a result of which age also has an impact on willingness to pay via path dependence.



Other sociodemographic features such as household structure and the size of the place of origin show no significant influences and the region-specific perception of the environment in agriculture is the only one to be significantly influenced by the size of the place of residence. Thus hypotheses 4a, 4b and 4c can thus only be partially accepted.

The PLS analysis further provides evidence of the high influence of a closeness to nature on the voluntary actionism, as a result which leads to the acceptance of hypothesis 1 can be assumed. A high usage-dependent valuing of nature accordingly also leads to a high willingness to act. Thus, this study also confirms statements by NISBET et al. (2009) and PERKINS (2010) regarding the positive influence of proximity to nature on behaviour towards the environment.

The results further show that non usage-dependent valuing also influences the willingness to act. Thus, a critical attitude towards agriculture in Germany as a whole (directly) and a negative region-specific environmental perception of agriculture (indirectly) leads to a greater voluntary actionism. Thus, the results confirm hypotheses 2 and 5 as well as the assumptions that respondents with a high existence, option and bequest value potentially attempt to reduce the associated negative external effects formulated above (LIEBE and MEYERHOFF, 2005). Additionally, the influence of the region-specific environmental perception of agriculture on the attitude towards agriculture (hypothesis 5) also provides evidence of the halo effect described e.g. by THORNDIKE (1920). Thus, region-specific perception of agriculture overshines the perception of agriculture in Germany as a whole. The public perception of agriculture is accordingly not solely dependent on national measures and processes, but the regional agricultural structures and performances are also decisive.

The perception of the primary and secondary remits of agriculture has a disparate effect on the willingness to pay. While the primary tasks (food production and food security) exert no influence according to the PLS results, it has been shown that the assignment of importance regarding the fulfilment of secondary tasks by agriculture (provision of renewable raw material, securing of natural habitats, implementation of environmental and nature conservation measures, etc.) leads to a higher willingness to pay for agroforestry systems, whereas the fulfilment of the primary tasks can also be realised by classic land usage systems. Thus, for example, it has already been shown in consumer research studies that environmentally friendly production methods lead to a higher willingness to pay (AGUILAR and VLOSKY, 2007). Hypothesis 6 can therefore only be assumed in relation to the secondary task areas of agriculture.

The influence of the voluntary actionism on the willingness to pay finally clarifies that an actionism that is characterised by frequent purchasing of organic and regional products and targeted support for environmental and nature conservation measures leads to a higher willingness to pay for agroforestry systems. Consequently, hypothesis 7 can be accepted. This result, too, comes against the background of studies that are already known (e.g. LAROCHE et al., 2001). Such studies have shown that for consumers with a higher willingness to pay for





environmentally friendly products, environmentally friendly behaviour is also of relevance and importance.

The contingent evaluation method has already proven its worth multiple times in order to determine individual preferences for collective environmental goods (LIEBE and MEYERHOFF, 2005), and has also led to plausible and consistent results in the present study. Within the scope of the evaluation of non-tradable goods, deviations can however occur between the actual and stated willingness to pay, i.a. since the respondents only had little knowledge of agroforestry systems prior to the survey. Additionally, the question format can distort the results: if asking about a minimal compensation payment for negative effects on environmental quality stemming from the non-use of tree strips, it is likely that higher amounts are recorded than for the question concerning the maximum willingness to pay for the comparable environmental improvement through agroforestry systems (DIAMOND and HAUSMAN, 1994). However, the contingent evaluation method offers the best approach in order to give socio-economic consideration to specific innovative (environmental) goods such as agroforestry systems on the basis of hypothetical scenarios (POMMEREHNE and RÖMER, 1992).

## 5 Conclusion

It was the aim of the present study to record the willingness to pay among the German taxpaying population for agroforestry land use, and to identify and quantify the determining factors of the willingness to pay in order to provide specific implications. The descriptive results emphasise that an average willingness to pay of 36.59 euros annually exists among the taxpayers. Overall, 65.1% of the sample expressed a willingness to pay for agroforestry systems. Of the remaining respondents who were not willing to pay, 75.7% regard agroforestry systems as being useful, but are not willing to pay higher amounts of money for them. Additionally, 82.1% agree that it is fundamentally the task of politics to subsidise environmental and nature conservation measures. The fact that agroforestry implementation falls within the remit of agriculture is demonstrated by respondents classifying the fulfilment of sustainability targets linked to agroforestry systems as being important. Thus, 85% of respondents regard the securing of natural habitats, and 84.8% regard environmental and nature conservation measures, as being important aspects of agriculture while 82.2% resp. 77.7% confer a high degree of importance on landscape maintenance resp. the provision of renewable raw materials. Additionally, the results of the PLS analysis show that the classification of the importance of sustainability goals by the agricultural sector has an extremely significant positive influence on the willingness to pay for agroforestry systems. These results imply the clear recommendation to politicians to subsidise the plantation of agroforestry systems in the future. The introduction of a tax to subsidise agroforestry systems also provides protection against a possible gap, revealed by e.g. Claudy et al (2013), between the stated and actual willingness to pay, due to its obligatory nature.



The results of the PLS analysis further show that the region-specific environmental perception of agriculture has an extremely significant influence on the general attitude towards agriculture. Accordingly, the respondents who confer a high level of importance on the negative external effects by agriculture in their region regard agriculture in Germany more critically overall than those who do not confer such a high level of importance on the negative external effects in their region. The region-specific environmental perception and the attitude towards agriculture further influence the voluntary actionism and also the willingness to pay. A critical view of agriculture thus leads to an increasing willingness to support environmental and nature conservation measures on the one hand (voluntary actionism) and on the other, to subsidisation or willingness to support agroforestry systems (willingness to pay). The results thus imply that the plantation of agroforestry systems positively influences societal perception of agriculture, which is why farmers should implement this form of land use in order to improve their image. Additionally, measures and campaigns by farmers and agricultural associations are recommended in order to improve regional perception; this would further lead to an improvement in the perception of agriculture throughout Germany and thus to a higher level of acceptance of its management methods.

The positive connection between the voluntary actionism and the willingness to pay shows that the willingness to support environmental or nature conservation organisations also leads to the willingness to financially support sustainable land usage concepts. For the farmers, it is therefore advisable to work together with the organisations and to jointly develop concepts for future land use. On the one hand, farmers can profit from potential subsidisation, while on the other improving their image in society.

The results are slightly limited by possible distortions, which can occur when contingent evaluation methods are used. The results are further limited by the fact that in the random sample, the communities and large towns are underrepresented and small and medium-sized towns are overrepresented. A similar phenomenon applies to the age groups: compared to the overall German population, the random sample covers more respondents in the middle aged groups, while the youngest and oldest age groups are underrepresented. In future studies, a further analysis should be conducted as to the scale on which supportive measures for agroforestry should be designed, so that agroforestry systems can be implemented by farmers while at the same time avoiding erroneous allocations of tax funds.





## References

- AGUILAR, F.X. and R.P. VLOSKY (2007): Consumer willingness to pay price premiums for environmentally certified wood products in the US. *Forest Policy and Economics* 9 (8): 1100-1112.
- BÄRWOLFF, M., G. REINHOLD, C. FÜRSTENAU, T. GRAF, L. JUNG and A. VETTER (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- BATEMAN, I.J., R.T. CARSON, B. DAY, M. HANEMANN, N. HANLEY, T. HETT, M. JONES-LEE, G. LOOMES, S. MOURATO, E. ÖZDEMIROGLU, D.W. PEARCE, R. SUGDEN and J. SWANSON (2002): *Economic Valuation With Stated Preference Techniques: A Manual*. Edward Elgar, Cheltenham.
- CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1947): Capital Returns from Soil-Conservation Practices. *American Journal of Agricultural Economics* 29 (4): 1181-1196.
- CLAUDY, M.C., M. Peterson and A. O'Driscoll (2013): Understanding the Attitude-Behavior Gap for Renewable Energy Systems Using Behavioral Reasoning Theory. *Journal of Macromarketing* 33(4): 273-287.
- DIAMOND, P.A. and J.A. HAUSMAN (1994): Contingent Valuation: Is some number better than no number? *The Journal of Economic Perspectives* 8(4): 45-64.
- DRITTLER, L. and L.THEUVSEN (2017): Agrarholz als ökologische Vorrangfläche im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik. *Berichte über Landwirtschaft* 95 (2): 1-20.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER and L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahrs, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Doluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): *Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung*. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 48, Münster, Landwirtschaftsverlag, 60-71.
- EU - EUROPÄISCHE UNION (2005): Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER), Artikel 44.
- FORNELL, C. and D. LARCKER (1981): Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research* 18 (1): 39-50.
- FREEMAN, A.M. (2003): *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the Future, Washington.
- GERPOTT, T.J. and I. MAHMUDOVA (2008): Kontingente Bewertungsmethoden zur Schätzung individueller Zahlungsbereitschaften für kollektive Umweltgüter. *Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt : Zeitschrift für Studium und Forschung* 37 (10): 524-530.
- GRUENEWALD, H. (2005): *Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereleviers*. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.
- GRUENEWALD, H., B.K.V. BRANDT, B.U. SCHNEIDER, O. BENS, G. KENDZIA and R.F. HÜTTL (2007): Agroforestry systems for the production of woody biomass for energy transformation purposes. *Ecological Engineering* 29 (4): 319-328.



- HAIR, J.F., R.E. ANDERSON and R.L. TATHAM (1998): *Multivariate Data Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- HAIR, J.F., C.M. RINGLE and M. SARSTEDT (2011): PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *The Journal of Marketing Theory and Practice* 19 (2): 139-152.
- HAIR, J.F., M. SARSTEDT, C. RINGLE and J. MENA (2012): An assessment of the use of partial least squares structural equation modelling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science* 40 (3): 414-433.
- HELMLE, S. (2011): Darf es heute etwas Landwirtschaft sein? Über das Image der Landwirtschaft in Deutschland. *YSA*: 35–58.
- HUBER, F. (2012): *Leitfaden SmartPLS*. Universität Mainz.
- HUNZIKER, M. (2010): Die Bedeutungen der Landschaft für den Menschen: objektive Eigenschaft der Landschaft oder individuelle Wahrnehmung des Menschen? *Landschaftsqualität. Konzepte, Indikatoren und Datengrundlagen*. Forum für Wissen 2010: 33-41.
- KANTELHARDT, J. and A. HEISSENHUBER (2005): Nachhaltigkeit und Landwirtschaft. In: Brunner KM, Schönberger GU (Hrsg.): *Nachhaltigkeit und Ernährung: Produktion – Handel - Konsum*. Campus Verlag, Frankfurt/New York.
- KAYSER, M. and A. SPILLER (2011): Anspruchsgruppenmanagement für die Veredlungswirtschaft in Intensivregionen. In H-W Windhorst, A. Veauthier (Eds.), *Nachhaltige Tierproduktion in agrarischen Intensivgebieten Niedersachsens* (pp. 147-166), Vechta, Germany: University of Vechta.
- KORN, A., Y. FEUCHT, K. ZANDER, M. JANSSEN and U. HAMM (2014): Entwicklung einer Kommunikationsstrategie für nachhaltige Aquakulturprodukte. *Forschungsbericht*, Universität Kassel.
- KRUMMENACHER, J., B. MAIER, H. FRANZ, and F. WEIBEL (2008): Ökonomisches und ökologisches Potential der Agroforstwirtschaft. *AgrarForschung* 15 (3): 132-137.
- LAROCHE, M., J. BERGERON and G. BARBARO-FORLEO (2001): Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products. *Journal of Consumer Marketing* 18(6): 503-520.
- LIEBE, U. and J. MEYERHOFF (2005): *Die monetäre Bewertung kollektiver Umweltgüter - Theoretische Grundlagen, Methoden und Probleme*. Arbeitspapiere zum Management in der Umweltplanung 13/2005. TU Berlin.
- MITCHELL, R.C. and R.T. CARSON (1989): *Using surveys to value public goods*, Baltimore.
- NAIR, P.K.R. (1993): *An introduction to agroforestry*. Kluwer Acad. Publ, Dordrecht.
- NISBET, E.K., J.M. ZELENSKI and S.A. MURPHY (2009): The nature relatedness scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior* 41 (5): 715-740.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS and R. BLEIL (2013): *Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele*. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- OSTHEIMER, J. and M. VOGT (2010): Maßstäbe und Wirkungen staatlicher Steuerung im Umweltschutz. *JCSW* 51: 225-248.
- OTTER, V., B. PRECHTEL and L. THEUVSEN (2014): The country-of-origin effect for chocolate from Ecuadorian cocoa: An empirical analysis of consumer perception. *Economia Agro- Alimentare* 3: 41-58.



- PEARCE, D. and E. ÖZDEMIROGLU (2002): Economic Valuation with Stated Preference Techniques. Summary Guide. In: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/191522/Economic\\_valuation\\_with\\_stated\\_pref\\_techniques.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/191522/Economic_valuation_with_stated_pref_techniques.pdf), Retrieval: 14.12.2016.
- PERKINS, H.E. (2010): Measuring love and care for nature. *Journal of Environmental Psychology* 30 (4): 455-463.
- PIRSICH, W. (2017): Tierwohl in der Fleischbranche Label – Verbrauchereinstellungen – Vermarktungswege. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- POMMEREHNE, W.W. and A.U. ROEMER (1992): Ansätze zur Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter. Ein Überblick. *Jahrbuch für Sozialwissenschaften* 43: 171-210.
- PRUCKNER, G.J. (1995): Der Kontingente Bewertungsansatz zur Messung von Umweltgütern: Stand der Debatte und umweltpolitische Einsatzmöglichkeiten. *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht* 18 (4): 503-536.
- REEG, T. (2010): Moderne Agroforstsysteme mit Wertholzbäumen als Option der Landnutzung in Deutschland: Naturschutz, Landschaftsbild und Akzeptanz. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- REEG, T. (2011): Agroforestry systems as land use alternatives in Germany? A comparison with approaches taken in other countries. *Outlook on Agriculture* 40 (1): 45-50.
- ROHWER, A. (2010): Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU – Fluch oder Segen? *ifo Schnelldienst* 63: 27-36.
- ROWE, R.D., W.D. SCHULZE and W.S. BREFFLE (1996): A Test for Payment Card Biases. *Journal of Environmental Economics and Management* 31 (2): 178-185.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHULZE, B., A. SPILLER and D. LEMKE (2008): Glücksschwein oder arme Sau? Die Einstellungen der Verbraucher zur modernen Nutztierhaltung. In A. Spiller & B. Schulze (Eds.), *Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft. Verbraucher, Märkte, Geschäftsbeziehungen* (pp. 465-488). Göttingen, Germany: Universitätsverlag Göttingen.
- STATISTA (2017): Statistiken: Handel/Einkaufsverhalten. In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/264571/umfrage/kaeufertypen--zahlungsbereitschaft-fuer-umweltfreundliche-produkte/>, Retrieval: 16.12.2017.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018): Bevölkerungszahlen. In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html;jsessionid=706616174EA76D533E115D7C3244E92D.InternetLive1# Tabellen>, Retrieval: 14.02.2018.
- STIEß, I. and D. HAYN (2005): Ernährungsstile im Alltag: Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung. Diskussionspapier Nr. 5, Projekt Ernährungswende. Online verfügbar unter: [http://www.isoe.de/ftp/EW\\_DP\\_Nr5.pdf](http://www.isoe.de/ftp/EW_DP_Nr5.pdf), Retrieval: 14.12.2017.
- THORNDIKE, E.L. (1920): A constant error in psychological rating. *Journal of Applied Psychology* 4 (1): 25-29.
- TSONKOVA, P., C. BÖHM, A. QUINKENSTEIN and D. FREESE (2012): Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. *Agroforestry Systems* 85 (1): 133-152.
- V. BERLICHINGEN, J.C. (2006): Junge Erwachsene als Zielgruppe für den Bio-Markt: Eine theoretische und empirische Analyse. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.



ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Technische Universität München.

ZÜHLSDORF, A. and A. SPILLER (2012): Trends in der Lebensmittelvermarktung. Projektbericht, Agrifood Consulting GmbH.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 65 %.**

---

## Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland

### II.4: Empirische Anwendung der Kontingenten Bewertungsmethode bei kollektiven Agrar-Umweltgütern in Deutschland

JOSEF LANGENBERG und VERENA OTTER

**Zusammenfassung:** Heutzutage wird zunehmend von der Landwirtschaft eine Wirtschaftsweise gefordert, die neben der Nahrungsmittelproduktion zusätzlichen ökologischen und sozialen Nutzen stiftet. So könnten z. B. Alley-Cropping-Agroforstsysteme einen Beitrag zur Umsetzung dieser Forderung leisten. Der Anbauumfang der Agroforstsysteme beschränkt sich jedoch bislang nur auf wenige Versuchsflächen. Mithilfe einer finanziellen Förderung könnten indes Anreize geschaffen werden, damit Landwirte Agroforstsysteme anlegen. Um solche Förderzahlungen öffentlichkeitskonform umzusetzen, bedarf es der Entwicklung eines umfassenden konzeptionellen Forschungsrahmens als Grundlage, um die Höhe der monetären Zahlungsbereitschaft und ihrer Determinanten zu identifizieren und zu quantifizieren. Vor diesem Hintergrund wird auf Basis der Kontingenten Bewertungsmethode ein komplexes sozioökonomisches Forschungsmodell entwickelt und empirisch getestet. Die von 1714 in Deutschland steuerpflichtigen Einwohnern erhobenen Primärdaten wurden anhand der Partial Least Squares (PLS) Methode ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen die allgemein positive Einstellung gegenüber Agroforstsystemen und eine daraus resultierende Mehrzahlungsbereitschaft des überwiegenden Teils der Befragten.

**Keywords:** Kollektives Agrar-Umweltgut, Zahlungsbereitschaft, Kontingente Bewertungsmethode, Partial Least Squares (PLS) Modell

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form eingereicht für den Tagungsband der „Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (2018)“.*





## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	183
2	Konzeptioneller Forschungsrahmen.....	184
2.1	Determinanten der Zahlungsbereitschaft für kollektive Agrarumweltgüter .....	184
2.2	Studiendesign.....	188
3	Ergebnisse .....	189
3.1	Deskriptive Statistik.....	189
3.2	PLS-Schätzung.....	190
4	Diskussion und Fazit .....	195
	Literatur .....	197



## 1 Einleitung

Die Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche war in Deutschland während der letzten Jahrzehnte überwiegend durch eine Intensivierung mit dem Fokus auf steigende Erträge der Feldfrüchte geprägt. Ausschlaggebend für die Ausrichtung war die als Hauptaufgabe der Landwirtschaft angesehene Versorgung mit ausreichend und hochwertigen Nahrungsmitteln. Es galt die Bedürfnisse der nahezu stetig steigenden Bevölkerung nach einem umfangreichen Lebensmittelangebot zu erfüllen, was trotz gleichzeitig knapper werdender Fläche durch kontinuierliche Produktivitätssteigerungen realisiert wurde (ROHWER, 2010). Die deutsche Bevölkerungsentwicklung stagniert jedoch seit Beginn des 21. Jahrhunderts, ernsthafte Lebensmittelversorgungsengpässe liegen lange zurück und ungeachtet des nach wie vor hohen Stellenwertes der Nahrungsmittelproduktion sind allmählich weitere Ansprüche an die Ackerflächen gewachsen. So stehen mit der Landbewirtschaftung in Verbindung gebrachte negative externe Effekte wie u.a. der Nährstoffeintrag ins Grundwasser, der Schwund von Landschaftselementen sowie die Abnahme der Biodiversität im öffentlichen Diskurs, woraus die Forderung nach einer Veränderung der landwirtschaftlichen Wirtschaftsweise resultiert (OPPERMANN et al., 2013).

Einen Beitrag zur nachhaltigen Landnutzung können Agrar-Umweltgüter leisten. Zu diesen zählen auch Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren, da sie als Mischkultursysteme den streifenförmigen Anbau von Kurzumtriebsgehölzen mit Feldfrüchten auf einer Fläche kombinieren (TSONKOVA et al., 2012). Alley-Cropping-Agroforstsysteme bieten viele ökologische Vorteile und werten das Landschaftsbild auf (ZEHLIUS-ECKERT, 2010), bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Wertschöpfungsfunktion des Bodens (SCHMIDT, 2011). Sie vereinen somit die im öffentlichen Diskurs stehenden ökologischen, sozialen und ökonomischen Anforderungen der Landnutzung. Die wirtschaftlichen Vorteile der kombinierten Landnutzung reichen jedoch in der Regel nicht dafür aus, dass die Agroforstsysteme im Vergleich zur flächigen Bewirtschaftung gleichermaßen rentabel sind. Gleichzeitig kann es auch zu wirtschaftlichen Einschränkungen wie Ertragsdepression der Feldfrüchte sowie zu einer geringeren Handlungsfreiheit während der circa 20-jährigen Nutzungsdauer kommen. Diese Einschränkungen dürften ein wesentlicher Grund dafür sein, weshalb Alley-Cropping-Agroforstsysteme in Deutschland bislang kaum Relevanz besitzen und sich nahezu ausschließlich auf Versuchsflächen beschränken (REEG, 2011). Mittels einer Förderung für die Anlage von Agroforstsystemen könnten Anreize für Landwirte geschaffen werden, diese Form der Landnutzung umzusetzen (BÄRWOLFF et al., 2013). In Deutschland existieren bisher jedoch keine allgemeinen öffentlichen Fördermaßnahmen für Agroforstsysteme, wengleich die Agrarförderung der Europäischen Union (EU) die Agroforstwirtschaft berücksichtigt (DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Die Ersteinrichtung von Agroforstsystemen auf landwirtschaftlichen Flächen wird in der Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländli-



chen Raums (ELER) als prinzipiell förderfähig anerkannt (EU, 2005). Diese in Deutschland durch die Bundesländer bisher nicht umgesetzte Verordnung könnte jedoch aufgrund des europäischen Rechtsrahmens zukünftig ohne nennenswerte gesetzliche Hürden Anwendung finden. Damit etwaige Fördermaßnahmen dem öffentlichen Interesse entsprechend umgesetzt und somit politisch gerechtfertigt werden können, sind sozioökonomische Bewertungen notwendig, um die allgemeine Wertschätzung und Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für derartige Leistungen zu ermitteln (POMMEREHNE und ROEMER, 1992). Dabei ist eine monetäre Erfassung eines gezahlten Preises auf Basis von Marktbeobachtungen nicht möglich, da es sich bei Agrarholz um ein kollektives Umweltgut mit nutzungsunabhängigen Wertkomponenten handelt. Für solche Güter hat sich in der internationalen Forschungsliteratur die Anwendung der Kontingenten Bewertungsmethode etabliert, wurde aber bislang nicht in einen umfassenden konzeptionellen, empirischen Forschungsrahmen für landwirtschaftliche Produktionssysteme in Deutschland umgesetzt und angewendet. Deshalb ist es Ziel dieser Studie ein komplexes sozioökonomisches Forschungsmodell, das auf der Kontingenten Bewertungsmethode und komplementären Konzepten zur Verbraucherwahrnehmung von nachhaltig erzeugten Lebensmittelprodukten basiert, zu konzeptualisieren und zu testen. Dabei soll die subjektiv geäußerte (Mehr-) Zahlungsbereitschaft der deutschen Steuerpflichtigen für kollektive Agrar-Umweltgüter empirisch am Beispiel der Agroforstsysteme im Alley-Cropping Verfahren zu determiniert und quantifiziert werden (GERPOTT und MAHMUDOVA, 2008; LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Die auf Basis dieses Forschungsmodells erhobenen Primärdaten von 1714 in Deutschland steuerpflichtigen Einwohnern wurden anhand der Partial-Least-Squares (PLS) Methode ausgewertet und liefern fassettenreiche Implikationen für Forschung, Politik und verschiedene Interessensorganisationen.

## **2 Konzeptioneller Forschungsrahmen**

### **2.1 Determinanten der Zahlungsbereitschaft für kollektive Agrarumweltgüter**

In der wissenschaftlichen Literatur zur Ermittlung der individuellen Präferenzen für kollektive Umweltgüter hat sich in der Vergangenheit neben dem „Choice Experiment“ die „Kontingente Bewertungsmethode“ bewehrt (LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Beide Methoden gehen, im Gegensatz zu Umweltgütern, die eng mit einem privaten Gut verbunden sind wie z.B. die Reise zu einem Naturpark, von hypothetischen Märkten aus. Da Choice-Experimente jedoch darauf fokussieren verschiedene Handlungsalternativen nach verschiedenen Güterattributen mit verschiedenen Level-Abstufungen gegeneinander abzuwägen und diese Studie sich auf ein bestimmtes Umweltgut ohne Variationsmöglichkeiten bezieht, basiert der konzeptionelle Forschungsrahmen dieser Studie auf der Kontingenten Bewertungsmethode. Diese Methode ist ursprünglich auf Ideen von CIRIACY-WANTRUP (1947) zurückzuführen und lässt es zu, komplexe sozial-psychologische Entscheidungsprozesse abzubilden. Im Rahmen der Kontingenten Bewertungsmethode werden dazu die Eigenschaften des Umweltgutes, bzw. der daraus



resultierenden wahrgenommene (nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige) Umweltveränderung, die Bereitstellungsinstitution des Umweltgutes, soziodemographische Merkmale des Steuerpflichtigen sowie das sogenannte „Zahlungsvehikel“ einbezogen (BATEMAN et al., 2002). Da es sich bei der bereitstellenden Institution im Fall der Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Verfahren um landwirtschaftliche Betriebe und somit privatwirtschaftliche Unternehmen handelt, weist dieses Umweltgut in seinen Eigenschaften zusätzliche Analogien mit nachhaltig erzeugten Lebensmitteln auf. Somit können solche Agroforstsysteme ebenfalls als privates, landwirtschaftlich erzeugtes Gut mit kollektivem Zusatznutzen betrachtet werden, was partiell auch Argumentationen nach Konzepten zur Verbraucherwahrnehmung von nachhaltig erzeugten Lebensmittelprodukten zulässt (LIEBE und MEYERHOFF, 2005; OTTER et al., 2014). Dennoch bezieht sich das Zahlungsvehikel in dieser Studie, im Einklang mit der Kontingenten Bewertungsmethode, ausschließlich auf den kollektiven Umweltzusatznutzen der Bevölkerung (LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Dabei kann das Zahlungsvehikel entweder in Form einer freiwilligen (z.B. Spenden) oder einer verbindlichen Zahlung (z.B. Steuer) konzeptualisiert werden. Die Vor- und Nachteile der beiden Formen des Zahlungsvehikels sowie die Tatsache, dass staatliche und individuell private Steuerung in der deutschen Gesellschaft auch für dieses kollektive Umweltgut potentiell koexistieren können, begründen eine komplexere Gestaltung des Zahlungsvehikels (LIEBE und MEYERHOFF, 2005; OSTHEIMER und VOGT, 2010). Deshalb werden in dieser Studie sowohl freiwilliger Aktionismus als auch verbindliche Zahlungsbereitschaft als separate Elemente der Handlungsbereitschaft betrachtet (siehe Abbildung 1).

Gemäß dem ökonomischen Grundsatz der Nutzenmaximierung, ist auch bei Agrarprodukten, die die negativen externen Effekte der Landwirtschaft mindern können, die Handlungsbereitschaft abhängig von der Wertschätzung einzelner Komponenten des assoziierten Umweltnutzens. Dabei kann die Wertschätzung entweder nutzungsabhängig oder nutzungsunabhängig sein. Im Fall der Agroforstsysteme würde demnach nutzungsabhängige Wertschätzung entstehen durch Aktivitäten im Wirkungsraum des Landschaftselementes wie z.B. Radfahren, Wandern und das Sammeln von Wildgewächsen. Nutzungsunabhängige Wertschätzung hingegen setzt sich zusammen aus Existenznutzen, Optionsnutzen und Vererbungsnutzen. Obwohl eine trennscharfe Abgrenzung beider Wertschätzungsarten als schwierig und nicht notwendig für die Bemessung ihrer Gesamtheit betrachtet wird, werden sie in dieser Studie konzeptionell getrennt voneinander betrachtet (FREEMAN, 2003; LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Dabei wird die nutzungsabhängige Wertschätzung durch Aktivitäten repräsentiert, die auf besondere Naturverbundenheit schließen lassen, unter der Annahme, dass diese die Handlungsbereitschaft beeinflussen.

*H1: Die Naturverbundenheit hat einen Einfluss auf die Aktionsbereitschaft.*

Ein ähnlicher Einfluss muss auch für die nutzungsunabhängige Wertschätzung angenommen werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass Existenznutzen, Optionsnutzen und Verer-



bungsnutzen durch mit der Landbewirtschaftung in Verbindung gebrachte negative externe Effekte potentiell gemindert werden würden, so dass eine negative Einstellung gegenüber der Nutzung existenzieller Ressourcen durch die Landwirtschaft zu einer höheren Handlungsbereitschaft führen würde (LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Allerdings unterliegt die Landschaftsgestaltung in Deutschland und somit auch die Wahrnehmung der negativen externen Effekte starken regionalen Unterschieden (HUNZIKER, 2010), so dass im vorliegenden Forschungsmodell zwischen der umweltbezogenen Einstellung zur gesamtdeutschen Landwirtschaft und der regionsspezifischen Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft unterschieden wird. Durch den aus der Psychologie bekannten und vielfach in der Verbraucherwahrnehmung beobachteten Halo-Effekt ist zusätzlich davon auszugehen, dass es zu einer Überstrahlung der gesamtdeutschen Wahrnehmung der Landwirtschaft durch die regionsspezifische kommt (OTTER et al., 2014; HELMLE, 2011; THORNDIKE, 1920).

*H2: Die Einstellung gegenüber der Landwirtschaft hat einen Einfluss auf die Aktionsbereitschaft.*

*H3: Regionsspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft hat einen Einfluss auf die Einstellung gegenüber der Landwirtschaft.*

*H5: Regionsspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft hat einen Einfluss auf die Aktionsbereitschaft.*

Wie auch bei anderen landwirtschaftlichen Produkten, mit denen ein nachhaltiger Nutzen assoziiert wird, wie z. B. Lebensmittel, die mit einem Nachhaltigkeitsstandard zertifiziert sind, muss auch bei den Agroforstsystemen im Alley-Cropping Verfahren davon ausgegangen werden, dass sich verschiedene soziodemographische Merkmale direkt oder indirekt auf die Zahlungsbereitschaft auswirken (BERLICHINGEN, 2006; OTTER et al., 2014). Bereits in früheren Studien zu Lebensmittelprodukten in der Wahrnehmung deutscher Verbraucher hat sich bestätigt, dass das Alter, das Geschlecht, der Bildungsgrad und das Haushaltseinkommen diese erheblich beeinflussen. So zeigen SCHULZE et al. (2008), KAYSER und SPILLER (2011) und OTTER et al. (2014), dass vor allem junge, weibliche Verbraucher mit überdurchschnittlicher Bildung eine signifikant höhere Zahlungsbereitschaft haben. Gleichzeitig muss bei den in dieser Studie betrachteten Agroforstsystemen von einem regionsspezifischem Einfluss sowohl direkt durch eine Wahrnehmungsverzerrung, die durch den Verlust des direkten Bezuges von Teilen der Bevölkerung zur Landwirtschaft in Folge der Urbanisierung entsteht, auf die Zahlungsbereitschaft als auch indirekt über Wahrnehmung der von der Landwirtschaft geprägte Landschaft ausgegangen werden (HELMLE, 2011). Für Tierwohl-Fleischprodukte wurde der direkte Zusammenhang bereits in einer Studie von PIRSICH (2017) bestätigt in der, wie auch in dieser Studie, Region und Größe des derzeitigen Wohnortes als Determinanten des Kaufverhaltens berücksichtigt wurde.

*H4a: Soziodemographische Merkmale haben einen Einfluss auf die regionsspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft.*



*H4b: Soziodemographische Merkmale haben einen Einfluss auf die Aktionsbereitschaft.*

*H4b: Soziodemographische Merkmale haben einen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft.*

Neben der generellen Wertschätzung umweltschonender Maßnahmen ist im spezifischen Fall der Agroforstsysteme auch zu berücksichtigen, dass diese Maßnahme einem konkreten Sektor, nämlich der Landwirtschaft, zugeschrieben wird. Theoretisch könnte die aus der Gesamtwertschätzung resultierende Zahlungsbereitschaft also auch dadurch gemindert werden, dass die Bevölkerung die Durchführung dieser Maßnahme nicht in der Zuständigkeit der deutschen Landwirtschaft sieht. Jedoch haben sich, wie einleitend beschrieben, die der Landwirtschaft assoziierten Aufgabenbereiche in der Wahrnehmung der deutschen Bevölkerung seit den 1990er Jahren von den Primäraufgaben, und somit der Erzeugung von Lebensmitteln mit hoher Produktqualität in großen Mengen, hinzu Sekundäraufgaben wie der Ressourcenschonung und Landschaftsschutz verschoben (ROHWER, 2010). Die zunehmende Bedeutung solcher Aspekte der Prozessqualität im Verbraucherverhalten bei Lebensmitteln wurde bereits in früheren Studien von z.B. KORN et al. (2014) sowie ZÜHLSDORF und SPILLER (2012) bestätigt und werden zusätzlich durch den zunehmenden Anteil der deutschen Bevölkerung mit Mehrzahlungsbereitschaft für umweltfreundliche Produkte gestützt (STATISTA, 2017). Es ist daher auch in dieser Studie davon auszugehen, dass sich diese Verschiebung in der Wahrnehmung landwirtschaftlicher Aufgabenbereiche auch auf die Zahlungsbereitschaft für die von ihnen erzeugten Güter auswirkt. Dies trifft vor allem zu, wenn diese, wie im vorliegenden Fall der Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren, mit der Landbewirtschaftung in Verbindung gebrachte negative externe Effekte mindern und somit einen Umweltnutzen stiften (TSONKOVA et al., 2012).

*H6: Die Wahrnehmung der primären und sekundären Aufgabenbereiche der Landwirtschaft beeinflusst die Zahlungsbereitschaft.*

Basierend auf der sozialwissenschaftlichen Forschung zur Steuerung des Umweltschutzes wird angenommen, dass sich die Handlungsbereitschaft deutscher Steuerzahler zugunsten eines Umweltnutzens, der durch die Erzeugung eines Agrarproduktes entsteht, in Aktions- und Zahlungsbereitschaft unterteilen lässt (OSTHEIMER und VOGT, 2010). Da die individuelle Bereitschaft zu freiwilligem Aktionismus per se eine höhere intrinsische Motivation gegenüber dem Umweltschutz voraussetzt, ist zudem davon auszugehen, dass diese Aktionsbereitschaft zugunsten des Umwelt- und Ressourcenschutzes, welche von verschiedenen Merkmalen und Wertschätzungs-komponenten bestimmt wird, zu der Entscheidung über die Höhe der Zahlungsbereitschaft in Form einer Steuer zugunsten der Einführung von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Verfahren führt (LIEBE und MEYERHOFF, 2005).

*H7: Die Aktionsbereitschaft beeinflusst die Zahlungsbereitschaft.*



Um die komplexen kausalen Zusammenhänge in diesem Forschungsmodell statistisch angemessen abbilden zu können, eignet sich am besten die Anwendung einer varianzbasierten Strukturgleichungsmodellierung von Primärdaten.

## 2.2 Studiendesign

Zur empirischen Anwendung des Forschungsmodells wurden Primärdaten von 1714 in Deutschland steuerpflichtigen Einwohnern mittels eines strukturierten Online-Fragebogens (durchschnittliche Beantwortungsdauer: 10:31 Minuten) im Februar 2017 erhoben. Die Probanden wurden dabei über einen Panelanbieter nach Zufallsauswahl rekrutiert. Zur Gewährleistung der Repräsentativität wurden zu Beginn des Fragebogens lediglich Quoten bezüglich Alter, Geschlecht und regionaler Verteilung des Wohnortes gesetzt. Minderjährige Personen wurden nicht berücksichtigt, da sie zum einen in der Regel nicht unbeschränkt steuerpflichtig sind, weshalb sie nicht in die Zielgruppe dieser Studie fallen; zum anderen sind sie nicht voll geschäftsfähig, was sie aufgrund der Rahmenbedingungen des Panelanbieters von der Umfragebeteiligung ausschließt. Am Ende des Fragebogens wurden die Soziodemographischen Angaben durch Fragen zu Haushaltstyp, Bildung, Einkommen sowie Größe des Wohnorts und des Ortes an dem sie überwiegend aufgewachsen sind ergänzt. Darüber hinaus wurden im Fragebogen die psychographischen Merkmale „Naturverbundenheit“, „Regionspezifische Umweltwirkung der Landwirtschaft“, „Wahrgenommene Aufgaben der Landwirtschaft“ sowie „Allgemeine Einstellung zur Landwirtschaft“ anhand von 5-stufig Likert- und Likert-Like-skalierten Statements in dieser Reihenfolge gemessen. Die daraus resultierenden Handlungen werden in dieser Studie unterteilt in die „Aktionsbereitschaft“ (freiwilliger Aktionismus) und die „Zahlungsbereitschaft“ (verbindlicher Aktionismus). Da Spendenbereitschaft durch potentiell Trittrettfahrerverhalten als Indikator der Zahlungsbereitschaft für Umweltnutzen als unzuverlässig gilt und Eintrittspreise die Ausschließbarkeit nicht-zahlender Personen von positiven, externen Effekten voraussetzt, wurde die Zahlungsbereitschaft in dieser Studie in Form einer Steuererhöhung erhoben (PEARCE et al., 2002). In diesem Zusammenhang wurde den Probanden eine Bezahlkarte über 0 bis 150 € zusätzlich abzuführen, jährlichen Steuerbetrages zur Auswahl gestellt. Durch die gezielte Einschränkung der Spannbreite an Zahlungsvorschlägen auf dieser Skala wurden die Problematiken der Startpunktverzerrung und der übermäßigen Zahlenfülle vermieden (MITCHELL und CARSON, 1981). Der Wertebereich wurde zwischen 0 und 150€ definiert, da dieser einen realistischen Rahmen widerspiegelt (ROWE et al., 1996). Trotz der eingeschränkten Tauglichkeit der Spendenbereitschaft als Indikator für die Zahlungsbereitschaft, eignet sich die in der Vergangenheit geleistete Höhe der Spenden an Umwelt- und Naturschutzorganisationen (Verhältnisskala), ebenso wie die Mitgliedschaft in solchen Organisationen (Nominalskala) und die Häufigkeit der naturschutzbezogenen ehrenamtlichen Tätigkeiten (Likert-Like-Skala), als Indikator für die „Aktionsbereitschaft“ und war deshalb auch Teil des Fragebogens. Während diese Variablen im Fragebogen aufgrund des thematischen Bezugs nach den Statements zum psychographischen Merkmal „Naturverbundenheit“ platziert waren, wurde die „Zahlungsbe-



reitschaft“ samt bebildertem Vorab-Informationstext erst nach sämtlichen psychographischen Merkmalen abgefragt, um bei diesen eine Verzerrung des Antwortverhaltens der Probanden zu vermeiden. Der Informationstext zielte dabei auf die Errichtung eines hypothetischen Marktes ab indem die Umweltveränderung durch das Gut, seiner Bereitstellung sowie die Steuer als Zahlungsvermittelung definiert werden (LIEBE und MEYERHOFF, 2005).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Deskriptive Statistik

Die Stichprobe umfasst 1714 in Deutschland steuerpflichtige Probanden, die alle bereits ihr 18. Lebensjahr vollendet haben. 851 Frauen (49,6 %) und 863 Männer (50,4 %) haben an der Umfrage teilgenommen. Demnach entspricht die Geschlechterverteilung der Stichprobe annähernd der der bundesdeutschen Grundgesamtheit, ähnlich wie die Altersverteilung. Dabei sind die jüngste (18 bis 29) und älteste (60 und älter) Altersgruppe in der Stichprobe mit 13,7 % bzw. 34,7 % jeweils leicht unterrepräsentiert, während die beiden mittleren Altersgruppen (30 bis 44; 45 bis 59) mit 20,2 % bzw. 31,4 % entsprechend leicht überrepräsentiert sind. Das Durchschnittsalter innerhalb der Stichprobe liegt bei 49,5 Jahren (Standardabweichung: 14,4) und der Median befindet sich bei 51 Jahren. Die regionale Verteilung der Stichprobe entspricht nach Bundesländern gegliedert ebenfalls annähernd der gesamtdeutschen Verteilung. Selbiges gilt auch für die Verteilungen der soziodemographischen Merkmale „Berufs- bzw. Schulabschlusses“, „monatliches Haushalts-Nettoeinkommen“, „Größe des derzeitigen Wohnortes“ und „Größe des Herkunftsortes“ (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018). Insgesamt kann die Stichprobe als repräsentativ betrachtet werden, da es nur sehr geringe Abweichungen zur bundesdeutschen Grundgesamtheit gibt.

Die Mehrzahlungsbereitschaft durch Steuerzahlungen bzw. Steuererhöhungen für die Förderung von Agroforstsystemen liegt im Mittel bei jährlich 36,59 €. Die Standardabweichung beträgt 40,96 und der Median 20,00 €. Der deutlich unter dem Mittelwert liegende Median lässt sich dadurch erklären, dass mit 598 (34,9 %) über ein Drittel der Befragten keine Mehrzahlungsbereitschaft besitzen und demnach nicht bereit sind, eine Steuer zur Förderung der Agroforstwirtschaft zu akzeptieren. Von den Nichtzahlungsbereiten haben jedoch 75,7 % eine zustimmende Haltung gegenüber der Aussage „Ich halte Agroforstsysteme für sinnvoll, bin aber nicht bereit höhere Ausgaben dafür zu zahlen“; der Mittelwert hinsichtlich der fünfstufigen Likert-Skala beträgt 4,11 und die Standardabweichung 0,974. Eine sehr ähnliche Resonanz erfolgt auf die Aussage „Ich kann mir keine zusätzlichen Ausgaben leisten“. Dem wird von 68,9 % der Befragten ohne Mehrzahlungsbereitschaft zugestimmt, während der Mittelwert bei 4,04 und die Standardabweichung bei 1,146 liegt. Die Aussagen „Schutz und Verbesserung der Umwelt sind nicht notwendig“ sowie „Der Erhalt der natürlichen Ressourcen ist nicht notwendig“ werden von 74,4 % (Mittelwert: 1,91; Standardabweichung: 0,988) bzw. 76,1 % (Mittelwert: 1,88; Standardabweichung: 0,986) der Nichtzahlungsbereiten ablehnend





beantwortet. In Bezug auf die möglichen Fördermaßnahmen durch die Agrarpolitik stimmen 82,1 % der Befragten zu, dass es grundsätzlich Aufgabe der Politik ist, Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen zu fördern (Mittelwert: 4,27; Standardabweichung: 0,903). Eine ähnlich wichtige Bedeutung messen die Befragten der Landwirtschaft hinsichtlich der Erfüllung von sowohl Primäraufgaben als auch Sekundäraufgaben zu. Die Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen, den Umwelt- und Naturschutz sowie die Produktion von Lebensmitteln empfinden besonders viele Probanden als wichtige Aufgabe der deutschen Landwirtschaft, wie Tabelle 1 verdeutlicht (Mittelwerte und Standardabweichungen finden sich in Tabelle 2).

**Tabelle 1: Relative Häufigkeitsverteilung der Einschätzung zur Wichtigkeit der Erfüllung von Primär- und Sekundäraufgaben durch die deutsche Landwirtschaft**

	Unwichtig	Eher unwichtig	Teils/ Teils	Eher wichtig	Sehr wichtig
Produktion von Lebensmitteln <sup>1</sup>	0,6 %	1,3 %	15,0 %	39,8 %	43,3 %
Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe <sup>2</sup>	0,8 %	2,7 %	19,0 %	38,2 %	39,3 %
Ernährungssicherung der Weltbevölkerung <sup>1</sup>	1,5 %	3,7 %	19,0 %	34,1 %	41,7 %
Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen <sup>2</sup>	0,9 %	1,5 %	12,6 %	41,2 %	43,8 %
Landschaftspflege <sup>2</sup>	0,8 %	2,6 %	14,4 %	42,6 %	39,6 %
Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen <sup>2</sup>	0,9 %	2,1 %	12,2 %	36,1 %	48,7 %
Erhaltung der Besiedlung ländlicher Räume <sup>2</sup>	1,1 %	4,0 %	20,9 %	39,7 %	34,3 %
Sicherung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum <sup>2</sup>	1,1 %	2,5 %	20,3 %	38,3 %	37,8 %
Wahrung ländlicher Tradition <sup>2</sup>	2,2 %	5,7 %	24,0 %	38,5 %	29,6 %

Quelle: Eigene Berechnungen; <sup>1</sup>Primäraufgaben, <sup>2</sup>Sekundäraufgaben; n = 1714

### 3.2 PLS-Schätzung

Für die weitergehenden Auswertungen der zuvor erläuterten Datengrundlage ist die Partial Least Squares (PLS) Methode unter Zuhilfenahme der Software SmartPLS 3 angewendet worden. Die Methode ist insbesondere, aufgrund der statistischen Möglichkeit Kausalzusammenhänge zu betrachten, für die Analyse des vorliegenden Zahlungsbereitschaftsmodells für Agroforstsysteme geeignet (HAIR et al., 2011). Die Qualität des vorliegenden Messmodells wird nachfolgend mittels Reliabilitäts- und Validitätskriterien dargestellt. Die Reliabilität der jeweiligen im Modell verwendeten Indikatoren wird mithilfe der Ladungen aller Indikatoren auf die entsprechenden Konstrukte überprüft. Da die Konstruktloadungen ausnahmslos oberhalb des Grenzwertes von 0,6 liegen (Tabelle 3), sind die Voraussetzungen für die Indikatorreliabilität erfüllt. Weiterhin ist zu überprüfen, ob mit der durchschnittlich erfassten Varianz (AVE) und der Konstruktreliabilität die Konvergenzkriterien erfüllt sind. Tabelle 4 verdeutlicht, dass sämtliche AVE-Werte den Grenzwert von 0,5 überschreiten und die Mindestanforderungen hinsichtlich der Konstruktreliabilität von 0,7 durchgängig erreicht werden. Somit sind alle Qualitätskriterien bezüglich der Konvergenz erfüllt und das Modell kann als reliabel angesehen werden (HAIR et al., 1998; HAIR et al., 2011). Mit dem Fornell-Larcker Kriterium und den Kreuzladungen werden zudem zwei Gütemaße zur Prüfung der Diskriminanzvalidität



herangezogen. Zur Erfüllung des Fornell-Larcker Kriteriums müssen die AVE-Werte der Konstrukte größer sein als alle quadrierten Korrelationen der betreffenden Variablen mit den übrigen Konstrukten. Anhand der Kreuzladungen wird überprüft, ob alle Indikatoren, die zur Operationalisierung der Konstrukte hinzugezogen wurden, über höhere Ladungen auf das zugehörige Konstrukt verfügen, als auf die restlichen Konstrukte des Modells (FORNELL und LARCKER, 1981; HAIR et al., 2012). Im vorliegenden Modell sind beide Gütemaße erfüllt (Tabelle 5), sodass die Diskriminanzvalidität als gegeben angenommen werden kann. Neben den zuvor erläuterten Prüfmaßen ist auch die Vorhersagevalidität über das Stone-Geisser-Kriterium  $Q^2$  der kreuzvalidierten Kommunalität für die Konstrukte zu prüfen. Im betrachteten Zahlungsbereitschaftsmodell für Agroforstsysteme liegt die Kommunalität nach Stone-Geissers  $Q^2$  für alle Konstrukte deutlich über dem Grenzwert von 0 (HAIR et al., 2011; HUBER, 2012). Das Modell ist somit nicht nur als reliabel, sondern auch als valide anzusehen.

**Tabelle 2: Reliabilität des Zahlungsbereitschaftsmodells für Agroforstsysteme**

	Frage/Statement	MW <sup>1</sup>	STA <sup>2</sup>	KL <sup>3</sup>	KR <sup>4</sup>	AVE <sup>5</sup>
<b>Konstrukt „Aktionsbereitschaft“</b>					0,886	0,565
SpH	Wie oft haben Sie in den letzten 12 Monaten eine Umwelt- oder Naturschutzorganisation finanziell unterstützt?	1,84	1,095	0,774		
AB1	Wie oft setzen Sie sich für den Erhalt der Natur sowie Tier- und Pflanzenarten ein oder versuchen Klimaschutzmaßnahmen zu ergreifen? ...Ich kaufe ökologische Produkte	3,17	1,011	0,802		
AB2	...Ich helfe bei der Anlage und Pflege von Biotopen	1,67	1,012	0,664		
AB3	...Ich kaufe regionale Produkte	3,74	0,914	0,669		
AB4	...Ich kaufe Fairtrade zertifizierte Produkte	3,04	1,052	0,779		
AB5	...Ich unterstütze mit finanziellen Mitteln gezielt Maßnahmen zum Umwelt-/ Natur-/ Klimaschutz	2,06	1,109	0,808		
<b>Konstrukt „Zahlungsbereitschaft“</b>					1,000	1,000
ZbH	Welchen Steuerbetrag wären Sie maximal bereit pro Jahr für die Förderung von Agroforstsystemen zu zahlen?	36,59	40,964	1,000		
<b>Konstrukt „Primäraufgaben Landwirtschaft“</b>					0,859	0,754
Ap1	Wie wichtig ist Ihrer Meinung nach die Erfüllung folgender Aufgaben durch die deutsche Landwirtschaft? ...Produktion von Lebensmitteln	4,24	0,795	0,948		
Ap2	... Ernährungssicherung der Weltbevölkerung	4,11	0,938	0,781		
<b>Konstrukt „Sekundäraufgaben Landwirtschaft“</b>					0,910	0,629
As1	...Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe	4,12	0,865	0,785		
As2	...Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen	4,25	0,802	0,864		
As3	...Landschaftspflege	4,18	0,829	0,830		
As4	...Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen	4,29	0,831	0,862		
As5	...Erhaltung der Besiedlung ländlicher Räume	4,02	0,901	0,712		
As6	...Sicherung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum	4,09	0,879	0,687		
<b>Konstrukt „Naturverbundenheit“</b>					0,912	0,511
Nv1	Wie häufig gehen Sie folgenden Freizeitaktivitäten in der Natur nach? ...Spazieren gehen	3,77	1,047	0,630		
Nv2	... Wandern	2,75	1,235	0,680		
Nv3	...Naturbeobachtungen	2,79	1,212	0,798		
Nv4	...Tierbeobachtungen	2,58	1,180	0,781		
Nv5	...Tiere und Pflanzen bestimmen	2,08	1,113	0,780		
Nv6	...Gartenarbeit	2,97	1,421	0,641		
Nv7	Wie oft kommen Sie mit anderen Tätigkeiten in Kontakt? ...Ich sammle Früchte oder Pilze	2,27	1,224	0,700		
Nv8	...Ich genieße schöne Augenblicke in der Natur	3,65	1,013	0,705		
Nv9	...Ich rieche an/sammle Kräuter(n) und Blüten	2,54	1,262	0,755		
Nv10	...Ich erstelle Dekoratives aus Naturmaterialien	2,03	1,152	0,653		
<b>Konstrukt „Einstellung gegenüber der Landwirtschaft“</b>					0,848	0,583
EL1	Zu den nachfolgenden Aussagen über die deutsche Landwirtschaft wüssten wir gerne Ihre Meinung. ...Die Landwirtschaft verwendet zu viele Dünge- und Pflanzenschutzmittel	4,01	0,888	0,765		
EL2	...Die Landwirtschaft produziert zu viele Lebensmittel	2,99	1,061	0,735		
EL3	...Die Aufrechterhaltung einer intensiven Landwirtschaft ist unsinnig	3,03	1,079	0,712		
EL4	...Die Landwirtschaft in ihrer heutigen Form gefährdet zunehmend die natürlichen Ressourcen wie Gewässer und Böden	3,58	1,006	0,836		
<b>Konstrukt „Regionsspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft“</b>					0,940	0,692
UL1	Finden Sie, dass die folgenden Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt auch in Ihrer Region von Bedeutung sind? ...Stofflicher Eintrag in Gewässer (Dünger etc.)	3,33	1,143	0,815		
UL2	...Luftverschmutzung	3,42	1,114	0,773		
UL3	...Boden- und Winderosion	2,89	1,112	0,825		
UL4	...Bodenveränderungen/Humusschwund	2,96	1,124	0,864		
UL5	...Landschaftsveränderungen (ausgeräumte Landschaften)	3,18	1,149	0,848		
UL6	...Aussterben von Tier- und Pflanzenarten	3,23	1,172	0,843		
UL7	...Zerstörung von Lebensräumen	3,39	1,140	0,853		
<b>Konstrukt „Geschlecht“</b>					1,000	1,000
Weiblich	Weiblich	0,50	0,500	1,000		
<b>Konstrukt „Alter“</b>					1,000	1,000
Alt	Geburtsjahr (Umcodiert – über 45 Jahre)	0,64	0,480	1,000		
<b>Konstrukt „Bildung“</b>					1,000	1,000



Bil	Höchster Abschluss (Promotion, Studium, Meister)	0,33	0,472	1,000		
<b>Konstrukt „Einkommen“</b>					1,000	1,000
EK	Monatliches Nettohaushaltseinkommen (über 3000 €)	0,34	0,473	1,000		
<b>Konstrukt „Haushaltsstruktur“</b>					1,000	1,000
HS	Art des Haushalts (Partnerhaushalt mit Kind(ern))	0,25	0,436	1,000		
<b>Konstrukt „Bundesland“</b>					1,000	1,000
BL	In welchem Bundesland leben Sie? (Sachsen)	0,07	0,252	1,000		
<b>Konstrukt „Herkunftsortsgröße“</b>					1,000	1,000
AU	Wo sind Sie aufgewachsen? (Gemeinde 500 bis unter 5000 Einwohner)	0,21	0,410	1,000		
<b>Konstrukt „Wohnortsgröße“</b>					1,000	1,000
WO	Wo leben Sie? (Gemeinde 500 bis unter 5000 Einwohner)	0,16	0,367	1,000		

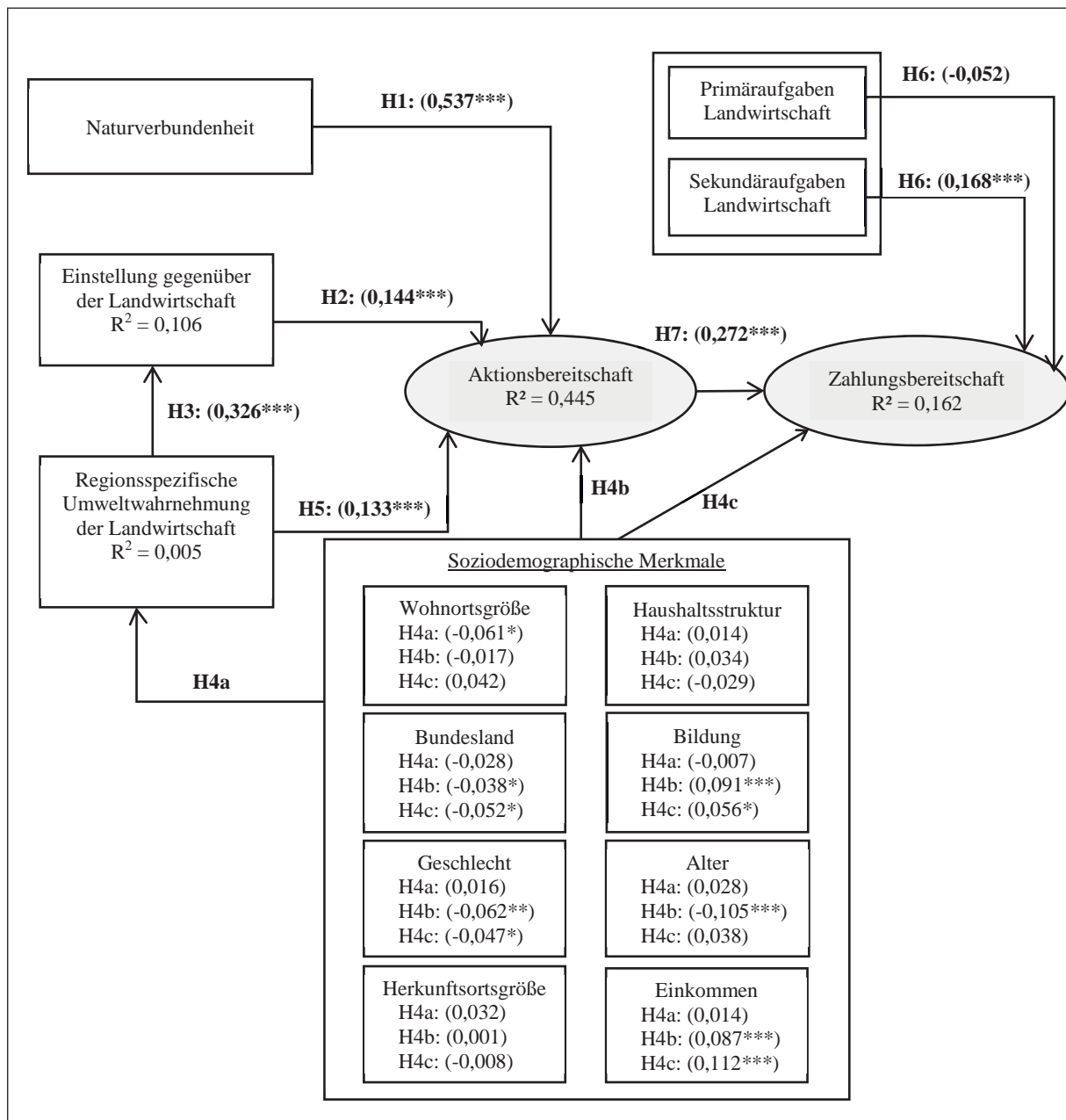
<sup>1</sup>Mittelwert, <sup>2</sup>Standardabweichung, <sup>3</sup>Konstruktlastung, <sup>4</sup>Konstruktrelabilität, <sup>5</sup>Average Variance Extracted  
 SpH, AB1-5, Nv1-10 = Statements (Skala von 1 = Nie bis 5 = Sehr oft); ZbH = Rating Skala (von 0 = 0 € bis 15 = 150 €);  
 Ap1-2, As1-6 = Statements (Skala von 1 = Unwichtig bis 5 = Sehr wichtig); EL1-4 = Statements (Skala von 1 = Trifft überhaupt nicht zu bis 5 = Trifft voll und ganz zu); UL1-7 = Statements (Skala von 1 = sehr geringe Bedeutung bis 5 = sehr große Bedeutung); Wei, Alt, Bil, EK, HS, BL, AU, WO = Dummy Variable (0 = Nein; 1 = Ja)

Quelle: Eigene Berechnungen; Konstrukte gebildet aus Einzelstatements

Im Folgenden werden die  $R^2$ -Werte sowie die Pfadkoeffizienten mit den zugehörigen Signifikanzniveaus zur Überprüfung des Zahlungsbereitschaftsmodells für Agroforstsysteme in Deutschland betrachtet. Aus Abbildung 1 sind die Bestimmtheitsmaße der Konstrukte „Einstellung gegenüber der Landwirtschaft“ ( $R^2 = 0,106$ ) und „Regionsspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft“ ( $R^2 = 0,005$ ) sowie der Konstrukte „Aktionsbereitschaft“ ( $R^2 = 0,445$ ) und „Zahlungsbereitschaft“ ( $R^2 = 0,162$ ) zu entnehmen. Ein hohes Bestimmtheitsmaß sagt aus, dass das betrachtete Konstrukt gut durch die determinierenden Konstrukte erklärt wird. Nach HUBER (2012) gilt die Grundregel, dass der erklärte Varianzanteil eines Konstrukts durch die determinierenden Konstrukte des Modells bei mindestens 25 % ( $R^2 \geq 0,250$ ) liegen sollte. Abbildung 1 macht deutlich, dass die erklärte Varianz der Aktionsbereitschaft ( $R^2 = 0,445$ ) den Grenzwert klar übersteigt, und die Aktionsbereitschaft daher gut durch die gebildeten Konstrukte erklärt wird. Die erklärte Varianz der Zahlungsbereitschaft liegt bei 16,2 % ( $R^2 = 0,162$ ) und damit unterhalb des angestrebten Wertes. Jedoch ist bei der Beurteilung der erklärten Varianz das Untersuchungsziel zu berücksichtigen. Im Rahmen der vorliegenden explorativen Pilotstudie hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft für Agroforstsysteme ist eine Varianzerklärung der Zahlungsbereitschaft für ein bislang weitestgehend unbekanntes Landnutzungssystem von 16,2 % akzeptabel und schränkt die Erklärungsgüte des Gesamtmodells nur bedingt ein (HUBER, 2012). Der verhältnismäßig geringe  $R^2$ -Wert besagt lediglich, dass weitere im Modell nicht untersuchte Größen existieren, die Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft ausüben. Die Ergebnisse der kreuzvalidierten Redundanz für die Konstrukte zeigen zudem, dass die  $Q^2$ -Werte nach Stone-Geisser alle oberhalb des Grenzwertes von 0 liegen. Somit kann die Vorhersagevalidität auch auf Strukturmodellebene angenommen werden (HUBER, 2012).



**Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für Agroforstsysteme**



Quelle: Eigene Berechnungen (Signifikanzniveaus:  $p < 0,001$  (höchst signifikant\*\*\*),  $p < 0,01$  (hoch signifikant\*\*),  $p < 0,05$  (signifikant\*))

Die Pfadkoeffizienten zeigen – sofern sie signifikant sind – hohe kausale Einflüsse innerhalb des Zahlungsbereitschaftsmodells (Abbildung 2). Die Naturverbundenheit ( $0,537^{***}$ ), die Einstellung gegenüber der Landwirtschaft ( $0,144^{***}$ ) und die regionspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft ( $0,133^{***}$ ) üben deutliche Einwirkung auf die Aktionsbereitschaft aus. Die Aktionsbereitschaft ( $0,272^{***}$ ) hat wiederum Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft, genauso wie die Sekundäraufgaben der Landwirtschaft ( $0,168^{***}$ ), die die Zahlungsbereitschaft direkt beeinflussen. Zudem weist die regionspezifische Umweltwahrnehmung der Landwirtschaft ( $0,326^{***}$ ) erkennbare Einwirkung auf die Einstellung gegenüber der Landwirtschaft auf. Von den soziodemographischen Merkmalen zeigt nur die Wohnorts-



größe (-0,061\*) einen Einfluss auf die regionsspezifische Wahrnehmung der Landwirtschaft. Einfluss auf die Aktionsbereitschaft nehmen hingegen das Bundesland (-0,038\*), die Bildung (0,091\*\*\*), das Geschlecht (-0,062\*\*), das Alter (-0,105\*\*\*\*) und das Einkommen (0,087\*\*\*). Direkte Einwirkungen der soziodemographischen Merkmale auf die Zahlungsbereitschaft gehen von dem Bundesland (-0,052\*), der Bildung (0,056\*), dem Geschlecht (-0,047\*) und dem Einkommen (0,112\*\*\*\*) aus.

## 4 Diskussion und Fazit

Ziel dieser Studie war es auf Basis der Kontingenten Bewertungsmethode und komplementären Konzepten zur Verbraucherwahrnehmung von nachhaltig erzeugten Lebensmittelprodukten ein komplexes sozioökonomisches Forschungsmodell zu entwickeln, um die Höhe der monetären Zahlungsbereitschaft für kollektive Agrar-Umweltgüter und ihre Determinanten aus der Perspektive deutscher Steuerpflichtiger zu identifizieren und zu quantifizieren. Insgesamt belegen die Ergebnisse der PLS-Analyse, basierend auf Primärdaten von 1714 Steuerpflichtigen zur konkreten Maßnahme der Alley-Cropping-Agroforstsysteme, statistisch die grundsätzliche Anwendbarkeit dieses Forschungsmodells. Somit bestätigt sich auch, ähnlich wie bei privaten Gütern (z. B. OTTER et al., 2014), die Zahlungsbereitschaft für Agrar-Umweltgüter resultiert aus kausalen Verkettungen multipler sozio-ökonomischer Faktoren. Dabei führt besonders eine hohe nutzungsabhängige Wertschätzung der Natur zu einer hohen Zahlungsbereitschaft für Agrar-Umweltgüter mit nutzungsunabhängigen Wertkomponenten. Damit bestätigt auch die vorliegende Studie Ausführungen von NISBET et al. (2009) und PERKINS (2010) über den positiven Einfluss der Nähe zur Natur auf das Verhalten gegenüber der Umwelt. Parallel treten auch Einflüsse nutzungsunabhängiger Wertschätzung auf. So bestätigen die Ergebnisse auch die Modellannahmen, dass Probanden mit hohem Existenz-, Options- und Vererbungsnutzen mit der Landwirtschaft in Verbindung gebrachte negative externe Effekte potenziell zu mindern versuchen (LIEBE und MEYERHOFF, 2005). Es wird aber auch deutlich, dass diese Mehrzahlungsbereitschaft für eine bundesweite Förderung stark von der individuellen, regionsspezifischen Wahrnehmung der Landwirtschaft durch die Steuerpflichtigen abhängig ist; eine kognitive Verzerrung, die aus der Konsumforschung zu privaten Gütern als Halo-Effekt bekannt ist (THORNDIKE, 1920). Zudem spiegeln die Ergebnisse der Studie insofern aktuelle Trends im Verbraucherverhalten bei Lebensmitteln wieder (KORN et al., 2014; ZÜHLSDORF und SPILLER, 2012), dass die Einstufung der Wichtigkeit hinsichtlich der Erfüllung von Sekundäraufgaben (Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe, Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen, Umsetzung von Umwelt- und Naturschutz etc.) durch die Landwirtschaft ähnlich hoch ist wie die der Primäraufgaben und sich sehr begünstigend auf die Zahlungsbereitschaft für Agroforstsysteme auswirkt.

Diese Ergebnisse lassen zum einen die Forschungsimplication zu, die Kontingente Bewertungsmethode sowie ihre empirische Konzeptualisierung stärker einzubeziehen und weiterzu-



entwickeln um etwaige Fördermaßnahmen für Agrar-Umweltgüter in Deutschland dem öffentlichen Interesse entsprechend umzusetzen und somit politisch zu rechtfertigen. Zu anderen implizieren die PLS-Ergebnisse in Zusammenhang mit den deskriptiven Ergebnissen die eindeutige Empfehlung an die Politik, die Anlage von Agroforstsystemen durch Landwirte zukünftig zu fördern, da eine durchschnittliche Zahlungsbereitschaft der untersuchten Gruppe von jährlich 36,59 € besteht. Insgesamt haben 65,1 % der Befragten eine Zahlungsbereitschaft für Agroforstsysteme geäußert. Zudem ist der weit überwiegende Teil der Probanden der Ansicht, dass es grundsätzlich Aufgabe der Politik ist, den rechtlichen Förderrahmen für Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen zu schaffen, während es Aufgabe der Landwirtschaft ist, diese Maßnahmen umzusetzen. Die Einführung einer Steuer zur Förderung von Agroforstsystemen würde dabei, im Gegensatz zu einer freiwilligen Abgabe, das Auftreten einer Kluft zwischen der angegebenen und der tatsächlichen Zahlungsbereitschaft, wie sie z. B. CLAUDY et al., (2013) identifiziert haben, verhindern, da eine Steuer verpflichtend wäre.

Die Kontingente Bewertungsmethode hat sich bereits vielfach zur Ermittlung der individuellen Präferenzen für kollektive Umweltgüter bewährt (LIEBE und MEYERHOFF, 2005) und auch hinsichtlich der vorliegenden Studie zu plausiblen und konsistenten Ergebnissen geführt. Im Rahmen der Bewertung nicht handelbarer Güter kann es dennoch zu Abweichungen zwischen der tatsächlichen und der angegebenen Zahlungsbereitschaft kommen, da die Befragten z. B. vor der Befragung nur wenig Kenntnisse über Agroforstsysteme hatten oder sozial erwünscht geantwortet haben. Deshalb sollten nachfolgende Studien sich tiefergehend mit dem Überschätzungsfaktor und seiner Minimierung auseinandersetzen. Zudem sollte der in dieser Studie erstellte konzeptionelle Forschungsrahmen weiterentwickelt werden um die Erklärungskraft der Zahlungsbereitschaft zu erhöhen.



## Literatur

- BATEMAN, I.J., R.T. CARSON, B. DAY, M. HANEMANN, N. HANLEY, T. HETT, M. JONES-LEE, G. LOOMES, S. MOURATO, E. ÖZDEMIROGLU, D.W. PEARCE, R. SUGDEN und J. SWANSON (2002): *Economic Valuation With Stated Preference Techniques: A Manual*. Edward Elgar, Cheltenham.
- CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1947): Capital Returns from Soil-Conservation Practices. *American Journal of Agricultural Economics* 29 (4): 1181-1196.
- DRITTLER, L. und L.THEUVSEN (2017): Agrarholz als ökologische Vorrangfläche im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik. *Berichte über Landwirtschaft* 95 (2): 1-20.
- FORNELL, C. und D. LARCKER (1981): Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research* 18 (1): 39-50.
- FREEMAN, A.M. (2003): *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the Future, Washington.
- GERPOTT, T.J. und I. MAHMUDOVA (2008): Kontingente Bewertungsmethoden zur Schätzung individueller Zahlungsbereitschaften für kollektive Umweltgüter. *Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt : Zeitschrift für Studium und Forschung* 37 (10): 524-530.
- HAIR, J.F., R.E. ANDERSON und R.L. TATHAM (1998): *Multivariate Data Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- HAIR, J.F., C.M. RINGLE und M. SARSTEDT (2011): PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *The Journal of Marketing Theory and Practice* 19 (2): 139-152.
- HAIR, J.F., M. SARSTEDT, C. RINGLE und J. MENA (2012): An assessment of the use of partial least squares structural equation modelling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science* 40 (3): 414-433.
- HELMLE, S. (2011): Darf es heute etwas Landwirtschaft sein? Über das Image der Landwirtschaft in Deutschland. *YSA*: 35–58.
- HUNZIKER, M. (2010): Die Bedeutungen der Landschaft für den Menschen: objektive Eigenschaft der Landschaft oder individuelle Wahrnehmung des Menschen? *Landschaftsqualität. Konzepte, Indikatoren und Datengrundlagen*. Forum für Wissen 2010: 33-41.
- HUBER, F. (2012): *Leitfaden SmartPLS*. Universität Mainz.
- KAYSER, M. und A. SPILLER (2011): Anspruchsgruppenmanagement für die Veredlungswirtschaft in Intensivregionen. In H-W Windhorst, A. Veauthier (Eds.), *Nachhaltige Tierproduktion in agrarischen Intensivgebieten Niedersachsens* (pp. 147-166), Vechta, Germany: University of Vechta.
- KORN, A., Y. FEUCHT, K. ZANDER, M. JANSSEN und U. HAMM (2014): Entwicklung einer Kommunikationsstrategie für nachhaltige Aquakulturprodukte. *Forschungsbericht*, Universität Kassel.
- LIEBE, U. und J. MEYERHOFF (2005): *Die monetäre Bewertung kollektiver Umweltgüter - Theoretische Grundlagen, Methoden und Probleme*. Arbeitspapiere zum Management in der Umweltplanung 13/2005. TU Berlin.
- MITCHELL, R.C. und R.T. CARSON (1989): *Using surveys to value public goods*, Baltimore.
- NISBET, E.K., J.M. ZELENSKI und S.A. MURPHY (2009): The nature relatedness scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior* 41 (5): 715-740.





- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS und R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- OSTHEIMER, J. und M. VOGT (2010): Maßstäbe und Wirkungen staatlicher Steuerung im Umweltschutz. *JCSW* 51: 225-248.
- OTTER, V., B. PRECHTEL und L. THEUVSEN (2014): The country-of-origin effect for chocolate from Ecuadorian cocoa: An empirical analysis of consumer perception. *Economia Agro- Alimentare* 3: 41-58.
- PEARCE, D. und E. ÖZDEMIROGLU (2002): Economic Valuation with Stated Preference Techniques. Summary Guide. In: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/191522/Economic\\_valuation\\_with\\_stated\\_preference\\_techniques.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/191522/Economic_valuation_with_stated_preference_techniques.pdf), Abruf: 14.12.2016.
- PIRSICH, W. (2017): Tierwohl in der Fleischbranche Label – Verbrauchereinstellungen – Vermarktungswege. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- POMMEREHNE, W.W. und A.U. ROEMER (1992): Ansätze zur Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter. Ein Überblick. *Jahrbuch für Sozialwissenschaften* 43: 171-210.
- REEG, T. (2011): Agroforestry systems as land use alternatives in Germany? A comparison with approaches taken in other countries. *Outlook on Agriculture* 40 (1): 45-50.
- ROHWER, A. (2010): Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU – Fluch oder Segen? *ifo Schnelldienst* 63: 27-36.
- ROWE, R.D., W.D. SCHULZE und W.S. BREFFLE (1996): A Test for Payment Card Biases. *Journal of Environmental Economics and Management* 31 (2): 178-185.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHULZE, B., A. SPILLER und D. LEMKE (2008): Glücksschwein oder arme Sau? Die Einstellungen der Verbraucher zur modernen Nutztierhaltung. In A. Spiller & B. Schulze (Eds.), *Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft. Verbraucher, Märkte, Geschäftsbeziehungen* (pp. 465-488). Göttingen, Germany: Universitätsverlag Göttingen.
- STATISTA (2017): Statistiken: Handel/Einkaufsverhalten. In: [https://de.statista.com/statistik/daten/studie/264571/umfrage/kaeuferverhalten--zahlungsbereitschaft-fuer-umweltfreundliche-produkte/](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/264571/umfrage/kaeuferverhalten-zahlungsbereitschaft-fuer-umweltfreundliche-produkte/), Abruf: 16.12.2017.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018): Bevölkerungszahlen. In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html;jsessionid=706616174EA76D533E115D7C3244E92D.InternetLive1# Tabellen>, Abruf: 14.02.2018.
- THORNDIKE, E.L. (1920): A constant error in psychological rating. *Journal of Applied Psychology* 4 (1): 25-29.
- TSONKOVA, P., C. BÖHM, A. QUINKENSTEIN und D. FREESE (2012): Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. *Agroforestry Systems* 85 (1): 133-152.
- V. BERLICHINGEN, J.C. (2006): Junge Erwachsene als Zielgruppe für den Bio-Markt: Eine theoretische und empirische Analyse. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.



ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Technische Universität München.

ZÜHLSDORF, A. und A. SPILLER (2012): Trends in der Lebensmittelvermarktung. Projektbericht, Agrifood Consulting GmbH.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 55 %.**



---

## Teil II: Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der Agroforstwirtschaft in Deutschland

### II.5: Einstellungen landwirtschaftlicher Betriebsleiter und weiterer Stakeholder zu silvoarablen Alley-Cropping-Agroforstsystemen in Deutschland: Eine empirische Analyse anhand von Experteninterviews

JOSEF LANGENBERG, MARTEN RAUERT und LUDWIG THEUVSEN

**Zusammenfassung:** Der Ackerbau in Deutschland wird von einer ganzflächig angelegten Feldbewirtschaftung dominiert. Die Implementierung von Gehölzstreifen in die Ackerfläche im Rahmen der Anlage von Alley-Cropping-Agroforstsystemen kann die großflächigen Strukturen aufbrechen, die Artenvielfalt erhöhen, die Bodenerosion sowie die Nährstoffauswaschungen reduzieren und somit positive externe Effekte generieren. Ungeachtet der vielfältigen Vorteile, ist der Anbauumfang von Agroforstsystemen in Deutschland nahezu unbedeutend. Zur Beantwortung der Frage, weshalb diese Landnutzungsform in Deutschland trotz ihrer vielen Vorzüge kaum umgesetzt wird und welche Voraussetzungen für die Anlage erfüllt bzw. welche Anreize dafür gegeben sein müssen, werden 13 landwirtschaftliche Betriebsleiter, sechs landwirtschaftliche Mitarbeiter und vier Verpächter landwirtschaftlicher Flächen befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrzahl der befragten Betriebsleiter – insbesondere solche mit Sandstandorten – sich Agroforstsysteme auf ihren landwirtschaftlichen Flächen prinzipiell vorstellen können. Auch die Mitarbeiter und Verpächter haben ihrerseits überwiegend keine Vorbehalte gegen die Agroforstwirtschaft. Aufgrund vergleichsweise hoher Implementierungskosten bei gleichzeitig langen Laufzeiten und später Rückflüsse fordern viele Betriebsleiter finanzielle Beihilfen im Rahmen der Baumanpflanzung. Zudem werden die Anhebung des Greeningfaktors für die alternative Landnutzung und eine Vereinfachung des Agrarantrages für Agroforstsysteme verlangt. Die Ergebnisse haben verknüpft mit dem bereits bestehenden Rechtsrahmen der Europäischen Union vielfältige Implikationen für die zukünftige Ausgestaltung flankierender Unterstützungsmaßnahmen.

**Keywords:** Agroforstwirtschaft, Experteninterviews, Deutschland

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form eingereicht zur Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Zeitschrift „Berichte über Landwirtschaft“.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	203
2	Agroforstsystem als landwirtschaftliche Mischkultur .....	205
2.1	Formen der Agroforstwirtschaft .....	205
2.2	Rechtliche Rahmenbedingungen der Agroforstwirtschaft.....	207
3	Daten und Methodik.....	208
3.1	Auswahl der Interviewgruppen und Aufbau der Interviewleitfäden .....	208
3.2	Durchführung und Auswertung der Experteninterviews .....	211
4	Ergebnisse .....	212
4.1	Stichprobenbeschreibung.....	212
4.2	Einstellungen der Stakeholder zu Agroforstsystemen .....	216
4.2.1	Ökologische Bedeutung von Agroforstsystemen.....	216
4.2.2	Soziale Bedeutung von Agroforstsystemen .....	217
4.2.3	Ökonomische Bedeutung von Agroforstsystemen.....	218
4.2.4	Betriebliche Integration von Agroforstsystemen .....	221
5	Diskussion.....	226
6	Fazit.....	229
	Literaturverzeichnis.....	231



## 1 Einleitung

Der klassische Ackerbau dominiert die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Deutschland mit deutlichem Abstand zu weiteren Wirtschaftsweisen, wie der Grünlandnutzung, dem Sonderkulturanbau oder alternativen Landnutzungsformen. Auf zumeist groß- bzw. ganzflächig angelegten Feldern werden überwiegend Getreidepflanzen und Hackfrüchte zur Nahrungsmittelproduktion oder zur Futtermittelherstellung für die Veredelungswirtschaft angebaut (KREINS und GÖMANN, 2008). Diese Form der Landbewirtschaftung stellte über Jahrzehnte – verknüpft mit einem Fokus auf Intensivierung und damit steigende Felderträge – die Versorgung der zunehmend angewachsenen Bevölkerung in Deutschland mit ausreichend Lebensmitteln sicher (ROHWER, 2010). Jedoch stagniert die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland seit Beginn des 21. Jahrhunderts, sodass zukünftig keine weiteren Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft zur Sicherung der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln erforderlich erscheinen. Vielmehr gewinnen über die Lebensmittelproduktion hinausgehende gesellschaftliche Ansprüche an die landwirtschaftliche Flächennutzung an Bedeutung. Insbesondere vor dem Hintergrund negativer externer Effekte, wie dem Rückgang der Artenvielfalt, dem Insektensterben, dem Verlust von Landschaftselementen und dem Nährstoffeintrag in Grundwasserkörper und Oberflächengewässer, die mit der Landbewirtschaftung in Verbindung gebracht werden, wird die Forderung nach einer alternativen Ausrichtung der Landwirtschaft laut (OPPERMANN et al., 2013). Überdies steigt die Durchschnittstemperatur der erdnahen Atmosphäre tendenziell an, woraus spürbare Veränderungen der Wetterereignisse resultieren. Trockenphasen sowie Dürreperioden nehmen zu bzw. dauern länger an und Niederschläge treten zunehmend komprimiert in Form von Starkregen- oder Sturmereignissen auf (SCHULZ et al., 2011; AHLHELM et al., 2016). Diese Entwicklung bedingt einerseits zunehmende Ertragsschwankungen und zum Teil erhebliche Ertragseinbußen sowie andererseits den partiellen Verlust der fruchtbaren Ackerkrume durch Bodenerosion, sodass auch Landwirte Veränderungen in der Wirtschaftsweise in Erwägung ziehen müssen (SCHULZ et al., 2011).

Eine Alternative zum ganzflächigen Ackerbau stellt die Anlage von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren dar, in deren Rahmen schnellwachsende Kurzumtriebsgehölze streifenweise in die Ackerfläche implementiert werden (BÄRWOLFF, 2013). Die Gehölzstreifen stellen nachwachsende Rohstoffe in Form von Energieholz bereit, wodurch sie einen Beitrag zur Erreichung von Klimaschutzziele leisten, und führen in Kombination mit den Feldfrüchten zu einer Steigerung der Biodiversität sowie zu einer Verringerung von Nährstoffauswaschungen. Die Baumstreifen in den Ackerschlägen wirken ferner ausgeräumten Landschaften entgegen und steigern dadurch die landschaftliche Ästhetik. Zudem bleibt in Agroforstsystemen der wesentliche Flächenanteil zur Produktion von Feldfrüchten erhalten und die Bäume bedingen eine bessere Ausnutzung des Bodenwassers und reduzieren die Bodenerosion. Somit vereint die agroforstliche Bewirtschaftung im Hinblick auf die ökologi-



schen, sozialen und ökonomischen Aspekte der Landnutzung verschiedene Vorteile auf sich und führt zu einer multifunktionalen Wirtschaftsweise (GRÜNEWALD, 2005; KRUMMENACHER et al., 2008; ZEHLIUS-ECKERT, 2010; DRITTLER und THEUVSEN, 2017).

Ungeachtet der vielschichtigen und umfangreichen Vorzüge werden Alley-Cropping-Systeme von Landwirten in Deutschland kaum angelegt und ihr Anbauumfang beschränkt sich überwiegend auf Versuchsflächen (BÄRWOLFF und VETTER, 2011). Selbst als ökologische Vorrangfläche im Rahmen des Greening der EU-Agrarpolitik findet Agrarholz kaum Akzeptanz (DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Die Gründe für die Zurückhaltung sind – mit Ausnahme erster Ergebnisse bei DRITTLER und THEUVSEN (2018) – bisher noch nicht eindeutig belegt; sie können in etwaigen negativen Effekten der Baumstreifen begründet liegen. So können die Gehölze neben den positiven Einflüssen, die von ihnen ausgehen, auch Lebensräume für Pflanzenschädlinge bieten sowie in Licht-, Nährstoff- und Wasserkonkurrenz zu den Feldfrüchten treten, wodurch Ertragsdepressionen der angrenzenden Kulturen hervorgerufen werden können (GRÜNEWALD, 2005). Die damit gegebenenfalls einhergehenden wirtschaftlichen Nachteile sowie ein eventuell höherer Planungs- und Bürokratieaufwand im Vergleich zum klassischen Ackerbau sind mögliche Ursachen für die fehlende Anlagebereitschaft von Agroforstsystemen (SCHMIDT, 2011; EMMANN et al., 2013). Ferner ist es vorstellbar, dass die lange Nutzungsdauer von Agroforstsystemen angesichts hoher Pachtflächenanteile viele Landwirte veranlasst, mit Rücksicht auf den Wettbewerb auf dem Pachtmarkt und die prinzipiell gegebene Wechselbereitschaft von Verpächtern (ALBERSMEIER et al., 2011) keinen Anlass zum Wechsel des Pächters liefern zu wollen.

Da landwirtschaftliche Nutzflächen das einzig relevante Potential für die Implementierung von Agroforstsystemen in Deutschland bieten und ganz überwiegend landwirtschaftliche Betriebsleiter über das ackerbauliche Anbauverfahren entscheiden, zielt dieser Beitrag darauf ab, die Einstellungen der Betriebsleiter hinsichtlich der Etablierung von Alley-Cropping-Agroforstsystemen mittels Experteninterviews zu erfassen und zu analysieren, welche Gründe ihrer Meinung nach für bzw. gegen die Anlage von Gehölzstreifen sprechen. Es gilt ferner aufzudecken, welche Anreize – beispielsweise in Form von finanziellen Beihilfen oder bürokratischen Erleichterungen – erforderlich wären, damit die Anlage von Agroforstsystemen attraktiv erscheint. Neben den landwirtschaftlichen Betriebsleitern werden mit Mitarbeitern landwirtschaftlicher Betriebe und Verpächtern landwirtschaftlicher Flächen weitere Stakeholder zu ihrer Einstellung gegenüber Agroforstsystemen befragt. Auch diese Gruppen können indirekt Einfluss auf die gewählten Anbauverfahren ausüben, sodass es ebenso ihre Auffassung hinsichtlich agroforstlicher Mischkultursysteme zu ergründen gilt.

In Kapitel 2 werden daher zunächst die Formen der Agroforstwirtschaft sowie die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen erläutert. Das methodische Vorgehen und die Datengrundlage zur Erhebung der Experteninterviews werden in Kapitel 3 dargestellt. In Kapitel 4 wird die Stichprobe beschrieben und es werden die Ergebnisse präsentiert. Im fünften Kapitel



werden die zuvor gewonnenen Ergebnisse diskutiert, bevor der Beitrag in Kapitel 7 mit einem Fazit schließt.

## 2 Agroforstsystem als landwirtschaftliche Mischkultur

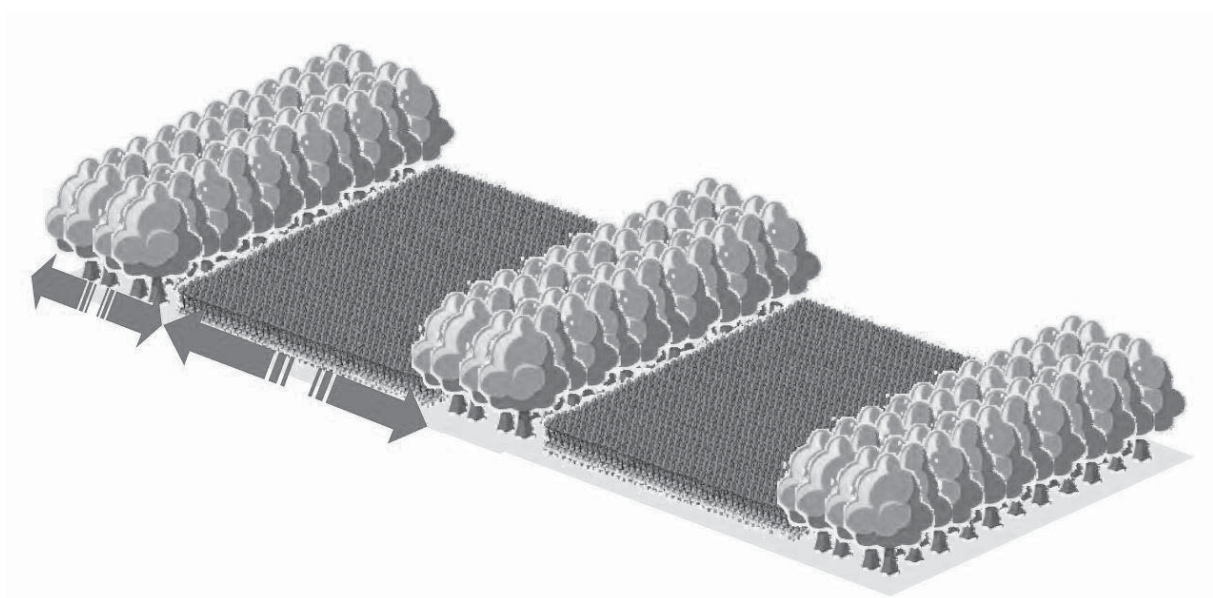
### 2.1 Formen der Agroforstwirtschaft

Die Agroforstwirtschaft ist eine Form der Landnutzung, bei der annuelle Feldfrüchte oder landwirtschaftliche Dauerkulturen mit perennierenden Gehölzpflanzen zeitgleich auf derselben Fläche kombiniert werden (LIESEBACH et al., 2015; OLI et al., 2015). Das demzufolge entstehende Mischkultursystem ist sowohl von der ganzflächigen Feldbewirtschaftung als auch vom Waldbau und von Kurzumtriebsplantagen (KUP) abzugrenzen, da in den letztgenannten Fällen keine Mehrfach- bzw. Mischnutzung der Fläche umgesetzt wird (BÄRWOLFF et al., 2013; LANGENBERG et al., 2017). Die Agroforstwirtschaft besteht generell aus zwei Richtungen: Silvoarable Agroforstsysteme verknüpfen den Anbau von Ackerkulturen mit Gehölzpflanzen, während in silvopastoralen Systemen die Gehölze gemeinsam mit Grünland auf einer Fläche kultiviert werden. Das Grünland der silvopastoralen Agroforstwirtschaft kann diesbezüglich sowohl durch Mahd als auch durch Beweidung genutzt werden (SPIECKER et al., 2009; BÄRWOLFF, 2013). Die silvopastorale Ausrichtung in Kombination mit der Nutztierhaltung zählt zu den ältesten agroforstlichen Konstrukten. Insbesondere Hutewälder sowie Wald- und Streuobstwiesen, die neben der Beweidung auch Holz und Waldfrüchte bzw. Obst liefern, zählen zu den traditionellen Nutzungsformen (NAIR, 1993; GRÜNEWALD und REEG, 2009). Die moderne Nutztierhaltung in Stallungen sowie die Mechanisierung in der Landbewirtschaftung und der zunehmende Plantagenobstbau haben in Deutschland die historisch begründete, einstmals bedeutende kombinierte Landnutzung jedoch nahezu vollständig zurückgedrängt (SCHUBOTH, 1996; HERZOG, 1997).

Die Anordnung der Bäume in den Mischkulturen kann sowohl für silvoarable als auch für silvopastorale Nutzungsformen willkürlich oder planmäßig erfolgen. Während in traditionellen Systemen die Anordnung zumeist willkürlich erfolgte, hat die mechanische Feldbewirtschaftung mit zunehmenden Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Maschinen zu einer überwiegend methodischen Anordnung der Gehölzpflanzen in gegenwärtigen Agroforstsystemen geführt. Die Systematik der Baumformation kann diesbezüglich unterschiedlich ausgestaltet sein: Zum einen können die Bäume in verwinkelten Ecken oder entlang von Wegen zur Schlagbegradigung gepflanzt werden, wodurch die räumliche Struktur im Hinblick auf eine effiziente Bewirtschaftung optimiert wird. Andererseits ist unter Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie eine Bepflanzung von Gewässerrandstreifen denkbar, wodurch nicht nur der Vorteil der Begradigung resultiert, sondern auch Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträge in die angrenzenden Gewässer reduziert werden können (BÄRWOLFF et al., 2013). Darüber hinaus können die Gehölze linienförmig in die Fläche integriert werden, wodurch sich das Alley-Cropping-Anbauverfahren ergibt, das in Abbildung 1 veranschaulicht wird.



### Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Alley-Cropping-Agroforstsystems



Quelle: Darstellung nach FREESE et al. (2010).

Im Rahmen der Anlage eines Alley-Cropping-Systems werden die Bäume in definierten Abständen und parallel zueinander in einer Reihe oder in einem aus mehreren Baumreihen bestehenden Streifen in die Fläche implementiert (MOSQUERA-LOSADA et al., 2009; FELDWISCH, 2011; EMMANN et al., 2013). Die Entfernungen zwischen den jeweiligen Streifen werden auf die Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Maschinen abgestimmt, sodass die Abstände im Idealfall einem gemeinsamen ganzzahligen Vielfachen der Breiten hinsichtlich Bodenbearbeitungs-, Aussaat-, Dünge-, Pflanzenschutz- und Erntetechnik entsprechen (EICHHORN et al., 2016). Somit stellen die Gehölzstreifen keine bzw. lediglich eine geringe Behinderung im Zuge der Feldbewirtschaftung dar und die Produktionsfunktion der Fläche bleibt vorrangig erhalten. Wie eingangs erwähnt, kann es jedoch durch Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe, durch Beschattung sowie durch Entstehung neuer Lebensräume für Pflanzenschädlinge auch zu Ertragsschäden der Feldfrüchte kommen (GRÜNEWALD, 2005). Demgegenüber werfen die Baumreihen bzw. -streifen das Landschaftsbild auf und stiften umfassenden ökologischen Nutzen: Sie bieten unter anderem Lebensraum für Tiere, sodass die Artenvielfalt erhöht wird, senken die Windgeschwindigkeit, wodurch die Winderosion und die Evapotranspiration reduziert werden, durchwurzeln den Boden, woraufhin Regenwasser besser eindringen und der Oberflächenabfluss vermindert werden kann (GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010).

Die geplante Verwertung der Bäume ist maßgebend im Hinblick auf die Sortenwahl. Für die Wertholzproduktion zur Herstellung von Furnieren, Möbeln oder weiteren hochwertigen Holzprodukten eignen sich beispielsweise Ahorn, Esche, Erle, Kirsche oder Nuss. Die Obstproduktion erfordert Fruchtbäume wie unter anderem Apfel, Birne oder Kirsche. Es ist überdies auch eine Kombination aus Wertholz- und Fruchtproduktion denkbar: Zum Beispiel kön-



nen Nuss- oder Kirschbäume bis zur hiebsreife entsprechend beerntet und anschließend stofflich verwertet werden. Die Umtriebszeiten sowohl für Werthölzer als auch für Fruchtbäume betragen 40 bis 70 Jahre und die Bäume werden in der Regel einreihig gepflanzt. Zur energetischen Nutzung werden dagegen schnellwachsende Kurzumtriebsgehölze mit hohen jährlichen Biomassezuwächsen wie Pappel, Weide, Robinie etc. eingesetzt, die mehrreihig und somit streifenweise in die Fläche integriert werden. Die 10 bis 15 Meter breiten Kurzumtriebsstreifen werden in drei- bis achtjährigen Intervallen geerntet, wobei aus wirtschaftlichen Aspekten insbesondere für silvoarable Agroforstsysteme kurze Umtriebszeiten von bis zu vier Jahren vorteilhaft erscheinen. Zum einen wachsen die Baumkronen bei den kurzen Ernteabständen nicht weit in die Ackerfläche hinein, wodurch die maschinellen Arbeitsmaßnahmen auf dem Feld nicht essenziell beeinträchtigt und die Opportunitätskosten des Schattenwurfs gering gehalten werden. Darüber hinaus erlauben die geringen Stammdurchmesser bei kurzen Umtrieben die Ernte mittels Feldhäcksler oder Anbauhacker und kostenintensive Forsterntechnik ist nicht erforderlich (UNSELD et al., 2011; BÄRWOLFF et al., 2013).

## 2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Agroforstwirtschaft

Das Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) legt eindeutig die rechtliche Stellung von Agroforstsystemen in Deutschland fest. Der § 2 des Bundeswaldgesetzes grenzt Agroforstsysteme einerseits klar von Wald und andererseits auch von Kurzumtriebsplantagen ab. Im Sinne des Gesetzes ist nach § 2 Abs. 1 zwar jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche generell Wald, auch wenn sie kahlgeschlagen oder verlichtet ist, jedoch benennt der darauffolgende Absatz Sonderfälle. In § 2 Abs. 2 Nr. 1 werden Kurzumtriebsplantagen, in denen Baumarten mit dem Ziel der baldigen Holzentnahme angepflanzt werden und deren Bestände eine Umtriebszeit von nicht länger als 20 Jahren aufweisen, im Sinne des Bundeswaldgesetzes nicht dem Wald zugeordnet. Agroforstlich genutzte Flächen mit Baumbestand und simultanem Anbau landwirtschaftlicher Kulturen sind nach § 2 Abs. 2 Nr. 2 grundsätzlich kein Wald (BMJV, 2018). Die Abgrenzung der Agroforstwirtschaft vom Wald durch das Bundeswaldgesetz schafft somit dahingehend Rechtssicherheit, dass es sich sowohl bei agroforstlichen Kurzumtriebsstreifen als auch bei Wertholzstreifen um Agrarholz handelt. Die Anlage eines Agroforstsystems führt somit nicht zu einer Änderung des Flächenstatus von landwirtschaftlicher Nutzfläche zu Wald, wodurch die umfangreichen Handlungsmöglichkeiten hinsichtlich der Flächenbewirtschaftung erhalten bleiben. Eine Statusänderung zu Wald würde nach den §§ 8 ff. des Bundeswaldgesetzes diese Optionen deutlich einschränken, da Wald beispielsweise nicht gerodet werden darf und rechtlich somit keine Rückumwandlung in landwirtschaftliche Nutzfläche möglich wäre (BMJV, 2018).

Die Agrarförderung der Europäischen Union stuft die Agroforstwirtschaft grundsätzlich als beihilfefähig ein. So erkennt der Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) in der Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländli-



chen Raums die Ersteinrichtung von Agroforstsystemen auf landwirtschaftlichen Flächen als generell förderfähig an (EU, 2005). In Deutschland wird diese Verordnung jedoch bislang nicht umgesetzt, wenngleich die Förderbedingungen der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik erfüllt sind (DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Ungeachtet der bisher national nicht umgesetzten Fördermaßnahmen können im Rahmen der Basisprämienregelung unter bestimmten Voraussetzungen Direktzahlungen für ein Alley-Cropping-Agroforstsystem generiert werden. Dazu müssen indes gesonderte Flächenanträge einerseits für die jeweiligen Gehölzstreifen als Niederwald im Kurzumtrieb sowie andererseits für die Ackerfläche mit der entsprechenden Kultur gestellt werden; es ist dagegen nicht möglich, einen Antrag als Agroforstsystem für die Gesamtfläche zu stellen. Ebenso ist für eine erfolgreiche Antragstellung je nach Bundesland die Mindestparzellengröße von 0,1 bzw. 0,3 ha sowohl für die einzelnen Kurzumtriebsstreifen als auch für die Ackerfläche einzuhalten (BMEL, 2015; DRITTLER und THEUVSEN, 2017). Der Prämienersatz für die Gehölzstreifen ist darüber hinaus an die Anpflanzung der im Baumartenkatalog gelisteten Arten Pappel, Weide, Robinie, Birke, Erle, Esche und Eiche gebunden (BÄRWOLFF et al., 2012).

Alley-Cropping-Agroforstsysteme können auch einen Beitrag zur Erfüllung des sogenannten Greening, dessen Einhaltung Voraussetzung zur Teilnahme an der Betriebsprämienregelung ist, leisten. Die Regelungen zum Greening schreiben unter anderem vor, dass Betriebe mit einer bewirtschafteten Ackerfläche von über 15 ha mindestens 5 % ihres Ackerlands als ökologische Vorrangfläche ausweisen müssen, um Prämienansprüche geltend machen zu können. Angerechnet wird diesbezüglich nicht die Gesamtfläche des Agroforstsystems, sondern ausschließlich die jeweilige Gehölzfläche mit einer ökologischen Wertigkeit von 0,5. Folglich entsprechen zwei Hektar Gehölzfläche einem Hektar ökologischer Vorrangfläche, sofern der für den Prämienersatz zu berücksichtigende Baumartenkatalog – ausgenommen die Robinie – eingehalten wird und die Gehölzstreifen die Mindestflächengröße von 0,1 bzw. 0,3 ha aufweisen (BÄRWOLFF et al., 2013; BMEL, 2015). Eine weitere Prämisse zur Erfüllung des Greening ist die Erhaltung des Dauergrünlandes. Im Rahmen der Anlage von silvopastoralen Agroforstsystemen ist daher zu beachten, dass die Implementierung von Gehölzstreifen auf Grünland zu einer Änderung des Flächenstatus von Dauergrünland zu Dauerkultur für den Bereich des Baumareals führt. Laut der jeweiligen landesrechtlichen Regelungen zum Grünlandumbruch ist in der Regel die umgewandelte Grünlandfläche an anderer Stelle zu ersetzen (BÄRWOLFF et al., 2012).

### **3 Daten und Methodik**

#### **3.1 Auswahl der Interviewgruppen und Aufbau der Interviewleitfäden**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie landwirtschaftliche Betriebsleiter, landwirtschaftliche Mitarbeiter und Verpächter landwirtschaftlicher Flächen gegenüber Alley-Cropping-Agroforstsystemen eingestellt sind, werden im Rahmen einer qualitativen Studie



Experteninterviews mit den zuvor genannten Gruppen durchgeführt. Die qualitative Sozialforschung ist im Gegensatz zur quantitativen Forschung ergebnisoffen, sodass keine zuvor aufgestellten Hypothesen überprüft werden, sondern vielmehr im Rahmen der Befragungen Meinungen, Befürchtungen, Ängste, aber auch Ideen, Chancen und Visionen der Interviewpartner gegenüber der Agroforstwirtschaft erhoben werden (GLÄSER und LAUDEL, 2010; HÄDER, 2015). Mittels Experteninterviews gelingt es, emotional geprägte und individuelle Gedanken sowie Gefühle und Emotionen von den beteiligten Personengruppen in Erfahrung zu bringen. Derartige Emotionen können ebenfalls in Form von Mimik, Gestik und zwischenmenschlichem Empfinden aufgenommen werden und anschließend in die Auswertung mit einfließen. Als Experten für die Interviews kommen Personen in Betracht, deren Wissensstand bzw. Expertise für die jeweilige Untersuchung von umfassender Bedeutung sind; dieses vorhandene Wissen gilt es innerhalb der Interviews zu erschließen (GLÄSER und LAUDEL, 2010).

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit befragten Experten gliedern sich, wie eingangs erläutert, in landwirtschaftliche Betriebsleiter, landwirtschaftliche Mitarbeiter und Verpächter landwirtschaftlicher Flächen. Die Mitglieder dieser Gruppen besitzen, wie auch MAYRING (2015) es für Experteninterviews als erforderlich definiert, jeweils weitreichende Erfahrungen und Kenntnisse im Bereich der landwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung, die für die vorliegenden Untersuchungen von großer Bedeutung sind. Die relevanteste Gruppe für die Befragungen sind die landwirtschaftlichen Betriebsleiter, da sie über das Produktionsprogramm und das Anbauverfahren eines landwirtschaftlichen Betriebes entscheiden (HOLTBRÜGGE, 2010). Die etwaige Implementierung eines Agroforstsystems hängt folglich letztendlich von den Entscheidungen der Mitglieder dieser Gruppe ab. Die Mitarbeiter landwirtschaftlicher Betriebe stellen die zweite Gruppe, da sie unmittelbar mit den Entscheidungen des Betriebsleiters konfrontiert werden und die mit den Agroforstsystemen in Verbindung stehenden Arbeiten ausführen. Die Mitarbeiter hätten im Fall der Anlage eines Alley-Cropping-Systems somit im Rahmen der Feldbewirtschaftung zahlreiche Berührungspunkte zu den Gehölzstreifen und würden – sofern sie beispielsweise gegen Agroforstsysteme eingestellt werden - möglicherweise versuchen, Einfluss auf die Entscheidungen der Betriebsleiter zu nehmen. Die Verpächter landwirtschaftlicher Flächen bilden die dritte Befragungsgruppe. Sie verpachten die Nutzungs- und Fruchtziehungsrechte ihres Eigentums an Landwirte und haben somit indirekt Einfluss auf eine mögliche Umsetzung der Agroforstwirtschaft. Nur wenn sie bereit sind, langfristige Pachtverträge einzugehen, besteht die Möglichkeit der Anlage eines Agroforstsystems auf ihren Flächen, denn die Nutzungsdauer der Mischkultursysteme beträgt in der Regel ca. 20 Jahre und geht damit über die übliche Laufzeit von Pachtverträgen deutlich hinaus. Hinzu kommt, dass sie bei Ablehnung des Produktionsverfahrens Landwirte, die Agroforstsysteme anlegen wollen, vermutlich als Pächter ablehnen würden.

Die vorliegende Studie basiert auf Befragungen von 13 Betriebsleitern, sechs landwirtschaftlichen Mitarbeitern sowie vier Verpächtern. Regional beschränkt sich die Erhebung der insge-



samt 23 Interviews auf die Bundesländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern sowie Schleswig-Holstein und demzufolge ausschließlich auf den Nordosten Deutschlands. In dieser Region sind die Flächenstrukturen einerseits ausreichend großräumig gegliedert, um die Anlage von Alley-Cropping-Agroforstsystemen wirtschaftlich sinnvoll erscheinen zu lassen (SCHMIDT, 2011). Andererseits ist der Boden in diesem Gebiet – insbesondere im nördlichen Brandenburg und im südlichen Mecklenburg-Vorpommern – von maximal mittlerer Güte bzw. die Ertragsmesszahlen befinden sich hinsichtlich des bundesdeutschen Vergleichs im unteren bis mittleren Bereich. Auf derart beschaffenen Standorten eignen sich Agroforstsysteme aus ökonomischer Sicht am ehesten, da mit zunehmender Ertragskraft der Fläche die Opportunitätskosten der Gehölzstreifen steigen (WOLBERT-HAVERKAMP, 2012; EMMANN et al., 2013).

Im Rahmen der Erhebung wurden nicht-standardisierte Expertengespräche mit offenen Fragen durchgeführt. Das erlaubt es dem Interviewer, den Wortlaut und die Reihenfolge der Fragen an die jeweiligen Gespräche anzupassen. So ist es möglich, dass der Interviewte seine persönlichen Gedanken deutlicher zum Ausdruck bringen kann und ein offener Gesprächsverlauf entsteht. Zudem wird dem Interviewer ermöglicht, auf das individuelle und zunächst noch unbekanntes Wissen des Interviewten einzugehen. Insgesamt wird den Befragten somit auch ein gewisser Spielraum eingeräumt, wodurch spontane Gedankengänge besser zum Ausdruck kommen können. Ebenso kann der Interviewer bei bestimmten Punkten nachhaken und dadurch die Qualität der Antworten und des gesamten Interviews erhöhen (LAMNEK, 2005; GLÄSER und LAUDEL, 2010; DRESING und PEHL, 2013; HÄDER, 2015; KRUSE, 2015). Damit alle themenrelevanten Aspekte indes vollständig abgefragt, allen Interviewten einer Experten-Gruppe dieselben Fragen gestellt und vergleichbare sowie vollständige Daten erzeugt werden, sind strukturierte Interviewleitfäden entwickelt worden, die einem einheitlichen Schema folgen (GLÄSER und LAUDEL, 2010). Die Struktur der Leitfäden wurde mittels SPSS-Prinzip herausgearbeitet, das gleichzeitig die Offenheit als Grundprinzip eines Leitfadens gewährleistet. Im Hinblick auf das SPSS-Prinzip wird der Leitfaden in den vier Schritten Sammeln, Prüfen, Sortieren und Subsumieren erstellt. Dazu werden anfangs möglichst viele Fragen gesammelt, die zur Beantwortung der Forschungsfrage relevant sein könnten. Anschließend werden die gesammelten Fragen hinsichtlich der Relevanz für die Forschungsfrage geprüft und unnötige bzw. überflüssige Fragen aussortiert. Daraufhin werden die relevanten Fragen in spezielle Themenbereiche eingeordnet und sortiert. Zuletzt werden passende Wortlaute für die unterschiedlichen Themenbereiche erarbeitet. Es gilt abschließend eine passende Formulierung der Themenbereiche zu finden, wodurch der Interviewte einen Impuls erhalten soll, um möglichst umfangreich zu antworten. So soll es gelingen, dass der Interviewte möglichst auf viele relevante Aspekte eigenständig eingeht und ein natürlicher Gesprächsverlauf entsteht (HELFFERICH, 2009). Die Struktur der Interviewleitfäden ist nachfolgend aufgezeigt:

- **Fragen zur Person** – (Betriebsleiter, Mitarbeiter, Verpächter)



- **Betriebsstruktur und Betriebsstandort** – (Betriebsleiter)
- **Fragen zum verpachteten Land** – (Verpächter)
- **Bekanntheit von Agrarholz** – (Betriebsleiter, Mitarbeiter, Verpächter)
- **Einstellung zu Agroforstsystemen** – (Betriebsleiter, Mitarbeiter, Verpächter)
- **Bedingungen für die Realisierung** – (Betriebsleiter, Mitarbeiter)
- **Praxistauglichkeit und Zukunft** – (Betriebsleiter, Mitarbeiter, Verpächter)

In Abhängigkeit von der zu befragenden Expertengruppe kommen modifizierte Leitfäden zum Einsatz. Das liegt darin begründet, dass beispielsweise Verpächter und Mitarbeiter nicht zu der Betriebsstruktur ihres Pächters bzw. Arbeitgebers befragt werden; vielmehr werden Verpächter zum Beispiel gefragt, ob sie sich auf einen längeren Verpachtungszeitraum einlassen würden, und Mitarbeiter, ob sie bei ihrer täglichen Arbeit auf dem Feld Probleme hinsichtlich des Prozessmanagements von Agroforstsystemen sehen.

### 3.2 Durchführung und Auswertung der Experteninterviews

Die Auswahl der befragten Experten erfolgte zum einen auf der Grundlage von Kontakten aus früheren Studien und zum anderen auf Basis einer umfangreichen Recherche nach landwirtschaftlichen Ackerbaubetrieben im Nordosten Deutschlands. Die Kontaktaufnahme zu den Interviewpartnern ist via Telefon sowie per E-Mail erfolgt. Die Durchführung der Befragungen hat nach Terminabstimmung auf den jeweiligen landwirtschaftlichen Betrieben bzw. in den entsprechenden Wohngebäuden während des ersten Quartals 2017 stattgefunden. Die Gespräche sind somit in Form einer Face-to-Face-Kommunikation erfolgt und wurden mittels Diktiergerät aufgezeichnet. Dieses Vorgehen ist zwar aufgrund der zahlreichen An- und Abfahrten mit nicht unerheblichem Aufwand verbunden, jedoch bietet es auch umfangreiche Vorteile. So stehen sich anders als bei postalischen, telefonischen oder Online-Interviews der Befragte und der Interviewer unmittelbar gegenüber. Das ermöglicht eine breite Auswahl an Fragestellungen und bietet die geeignetste Befragungsform für etwaige Rückfragen. Zudem dient der direkte Kontakt zu dem Interviewer als wirksame Motivationsquelle für den Befragten (LAMNEK, 2005; DRESING und PEHL, 2013). Diese Vorzüge hätten bei gleichzeitig vermindertem Aufwand durch weniger An- und Abfahrten auch im Rahmen von Gruppendiskussionen erzielt werden können, jedoch besteht bei Gruppendiskussionen die Gefahr von Beeinflussungen der Diskussionsteilnehmer untereinander (GLÄSER und LAUDEL, 2010; HÄDER, 2015; KRUSE, 2015).

Die Auswertung der durchschnittlich 28 Minuten umfassenden Gesprächsaufnahmen wurde mittels strukturierter qualitativer Inhaltsanalyse nach MAYRING (2015) durchgeführt. Dieses Verfahren ermöglicht eine regelgeleitete sowie methodisch kontrollierte Auswertung der erhobenen qualitativen Daten und führt zu nachvollziehbaren und überprüfaren Ergebnissen. Zudem zeichnet sich die strukturierte qualitative Inhaltsanalyse dadurch aus, dass sie qualitative sowie quantitative Analyseschritte miteinander verbindet und somit auch die Analyse von Zusammenhängen zwischen mehreren Faktoren ermöglicht (GLÄSER und LAUDEL, 2010;



KAISER, 2014). Das ist jedoch nur auf der Grundlage von Textmaterial möglich, sodass sämtliche Mitschnitte der Interviews zu transkribieren sind (MAYRING, 2015). Die Verschriftlichung der Tonaufnahmen erfolgt nach einer konsequenten Struktur, um eine gute Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Fehler hinsichtlich Vokabular und Grammatik werden korrigiert sowie entbehrliche Passagen, bestehend aus zu klärenden Verständnisproblemen oder persönlichen Zwischenthemen, ausgelassen und nicht schriftlich festgehalten. Zugleich werden im Rahmen der Niederschrift die Interviews anonymisiert, sodass die Transkripte keine Rückschlüsse auf die Befragten ermöglichen. Sobald das Textmaterial vervollständigt ist, wird ein Kategoriensystem angelegt, das die entscheidenden Aspekte in komprimierter Form darstellt. Das Kategoriensystem besteht aus verschiedenen Ebenen von Kategorien und Unterkategorien, die klar voneinander abgrenzbar sind, sodass letztlich jede Textstelle bzw. jeder Textabschnitt eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden kann. Die erste Kategorienebene besteht aus den drei Befragungsgruppen der Betriebsleiter, der landwirtschaftlichen Mitarbeiter sowie der Verpächter landwirtschaftlicher Flächen und die jeweiligen Unterkategorien orientieren sich an der Struktur der im vorherigen Abschnitt erläuterten Interviewleitfäden. Die Kodierung der Textstellen bzw. Textabschnitte erlaubt letztlich die eindeutige Zuweisung in die entsprechenden Kategorien, sodass die Auswertung der Daten zu belastbaren Ergebnissen führt (MAYRING, 2015).

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Stichprobenbeschreibung**

Die Gruppe der befragten Betriebsleiter besteht aus 13 männlichen Probanden, die jeweils konventionell geführte Landwirtschaftsbetriebe leiten. Das Durchschnittsalter der Betriebsleiter beträgt 38 Jahre; hinsichtlich der Berufsausbildung umfasst die Stichprobe einen Staatlich geprüften Wirtschaftler, drei Staatlich geprüfte Agrarbetriebswirte und neun Hochschulabsolventen mit einem agrarwissenschaftlichen Abschluss. Der wirtschaftliche Schwerpunkt liegt bei neun Betrieben auf dem Ackerbau sowie bei zwei Betrieben auf der Biogasproduktion; ein Betrieb hat die Milchviehhaltung fokussiert und ein Betrieb ist auf den Anbau von Grünland sowie Kurzumtriebsplantagen ausgerichtet. Die Betriebsgrößen, gemessen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, betragen zwischen 270 und 8.000 ha, woraus sich innerhalb der Stichprobe eine durchschnittliche Betriebsgröße von 2.056 ha ergibt. Damit liegt die durchschnittliche Flächenausstattung der betrachteten Betriebe deutlich über dem bundesdeutschen Schnitt von 55,8 ha und auch über dem Schnitt der neuen Länder, der 232,4 ha beträgt (GURRATH, 2011). Die durchschnittliche Flächengröße der in die Untersuchung einbezogenen Betriebe reicht von 9 bis 65 ha und beträgt über alle Betriebe im Mittel 27 ha. Anbauerfahrung mit Agrarholz besitzen bereits vier der befragten Betriebsleiter, wie Tabelle 1 verdeutlicht.

**Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung der landwirtschaftlichen Betriebsleiter**

Betrieb	Alter	Ausbildung	Betriebsschwerpunkt	Betriebsgröße	Flächenstruktur	Erfahrung Agrarholz
A	57	SgAB <sup>1</sup>	Milchvieh	2.400 ha	9 ha	KUP <sup>3</sup> , AFS <sup>4</sup>
B	39	SgAB <sup>1</sup>	Biogas	270 ha	10 ha	AFS <sup>4</sup>
C	42	SgWi <sup>2</sup>	KUP <sup>3</sup> /Grünland	400 ha	23 ha	KUP <sup>3</sup>
D	62	Dipl.-Ing. Agrar	Ackerbau	1.650 ha	12 ha	KUP <sup>3</sup>
E	29	Bachelor Agrar	Biogas	1.230 ha	14 ha	KUP <sup>3</sup> geplant
F	30	Master Agrar	Ackerbau	3.650 ha	20 ha	-
G	27	Master Agrar	Ackerbau	1.290 ha	30 ha	-
H	58	Dipl.-Ing. Agrar	Ackerbau	815 ha	22 ha	-
I	28	Bachelor Agrar	Ackerbau	1.270 ha	31 ha	-
J	27	SgAB <sup>1</sup>	Ackerbau	660 ha	32 ha	-
K	32	Bachelor Agrar	Ackerbau	1.470 ha	40 ha	-
L	33	Master Agrar	Ackerbau	8.000 ha	65 ha	-
M	32	Master Agrar	Ackerbau	3.620 ha	46 ha	-

Quelle: Eigene Darstellung; <sup>1</sup>Staatlich geprüfter Agrarbetriebswirt, <sup>2</sup>Staatlich geprüfter Wirtschaftler, <sup>3</sup>Kurzumtriebsplantage, <sup>4</sup>Agroforstsystem.

Der Leiter des Betriebs A hat sowohl Kurzumtriebsplantagen als auch Alley-Cropping-Agroforstsysteme auf einem Teil seiner Flächen implementiert. In Betrieb B ist ein Alley-Cropping-System angelegt und in den Betrieben C sowie D werden Kurzumtriebsplantagen bewirtschaftet. Der Betriebsleiter von Betrieb E hat sich bereits während seines Studiums und auch darüber hinaus intensiv mit der Anlage von Agroforstsystemen und Kurzumtriebsplantagen befasst und befindet sich in Überlegungen hinsichtlich der Anlage einer Kurzumtriebsplantage. Die weiteren Betriebsleiter haben bisher keine praktischen Erfahrungen mit der Kultivierung von Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsystemen; ihr Wissen bezüglich Agrarholz beschränkt sich auf zum Teil vereinzelte theoriebezogene Kenntnisse.

Die Betriebe der interviewten Betriebsleiter befinden sich – wie in Kapitel 3 bereits erwähnt – alle im Nordosten Deutschlands: sieben in Mecklenburg-Vorpommern, fünf in Brandenburg und einer in Schleswig-Holstein. Trotz der regionalen Beschränkung auf die genannten drei Bundesländer sind die Standortbedingungen teils unterschiedlich. Die durchschnittlichen Ackerzahlen der landwirtschaftlichen Flächen umfassen eine Spanne von 25 bis 48 Bodenknoten und auch innerhalb der jeweiligen Beispielbetriebe existieren deutliche Diskrepanzen hinsichtlich der Bodengüte, wie in Tabelle 2 zu erkennen ist.



**Tabelle 2: Ertragsrelevante Faktoren der Betriebe**

Betrieb	Bodenpunkte	Jahresdurchschnitts- temperatur	Mittlerer Jahresnie- derschlag	Ertragsbegrenzender Faktor
A	23-48: Ø ≈ 28	9,0 °C	500 mm	Wasser/Boden
B	20-30: Ø ≈ 25	9,0 °C	540 mm	Wasser/Boden
C	18-40: Ø ≈ 30	8,4 °C	550 mm	Wasser/Boden
D	20-65: Ø ≈ 45	7,0 °C	800 mm	Boden
E	18-45: Ø ≈ 31	8,4 °C	570 mm	Wasser/Boden
F	45-50: Ø ≈ 47	8,0 °C	800 mm	Höhenlage
G	11-50: Ø ≈ 32	8,5 °C	550 mm	Boden
H	18-55: Ø ≈ 38	8,4 °C	550 mm	Wasser/Boden
I	22-62: Ø ≈ 48	8,0 °C	570 mm	Wasser
J	18-58: Ø ≈ 46	8,4 °C	620 mm	Wasser
K	30-60: Ø ≈ 45	8,6 °C	547 mm	Wasser
L	25-60: Ø ≈ 39	8,3 °C	565 mm	Wasser
M	25-54: Ø ≈ 44	8,4 °C	610 mm	Wasser

Quelle: Eigene Darstellung.

Die schwächste Fläche im Hinblick auf die Ackerzahl wird mit 11 Bodenpunkten von Betrieb G bewirtschaftet, während die Fläche mit den meisten Bodenpunkten (65) dem Betrieb D angehört. Die geringste Schwankung mit einer Breite von fünf Bodenpunkten tritt im Betrieb F auf und die heterogenste Bodengüte mit einer Schwankungsbreite von 45 Bodenpunkten ist im Betrieb D zu finden. Die Jahresdurchschnittstemperaturen der jeweiligen Betriebsstandorte liegen zwischen 7,0 sowie 9,0 °C und die mittleren Jahresniederschläge befinden sich im Bereich zwischen 500 und 800 mm. Der ertragsbegrenzende Faktor ist für die meisten Betriebe das Wasser bzw. der Niederschlag. Fünf Betriebsleiter haben Wasser als alleinigen und weitere fünf Wasser sowie Boden gleichermaßen als Faktoren genannt, die an ihren Standorten die Felderträge zuvorderst begrenzen. In zwei Fällen ist der Boden als alleiniger ertragsbegrenzender Faktor angegeben worden und für einen Betrieb begrenzt vor allem die Höhenlage das Ertragspotential.

Für fünf Betriebe (A, B, G, L, M) stellt darüber hinaus der äolische Abtransport des Bodens eine Herausforderung dar. Die Winderosion tritt indes unterschiedlich stark auf und reicht von gelegentlicher Erscheinung (Betrieb L) bis hin zu auftretenden Wanderdünen bzw. Sandlinien, sofern Frühjahrskulturen angebaut werden (Betrieb A). In den Betrieben A und B ist die Bodenerosion durch Wind so ausgeprägt, dass gewisse Flurstücke im Rahmen der Cross Compliance-Bestimmungen zur Minderung der Erosionsgefährdung mit Bewirtschaftungsaufgaben belegt wurden. Demnach ist beispielsweise das Pflügen nur gestattet, sofern die anschließende Aussaat vor dem 1. März erfolgt. Beide Betriebsleiter haben auf den erosionsgefährdeten Flächen Agroforstsysteme im Alley-Cropping-Anbauverfahren angelegt, woraufhin die auf der EU-Agrarpolitik basierenden Cross Compliance-Beschränkungen wieder aufgehoben wurden.



Auf den Flächen von sieben Betrieben (C, E, F, G, H, I, R) kommt es ferner gelegentlich zu Bodenerosion in Folge starker Niederschläge. Insbesondere auf kupierten Flächen treten bezüglich des Oberflächenabflusses Probleme auf, die mitunter durch den Anbau von Frühjahrskulturen verstärkt werden. Ebenso begünstigen besonders leichte Bodenverhältnisse die Wassererosion, die speziell verknüpft im Falle starker Regenfälle kurz nach der Aussaat kritisch erscheinen kann.

Die Gruppe der befragten landwirtschaftlichen Mitarbeiter besteht aus sechs männlichen Probanden, die alle auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Untersuchungsregion – dem Nordosten Deutschlands – angestellt sind. Die Mitarbeiter sind zwischen 24 und 56 Jahre alt; das Durchschnittsalter beträgt 36 Jahre. Zwei der interviewten Mitarbeiter haben eine Ausbildung zum Landwirt abgeschlossen, einer zum Schlosser und einer zum Straßenbautechniker. Zudem beinhaltet die Stichprobe einen Staatlich geprüften Agrarbetriebswirt und einen Hochschulabsolventen mit abgeschlossenem Bachelorstudium. In allen Betrieben der befragten Mitarbeiter bildet der Ackerbau den betrieblichen Schwerpunkt, wie Tabelle 3 zu entnehmen ist. Anbauerfahrungen und konkrete Fachkenntnisse bezüglich Agrarholz sind bei allen befragten Mitarbeitern bisher nicht vorhanden.

**Tabelle 3: Stichprobenbeschreibung der landwirtschaftlichen Mitarbeiter**

Mitarbeiter	Alter	Ausbildung	Betriebsschwerpunkt	Erfahrung Agrarholz
N	51	Straßenbautechniker	Ackerbau	-
O	24	SgAB <sup>1</sup>	Ackerbau	-
P	36	Schlosser	Ackerbau	-
Q	56	Landwirt	Ackerbau	-
R	27	Bachelor Agrar	Ackerbau	-
S	24	Landwirt	Ackerbau	-

Quelle: Eigene Darstellung; <sup>1</sup>Staatlich geprüfter Agrarbetriebswirt.

Die Gruppe der Verpächter, die im Rahmen der vorliegenden Studie befragt wurden, umfasst vier Probanden, von denen eine weiblich ist (Verpächterin V) und drei männlich sind. Die Altersstruktur reicht von 51 bis 76 Jahre und das Durchschnittsalter beträgt 62 Jahre. Eine Ausbildung zum Landwirt haben drei der vier interviewten Verpächter absolviert; Verpächterin V ist gelernte Dolmetscherin. Während Verpächterin V als Journalistin und Verpächter W als Landwirt arbeitet, sind die Verpächter T und U bereits pensioniert. Die Verpächter verpachten jeweils zwischen 40 und 210 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Die Dauer der einzelnen Pachtverträge umfasst Zeiträume zwischen 5 und 12 Jahren (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Stichprobenbeschreibung der Verpächter landwirtschaftlicher Flächen**

Verpächter	Alter	Ausbildung	Beruf	Verpachtete Fläche	Pachtdauer
T	51	Landwirt	Pensionär	40 ha	12 Jahre
U	76	Landwirt	Pensionär	210 ha	5 Jahre
V	52	Dolmetscherin	Journalistin	109 ha	12 Jahre
W	67	Landwirt	Landwirt	60 ha	6 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung.

## 4.2 Einstellungen der Stakeholder zu Agroforstsystemen

### 4.2.1 Ökologische Bedeutung von Agroforstsystemen

Die 13 Betriebsleiter sind alle der Meinung, dass Agroforstsysteme einen positiven Beitrag zum Erhalt und zur Förderung der Artenvielfalt leisten können. Es werden Argumente wie „die Rebhühner würden da bestimmt sehr von profitieren“ (Betriebsleiter G), „man schafft dadurch viel mehr Habitate und Rückzugsorte für diverse Tierarten“ (Betriebsleiter H) und „in den Beständen sieht man jede Menge Vogelnester“ (Betriebsleiter A) aufgeführt. „Am meisten ist im Revier immer in der Nähe der Weiden los“, meint Betriebsleiter E. Zusätzlich führt dieser auf, dass Agrarholz als eine „positive Ablenkung“ innerhalb eines Revieres wirken kann, „sodass Wildschweine nicht mehr unbedingt in benachbarte Ackerkulturen ziehen“. Die befragten Mitarbeiter sind ebenfalls alle davon überzeugt, dass Agroforstsysteme dazu beitragen, die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu erhöhen. „Es ist schon klar zu erkennen, dass die Vielfalt in den letzten Jahren abgenommen hat“ (Mitarbeiter Q). Mithilfe von Agroforstsystemen „werden mehrere kleine Lebensräume für Wildtiere geschaffen“ (Mitarbeiter P). Auch die Verpächter sind einhellig davon überzeugt, dass Agroforstsysteme die Artenvielfalt erhöhen und „neuen Lebensraum“ (Verpächter W) schaffen. Verpächter T ist der Meinung, dass die Natur wieder ein „bisschen bunter“ werden muss, da Insekten und Singvögel weniger geworden sind.

In Bezug auf die Winderosion sind alle Betriebsleiter der Meinung, dass Agroforstsysteme das Risiko von äolischem Abtransport mindern können. Gerade die Betriebsleiter A – „die in Zusammenhang mit Frühjahrskulturen aufgetretenen Wanderdünen bzw. Sandlinsen werden durch das Agroforstsystem völlig ausgebrems“ – und B konnten durch die Anlage von Kurzumtriebsstreifen auf als winderosionsanfällig eingestuften Flurstücken bereits positive Erfahrungen sammeln. Es bestehen indes auch Bedenken, dass diese Effekte „zu weit von den Streifen entfernt nicht mehr vorhanden sind“ (Betriebsleiter I) bzw. „abnehmen“ (Betriebsleiter B, C). Bis auf Mitarbeiter N halten auch alle Mitarbeiter der Stichprobe Agroforstsysteme für ein effektives Mittel zur Minderung von Winderosion „auf erosionsgefährdeten Flächen“ (Mitarbeiter P) bzw. „wenn ein Betrieb oder ein Standort mit Winderosion Probleme hat“ (Mitarbeiter R). Die Verpächter sind ebenfalls einheitlich davon „überzeugt“ (Verpächter U), dass Agroforstsysteme Winderosion vermeiden, „wenn Probleme vorhanden sind“ (Verpächter W). Ereignisse wie „auf der A19 bei Rostock“ zeigen, dass „durch Wind sehr viel frucht-



bares Ackerland abgetragen werden kann“ (Verpächter T). Zusätzlich verweist Verpächter T auf die Geest in Schleswig-Holstein, wo „seinerzeit auch [...] Knicks [...] als Windschutzhecken angepflanzt“ wurden.

Im Hinblick auf eine hohe Niederschlagsintensität sehen bis auf Betriebsleiter M, der angibt, dass Agroforstsysteme bei der Minderung von Wassererosion nicht helfen können, alle Betriebsleiter eine schützende Wirkung gegen Oberflächenabfluss in den Gehölzstreifen. Gerade in Hanglagen wird die Anlage entsprechender Streifen als sinnvoll erachtet (Betriebsleiter A, B, C, F, J). Für vier von sechs Mitarbeitern erscheinen Agroforstsysteme als eine effektive Maßnahme für die Verminderung von Wassererosionen (Mitarbeiter O, P, Q, S). Jedoch ist dieser Effekt „nicht so stark wie“ die positiven Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die Verminderung von Winderosion (Mitarbeiter P). Auch alle Verpächter sind der Auffassung, dass die Baumreihen in der Ackerfläche bei Problemen mit Wassererosion Abhilfe schaffen können.

Die Aussage, dass Agroforstsysteme durch ihren Schattenwurf dazu beitragen können, den Hitzestress für die Pflanzen zu minimieren und durch eine geringer ausfallende Verdunstung das Wasserangebot und damit die Felderträge zu erhöhen, lehnen die Betriebsleiter mehrheitlich ab. Lediglich Betriebsleiter B und F halten diese Effekte für denkbar. „Wir hatten Mehrerträge. [...] Das kann an den Bäumen gelegen haben, muss aber nicht“ (Betriebsleiter B). Die übrigen Betriebsleiter argumentieren, dass es zwar zur Verringerung des Hitzestresses durch Schattenwurf kommen könnte und dass sich auch das Wasserangebot erhöhen könnte. Jedoch führen ihrer Auffassung nach die Streifen auch dazu, dass die Bestände zu sehr beschattet werden und folglich der Ertrag geringer ausfällt als auf nicht beschatteten Flächen, wodurch sich die Effekte letztendlich wieder gegenseitig aufheben (Betriebsleiter A, D, E, G, I). Dass sich Agroforstsysteme positiv auf das Mikroklima in Form von Beschattung und geringerer Verdunstung auswirken, verneinen die Mitarbeiter einheitlich. Diese Annahme sei „sehr theoretisch und nicht praxisrelevant“. Des Weiteren könnten sich diese Effekte auch negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken (Mitarbeiter P, R). Lediglich Verpächterin V ist der Meinung, dass die Gehölzstreifen durch ihren Schattenwurf die Feldfrucht positiv beeinflussen können. Die übrigen Verpächter können sich dies „nicht so gut vorstellen“ (Verpächter U) oder meinen, dass der Schatten „die Kultur behindert“ (Verpächter W).

#### 4.2.2 Soziale Bedeutung von Agroforstsystemen

Neun Betriebsleiter (Betriebsleiter A, B, C, D, E, G, H, I, M) bewerten den Effekt von Agroforstsystemen auf das Landschaftsbild als „positiv“ (Betriebsleiter M). Sie wirken „auflockernd“ (Betriebsleiter A, C) und werden als „Bereicherung“ (Betriebsleiter G) „auf riesigen Schlägen“ (Betriebsleiter D) wahrgenommen. Die übrigen Betriebsleiter finden Offenlandschaften schöner (Betriebsleiter F, J, K, L, M). Fünf der sechs interviewten Mitarbeiter würden Agroforstsysteme als zusätzliches Strukturelement in der Agrarlandschaft als positiv erachten (Mitarbeiter O, P, Q, R, S). „Das sieht bestimmt ganz gut aus“ (Mitarbeiter R). Ledig-



lich Mitarbeiter N gibt an, dass er den Effekt auf das Landschaftsbild für sich „noch nicht“ ausreichend bewerten kann, da es den streifenförmigen Anbau von schnellwachsenden Kurzumtriebsgehölzen in Deutschland „noch nicht genug gibt“. Für alle vier Verpächter würden Agroforstsysteme eine Bereicherung in der Agrarlandschaft darstellen.

Acht Betriebsleiter sind der Meinung, dass Agroforstsysteme einen Beitrag dazu leisten können, die Akzeptanz der modernen Landwirtschaft in der Gesellschaft zu verbessern (Betriebsleiter A, B, C, E, G, H, I, K). Grundvoraussetzung für eine Akzeptanzsteigerung sei jedoch eine aktive Öffentlichkeitsarbeit, die solche neuartigen, alternativen Landnutzungskonzepte kommuniziert (Betriebsleiter D, I). Ansonsten würde die Gesellschaft die Veränderung der Landschaft nicht erkennen (Betriebsleiter F, L, M) und auch nicht danken (Betriebsleiter F), da die Menschen kaum Kontakt mit dem Land haben und nur „von einer Stadt in die nächste“ fahren (Betriebsleiter M). Dies sei dadurch begründet, dass sowohl die Gesellschaft als auch die Medien kein Interesse an positiven Meldungen hätten, da sich schlechte Nachrichten besser verkaufen lassen (Betriebsleiter D). Zudem könnten Agroforstsysteme so einschneidend wirken, dass gewohnte Landschaftsbilder zu stark verändert werden (Betriebsleiter J). Die Mehrheit der Mitarbeiter glaubt, dass Gehölzstreifen im Acker die Akzeptanz der modernen Landwirtschaft innerhalb der Gesellschaft steigern können (Mitarbeiter N, O, Q, S). „Die Leute mögen die großen Flächen nicht unbedingt so gerne sehen und freuen sich über jede Veränderung in der Landschaft“ (Mitarbeiter Q). Außerdem stehe die Landwirtschaft mit den Themen wie „Monokultur [...] und großen Agrarflächen“ (Mitarbeiter O) in der Kritik (Mitarbeiter P). Aus diesem Grund seien Agroforstsysteme genau das, „was die Leute wollen“ (Mitarbeiter S). Im Gegensatz dazu sind die Mitarbeiter P und R der Meinung, dass die Gesellschaft den Mehrwert nicht bemerken würde, „da sich die Leute aus den Städten schon so weit von der Natur entfernt haben“ (Mitarbeiter P), dass der Mehrwert aktiv kommuniziert werden müsste. Die Verpächter sind überwiegend der Meinung, dass die Landwirtschaft dadurch in ein besseres Licht gerückt werden könnte. Die Landschaft wäre „abwechslungsreicher, kleinstrukturierter und naturnäher“ (Verpächter U). Allein Verpächter W ist der Meinung, dass die Gesellschaft den positiven Mehrwert in der Landschaft nicht bemerken würde.

### **4.2.3 Ökonomische Bedeutung von Agroforstsystemen**

Eine Steigerung des Feldertrages im Rahmen der Implementierung von Agroforstsystemen ist für neun der interviewten Betriebsleiter denkbar. Vier von ihnen sind jedoch der Meinung, dass positive Ertragseffekte nur auf sehr schwachen, sogenannten Grenzertragsstandorten bemerkbar sind und nicht auf mittleren oder besseren Standorten (Betriebsleiter F, I, J, K). „Auf den ganz leichten Böden kann es natürlich Sinn ergeben, das glaube ich schon. Nur hier bei uns nicht“ (Betriebsleiter K). Als Hauptargument für eine positive Beeinflussung des Ertrages wird mehrheitlich der Effekt des Windbrechens genannt (Betriebsleiter A, I, J, F.), aber auch die Verringerung der Wassererosionsgefahr (Betriebsleiter C) und die aus der Beschattung resultierenden geringeren Temperaturschwankungen (Betriebsleiter E, H, M) werden



angeführt. Die meisten Mitarbeiter geben an, dass Agroforstsysteme dazu beitragen können, den Ertrag der angrenzenden Feldfrucht auf leichten Grenzertragsstandorten zu steigern (Mitarbeiter N, O, P, Q, R, S). „Wenn, dann nur ganz, ganz langfristig“, schränkt Mitarbeiter P indes ein. Als Grund dafür wird aufgeführt, dass die „Beschattung und Windbrechung [...] das zu schnelle Austrocknen des Bestandes verhindern“ (Mitarbeiter R). Lediglich für einen Mitarbeiter sind keine Ertragssteigerungen durch Agroforstsysteme möglich (Mitarbeiter Q). Von den Verpächtern können sich zwei vorstellen, dass Agroforstsysteme den Ertrag der Feldfrucht steigern können (Verpächter U, V). Verpächter T denkt, dass sich Effekte nur langfristig einstellen werden und Verpächter W gibt zu Protokoll, dass die Effekte nur marginal wären.

Alle außer Betriebsleiter C, der seinen Betrieb mit insgesamt 100 ha Kurzumtriebsplantagen am stärksten durch den Anbau von Agrarholz extensiviert hat, sind der Meinung, dass Agroforstsysteme nicht zur Steigerung der Einkommenssicherheit ihrer Betriebe beitragen können. Betriebsleiter A, B und H machen den geringen Anbauumfang innerhalb eines Betriebes dafür verantwortlich; „[...] wenn ich von 800 ha auf 80 ha anbaue, wird es sicherlich was bringen, aber bei weniger nicht unbedingt. Wenn ich nur acht Hektar Gehölze habe, kann das ja nicht viel bringen, da es für unseren Betrieb nicht einmal ein Prozent wären. Dann müsste man das gleich in einem größeren Umfang machen und den sehe ich mit Agroforstsystemen auf jeden Fall nicht. Dann mache ich doch lieber eine Kurzumtriebsplantage auf gleich 30 ha sandigem Boden und habe da mehr von“ (Betriebsleiter H). Eine höhere Einkommenssicherheit für die landwirtschaftlichen Betriebe sieht der Großteil der Mitarbeiter aktuell ebenfalls nicht (Mitarbeiter N, P, Q, R, S). Es könnte sich jedoch positiv auswirken, wenn ein gesichertes Vermarktungskonzept aufgestellt sei (Mitarbeiter N, P). Ein Mitarbeiter kann die Effekte auf die Einkommenssicherheit „nicht wirklich beurteilen“, da ihm die „Zahlen und Fakten dazu fehlen“ und er sich „mit dem Thema überhaupt nicht“ auskenne (Mitarbeiter O). Die Verpächter lassen bezüglich einer Steigerung der Einkommenssicherheit keine eindeutige Einstellung erkennen. Verpächter W ist der Meinung, dass Agroforstsysteme keinen Effekt auf die Einkommenssicherheit haben. Verpächter U fehlen die Zahlen für eine Bewertung, während Verpächter T meint, dass landwirtschaftliche Betriebe heutzutage gut genug aufgestellt sind, so dass „sie sich nicht auf derartige Systeme stützen müssen“. Lediglich Verpächterin V könnte sich vorstellen, dass Agroforstsysteme einen positiven Effekt auf die Einkommenssicherheit haben könnten, da „die Getreideernten sehr unterschiedlich“ ausfallen.

Die Auswirkung zusätzlicher Kurzumtriebsstreifen auf die Maschinen- und Mitarbeiterauslastung wird von den Betriebsleitern unterschiedlich eingeschätzt. Sechs Betriebsleiter sind der Meinung, dass eine bessere Auslastung sowohl der Maschinen als auch der Mitarbeiter möglich sei (Betriebsleiter B, D, E, F, G, I). Als Gründe für eine Steigerung der Maschinenauslastung werden unter anderem genannt, dass „Maschinen jederzeit einsatzbereit“ (Betriebsleiter G) sind und im Winter bzw. Frühjahr nicht so stark gebraucht werden. Die Mitarbeiterauslastung kann erhöht werden, „[...] weil man mit der Pflanzung und Ernte in Bereiche kommt, die



hier nicht so arbeitsintensiv sind“ (Betriebsleiter I). Als Gegenargumente werden aufgeführt, „dass durch die Summe der erzeugten Überstunden in den Arbeitsspitzen die Gesamtjahresarbeitszeit eigentlich voll ist“ (Betriebsleiter L), wodurch eine Verbesserung der Auslastung nicht mehr nötig erscheine und die Ernte ohnehin durch einen Lohnunternehmer übernommen werden müsse (Betriebsleiter J, K). Außerdem führt der „geringe Anbauumfang“ (Betriebsleiter H) dazu, dass der Effekt „nicht ausschlaggebend“ (Betriebsleiter A) für den Betrieb ist. Flächendeckend angebautes Agrarholz kann sogar dazu führen, dass Mitarbeiter überflüssig werden, da die Landwirtschaft stark extensiviert wird: „Das war auch bei uns der Fall, indem wir unseren Betrieb so sehr vereinfacht haben, dass wir jetzt am Ende des Tages auch keine Mitarbeiter mehr haben“ (Betriebsleiter C). Lediglich Mitarbeiter N ist der Meinung, dass Agroforstsysteme die Maschinenauslastung erhöhen können. Dieser Befragte gab an, dass die Erntearbeiten zwar von einem Lohnunternehmer übernommen werden müssten, das Abfahren des Ernteguts jedoch der Betrieb übernehmen könnte. Die übrigen Mitarbeiter sind der Meinung, dass Alley-Cropping-Systeme keinen Effekt auf die Auslastung hätten. Als Grund dafür führen sie an, dass „die Arbeiten wahrscheinlich ein Lohnunternehmer mit den nötigen Spezialmaschinen machen würde“ (Mitarbeiter Q). Außerdem sind Mitarbeiter O, R, S der Meinung, dass „der Anbauumfang wahrscheinlich auch nicht so groß sein würde, sodass man seine Maschinen und Mitarbeiter besser auslasten könnte“ (Mitarbeiter O).

Die von der Umtriebszeit abhängenden, in jedem Fall jedoch unregelmäßigen Zahlungsströme bewerten zwölf der 13 befragten Betriebsleiter als unproblematisch. Als Gründe werden aufgeführt, dass „der Anbauumfang nicht so hoch ist bei den Streifen“ (Betriebsleiter J), dass es sich bei der „Liquiditätsplanung einkalkulieren“ (Betriebsleiter G) ließe und dass ein Landwirt „sowieso langfristig wirtschaften und über Fruchtfolgen hinweg denken“ (Betriebsleiter F) müsse. Betriebsleiter B ist der Meinung, dass es zu Liquiditätsengpässen durch die hohen Anfangsinvestitionen kommen kann, die sich „natürlich als Risiko für einen Landwirt“ darstellen, welches jedoch eingegangen werden müsse, um die Erosion zu unterbinden. Der zuerst als negativ erachtete Effekt würde aufgehoben, „wenn man die Folgen der Erosion in Geld ausdrücken könnte“. Betriebsleiter E führt außerdem an, dass der Anbau von Agrarholz zu „einer gewissen Flexibilität führen kann und man die Ernte verschieben kann. Eventuell ist vielleicht sogar absehbar, dass die Holzpreise nächstes Jahr steigen. Oder die Preise sind aktuell so hoch, dass es sich lohnt, das Holz ein Jahr früher zu ernten. Eine derartige Flexibilität besitzt man im Ackerbau eben nicht. Da muss jedes Jahr geerntet werden und zu den gegebenen Preisen verkauft werden, da man auch nicht ewig das Getreide einlagern kann.“

Der Großteil der befragten Betriebsleiter verfügt entweder bereits über Verwendungs- bzw. Vermarktungsmöglichkeiten für das selbst erzeugte Energieholz oder ist der Meinung, dass eine Verwendung oder Vermarktung möglich sei. Sieben Betriebe verfügen über eine derartige Möglichkeit, wozu – dies überrascht nicht – die vier Betriebe gehören, die bereits Agrarholz anbauen. Die Betriebe A und C vermarkten ihr Energieholz im Rahmen des Vertragsanbaus in Kooperation mit dem Unternehmen Vattenfall. Dabei übernimmt der Betrieb die Ar-



beiten für die Pflanzung und „die Abnahme ist garantiert“ (Betriebsleiter C). Auch Betriebsleiter E und H hätten die Möglichkeit, ihre Hackschnitzel auf diesem Wege zu vermarkten. Betrieb D verfügt über ausreichende Lagerkapazitäten für Hackschnitzel und vermarktet sie hauptsächlich an öffentliche Einrichtungen. Dazu gehören eine Schule, ein Krankenhaus und eine Gemeindeverwaltung. Das ließe sich laut Aussagen des Betriebsleiters D zusätzlich ausbauen, da sich kleinere Städte mit 3.000 bis 4.000 Einwohnern in der Nähe befinden, „die teilweise schon ein Netz haben und an so etwas interessiert sind“. Vier Betriebsleiter führen an, dass man überlegen könnte, seine Trocknung oder Betriebsgebäude mit Energieholz zu befeuern und sich somit sein eigenes Heizkonzept aufzustellen (Betriebsleiter I, J, K, M). Die Gesamtheit der Mitarbeiter sieht auf ihren Betrieben aktuell keine Verwendungs- oder Vermarktungsmöglichkeiten für Energieholz. Vier Mitarbeiter weisen jedoch darauf hin, dass die Abwärme aus einer betriebsinternen Hackschnitzelheizung zur Gebäudeerwärmung oder Trocknung von Getreide genutzt werden könnte (P, Q, N, O). Diese ist aktuell aber auf keinem der Betriebe vorhanden und darüber hinaus ist den Mitarbeitern nicht bekannt, ob es in der näheren Umgebung Abnehmer für Holzhackschnitzel gibt. Verpächterin V erkennt eine Vermarktungsmöglichkeit, da in der Gegend bereits Landwirte Agrarholz anbauen und dieses folglich auch vermarkten müssen. Die übrigen Verpächter sehen aktuell keine Vermarktungsmöglichkeiten für die Betriebe, denen sie ihr Land verpachtet haben.

#### 4.2.4 Betriebliche Integration von Agroforstsystemen

Im Hinblick auf Fördermöglichkeiten ist lediglich fünf Betriebsleitern ist bekannt, wie die Beihilfefähigkeit bei Agroforstsystemen geregelt ist. Dabei handelt es sich um vier Betriebe (Betriebsleiter A, B, C, D) mit Anbauerfahrung von Agrarholz und einen Betrieb, der den Anbau von Kurzumtriebsholz plant (Betriebsleiter E). Die deutliche Mehrheit von zehn Betriebsleitern empfindet – soweit nicht bereits bekannt, nach vorheriger Erläuterung – die separaten Anträge für Kurzumtriebsstreifen und Feldfrucht (vgl. Abschnitt 2.2) als „unsinnig“ (Betriebsleiter A) und das aktuelle Verfahren als „deutlich zu aufwendig“ (Betriebsleiter G). „Der Agrarantrag“ sei „sowieso schon ein riesiger Aufwand“ (Betriebsleiter F), was nicht gerade „motiviert [...], solche Systeme anzubauen“ (Betriebsleiter I). Die separate Anmeldung von Kurzumtriebsstreifen und Feldfrucht sei ein „Mehraufwand [...], der sich aber in dem Moment, wo man feststellt, dass sich das Ganze lohnt, [...] kein Hindernis“ mehr für einen Betrieb darstellt (Betriebsleiter L). Bis auf Betriebsleiter L, welcher der Meinung ist, dass eine Vereinfachung der Anmeldung nur „kleines Beiwerk“ sei, halten alle übrigen Betriebsleiter einen einheitlichen Nutzungscode für den Erhalt von Zahlungsansprüchen „für sinnvoll“ (Betriebsleiter A). Die Betriebsleiter präferieren „Vereinfachungen“ (Betriebsleiter F) beim Agrarantrag und sind der Meinung, dass die „Entscheidungsfreiheit“ (Betriebsleiter H) der Landwirte gegeben sein muss. „Die Förderung ist ja entkoppelt und wird nur noch auf die Fläche gezahlt und nicht auf die Frucht und deshalb verstehe ich es nicht, dass man dort noch so einen Unterschied macht“ (Betriebsleiter A). Stattdessen könnte man einen einheitlichen Nutzungscode für Agroforstsysteme schaffen, der einen prozentualen Anteil von Gehölzen an





der Gesamtfläche erlaubt. Wie der Betrieb es letztendlich auf seinen Schlägen umsetzt, müsse dann in seinem eigenen Ermessen liegen (Betriebsleiter A, B, C, D). Die Mitarbeiter sind nicht über die Regelungen bezüglich der Beihilfefähigkeit von Mischkultursystemen informiert. Mitarbeiter N gab zusätzlich an, dass er „von der ganzen Sache generell keine Ahnung“ habe. Dass Agrarholz und Feldfrucht innerhalb des Agrarantrages separat voneinander angemeldet werden müssen, bewerten alle Mitarbeiter – nach vorheriger Erläuterung – als einen Mehraufwand. Jedoch wird unter anderem aufgeführt, dass dieser „Mehraufwand zu verkraften“ wäre, „in dem Moment, wo sich Agroforstsysteme lohnen“ (Mitarbeiter R). Es bestehen jedoch Zweifel, „ob dadurch [...] im Endeffekt mehr Systeme angebaut werden“ (Mitarbeiter P).

Den Betriebsleitern ist häufig ebenfalls nicht geläufig, wie Alley-Cropping-Systeme innerhalb des Greening angerechnet werden. Auch diesbezüglich sind es hauptsächlich die Betriebsleiter mit Anbauerfahrung, denen der Anrechnungsfaktor bekannt ist (Betriebsleiter A, B, D, E). Die Betriebsleiter sind überwiegend der Meinung, dass die Anrechnung von Agroforst innerhalb des Greening sinnvoll ist. Jedoch wird auch aufgeführt, dass der aktuelle Gewichtungsfaktor von 0,5 und der geringe Anbauumfang von Energieholz innerhalb eines Alley-Cropping-Systems den Aspekt wiederum relativieren, „da dadurch keine großen Mengen zusammenkommen“ (Betriebsleiter D). „Der Faktor ist entscheidend. Je höher der Faktor, desto höher die Rentabilität. Es hängt ganz einfach entscheidend davon ab, wie wird das bewertet, mit welchem Faktor.“ (Betriebsleiter L). Es sprechen sich fast alle Betriebsleiter dafür aus, dass der Gewichtungsfaktor für Kurzumtriebsstreifen innerhalb des Greening höher sein müsste. Zwei der Betriebsleiter sind der Meinung, dass der Faktor deutlich angehoben werden muss, damit die „wirtschaftliche Vorzüglichkeit“ (Betriebsleiter M) steigt und Landwirte sich für einen Anbau von Agroforstsystemen entscheiden. Sie halten einen Faktor von 10 bis 15 (Betriebsleiter L) bzw. sogar 20 (Betriebsleiter M) für angemessen. Die übrigen Betriebsleiter sind der Meinung, dass nicht nur die Gehölzstreifen, sondern die ganze Fläche mit einem Faktor von 1,0 bis 2,0 angerechnet werden müsste. Keinem der Mitarbeiter ist bekannt, wie Agroforstsysteme innerhalb des Greening gewertet werden. Nach kurzer Erläuterung können sich die meisten vorstellen oder würde es sich wünschen, dass Agroforstsysteme in ihrer Gesamtheit im Rahmen des Greening angerechnet werden (Mitarbeiter N, O, P, Q, S).

Die meisten Betriebsleiter halten eine Anlage von Agroforstsystemen auf Pachtflächen für schwer oder nicht umsetzbar, da die Nutzungsdauer der Bäume die Dauer der Pachtverträge übersteigt. Betriebsleiter A und B haben hingegen Holzstreifen auf Pachtflächen integriert. Dazu haben sie ihre Verpächter „eingeladen“ (Betriebsleiter B) und das „Vorhaben erklärt“ (Betriebsleiter A) und anschließend die Pachtverträge an die Nutzungsdauer der Agroforstsysteme angepasst bzw. die Laufzeiten entsprechend erhöht. „Bei der Verlängerung der Pachtverträge gab es keine Probleme; es wurde gut aufgenommen, dass wir damit ein wenig in die Forschung investieren“ (Betriebsleiter A). Ob die Streifen auf seinen Flächen garantiert bis zum Ende der Nutzungsdauer stehen bleiben, kann Betriebsleiter B jedoch „nicht hundertpro-



zentig sagen“. Er kommt seinen Verpächtern jedoch entgegen, indem die Pachtverträge „eine Preisanpassung mit drin“ haben, wodurch die Pachtpreise nach drei Jahren „nochmal ortsüblich angepasst“ werden. Laut Aussage von Betriebsleiter D „kann man alles vertraglich regeln“, sodass der Pächter im Falle einer spontan nötigen Rekultivierung dazu aufgefordert werden könnte, das Agroforstsystem zu beseitigen. Somit würde der Bewirtschafter das Risiko tragen und nicht der Verpächter. Folglich ist Betriebsleiter D davon überzeugt, dass die Anlage von Agrarholz auf Pachtland zu keinen Problemen zwischen Verpächter und Pächter führen würde. Annähernd die Hälfte der Betriebsleiter könnte sich vorstellen, die Pachtverträge an die Nutzungsdauer der Gehölze anzupassen (Betriebsleiter A, B, C, D, G, I). Der andere Teil würde es „gar nicht erst versuchen“ (Betriebsleiter L). Entweder, weil die Erfolgsaussichten „zu gering“ (Betriebsleiter L) sind, oder, weil ihnen selbst eine zwanzigjährige vertragliche Bindung als „zu lang“ (Betriebsleiter H) erscheint. Die meisten Verpächter sind der Meinung, dass es bei einer potenziellen Anlage von Agroforstsystemen auf ihren Flächen nicht zu Problemen zwischen ihnen und dem Pächter kommen würde. Verpächter T ist „an einer langfristigen Verpachtung interessiert“ und sieht deshalb keine Probleme. Verpächter U „würde den Wunsch des Pächters akzeptieren“. Nur Verpächter W wäre „aufgrund der langen Pacht-dauer“ mit einer agroforstlichen Nutzung seiner Fläche nicht einverstanden. Für alle Verpächter hat ihr Land einen sehr hohen Stellenwert, da es als stabile und langfristige Geldanlage bewertet wird (Verpächter T, U, V, W), die „sich im Wert nicht verschlechtern darf“ (Verpächter U). Eine angemessene und „ortsübliche“ (Verpächter W) Rendite erscheint für die Verpächter wichtiger als eine nachhaltige Nutzung des Landes. Abschließend wurde betont, dass alle Verpächter gerne darüber informiert würden, bevor es zu einer Anlage von Agroforstsystemen auf ihren Flächen kommt.

Hinsichtlich Planung, Anlage, Pflege, Bewirtschaftung und Ernte von Agroforstsystemen sehen lediglich Betriebsleiter A und M Probleme dahingehend, dass die Streifen „doch etwas zuwachsen und man nicht mehr mit der Spritze durchpasst“ (Betriebsleiter A). Der Großteil der Betriebsleiter würde die Abstände zwischen den Streifen mindestens in Fahrgassenbreite (Betriebsleiter C, E, J, K, L) oder als ein Vielfaches davon (Betriebsleiter G, H) anlegen und sieht keine weiteren Probleme im Rahmen der Flächenbewirtschaftung. Die Mitarbeiter erwarten größtenteils keine Probleme bei der Bewirtschaftung von Agroforstsystemen (Mitarbeiter N, Q, R, S) und betonen einhellig, dass sie sich selbst im Rahmen ihrer Arbeit durch Agroforstsysteme nicht eingeschränkt fühlen würden. Als kritisch wird nur erachtet, dass die Drainagen durch die Wurzeln beschädigt werden könnten (Mitarbeiter O) und „die Streifen im Laufe der Zeit in die Fläche wachsen“ könnten (Mitarbeiter R). Bezüglich der Bewirtschaftung sehen die Verpächter mehrheitlich keine Probleme (Verpächter T, U, V). Lediglich Verpächter W äußert Bedenken bezüglich der Rekultivierung.

An Attraktivität gewinnen könnten Agroforstsysteme durch politische Beihilfen. Dies könnte in Form einer Förderung von Gewässerrandstreifen (Betriebsleiter A, B, D, G), eines höheren Greeningfaktors (Betriebsleiter A, G, I, J), der Anrechenbarkeit als Ausgleichsmaßnahme



(Betriebsleiter M), günstigeren Krediten (Betriebsleiter E) oder einer Förderung der Anlagekosten (Betriebsleiter C, B, E, J) geschehen. Zusätzlich braucht es eine Stärkung der „Öffentlichkeitsarbeit und Lobbyarbeit“ und es müsse „ein Umdenken stattfinden bei den Landwirten“ (Betriebsleiter B). „Das spielt sich immer zwischen Daumen und Zeigefinger ab. An Attraktivität gewinnen Agroforstsysteme meiner Meinung nach nur, wenn es sich aus finanziellen Gründen lohnt und der Betrieb daraus monetäre Vorteile zieht“ (Betriebsleiter G). Die „Anlagekosten müssen wieder reinkommen. Gerade weil [...] solche Systeme sehr kapitalintensiv sind“ (Betriebsleiter I), eine Auffassung, die der Großteil der Stichprobe teilt (Betriebsleiter A, B, C, I, J, L). Zumindest müssten die Anlagekosten mindestens zur Hälfte gefördert werden (Betriebsleiter D, E). Ein Betriebsleiter ist der Meinung, dass sich durch „künstliche Anreize [...] eine Konkurrenz zur optimalen Bewirtschaftung einstellt“ (Betriebsleiter F). Drei Betriebsleiter tätigten keine konkrete Aussage, da sie sowohl die Kosten als auch die Erträge nicht ausreichend einschätzen können (Betriebsleiter G, H, K). Insgesamt könnte sich gut die Hälfte der Betriebsleiter vorstellen, Agroforstsysteme zu implementieren, wenn diese finanziell gefördert würden und die Förderung ihren Erwartungen entspräche (Betriebsleiter A, B, C, D, E, H, I). Die Mehrheit der Mitarbeiter sieht die Politik in der Verantwortung, wenn es darum geht, die Attraktivität von Agroforstsystemen zu steigern (Mitarbeiter O, P, Q, R, S). Dies kann entweder durch eine höhere Anrechnung im Rahmen des Greening (Mitarbeiter O, P, Q, S) oder mittels finanzieller Förderungen geschehen (Mitarbeiter O, P, Q, R). Die Förderung könnte über eine finanzielle Unterstützung der Anlagekosten (Mitarbeiter O, R), eine Vereinfachung des Antragsverfahrens (Mitarbeiter Q) oder über einen staatlichen Bonus zur „Wärmenutzung aus Energieholz“ (Mitarbeiter P) geregelt werden. Die Verpächter sind einheitlich der Meinung, dass Agroforstsysteme zukünftig primär über politische Förderung an Attraktivität gewinnen können (Verpächter T, U, V, W). Zusätzlich ist Verpächter T der Meinung, dass alternative Energiequellen „mehr Chancen“ erhalten, „sobald der Ölpreis und Energie“ teurer werden.

In Tabelle 5 ist zusammenfassend dargestellt, welche Gründe aus Sicht der jeweiligen Betriebsleiter für die Implementierung eines Alley-Cropping-Agroforstsystems sprechen.

**Tabelle 5: Gründe der Betriebsleiter für die Anlage von Agroforstsystemen**

Betriebsleiter/ Gründe für AFS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Σ
Ökonom. Flächenaufwertung	X		X	X			X						X	5
Winderosionsschutz	X	X			X						X	X		5
Wassererosionsschutz	X	X		X				X		X				5
Höhere Mitarbeiterauslastung		X		X	X				X	X				5
Höhere Maschinenauslastung		X		X	X		X			X				5
Wasserrandstreifen	X	X		X			X							4
Einkommenssicherheit		X	X					X						3
Wildbestände halten			X						X					2
Begradigung der Flächen			X	X										2
Cross-Compliance-Relevanz	X	X												2
Beitrag zu Forschungsprojekt	X	X												2
Extensivierung des Betriebs			X											1
Σ	7	8	5	6	3	0	3	2	2	3	1	1	1	

Quelle: Eigene Darstellung.

Die häufigsten Gründe für die systematische Anlage von Niederwaldstreifen mit Kurzumtrieb in einem Agroforstsystem sind neben der ökonomischen Flächenaufwertung der Schutz vor Wind- und Wassererosion sowie eine höhere Auslastung der Mitarbeiter und Maschinen. Die meisten Gründe für eine agroforstliche Landnutzung sieht Betriebsleiter B, gefolgt von den Betriebsleitern A, D und C, die alle vier Anbauerfahrungen mit Agrarholz besitzen.

Die Bedenken der einzelnen Betriebsleiter hinsichtlich der Anlage von Agroforstsystemen sind zusammenfassend in Tabelle 6 abgebildet.

**Tabelle 6: Bedenken der Betriebsleiter bei der Anlage von Agroforstsystemen**

Betriebsleiter/ Bedenken	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Σ
Verlust der Schlagkraft			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11
Anlage auf Pachtland		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Zerstörung der Drainage	X			X		X	X	X	X			X	X	9
Verlust des Ackerstatus					X	X	X	X	X			X	X	8
Bodenbearbeitung				X		X	X	X	X		X	X		8
Mangelnde Konkurrenzfähigkeit				X	X	X	X			X	X	X	X	8
Lange Produktionsbindung					X	X		X	X			X		5
Abstandsauflagen zu Streifen						X	X		X	X			X	5
Steigender Unkrautdruck					X	X				X			X	4
Probleme seitens Mitarbeiter			X		X	X						X		4
Mangelndes Vertrauen in Politik						X		X		X		X		4
Hohe Anfangsinvestition				X	X				X					3
Steigende Wilddichte							X			X				2
Geschützte Tierarten						X						X		2
Ertragsverlust Beschattung													X	1
Ungeeigneter Flächenzuschnitt									X					1
Höherer Schädlingsdruck													X	1
Problem mit Grünlanderhaltung		X												1
Probleme bei Flächentausch								X						1
Σ	1	2	2	5	8	12	8	7	9	10	4	10	9	

Quelle: Eigene Darstellung.

Ein möglicher Verlust der Schlagkraft als Folge der Anlage von Gehölzstreifen inmitten der Ackerfläche wird von elf der befragten Betriebsleiter als bedenklich eingestuft und ist damit der häufigste Grund für Vorbehalte gegen die Agroforstwirtschaft. An zweiter Stelle stehen Zweifel hinsichtlich der Gehölzstreifenanlage auf Pachtflächen gefolgt von einer eventuellen Zerstörung der Drainage. Die Anzahl an Bedenken der einzelnen Betriebsleiter unterscheiden sich deutlich voneinander: Während für Betriebsleiter F zwölf der aufgelisteten Bedenken relevant sind, sieht Betriebsleiter A die Zerstörung der Drainage als einzigen Grund, der gegen eine Umsetzung der Agroforstwirtschaft spricht.

## 5 Diskussion

Alle befragten Betriebsleiter, Mitarbeiter und Verpächter sind der Meinung, dass mit der Anlage von Agroforstsystemen auf Ackerflächen die Artenvielfalt erhöht wird. Auch hinsichtlich der Winderosion wird mit Ausnahme eines Mitarbeiters den Gehölzstreifen einheitlich eine schützende Wirkung zugesprochen und zudem sind 20 der 23 befragten Stakeholder über-



zeugt, dass ein Alley-Cropping-System die Gefahr einer möglichen Wassererosion reduzieren kann. Demnach schätzen die meisten Befragten – unabhängig von ihrer Erfahrung mit Agrarholz – die positiven ökologischen Wirkungen von Agroforstsystemen (vgl. z. B. GRÜNEWALD, 2005) richtig ein.

Ein Großteil der Befragten sieht in Agroforstsystemen eine Aufwertung des Landschaftsbildes, womit die Beobachtung von ZEHLIUS-ECKERT (2010) hinsichtlich der positiven sozialen Wirkungen von Agroforstsystemen durch die vorliegende Stichprobe bestätigt wird. Auch finden damit die Untersuchungsergebnisse von HENKE (2014) Bestätigung, denen zufolge der Agrarholzanbau ein gesellschaftlich akzeptiertes, positiv bewertetes Anbauverfahren ist. Hingegen finden vier Betriebsleiter und ein Mitarbeiter offene Landschaften schöner bzw. können sich die Wirkung von Agroforstsystemen auf das Landschaftsbild aufgrund mangelnder Beispiele schlecht vorstellen, wodurch belegt wird, dass die ästhetische Umweltwahrnehmung auch hinsichtlich Gehölzstreifen individuell variieren kann. Dass die Anlage von Agroforstsystemen auch die gesellschaftliche Akzeptanz der Landwirtschaft fördert, bejahen mit acht Betriebsleitern, vier Mitarbeitern und drei Verpächtern die meisten Befragten. Es wird jedoch eine regional begrenzte Wirkung vermutet, wenn nicht zusätzlich aktive Öffentlichkeitsarbeit geleistet wird, um die alternativen Landnutzungssysteme überregional bekannt zu machen. Die Vermutungen der Befragten entsprechen demnach – gegebenenfalls unbewusst – den Beobachtungen von HUNZIKER (2010), denen zufolge die öffentliche Wahrnehmung der Landwirtschaft und des Landschaftsbildes stark von der Wirtschaftsweise und der Landschaftsgestaltung im eigenen Umfeld abhängt.

Die Einschätzungen vieler Betriebsleiter, dass Agroforstsysteme am ehesten positive Ertrags- effekte auf Grenzertragsstandorten bedingen, fallen mit den Ergebnissen von EMMANN et al. (2013) zusammen, nach denen mit steigender Bodengüte die Opportunitätskosten der Gehölzstreifen zunehmen. Eine Diversifikation des unternehmerischen Risikos und eine damit verbundene Steigerung der Einkommenssicherheit sehen zwölf der Betriebsleiter durch die Anlage von Gehölzstreifen als nicht gegeben. Derartige Effekte haben KRÖBER et al. (2008) zwar für Agrarholz in Kurzumtriebsplantagen identifiziert; von den Betriebsleitern werden sie aufgrund der geringen Anteile der Gehölzflächen in Agroforstsystemen indes nicht gesehen. Die von WAGNER et al. (2012) gezeigten anfänglich geringen Biomasseerträge von Agrarholz, die erst im Laufe der Zeit zunehmen und somit bei gleichzeitig hohen Investitionskosten zu Liquiditätsengpässen führen können, sind nur für einen der befragten Betriebsleiter relevant. Die übrigen Betriebsleiter schätzen die unregelmäßigen Zahlungsströme wegen des geringen Umfangs der Gehölzflächen als unproblematisch ein. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Untersuchungen zum landwirtschaftlichen Risikomanagement, die zeigen, dass Liquiditätsprobleme für Betriebe mit landwirtschaftlicher Nutztierhaltung wesentlich bedeutsamer sind als für Ackerbaubetriebe (SCHAPER et al., 2012). Vermarktungsprobleme für die im Rahmen der Holzernte anfallenden Hackschnitzel sehen die meisten Betriebsleiter aufgrund einer ausreichenden Nachfrage in der Region nicht. Der Nordosten Deutschlands – insbesondere die Küs-



tenregion – verfügt auch über einen verhältnismäßig geringen Bewaldungsgrad, weshalb das Angebot an Energieholz gering ist und der Absatz von Hackschnitzeln unkritisch erscheint. In anderen Regionen, wie den Mittelgebirgen, kann sich die Vermarktung aufgrund deutlich größerer Waldflächen dagegen erheblich aufwendiger gestalten (LANGENBERG et al., 2017).

Die Betriebsleiter nehmen teilweise an, dass ihre Mitarbeiter Vorbehalte gegenüber Gehölzstreifen hegen und Agroforstsysteme eventuell nur widerwillig bewirtschaften würden. Die befragten Mitarbeiter hingegen geben an, dass sie keine persönlichen oder arbeitswirtschaftlichen Bedenken bezüglich der Baumstreifen haben. Die Betriebsleiter überschätzen folglich die Skepsis bzw. unterschätzen die Innovationsbereitschaft ihrer Mitarbeiter, was jedoch in gemeinsamen Besprechungen behoben werden könnte. Eine analoge Differenz ist zwischen den Betriebsleitern und den Verpächtern zu beobachten: Viele Betriebsleiter befürchten, dass ihre Verpächter den erforderlichen Pachtzeiträumen für Agroforstsysteme nicht zustimmen würden. Die befragten Verpächter hingegen haben keine Bedenken, ihre Flächen langfristig für entsprechende Anbausysteme zu verpachten. Dass die Verpächter ihre Bereitschaft nur angeben, aber letztlich doch nicht einhalten, wie CLAUDY et al. (2013) es beispielsweise für die Zahlungsbereitschaft für erneuerbare Energien gezeigt haben, erscheint nicht sehr wahrscheinlich, da bereits zwei der befragten Betriebsleiter auf Pachtflächen Agroforstsysteme angelegt haben. Beide erfolgreichen Beispiele verdeutlichen aber auch die Bedeutung einer offenen Kommunikation mit den Verpächtern, wie sie zur Verbesserung der Beziehungsqualität im Rahmen eines erfolgreichen Verpächtermanagements auch im Hinblick auf andere Innovationen, etwa Pachtpreisanpassungsklauseln, angeraten wird (ALBERSMEIER et al., 2011). Darüber hinaus verbinden einige Betriebsleiter mit dem Anpflanzen von Holzstreifen die Gefahr des Verlusts des Ackerstatus, obwohl dieser im Rahmen der Anlage von Agroforstsystemen rechtlich geschützt ist (BMJV, 2018). Das kann einerseits an Informationsdefiziten der Betriebsleiter liegen oder andererseits auch daran, dass ihnen das politische Vertrauen vor dem Hintergrund möglicher Rechtsänderungen während der Laufzeit ohne Rücksichtnahme auf den Bestandsschutz fehlt. Daraus resultiert gegebenenfalls die Befürchtung, doch eine Änderung des Flächenstatus hinnehmen zu müssen. Dieser Sorge kann nur durch eine langfristig glaubwürdige Gestaltung der Agrarpolitik entgegengewirkt werden.

Von den befragten Betriebsleitern könnten sich sieben vorstellen, Agroforstsysteme zu implementieren, sofern zumindest in Teilen die Anlagekosten der Kurzumtriebsstreifen gefördert werden. Die Forderungen lassen erkennen, dass die derzeitige Investitionszurückhaltung zumindest in Teilen durch die erheblichen Kosten der Implementierung von Agroforstsystemen erklärt werden kann, da Betriebsleiter anstreben sich bezüglich versunkener Kosten abzusichern, die sie im Fall einer Rückumstellung nicht zurückerlangen könnten (DIEKMANN et al., 2015). Die Betriebsleiter fordern zudem eine praktikablere Vorgehensweise im Rahmen des Agrarantrages in der Form, dass ein Agroforstsystem als eine Kultur angemeldet werden kann und nicht für die jeweiligen Gehölzstreifen sowie für die Ackerkultur einzelne Anträge gestellt werden müssen. Ähnliches gilt für die Handhabung des Greening; es wird gefordert,



entweder den Greeningfaktor der Gehölzstreifen anzuheben oder das gesamte Agroforstsystem und nicht nur die Gehölzfläche für die Erfüllung der Anforderungen des Greening anzuerkennen. Die Forderungen der Betriebsleiter nach der Anhebung des Greeningfaktors und einer vereinfachten Antragstellung erscheinen nach den vorliegenden Ergebnissen als notwendige, aber nicht als hinreichende Bedingungen für die Anlage eines Agroforstsystems.

Die zusammengefassten Ergebnisse in Tabelle 5 veranschaulichen, dass die Betriebsleiter mit Anbauerfahrungen im Bereich Agrarholz deutlich mehr Gründe für die Anlage von Agroforstsystemen sehen als diejenigen ohne Anbauerfahrungen. Parallel dazu äußern die Betriebsleiter mit Anbauerfahrung wesentlich weniger Bedenken hinsichtlich einer agroforstlichen Wirtschaftsweise als die Betriebsleiter ohne entsprechende Erfahrungen (Tabelle 6). Damit bestätigen die vorliegenden Ergebnisse die Beobachtungen von SPIECKER et al. (2009), nach denen wesentliche Gründe für die Zurückhaltung bei der kombinierten Landnutzung häufig in fehlendem Wissen der Betriebsleiter über die Kultivierung von Agrarholz liegen.

## 6 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass Agroforstsysteme positive ökologische und soziale Effekte mit sich bringen, die sowohl wissenschaftlich belegt sind als auch von den Befragten mehrheitlich gesehen werden. Systeme der Agroforstwirtschaft werden in Deutschland jedoch bisher kaum umgesetzt und haben daher nur eine marginale Bedeutung, sodass die mit den Gehölzstreifen verbundenen positiven Externalitäten so gut wie gar nicht gestiftet werden. Gleichwohl sind viele Betriebsleiter prinzipiell bereit, Agroforstsysteme anzulegen, und auch die Mitarbeiter und Verpächter sehen ihrerseits keine grundsätzlichen Hemmnisse. Gründe für die Investitionszurückhaltung bestehen laut Aussagen der befragten Betriebsleiter in wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber der ganzflächigen Bewirtschaftung und in einem hohen bürokratischen Aufwand, der mit der Implementierung von Agroforstsystemen verbunden ist. Daraus ergibt sich die Implikation an die deutsche Agrarpolitik, zukünftig die Anlage derartiger Mischkultursysteme finanziell zu fördern, um Anreize zur Anpflanzung von Gehölzstreifen für die Landwirte zu schaffen, speziell auf den Standorten, auf denen, etwa aufgrund überdurchschnittlicher Erosionsgefährdung, die Vorteile von Agroforstsystemen in besonderer Weise zum Tragen kämen. Dadurch könnten die bisher aufgrund fehlender Kompensation nicht generierten positiven Umwelteffekte zukünftig den gesamtgesellschaftlichen Nutzen erhöhen. Der Rechtsrahmen zur finanziellen Unterstützung von Agroforstsystemen und die Anerkennung der Beihilfefähigkeit sind durch die europäische Agrarförderung gegeben, sodass die entsprechende Verordnung ohne große Probleme auf nationaler Ebene umgesetzt werden kann (EU, 2005). Darüber hinaus empfiehlt es sich, als weitere Anreize – wie dies auch bereits durch DRITTLER und THEUVSEN (2017) gefordert wurde – den Greeningfaktor für Agroforstsysteme zu erhöhen und Agroforstsysteme als eigene Kultur im Agrarantrag anzuerkennen, um die Antragstellung zu erleichtern.





Die Ergebnisse lassen weiterhin erkennen, dass Agroforstsysteme aus ökonomischer Perspektive am ehesten auf leichten Sandstandorten opportun sind. Das wird einerseits daran deutlich, dass die befragten Betriebsleiter, die sich eine agroforstliche Wirtschaftsweise grundsätzlich vorstellen können, tendenziell auf leichteren Standorten wirtschaften, wie auch aus den Untersuchungen z. B. von EMMANN et al. (2013) deutlich wurde. Zudem hat die vorliegende Erhebung eindeutig gezeigt, dass Betriebsleiter mit umfangreicherem Wissen zu Agrarholz mehr Gründe für und weniger Vorbehalte gegen die Anlage von Agroforstsystemen sehen. Zur Umsetzungsunterstützung der Agroforstwirtschaft ist es daher empfehlenswert, in Regionen mit den entsprechenden Flächen- und Bodeneigenschaften die jeweiligen Entscheidungsträger über den kombinierten Anbau von Agrarholz und Feldfrüchten umfassender als bislang zu informieren.

Leicht limitiert wird die Aussagekraft der empirischen Ergebnisse durch die im Vergleich zum Bundesdurchschnitt hohe Flächenausstattung der befragten landwirtschaftlichen Betriebe sowie durch das relativ hohe Ausbildungsniveau der befragten Betriebsleiter. Zudem haben überdurchschnittlich viele Betriebsleiter der Stichprobe bereits Anbauerfahrungen mit Agrarholz, was zu einer überproportionalen Bereitschaft hinsichtlich einer agroforstlichen Landnutzung führen kann. Diese Limitationen sollten in zukünftigen Studien durch eine die deutsche Landwirtschaft repräsentativer abbildende Stichprobe überwunden werden. Auch bieten sich großzahlige Untersuchungen an, um die hier aufgedeckten Einstellungen der Betriebsleiter und anderer Stakeholder vertieft zu analysieren. In zukünftigen Studien gilt es zudem zu analysieren, wie hoch das Anbaupotential von Agroforstsystemen unter Berücksichtigung diverser Beihilfemodelle in Deutschland ist.



## Literaturverzeichnis

- AHLHELM, I., S. FRERICHS, A. HINZEN, B. NOKY, A. SIMON, C. RIEGEL, A. TRUM, A. ALTENBURG, G. JANSSEN und C. RUBEL (2016): Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastruktur an den Klimawandel. BKR Aachen, IÖR – Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden, ISB – Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- ALBERSMEIER, F., C.-H. PLUMEYER, B. SCHULZE und L. THEUVSEN (2011): Zur Stabilität von Geschäftsbeziehungen auf dem Landpachtmarkt: Eine Kausalanalyse zur Wechselbereitschaft von Verpächtern. In: P. Weingarten et al. (Hrsg.): Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Politikanalyse. Münster-Hiltrup: 85-96.
- BÄRWOLFF, M. und A. VETTER (2011): Mehr Struktur auf großen Schlägen – Agroforstwirtschaft auf ausgeräumter Agrarfläche Thüringens. AgroForstEnergie – Forum Agroforstsysteme, Dornburg. In: [http://www.agroforstenergie.de/\\_publikationen/vortraege/V\\_25\\_Baerwolff\\_2011\\_2.Forum\\_AFE\\_TP1.pdf](http://www.agroforstenergie.de/_publikationen/vortraege/V_25_Baerwolff_2011_2.Forum_AFE_TP1.pdf), Abruf: 06.03.2018.
- BÄRWOLFF, M., H. HANSEN, M. HOFMANN und F. SETZER (2012): Energieholz aus der Landwirtschaft. Gülzow, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe.
- BÄRWOLFF, M. (2013): Streifenanbau in Agroforstsystemen. In: Bemann, A., D. Butler Manning (Hrsg.): Energieplantagen in der Landwirtschaft – Eine Anleitung zur Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb für den Praktiker. Clenze, Erling Verlag, 150-154.
- BÄRWOLFF, M., G. REINHOLD, C. FÜRSTENAU, T. GRAF, L. JUNG und A. VETTER (2013): Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2015): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Ausgabe 2015, Bonn.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2018): Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>, Abruf: 13.02.2018.
- CLAUDY, M.C., PETERSON, M und A. O'DRISCOLL (2013): Understanding the Attitude-Behavior Gap for Renewable Energy Systems Using Behavioral Reasoning Theory. *Journal of Macromarketing* 33 (4): 273-287.
- DIEKMANN, A., M. HAVERKAMP und O. MUBHOFF (2015): Die Bewertung der Umstellung von einer jährlichen Ackerkultur auf den Anbau von Miscanthus – Eine Anwendung des Realloptionsansatzes. In: *German Journal of Agricultural Economics* 64 (1): 16-32.
- DRESING, T. und T. PEHL (2013): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse – Anleitung und Regelsystem für qualitativ Forschende. 5. Auflage. Eigenverlag, Marburg.
- DRITTLER, L und L. THEUVSEN (2017): Agrarholz als ökologische Vorrangfläche im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik. *Berichte über Landwirtschaft* 95: 1-20.
- DRITTLER, L und L. THEUVSEN (2018): Akzeptanzfaktoren des Agrarholzanbaus: Eine IT-gestützte Ermittlung. In: A. Ruckelshausen et al. (Hrsg.): *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitale Marktplätze und Plattformen*. Bonn: 63-66.



- EICHHORN, M.P., P. PARIS, F. HERZOG, L.D. INCOLL, F. LIAGRE, K. MANTZANAS, M. MAYUS, G. MORENO, V.P. PAPANASTASIS, D.J. PILBEAM, A. PISANELLI und C. DUPRAZ (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. In: *Agroforestry Systems* 67 (1), 29-50.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahrs, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Doluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.*, Band 48, Münster, Landwirtschaftsverlag, 60-71.
- EU - EUROPÄISCHE UNION (2005): Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER), Artikel 44.
- FELDWISCH, N. (2011): Rahmenbedingungen und Strategien für einen an Umweltaspekten ausgerichteten Anbau der für Sachsen relevanten Energiepflanzen. In: LfULG (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (Hrsg.): *Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen*. Dresden, Schriftenreihe, Heft 43.
- FREESE, D., C. BÖHM, A. QUINKENSTEIN, F. REPMANN und J. WÖLLECKE (2010): Agroforstsysteme im Klimawandel. Hrsg.: Brandenburgische Technische Universität Cottbus. URL: [http://www.klimaplattform.de/fileadmin/daten/downloads/OPR\\_Climate\\_Ca-fe/Teil\\_1\\_VO\\_Freese\\_Agroforstsysteme\\_im\\_Klimawandel\\_2010.pdf](http://www.klimaplattform.de/fileadmin/daten/downloads/OPR_Climate_Ca-fe/Teil_1_VO_Freese_Agroforstsysteme_im_Klimawandel_2010.pdf), Abruf: 08.02.2018.
- GLÄSER, J. und G. LAUDEL (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse – als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Auflage. VS Verlag, Wiesbaden.
- GRÜNEWALD, H. (2005): Anbau schnellwachsender Gehölze für die energetische Verwertung in einem Alley-Cropping-System auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Dissertation Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg.
- GURRATH, P. (2011): *Landwirtschaft auf einen Blick*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. URL: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/QuerschnittQ/BroschuereLandwirtschaftBlick0030005119004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/QuerschnittQ/BroschuereLandwirtschaftBlick0030005119004.pdf?__blob=publicationFile), Abruf: 03.03.2018.
- HÄDER, M. (2015): *Empirische Sozialforschung – Eine Einführung*. 3. Auflage. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- HELFERICH, C. (2009): *Die Qualität qualitativer Daten – Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. 3. Auflage. VS Verlag, Wiesbaden.
- HENKE, S. (2014): *Social Life Cycle Assessment: Multikriterielle Bewertung erneuerbarer Energien*. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- HERZOG, F. (1997): Konzeptionelle Überlegungen zu Agroforstwirtschaft als Landnutzungsalternative in Europa. In: *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 38 (1), 32-35.
- HOLTBRÜGGE, D. (2010): *Personalmanagement*. 4. Auflage. Springer-Verlag, Berlin.
- HUNZIKER, M. (2010): Die Bedeutungen der Landschaft für den Menschen: objektive Eigenschaft der Landschaft oder individuelle Wahrnehmung des Menschen? *Landschaftsqualität. Konzepte, Indikatoren und Datengrundlagen*. Forum für Wissen 2010: 33-41.



- KREINS, P. und H. GÖMANN (2008): Modellgestützte Abschätzung der regionalen landwirtschaftlichen Landnutzung und Produktion in Deutschland vor dem Hintergrund der „Gesundheitsüberprüfung“ der GAP. In: German Journal of Agricultural Economics 57 (3): 195-206.
- KRÖBER, M., K. HANK, J. HEINRICH und P. WAGNER (2008): Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Energieholzanzbaus in Kurzumtriebsplantagen – Risikoanalyse mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation. GEWISOLA-Jahrestagung: Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung, Bonn.
- KRUMMENACHER, J., B. MAIER, H. FRANZ und F. WEIBEL (2008): Ökonomisches und ökologisches Potential der Agroforstwirtschaft. In: AgrarForschung 15 (3): 132-137.
- KRUSE, J. (2015): Qualitative Interviewforschung – Ein integrativer Ansatz. 2. Auflage. Beltz Verlag, Weinheim.
- LAMNEK, S. (2005): Qualitative Sozialforschung – Lehrbuch. 4. Auflage. Beltz Verlag, Weinheim.
- LANGENBERG, J., L. DRITTLER, T. VON BIERBRAUER, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2017): Der Markt für Bioenergie. In: German Journal of Agricultural Economics 66 (Supplement): 107-125.
- LIESEBACH, M., G. VON WUEHLISCH und H.-J. MUHS (2015): Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. In: Forest Ecology and Management 121 (2): 25-39.
- MAYRING, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken. 12. Auflage. Beltz Verlag, Weinheim.
- MOSQUERA-LOSADA, M.R., J. MCADAM, R. ROMERO-FRANCO, J.J. SANTIAGO-FREIJANES und A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ (2009): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe In: Rigueiro-Rodríguez, A., J. McAdam, M.R. Mosquera-Losada (Hrsg.): Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects. Springer, Dordrecht, 3-19.
- OLI, B. N., T. TREUE und O. LARSEN (2015): Socio-economic determinants of growing trees on farms in the middle hills of Nepal. In: Agroforestry Systems 89 (5): 765-777.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS und R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- ROHWER, A. (2010): Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU: Fluch oder Segen? URL: [https://www.cesifo-group.de/pls/guest/download/ifo%20Schnelldienst/ifo%20Schnelldienst%202010/ifosd\\_2010\\_3\\_3.pdf](https://www.cesifo-group.de/pls/guest/download/ifo%20Schnelldienst/ifo%20Schnelldienst%202010/ifosd_2010_3_3.pdf), Abruf: 06.03.2018.
- SCHAPER, C., H. BRONSEMA und L. THEUVSEN (2012): Betriebliches Risikomanagement in der Landwirtschaft – eine empirische Analyse in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern. Heft 36 der Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHUBOTH, J. (1996): Naturschutzgerechte Nutzung von Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt. In: Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 33 (2), 51-55.



- SCHULZ, D., S. WITTIG und B. SCHUCHARDT (2011): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel – Landwirtschaft. KomPass - Kompetenzzentrum für Klimafolgen und Anpassung, Umweltbundesamt. URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass\\_themenblatt\\_landwirtschaft\\_2015\\_net.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass_themenblatt_landwirtschaft_2015_net.pdf), Abruf: 06.03.2018.
- SPIECKER, H., M. BRIX, B. BENDER, A. CHALMIN, A. MÖNDEL, K. MASTEL, R. VETTER, R. UNSELD, U. KRETSCHMER, T. REEG, M. OELKE, W. KONOLD, J. HAMPEL, C. HEINDORF, F. HOHLFELD, S. JÄGER, G. MAHIAK, E. RUSDEA, A. SCHÄFER und S. WEISENBURGER (2009): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung – Schlussbericht des Projektes agroforst. Bundesministerium für Bildung und Forschung – Förderkennzeichen: 0330621.
- UNSELD, R., N. REPPIN, K. ECKSTEIN, W. ZEHLIUS-ECKERT, H. HOFFMANN und T. HUBER (2011): Leitfaden Agroforstsysteme – Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. MEOX Druck, München.
- WAGNER, P., J. SCHWEINLE, F. SETZER, M. KRÖBER und M. DAWID (2012): DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage. DLG-Merkblatt 372. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- WOLBERT-HAVERKAMP, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo Simulation. Berichte über Landwirtschaft 90 (2): 302-316.
- ZEHLIUS-ECKERT, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Technische Universität München.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 75 %.**

---

## Teil III: Niedersächsischer Bodenmarkt: Einflussfaktoren und Handlungsmöglichkeiten

### III.1: Zentralisation des Flächenmanagements: Ein Beitrag zu einer effizienteren Flächennutzung?

JOSEF LANGENBERG und LUDWIG THEUVSEN

**Zusammenfassung:** In den vergangenen Jahren haben sich die Kauf- und Pachtpreise für landwirtschaftlich genutzte Flächen deutlich nach oben entwickelt, da die Nachfrage stark angestiegen ist und zugleich der Umfang der Fläche für die landwirtschaftliche Nutzung aufgrund von Flächenverbrauch rückläufig ist. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung, landwirtschaftliche Flächen möglichst sparsam und effizient einzusetzen und dadurch die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren, ist die Organisation des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern bewertet worden. Die Ergebnisse der vergleichenden Analysen zeigen, dass eine Zentralisation und die damit einhergehende Integration des Flächenmanagements mit Vorteilen in Bezug auf die Flächeninanspruchnahme verbunden sind. Die Bündelung der Aufgabenerledigung bei einem Aufgabenträger erlaubt die Realisierung von Synergieeffekten durch eine übergreifende, verschiedene fachliche Sichtweisen und Ziele integrierende Betrachtung, die bei einem dezentralisierten Flächenmanagement nicht oder nur teilweise möglich ist. Die Verknüpfung von Naturschutz- mit Hochwasserschutzmaßnahmen ist ein Beispiel dafür, dass es durch die Bündelung beider Aufgaben gelingen kann, dieselben Ziele mit einer geringen Flächeninanspruchnahme zu realisieren und dadurch einen Beitrag zur Entspannung der Situation am Bodenmarkt zu leisten.

**Keywords:** Bodenmarkt, Flächenmanagement, Flächenverbrauch

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form veröffentlicht in der wissenschaftlichen Zeitschrift „Berichte über Landwirtschaft“, Vol 94, No 1, (2016): S. 1-26.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	237
2	Untersuchungsgegenstand, Daten und Methodik.....	238
3	Preisentwicklung am Bodenmarkt am Beispiel Niedersachsens .....	240
3.1	Entwicklung der Kaufpreise .....	240
3.2	Entwicklung der Pachtpreise.....	243
4	Preisentwicklung am Bodenmarkt: Einflussgrößen und Auswirkungen .....	245
4.1	Einflussgrößen auf die Preisentwicklung am Bodenmarkt.....	245
4.1.1	Entwicklung der Grundrenten und der Agrarpreise .....	245
4.1.2	Förderung der Biogasproduktion .....	246
4.1.3	Viehichte und Nährstoffüberschüsse.....	246
4.1.4	Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs-, Verkehrs- und Ausgleichsmaßnahmen.....	247
4.1.5	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	249
4.1.6	Weitere Einflussgrößen .....	250
4.2	Auswirkungen steigender Bodenpreise.....	252
5	Landmanagement in ausgewählten Bundesländern .....	254
5.1	Niedersachsen .....	254
5.2	Hessen .....	256
5.3	Sachsen-Anhalt .....	258
5.4	Weitere Bundesländer .....	260
6	Flächenmanagement aus aufbauorganisatorischer Sicht.....	261
6.1	Organisationswissenschaftliche Grundlagen .....	261
6.2	Bewertung des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern .....	262
7	Fazit.....	266
	Literatur .....	267



## 1 Einleitung

Die Preise für landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) sind in den letzten Jahren sehr stark gestiegen. Die durchschnittlichen Kaufpreise haben sich beispielsweise in Niedersachsen von 2005 bis 2013 von 13.234 €/ha auf 25.181 €/ha fast verdoppelt. Eine ähnliche Entwicklung ist bei den Pachtpreisen zu beobachten. Die mittleren Vertragsleistungen der Neupachtverträge sind in Niedersachsen von 286 €/ha (2005) auf 520 €/ha (2013) und damit um 82 % angestiegen. Selbst die Durchschnittspachtpreise haben sich trotz der verzögernden Wirkung der mehrjährigen Vertragslaufzeiten von 2005 (269 €/ha) bis 2013 (376 €/ha) um 40 % erhöht (LSN, 2014). Ähnliche Entwicklungen der Kauf- und Pachtpreise waren – wenn auch mit zum Teil großen regionalen Unterschieden und auf sehr unterschiedlichen absoluten Niveaus – in der jüngeren Vergangenheit in vielen Teilen Deutschlands zu beobachten.

Die landwirtschaftlichen Betriebe stehen aufgrund dieser Entwicklung großen Herausforderungen gegenüber. So wird die Umsetzung betrieblicher Wachstumsstrategien, die zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft weiterhin unumgänglich ist, deutlich erschwert. Zudem verschlechtern hohe fixe Auszahlungen für Pachten die Risikotragfähigkeit der Betriebe und machen sie anfälliger gegenüber dem Eintritt beispielsweise von Marktrisiken in Form niedriger Agrarpreise (FRENTRUP et al., 2014). Je nach Region können zudem durch den Preisanstieg einzelne Betriebszweige unrentabel werden, was bei spezialisierten Betrieben zur Existenzgefährdung führen kann (DEUTSCH, 2015). Das hätte wiederum zur Folge, dass bestimmte Produktionsrichtungen in einigen Regionen verdrängt würden und sich die Landwirtschaft dort auf die verbliebenen, rentableren Alternativen konzentrierte. Der daraus resultierende Strukturwandel in der Agrarlandschaft wird nicht nur von den Landwirten, sondern auch von der Politik als durchaus problematisch wahrgenommen (DWEHUS, 2014).

Die Gründe für den Preisanstieg der letzten Jahre liegen in der erhöhten Nachfrage nach LF bei gleichzeitig sinkender Verfügbarkeit. Die hohe Nachfrage geht auf zahlreiche Ursachen zurück, so beispielsweise auf ein gestiegenes Agrarpreisniveau, die Bioenergieförderung und die Aktivitäten außerlandwirtschaftlicher Investoren. Zudem wirken in einigen Regionen zusätzliche Faktoren, zum Beispiel hohe Viehdichten, der Anbau von Sonderkulturen oder ein Wachstum der Bevölkerung, auf die Nachfrage nach LF ein. Gleichzeitig ist die für eine landwirtschaftliche Nutzung verfügbare Fläche aufgrund von Flächenverbrauch durch Gewerbe-, Siedlungs- und Infrastrukturmaßnahmen sowie die Flächeninanspruchnahme durch ökologische Kompensation, etwa Aufforstungsmaßnahmen, rückläufig. So gehen der Landwirtschaft in Deutschland gegenwärtig im Mittel etwa 74 ha pro Tag verloren (BMUB, 2015). Die Reduktion der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die mitursächlich für den Preisanstieg ist, wird in Bezug auf den Agrarstrukturwandel als äußerst problematisch betrachtet (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010; EMMANN et al., 2013). Es ist daher erklärte politische Absicht, den Flächenverbrauch deutschlandweit auf 30 ha pro Tag zu reduzieren (BMUB, 2015).





Aufgrund der vielfältigen Ansprüche an das nicht vermehrbare Gut ‚Boden‘ und dessen besonderer Relevanz für die Landwirtschaft, unterliegt der landwirtschaftliche Bodenmarkt in Deutschland seit langem zahlreichen rechtlichen Einflüssen, so etwa dem Grundstücksverkehrsgesetz und dem Landpachtverkehrsgesetz. Zudem betreibt eine Reihe von Bundesländern ein aktives Flächenmanagement, beispielsweise über eigens zu diesem Zweck gegründete Landgesellschaften. Vor dem Hintergrund der aus Sicht der Landwirtschaft problematischen Preisentwicklungen am Bodenmarkt ist es das Ziel des vorliegenden Berichts zu analysieren, inwieweit die Organisation des staatlichen Flächenmanagements in den Bundesländern einen Beitrag dazu leisten kann, Flächen effizienter zu nutzen, etwa durch die Zusammenfassung von Aufgaben des Natur- und des Hochwasserschutzes. Eine besondere Berücksichtigung erfährt dabei die Möglichkeit einer stärkeren Zentralisation des Flächenmanagements.

Zur Erreichung des Untersuchungsziels sind neben einer Literaturanalyse elf Experteninterviews mit Fachleuten, die über umfassende Kenntnisse des Bodenmarkts verfügen, durchgeführt worden. Diese Gespräche ermöglichten es, eine vergleichende Betrachtung der Organisation des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern vorzunehmen, um Anregungen für eine mögliche (Re-)Organisation des Flächenmanagements zu gewinnen. Die folgenden Ausarbeitungen gliedern sich in insgesamt sechs Abschnitte. Zunächst werden in Kapitel 2 der Untersuchungsgegenstand, die Daten und methodischen Grundlagen des vorliegenden Beitrags erläutert. In Kapitel 3 folgen die Darstellung der Entwicklung der Flächenkosten für Pacht- und Kaufflächen am Beispiel Niedersachsens sowie auf Basis einer Durchsicht der einschlägigen Literatur in Kapitel 4 eine Zusammenstellung der Einflussgrößen auf die Preisentwicklung am Bodenmarkt. Anschließend werden in Kapitel 5 die Aufgaben und die Organisation des Landmanagements in ausgewählten deutschen Bundesländern analysiert. Der Fokus der Arbeit liegt auf der in Kapitel 6 durchgeführten Bewertung eines zentralisierten Flächenmanagements, bevor der Beitrag in Kapitel 7 mit einem Fazit schließt.

## 2 Untersuchungsgegenstand, Daten und Methodik

Die Analyse der Entwicklungen am Bodenmarkt erfolgt im Wesentlichen am Beispiel Niedersachsens. Dort wirtschafteten im Jahr 2011 etwa 39.900 landwirtschaftliche Betriebe auf rund 2,6 Mio. ha landwirtschaftlicher Fläche (LF). Davon werden 1,9 Mio. ha als Ackerfläche (AF), 0,7 Mio. ha als Grünland und 18.100 ha für Dauerkulturen genutzt. Mit Blick auf die Flächennutzung lassen sich im betrachteten Bundesland typische Nutzungsregionen unterscheiden. So kommt in den Landkreisen mit leichteren Böden nördlich von Hannover neben der Getreideproduktion dem Anbau von Kartoffeln eine hohe Bedeutung zu. Im südlichen Niedersachsen besitzt neben dem Getreide, hier vor allem dem Weizen, die Zuckerrübe einen relativ hohen Stellenwert. Im südlichen Weser-Ems-Raum (Landkreise Grafschaft Bentheim, Osnabrück, Emsland, Vechta) werden dagegen relativ viel Gerste und Körnermais als Futtermittel für die Veredlung in der Schweine- und Geflügelmast angebaut. In der Grafschaft



Bentheim und dem Emsland spielt auch der Verarbeitungskartoffelanbau eine wichtige Rolle. Im nördlichen Niedersachsen schließlich nimmt der Ackeranteil ab und der Grünlandanteil zu; die landwirtschaftlichen Flächen im Küstenbereich und dem Elbe-Weser-Dreieck werden daher hauptsächlich von Futterbaubetrieben genutzt. Auf Dauerkulturen entfallen nur in drei Landkreisen bedeutende Flächenanteile; dies sind die Landkreise Stade („Altes Land“) und Harburg (Obstanbau) sowie Ammerland (Baumschulen) (LSN, 2014).

Der vorliegende Beitrag stützt sich im Wesentlichen auf drei Datengrundlagen:

- Auswertungen der einschlägigen Literatur zum landwirtschaftlichen Bodenmarkt und dessen Entwicklung sowie Gesetzestexte, die den landwirtschaftlichen Grundstücksverkehr in Deutschland regeln.
- Offizialstatistiken zum Bodenmarkt, insbesondere Daten des Thünen-Instituts und des Landesbetriebs für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) bzw. des Landesamtes für Statistik Niedersachsen (LSN). Diese Daten beziehen sich primär auf den Umfang und die Entwicklung der einzelnen Landnutzungsarten sowie die Entwicklung der Pacht- und Kaufpreise am Bodenmarkt.
- Expertengespräche mit Personen, die aufgrund ihrer Tätigkeiten über ein umfangreiches Wissen über den Bodenmarkt verfügen.

Die Expertengespräche wurden unter Verwendung von strukturierten, jeweils einem einheitlichen Schema folgenden Interviewleitfäden mit offenen Fragen durchgeführt (GLÄSER und LAUDEL, 2010). Die ersten Fragen bezogen sich stets auf die Aufgaben und Organisationsstrukturen der Institutionen, für die die Interviewpartner tätig sind. Darauf folgten Fragen zum Engagement der Institutionen am Bodenmarkt. Die abschließenden Fragen gingen auf Möglichkeiten zur Verbesserung der Organisation des Flächenmanagements unter besonderer Berücksichtigung der agrarstrukturellen Verträglichkeit von Aktivitäten am Bodenmarkt ein. Insgesamt wurden elf Interviews geführt, um ein möglichst umfassendes, unterschiedliche Sichtweisen berücksichtigendes Bild vom Bodenmarkt zu erhalten. Im Einzelnen wurden die folgenden Personen befragt:

- Herr Peter Ache, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN), Regionaldirektion Oldenburg, Geschäftsstelle Oberer Gutachterausschuss.
- Herr Dr. Willy Boß, Geschäftsführer der Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH (LGSA) und Vorsitzender des Vorstandes des Bundesverbandes der gemeinnützigen Landgesellschaften (BLG).
- Herr Joachim Delfs, Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Leiter des Geschäftsbereichs Oldenburg.

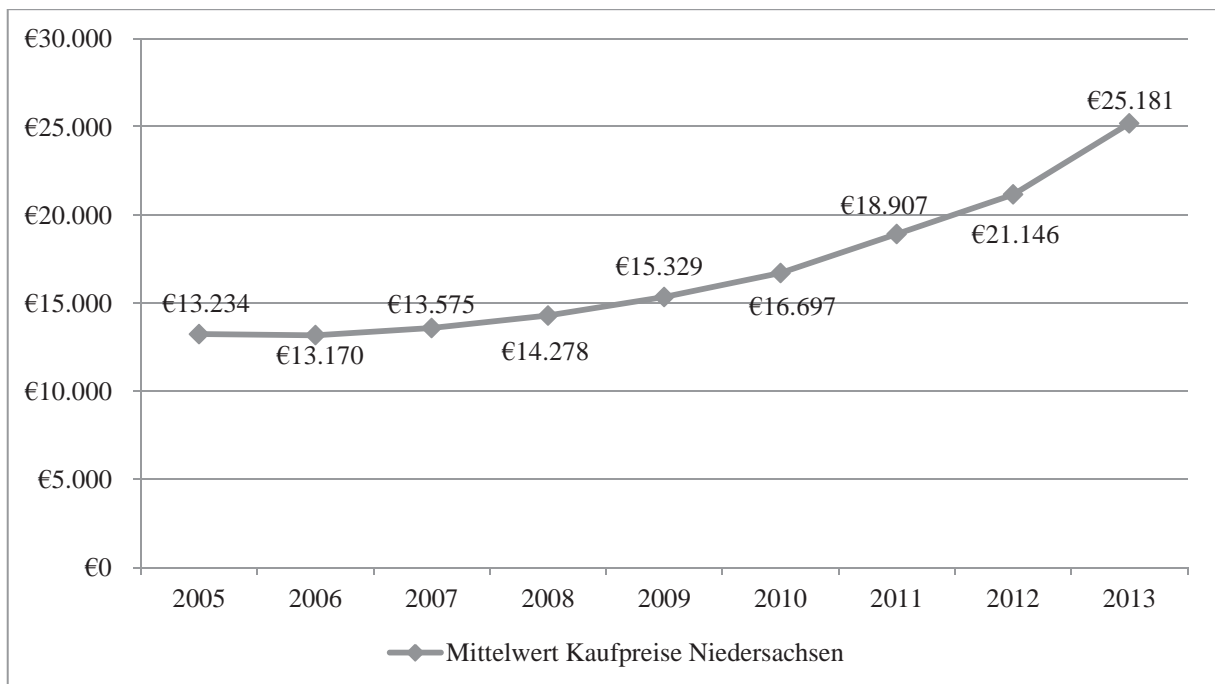


- Frau Carola Dießel, Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig, Leiterin des Dezernatsteils 4.2 - Flurbereinigung und Landmanagement (Geschäftsstelle Göttingen).
- Herr Jörn Johann Dwehus, Hauptgeschäftsführer des Landvolk Niedersachsen - Landesbauernverband e.V.
- Herr Karl-Heinz Goetz, Verbandsgeschäftsführer des Bundesverbandes der gemeinnützigen Landgesellschaften (BLG).
- Herr Dr. Gert Hahne, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Leiter Referat 304 - Domänen, Liegenschaften.
- Herr Klaus Huchthausen, Bürgermeister der Gemeinde Holle und Vizepräsident des Niedersächsischen Städte- und Gemeindebundes (NSGB).
- Herr Prof. Dr. Harald Müller, Geschäftsführer der Hessischen Landgesellschaft mbH (HLG).
- Herr Eberhard Prunzel-Ulrich, Landwirt und stellvertretender Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V. (AbL).
- Frau Gisela Wicke, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), stellvertretende Leiterin des Geschäftsbereiches Regionaler Naturschutz.

### **3 Preisentwicklung am Bodenmarkt am Beispiel Niedersachsens**

#### **3.1 Entwicklung der Kaufpreise**

Die Kaufpreise für Land sind in Niedersachsen in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Für einen Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) wurden 2005 im landesweiten Durchschnitt noch 13.234 € gezahlt; bis 2013 war der Kaufpreis dann auf durchschnittlich 25.181 € angestiegen. Insgesamt haben sich die durchschnittlichen Kaufpreise in dem betrachteten Zeitraum um 90 % erhöht und haben sich somit innerhalb von acht Jahren fast verdoppelt. Wie Abb. 1 zeigt, ist der Anstieg dabei nicht linear verlaufen, sondern beschleunigte sich im Zeitablauf und weist dadurch einen exponentiellen Charakter auf.

**Abbildung 1: Durchschnittlicher Kaufpreis pro Hektar LF in Niedersachsen (in €)**

Quelle: Eigene Darstellung (LSN, 2014)

Die Preise für landwirtschaftliche Flächen unterscheiden sich in Niedersachsen zwischen den einzelnen Regionen zum Teil sehr deutlich. Dasselbe gilt für den absoluten wie auch den prozentualen Anstieg der Kaufpreise. Tabelle 1 stellt die Preise und deren Entwicklung für ausgewählte Landkreise dar.

**Tabelle 1: Durchschnittlicher Kaufpreis pro Hektar LF in ausgewählten Landkreisen (in €)**

Landkreis	2005	2013	absoluter Anstieg	prozentualer Anstieg
Vechta	30.124 €	64.780 €	34.656 €	115 %
Cloppenburg	21.618 €	61.495 €	39.877 €	185 %
Osterode	8.406 €	11.473 €	3.067 €	37 %
Holzminden	11.147 €	13.492 €	2.345 €	21 %
Wittmund	6.858 €	25.338 €	18.480 €	270 %
Wesermarsch	6.586 €	21.105 €	14.519 €	221 %

Quelle: Eigene Darstellung (LSN, 2014)

Die Preise und die Preisentwicklung landwirtschaftlicher Fläche in den ausgewählten Landkreisen weichen zum Teil deutlich vom Landesdurchschnitt ab. Im Mittel sind die Kaufpreise in Niedersachsen von 2005 (13.234 €/ha) bis 2013 (25.181 €/ha) um 90 % bzw. 11.947 €/ha angestiegen (vgl. Abb. 1). In den Landkreisen Vechta und Cloppenburg haben sich die Kaufwerte mit einem Anstieg um 34.656 €/ha (+115 %) bzw. 39.877 €/ha (+185 %) sowohl abso-



lut als auch relativ sehr viel dynamischer entwickelt. Die Preise in beiden Landkreisen lagen bereits 2005 erkennbar über dem Landesdurchschnitt; dies ist heute in noch ausgeprägterer Weise der Fall. Im Gegensatz dazu ist in den Landkreisen Osterode mit 3.067 € bzw. 37 % und Holzminden mit 2.345 € bzw. 21 % absolut und relativ ein unterproportionaler Anstieg der mittleren Kaufpreise zu verzeichnen gewesen; die Preise liegen daher in beiden Landkreisen nach wie vor deutlich unter dem landesweiten Mittelwert. Besonders hoch sind die relativen Anstiege der Kaufpreise mit 270 % bzw. 221 % in den Landkreisen Wittmund und Wesermarsch gewesen. 2005 lagen die Kaufwerte in beiden Kreisen erheblich unter dem Landesdurchschnitt; durch den starken Anstieg haben sich aber die in den beiden Landkreisen zu zahlenden Preise dem mittleren Preis in Niedersachsen deutlich angenähert bzw. übertreffen ihn teilweise bereits (vgl. Tabelle 1).

Die großen Kaufpreisunterschiede für landwirtschaftliche Flächen werden auch in den Auswertungen der Kaufverträge durch den Oberen Gutachterausschuss für Grundstückswerte in Niedersachsen (OGA) deutlich. Die Auswertungen basieren auf den Daten der Kaufpreissammlung durch die örtlichen Gutachterausschüsse für Grundstückswerte (GAG). Die Grundlage der Kaufpreissammlung bildet die gesetzliche Verpflichtung (§ 195 BauGB), Kaufverträge, durch die das Eigentum an einem Grundstück durch Entgelt übertragen wird, bei den GAG anzuzeigen. Die Auswertungen der Kaufpreissammlung unterscheiden zwischen Grünland und Ackerland, doch werden die Anzahl der Verträge, die umgesetzte Fläche und besonders der Geldumsatz im Wesentlichen durch das Ackerland bestimmt. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Kaufwerte in €/ha, die in den Jahren von 2007 bis 2013 bei der Eigentumsübertragung von Ackerfläche gegen Entgelt laut den notariell beurkundeten Kaufverträgen gezahlt wurden (OGA, 2014).

**Tabelle 2: Verteilung der Kaufpreise von Ackerfläche je Hektar (in €)**

Jahr	Median (Perzentil 50)	Perzentil 05	Perzentil 95
2007	14.000 €	5.000 €	38.300 €
2008	15.000 €	5.200 €	39.000 €
2009	15.600 €	5.000 €	39.000 €
2010	16.000 €	6.200 €	41.000 €
2011	18.400 €	6.500 €	43.500 €
2012	20.000 €	7.000 €	51.600 €
2013	22.000 €	7.800 €	60.000 €

Quelle: Eigene Darstellung (OGA, 2014)

Für die Darstellung der Verteilung sind in Tabelle 2 die Perzentile 50, 05 und 95 aufgeführt. Das Perzentil 50, auch Median oder Zentralwert genannt, teilt die Anzahl der Beobachtungen



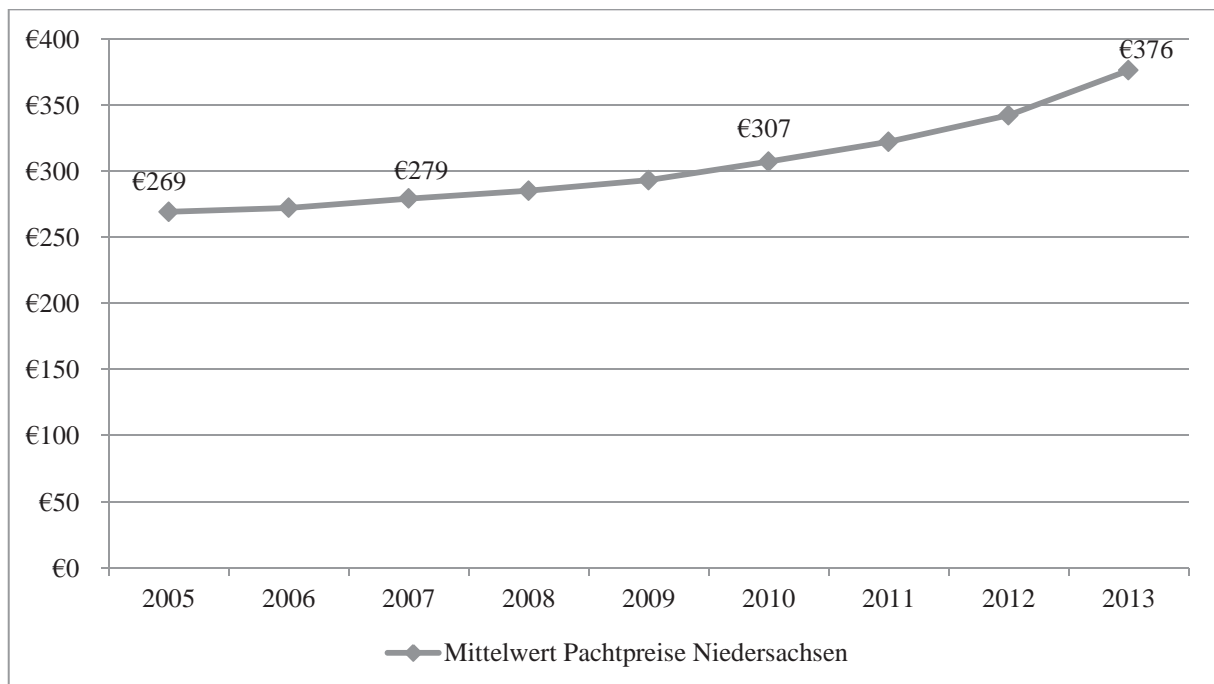
in zwei Hälften. Wie in der zweiten Spalte von Tabelle 2 zu erkennen ist, lagen 2007 die in den Kaufverträgen festgesetzten Preise für Ackerland zu 50 % oberhalb von 14.000 €/ha und zur anderen Hälfte unterhalb dieses Preises. Der Zentralwert ist in den Jahren bis 2013 auf 22.000 € angestiegen und hat sich damit ähnlich wie das arithmetische Mittel entwickelt (vgl. Abb. 1). Der Median ist im Unterschied zum Mittelwert unempfindlich gegenüber Ausreißern, die bei Kaufwerten meistens im oberen Bereich zu finden sind, da der untere Bereich durch den Nullpunkt begrenzt ist (ACHE, 2014). Das wird besonders in den Jahren deutlich, in denen sich die Kaufpreise auf einem hohen Niveau bewegten; 2013 etwa lag der Mittelwert mehr als 3.000 € über dem Median (vgl. Abb. 1).

Die Perzentile 05 und 95 in Tabelle 2 verdeutlichen, dass im Jahr 2007 in 90 % der Kaufverträge über Ackerflächen in Niedersachsen ein Preis zwischen 5.000 €/ha und 38.300 €/ha festgesetzt wurde und für jeweils 5 % der abgeschlossenen Verträge ein Preis unterhalb bzw. oberhalb dieser Werte gezahlt wurde. Die Spanne zwischen den beiden Werten ist stetig größer geworden; so lagen 2013 die Kaufpreise aus den abgeschlossenen Verträgen zu 90 % zwischen 7.800 €/ha und 60.000 €/ha und zu jeweils 5 % darunter oder darüber.

### 3.2 Entwicklung der Pachtpreise

Die Entwicklung der Pachtpreise für landwirtschaftlich genutzte Flächen ist in Niedersachsen ähnlich wie die der Kaufpreise verlaufen. Der durchschnittlich gezahlte Pachtpreis lag 2005 bei 269 €/ha und hat sich bis zum Jahr 2013 auf 376 €/ha erhöht. Abb. 2 veranschaulicht die Veränderung der durchschnittlichen Pachtpreise.

**Abbildung 2: Durchschnittlicher Pachtpreis pro Hektar in Niedersachsen (in €)**



Quelle: Eigene Darstellung (LSN, 2014)



Die Kurve des Pachtpreisanstiegs weist ebenfalls einen exponentiellen Verlauf auf, doch ist der Anstieg nicht ganz so steil wie der der Kaufpreise. Die durchschnittlichen Pachtzahlungen sind von 2005 bis 2013 um 40 % gestiegen, während sich die Kaufwerte im selben Zeitraum um 90 % erhöht haben (vgl. Abb. 1). Im Jahr 2005 betrug der durchschnittliche jährliche Pachtpreis 2 % des mittleren Kaufpreises, 2010 noch 1,8 % und 2013 nur noch 1,5 %. Es bestehen aber Unsicherheiten hinsichtlich der Datenlage, da nicht alle Pachtverträge ordnungsgemäß angezeigt werden (ACHE, 2014). Der Verpächter hat zwar den Abschluss eines Landpachtvertrages nach § 2 des Landpachtverkehrsgesetzes (LPachtVG) den zuständigen Behörden anzuzeigen und u.a. die Pachtdauer und die Vertragsleistungen anzugeben; dieser Verpflichtung wird jedoch in vielen Fällen nicht nachgekommen. Des Weiteren besitzen die wenigen Angaben, die zu den Landpachtverträgen gemacht werden, nicht dieselbe Zuverlässigkeit wie Daten zu den Kaufverträgen, da Landpachtverträge keiner notariellen Beurkundung bedürfen, um Gültigkeit zu erlangen.

Pachtverträge werden in der Regel über mehrere Jahre zu einer feststehenden jährlichen Vertragsleistung geschlossen (PLUMEYER et al., 2011). Bei der Berechnung der durchschnittlichen Pachtpreise werden demnach Zahlungen mit aufgenommen, deren Höhe bereits in früheren Jahren bestimmt wurde. Die tatsächliche Entwicklung am Pachtmarkt wird daher in Abb. 2 nur zeitverzögert dargestellt. Das wird besonders bei dem Vergleich der durchschnittlichen Pachtzahlungen und der Leistungen, die in den Neuverträgen eines Jahres vereinbart werden, deutlich. In den Jahren 2007 und 2010 beispielsweise haben die durchschnittlichen Pachtzahlungen 279 €/ha bzw. 307 €/ha betragen, wohingegen die mittleren Entgelte für Neupachten in diesen beiden Jahren bei 319 €/ha bzw. 396 €/ha gelegen haben (BODENMARKT EXKLUSIV, 2015).

Eine beträchtliche Differenz besteht ferner zwischen den Pachtentgelten für Grünland und Ackerland. Von 2007 bis 2010 ist der durchschnittliche Pachtpreis für Grünland nur von 181 €/ha auf 189 €/ha angestiegen; die Pachtentgelte der Neuverträge lagen 2007 im Mittel bei 183 €/ha und 2010 bei 220 €/ha. Im Vergleich zu den Pachtzahlungen für Ackerland ist zu erkennen, dass die Ackerlandpachten die Durchschnittspreise über beide Nutzungsarten deutlich stärker prägen als dies die Grünlandpachten tun.

Wie bei den Kaufpreisen existieren bei den Pachtpreisen zum Teil starke regionale Unterschiede; die in einigen Regionen gezahlten Preise übersteigen die Durchschnittspachten anderer Gebiete um ein Vielfaches. Es ist jedoch unabhängig von der Höhe der Preise am Bodenmarkt in einer Region festzustellen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Kauf- und den Pachtpreisen in den jeweiligen Regionen besteht; dort, wo die höchsten Kaufpreise gezahlt werden, sind auch die Pachtentgelte am höchsten – et vice versa.

Insgesamt ist zu erkennen, dass die durchschnittlichen Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen in Niedersachsen im Laufe der letzten Jahre deutlich zugenommen haben. Zu unterscheiden ist insoweit zwischen den durchschnittlichen Pachtzahlungen und den festgesetzten



Entgelten in den Neupachtverträgen. Die Preisentwicklung in den Neuverträgen kommt der Entwicklung der Kaufpreise deutlich näher, da die zum Teil langen Laufzeiten der Pachtverträge eine puffernde Wirkung auf die Durchschnittspachtpreise haben. Die gemeldeten Kaufpreise sind zudem deutlich zuverlässiger und aktueller als die bekannt werdenden Pachtpreise. Die Pachtpreise auf regionaler Ebene sind zuletzt bei der Landwirtschaftszählung im Jahr 2010 erhoben worden; in der Agrarstrukturerhebung des Jahres 2013 wurden ausschließlich landesweite Daten ermittelt.

## **4 Preisentwicklung am Bodenmarkt: Einflussgrößen und Auswirkungen**

In der Vergangenheit sind wiederholt empirische Studien zur Ermittlung der relevanten Einflussgrößen auf die Entwicklung der Preise am Bodenmarkt durchgeführt worden. Einige zentrale Ergebnisse dieser Studien werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

### **4.1 Einflussgrößen auf die Preisentwicklung am Bodenmarkt**

#### **4.1.1 Entwicklung der Grundrenten und der Agrarpreise**

Der Preis, den Landwirte für den Produktionsfaktor Land zahlen können, ist von der Grundrente, also dem Betriebsergebnis nach Abzug der Entlohnung für die eigenen Produktionsfaktoren, abhängig. Die Grundrente ist der Betrag, den Landwirte für Pachtflächen oder zur Finanzierung von Landkäufen maximal ansetzen können, ohne die Entlohnung ihrer Arbeit und ihres eingesetzten Kapitals reduzieren zu müssen (KÖHNE, 2007; GÖMANN et al., 2013; FORSTNER und TIETZ, 2015). Folglich haben die Grundrenten, die Landwirte erzielen können, maßgebliche Auswirkungen auf die von ihnen zahlbaren Landpreise. Das Agrarpreisniveau wiederum hat nach VON WITZKE (1979) einen bedeutenden Einfluss auf die Grundrente wie auch auf das Betriebsergebnis und die landwirtschaftlichen Einkommen.

Beim Vergleich der Agrarpreisentwicklung anhand des Agrarrohstoff-Index für Deutschland und der Entwicklung der Kauf- und Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen in Niedersachsen sind einige Parallelen, aber auch erhebliche Abweichungen festzustellen. Von 2007 (Indexwert: 106) bis 2013 (Indexwert: 146) sind die Erzeugerpreise für Agrarrohstoffe um durchschnittlich 38 % gestiegen (AMI, 2013), während die Durchschnittspachten im niedersächsischen Mittel um 40 % und die Kaufpreise für landwirtschaftliche Flächen sogar um 90 % angestiegen sind (vgl. Abb. 1 und 2). Die Entwicklung der durchschnittlichen Pachtpreise scheint somit prima facie mit dem Anstieg der Erzeugerpreise in Einklang zu stehen, wohingegen die Kaufpreise wesentlich stärker als die Agrarpreise – jedoch nicht zwangsläufig als die Grundrenten – angestiegen sind. Bei genauerer Betrachtung sind jedoch auch zwischen der Entwicklung der Pacht- sowie der Erzeugerpreise erhebliche Abweichungen festzustellen. Zum einen haben sich die Pachtpreise regional sehr unterschiedlich entwickelt, wohingegen die Agrarrohstoffpreise landesweit nahezu einheitlich sind; zum anderen sind die durch-





schnittlichen Pachten kontinuierlich angestiegen, ungeachtet der teils erheblichen Schwankungen des Agrarrohstoff-Index. Zu Beginn des Jahres 2007 etwa lag der Index bei 106,1; bis zum ersten Quartal 2008 stieg er auf 143,6 an. Darauf folgte eine kontinuierliche Abnahme bis auf 97,7 zum Jahresende 2009. Der darauf folgende erneute Anstieg endete Mitte des Jahres 2011 bei einem Wert von 142,9, im folgenden Jahr hat sich der Index dann zwischen 135 und 140 eingependelt. Nachdem der Index am Ende des Jahres 2012 einen Wert von 151,4 erreicht hatte, lag er im Sommer 2013 bei 146,6 (AMI, 2013).

Insgesamt bewegen sich die Landpreise und die landwirtschaftlichen Erzeugerpreise tendenziell in dieselbe Richtung; dementsprechend konnte die Relevanz der Agrarpreise etwa für das Pachtpreisniveau wiederholt empirisch belegt werden (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010; EMMANN et al., 2013). Die Entwicklungen verlaufen jedoch keineswegs vollständig synchron; dies deutet darauf hin, dass es weitere Faktoren gibt, die Einfluss auf die Entwicklung der Landpreise nehmen.

#### **4.1.2 Förderung der Biogasproduktion**

Die relativ flächenintensive Biogasproduktion auf Basis nachwachsender Rohstoffe konkurriert mit traditionellen landwirtschaftlichen Produktionszweigen am Landmarkt. Da die für die Biogasproduktion notwendigen Energiepflanzen mehrheitlich eine geringe Transportwürdigkeit aufweisen, wird die für den Betrieb einer Biogasanlage erforderliche Biomasse in aller Regel auf Flächen im direkten Umkreis zur Biogasanlage produziert (THIERING, 2010). Da – zumindest die erfolgreichen – Biogasanlagenbetreiber aufgrund der festen Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) relativ hohe Grundrenten erzielen, besitzen sie gegenüber anderen Produktionsrichtungen oftmals eine höhere Zahlungsfähigkeit und -bereitschaft für landwirtschaftliche Flächen (HEISSENHUBER und BERENZ, 2006; BAHRS et al., 2007; RAUH, 2010; WBA, 2011; EMMANN et al., 2013). Folglich – so haben wiederholt empirische Studien gezeigt – wird das Ackerpreisniveau durch die Bioenergieförderung angehoben und ist besonders in den Regionen vergleichsweise hoch, in denen eine hohe Biogasanlagendichte vorhanden ist. Zudem ist aufgrund der geringen Transportwürdigkeit der meisten Energiepflanzen das unmittelbare Umfeld einer Biogasanlage am stärksten von Pachtpreisanstiegen betroffen (EMMANN et al., 2013; LATACZ-LOHMANN et al., 2014).

#### **4.1.3 Viehdichte und Nährstoffüberschüsse**

Die Viehdichte berechnet sich aus dem Verhältnis von Großvieheinheiten (GV) zu landwirtschaftlich genutzter Fläche (KLAPP, 2011). Im bundesdeutschen Vergleich hat Nordrhein-Westfalen mit 1,21 GV/ha LF die höchste und Niedersachsen mit 1,12 GV/ha LF die zweithöchste Viehdichte (BÄURLE und TAMÁSY, 2012). Die GV sind jedoch nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt, sondern liegen in manchen Regionen deutlich über und in anderen Landesteilen deutlich unter dem Durchschnitt. So wies der Nordwesten Niedersachsens im Jahr 2010 mit über 2 GV/ha LF in den Landkreisen Vechta, Cloppenburg und Grafschaft Bentheim bundesweit die höchste Viehdichte auf. Zudem waren 2010 in den niedersächsi-



schen Landkreisen Emsland und Cloppenburg mit ca. 310.000 bzw. 247.000 GV die bundesweit größten absoluten Viehbestände zu finden. Im Gegensatz dazu lagen beispielsweise in Lüneburg, Gifhorn und Goslar die Viehdichten bei unter 0,49 GV/ha LF und damit deutlich unter dem niedersächsischen Durchschnitt (BÄURLE und TAMÁSY, 2012).

Die Viehdichte hat sich in empirischen Untersuchungen wiederholt als sehr bedeutsamer Einfluss auf den Bodenmarkt herauskristallisiert (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010; EMMANN et al., 2013). Es zeigte sich, dass die Landkreise mit den höchsten Viehdichten auch die höchsten Kauf- bzw. Pachtpreise für landwirtschaftliche Flächen aufweisen. Umgekehrt ist – bis auf wenige Ausnahmen – in den Landkreisen mit den geringsten Viehbesätzen das Preisniveau auch am niedrigsten.

KLAPP et al. (2011) nennen für den engen Zusammenhang von Viehdichte und Situation am Bodenmarkt drei wesentliche Gründe. Erstens entsteht durch die regional konzentrierte Tierhaltung ein hoher Nährstoffbedarf, der durch Anbau von Futterpflanzen gedeckt werden muss. Zweitens geht mit der Tierhaltung ein hoher Wirtschaftsdüngeranfall einher, der verbracht werden muss. Beide Aspekte erhöhen die Nachfrage nach dem Faktor Boden und damit dessen Preis; dies gilt umso mehr, als die regionale Bereitstellung von Nährstoffen durch den abnehmenden Grenzertrag begrenzt und die Verbringung von Wirtschaftsdüngern auf 170 kg N/ha landwirtschaftliche Fläche gesetzlich beschränkt ist. Der dritte Grund für den relativ engen Zusammenhang zwischen der Viehdichte und der Lage am Bodenmarkt ist die Unterscheidung des Steuerrechtes in gewerbliche und landwirtschaftliche Tierhaltung, die wesentliche Unterschiede im Bereich der Umsatz-, der Grund-, der Gewerbe-, der Kraftfahrzeug-, der Einkommens- und der Lohnsteuer mit sich bringt. Landwirtschaftliche Betriebe haben z.B. ein Umsatzsteuerpauschalierungswahlrecht und sind von der Kraftfahrzeugsteuer ausgenommen. Wird jedoch durch Überschreitung der gesetzlich festgelegten GV/ha LF die Tierhaltung gewerblich, entfallen die der Landwirtschaft im Steuerrecht eingeräumten Privilegien. In der Folge ist der Preisauftrieb bei landwirtschaftlichen Fläche in einer Region umso stärker, je höher die Viehdichte ist, da die landwirtschaftlichen Steuervorteile ohne ausreichend Fläche entfallen. Betriebe, die steuerliche Nachteile vermeiden wollen, treten daher verstärkt mit entsprechend hoher, steuerlich bedingter Zahlungsbereitschaft am Bodenmarkt auf (KLAPP et al., 2011).

#### **4.1.4 Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs-, Verkehrs- und Ausgleichsmaßnahmen**

Die Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen wird auch als Flächenverbrauch bezeichnet; er geht zum größten Teil auf Kosten landwirtschaftlich genutzter Böden (BASEDOW et al., 2009). 2002 lag der Flächenverbrauch in Deutschland bei 110 ha/Tag, während er für das Jahr 2012 mit 69 ha/Tag beziffert wird. Aktuell wird der Flächenverbrauch mit 74 ha/Tag angegeben (BMUB, 2015). Trotz rückläufiger Entwicklung gilt der Flächenverbrauch weiterhin als zu hoch; die Vorgabe der Bundesregierung und das parteienübergrei-



ferend bestätigte Ziel für das Jahr 2020 liegt bei einem bundesweiten Flächenverbrauch von nicht mehr als 30 ha am Tag.

In verschiedenen Bundesländern werden vergleichbare Ziele verfolgt. So soll etwa in Niedersachsen der Rückgang des Flächenverbrauchs laut Bodenqualitätszielkonzept ebenfalls weiter vorangetrieben werden. Während zwischen 1989 und 2000 der durchschnittliche Flächenverbrauch in Niedersachsen bei 15,3 ha/Tag lag, waren es zwischen 2000 und 2007 noch 13,3 ha/Tag; im Jahr 2012 wurden für Siedlungs- und Verkehrszwecke täglich 10 ha/Tag der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Ungefähr 40 % der Flächen, die für Siedlungs- und Verkehrsmaßnahmen benötigt werden, werden versiegelt. Dies gilt als besonders problematisch, da durch die Versiegelung natürliche Bodenfunktionen verlorengehen und beispielsweise weder ein Gas- noch ein Wasseraustausch mit der Atmosphäre stattfinden kann. 1989 hat der mittlere Versiegelungsgrad der niedersächsischen Landesfläche 4,6 % betragen; bis 2010 ist er kontinuierlich auf 5,45 % angestiegen. Im gleichen Zeitraum hat der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 11,43 % auf 13,58 % der Landesfläche zugenommen (BASEDOW et al., 2009; LSN, 2014; LBEG, 2014).

Die Abnahme des Umfangs der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Niedersachsen hat sich ungeachtet des Rückgangs des Flächenverbrauchs für Siedlungs- und Verkehrszwecke im Zeitablauf eher beschleunigt. Wurden von 1989 bis 2000 der landwirtschaftlichen Nutzung im Mittel 15,8 ha/Tag entzogen, waren es 2000 bis 2007 bereits 17,7 ha/Tag. Erst im Jahr 2012 war erstmals wieder ein leichter Rückgang auf durchschnittlich 16,4 ha/Tag zu beobachten. Die Differenz zwischen dem Entzug der landwirtschaftlich genutzten Fläche und dem oben beschriebenen Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsmaßnahmen ist im Wesentlichen durch Kompensationsmaßnahmen begründet. In Deutschland müssen Eingriffe in Natur und Landschaft nach den Vorschriften des Baugesetzbuches und des Bundesnaturschutzgesetzes ökologisch ausgeglichen werden. Es bestehen vielfältige Kompensationsmöglichkeiten, die entsprechend der ökologischen Bewertung des Eingriffs in Natur und Landschaft durchzuführen sind. Ein Teil des Ausgleichs wird auf Flächen durchgeführt, die zuvor landwirtschaftlich genutzt wurden, jedoch nach Durchführung der Maßnahme oft keine Agrarnutzung mehr erlauben (BASEDOW et al., 2009).

Insgesamt wird wegen der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs-, Verkehrs- und Ausgleichsmaßnahmen das Angebot an landwirtschaftlicher Fläche in Niedersachsen verringert. Bei gleichzeitig steigender Nachfrage durch Landwirte begünstigt dies einen weiteren Anstieg der Landpreise. In diesem Sinne zeigt die empirische Studie von Breustedt und Habermann (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010), dass die Bevölkerungsdichte und damit die Flächenachfrage in einer Region für außerlandwirtschaftliche Zwecke einen signifikanten Einfluss auf die Pachtpreise haben.



#### 4.1.5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der landwirtschaftliche Bodenmarkt in Deutschland unterliegt verschiedenen rechtlichen Einflüssen. Im Wesentlichen sind dies die Vorschriften des Gesetzes über Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur und zur Sicherung land- und forstwirtschaftlicher Betriebe (Grundstückverkehrsgesetz - GrdstVG) vom 28.07.1961 (zuletzt geändert am 17.12.2008) sowie des Gesetzes über die Anzeige und Beanstandung von Landpachtverträgen (Landpachtverkehrsgesetz - LPachtVG) vom 08.11.1985 (zuletzt geändert am 13.04.2006).

Das GrdstVG regelt den Erwerb insbesondere land- und forstwirtschaftlicher Grundstücke mit dem Ziel, eine leistungsfähige Agrarstruktur zu sichern und zu fördern sowie langfristig zu verbessern. Die rechtsgeschäftliche Veräußerung eines landwirtschaftlichen Grundstücks und der schuldrechtliche Vertrag darüber bedürfen daher nach den §§ 2 ff. des GrdstVG einer Zustimmung durch die zuständige Genehmigungsbehörde (BMJV, 2015a). Dadurch soll nicht aktiv lenkend in den Grundstücksverkehr eingegriffen werden, sondern es soll der Veränderung von Eigentumsverhältnissen entgegengewirkt werden, soweit diese der Agrarstrukturverbesserung zuwiderliefe. Insofern hat das GrdstVG einen aus Sicht der Landwirtschaft positiven, aufgrund der Privilegierung von Landwirten gegenüber anderen Kaufinteressenten mutmaßlich preisdämpfenden Einfluss auf den Bodenmarkt.

Die Gefahr einer aus Sicht der Agrarstruktur negativ zu bewertenden Veränderung der Eigentumsverhältnisse besteht gegenwärtig aufgrund des stark gestiegenen Interesses außerlandwirtschaftlicher Investoren an Agrarland. Sofern die landwirtschaftlichen Grundstücke als Vermögenswerte durch rechtsgeschäftlichen Erwerb an natürliche Personen übertragen werden sollen, ist das Geschäft erlaubnispflichtig; unerwünschten Veränderungen der Eigentumsverhältnisse kann dann entgegengetreten werden. Werden hingegen Anteile an einer juristischen Person, etwa einer AG oder GmbH, in deren Eigentum sich landwirtschaftliche Flächen befinden, erworben, wird die Übertragung nicht durch das GrdstVG erfasst. Derartige Anteilsverkäufe finden überwiegend in den neuen Bundesländern statt, während sie in Westdeutschland aufgrund der geringen Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe, die als Kapitalgesellschaften geführt werden, kaum Relevanz besitzen. Mit Blick auf die zunehmenden Land- und Anteilskäufe durch außerlandwirtschaftliche Investoren speziell in den neuen Bundesländern wird daher gegenwärtig in der Wissenschaft wie auch der Politik diskutiert, ob das GrdstVG novelliert werden sollte, um dieser Entwicklung besser Rechnung tragen zu können (LEHMANN und SCHMIDT-DE-CALUWE, 2015).

Dem LPachtVG unterliegen Landpachtverträge nach § 585 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Dem Gesetz nach sind alle Pachtverträge über landwirtschaftliche Flächen, die nicht im Rahmen eines behördlich geleiteten Verfahrens oder zwischen Ehegatten bzw. zwischen Verwandten bis zum dritten Grad geschlossen werden, anzeigespflichtig. Die zuständigen Behörden (definiert unter § 6 LPachtVG) können anzuzeigende Landpachtverträge beanstanden, wenn durch die Verpachtung eine ungesunde Verteilung der Bodennutzung durch Anhäufung



landwirtschaftlicher Flächen entstünde, wenn durch die Verpachtung Grundstücke unwirtschaftlich in der Nutzung aufgeteilt würden oder wenn die Pacht nicht in einem angemessenen Verhältnis zu dem Ertrag, der bei ordnungsmäßiger Bewirtschaftung nachhaltig zu erzielen ist, steht (BMJV, 2015b).

Das Ziel des LPachtVG ist es demnach ebenfalls, die Agrarstruktur zu verbessern und eine diesem Ziel entgegenstehende Anhäufung von landwirtschaftlichen Nutzflächen zu verhindern. Das Agrarland soll beispielsweise vor Finanzinvestoren und einen durch sie ausgelösten zusätzlichen Preisauftrieb geschützt werden, um die Landwirtschaft als Wirtschaftszweig zu fördern und die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln zu gewährleisten (LEHMANN und SCHMIDT-DE-CALUWE, 2015). Gegenwärtig kann das LPachtVG diesen Anspruch jedoch nur teilweise einlösen. So werden de facto nicht alle Pachtverträge angezeigt, weshalb Beanstandungen aufgrund von eventuell unverhältnismäßig hohen Pachtpreisen durch die zuständigen Behörden nicht immer erfolgen (können). Des Weiteren sind die Angaben bei Anzeige der Pachtverträge u.U. nicht korrekt, weshalb unverhältnismäßig hohe Pachten – ungeachtet der Bestimmungen des LPachtVG – einen Einfluss auf den Pachtmarkt ausüben können (vgl. Abschnitt 3.2). Daher werden verschiedene Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des LPachtVG diskutiert (BMJV, 2015b; LEHMANN und SCHMIDT-DE-CALUWE, 2015; PRUNZEL-ULRICH, 2015).

#### **4.1.6 Weitere Einflussgrößen**

Neben den bereits genannten Einflussgrößen existieren weitere Faktoren, die auf das Landpreisniveau einwirken. Die zahlreichen Determinanten der Bodennachfrage und der Preisentwicklung können nach EMMANN und THEUVSEN (2012) in betriebsindividuelle, sektorale sowie überregionale und gesamtwirtschaftliche Faktoren unterteilt werden. Zu den betriebsindividuellen Bestimmungsgründen zählen sie steuerliche Aspekte, z.B. eine Reinvestitionsrücklage nach § 6b EStG, den u.a. in Abhängigkeit von der Art der Kultur und der möglichen Fruchtfolge erzielbaren Deckungsbeitrag, die Risikoeinstellung des Betriebsleiters, die Höhe der Direktzahlungen, den Auslastungsgrad der Produktionsfaktoren und notwendige Folgeinvestitionen sowie zu erfüllende Umweltschutzaufgaben. Die Nähe zu den Bezugs- und Absatzmärkten, an die Fläche gekoppelte Produktionsrechte, z.B. Zuckerrübenlieferrechte, die Bodenqualität, die regional unterschiedlichen Anbaumöglichkeiten von Sonderkulturen und Merkmale der Agrarstruktur, beispielsweise die Viehdichte, sind sektorale Bestimmungsgründe der Preisentwicklung am Bodenmarkt. Agrar- und steuerpolitische Veränderungen, die generellen Entwicklungstendenzen der Deckungsbeiträge und die Verfügbarkeit außerlandwirtschaftlicher Erwerbsmöglichkeiten bilden die überregionalen und gesamtwirtschaftlichen Bestimmungsgründe (EMMANN und THEUVSEN, 2012). Diese und weitere Einflussgrößen auf den Bodenmarkt, in diesem Fall auf die Pachtpreishöhe, haben auch Breustedt und Habermann (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010) analysiert. Sie nennen über die bereits erwähnten Faktoren hinaus u.a. noch die Größe von Neupachtflächen, den Ackerpachtanteil, die Boden-



qualität (Ertragsmesszahl), den Status eines Betriebs als Haupt- oder Nebenerwerbsbetrieb sowie die Höhe der Alternativeinkommen, die in einer Region erzielt werden können, als weitere Determinanten der Pachthöhe.

Neuere Diskussionen drehen sich vor allem um die Rolle außerlandwirtschaftlicher Investoren und die von ihnen ausgelösten Preisentwicklungen am Bodenmarkt. Welche Akteure allerdings zu den außerlandwirtschaftlichen Investoren zu zählen sind, ist durchaus umstritten. Nach einer Studie von EMMANN et al. (2015) werden Kapitalanleger wie Investmentfonds oder Beteiligungsgesellschaften, vermögende Privatpersonen ohne landwirtschaftlichen Hintergrund und branchenfremde Unternehmer, z.B. aus dem Baugewerbe, von mehr als 85 % der befragten Landwirte als außerlandwirtschaftliche Investoren betrachtet. Unternehmen aus den der Landwirtschaft vor- und nachgelagerten Bereichen, etwa Schlachtbetriebe oder Futtermittelhändler, werden dagegen nur von ca. 50 % und vermögende Privatpersonen mit landwirtschaftlichem Hintergrund lediglich von 28 % der Landwirte als außerlandwirtschaftliche Investoren eingestuft. TIETZ und FORSTNER (2014a) nennen als weitere wichtige Eigenschaften zur Identifikation außerlandwirtschaftlicher Investoren Investitionskapital, das nicht aus der Landwirtschaft stammt, und einen fehlenden regionalen Bezug der Investoren zur erworbenen Fläche.

Außerlandwirtschaftliche Investoren haben unterschiedliche Beweggründe, landwirtschaftliche Flächen zu erwerben. Die Suche nach einer langfristigen, wertbeständigen und damit risikoarmen Vermögensanlage, die Aussicht auf eine Wertsteigerung in einem durch einen starken Preisauftrieb gekennzeichneten Bodenmarkt, eine Diversifikation des Portfolios zwecks Risikostreuung oder eine Aufwertung des eigenen Status bzw. Image können Motive für einen Flächenerwerb sein. Die große Relevanz außerlandwirtschaftlicher Investoren für den Bodenmarkt der neuen Bundesländer ist schon seit längerem unbestritten, doch deuten neuere empirische Befunde darauf hin, dass auch in den alten Bundesländern außerlandwirtschaftliche Investoren erheblich an Bedeutung gewonnen haben. Dementsprechend häufig berichten Landwirte davon, aufgrund der Konkurrenz durch zahlungsfähigere bzw. -bereitere außerlandwirtschaftliche Investoren am Bodenmarkt nicht zum Zuge gekommen zu sein (EMMANN et al., 2015).

Insgesamt haben somit sehr viele Faktoren, deren Wirkung sich oft nur schwer exakt beziffern lässt, Einfluss auf das Preisniveau am landwirtschaftlichen Bodenmarkt. Generell ist festzustellen, dass vor allem die Preise für Ackerland umso höher sind, je größer die regionale Landknappheit ist, je rentabler die verschiedenen Landnutzungsoptionen sind, je stärker rechtliche Rahmenbedingungen, etwa aus dem Bereich des Steuer- oder des Umweltrechts, die Nachfrage am Bodenmarkt anheizen und je ausgeprägter die Bereitschaft zum Kauf von landwirtschaftlichen Flächen ist (EMMANN et al., 2013). Einige Faktoren, z.B. die Vieh- und die Biogasanlagendichte sowie der Anteil der Sonderkulturen, haben zumindest regional einen



besonders starken Einfluss auf die Preise am Bodenmarkt. Einzelne dieser Determinanten, so etwa eine hohe Vieh- und eine hohe Biogasanlagendichte, können zudem kumuliert auftreten.

#### 4.2 Auswirkungen steigender Bodenpreise

Insgesamt lässt die durch verschiedene Faktoren bestimmte Preisentwicklung am Bodenmarkt in vielen Regionen einen deutlichen Aufwärtstrend erkennen, was für landwirtschaftliche Betriebe zu steigenden Bodennutzungskosten führt und die Produktionskosten für Nahrungs- und Futtermittel erhöht. Dies vermindert die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft, sofern die Bodennutzungskosten in anderen Ländern einen geringeren Anstieg aufweisen, unverändert bleiben oder gar sinken (EMMANN, 2013).

Dass die aus steigenden Bodennutzungskosten resultierenden Effekte nicht vernachlässigbar sind, zeigen überschlägige Berechnungen durch DEUTSCH (2015) und THEUVSEN (2015). Am Beispiel eines 70 Kuh-Milchviehbetriebs im Landkreis Friesland mit einer Erzeugungsmenge von rund 570.000 kg Milch pro Jahr zeigen die Autoren, dass ausgehend vom Pachtpreisniveau des Jahres 2010 (Ackerland: 562 €/ha; Grünland: 271 €/ha) der Anstieg der Pachten um 21,72 % – dies entspricht dem durchschnittlichen Pachtpreisanstieg in Niedersachsen im Zeitraum von 2010 bis 2013 – bereits zu einem Produktionskostenanstieg von 0,7 Cent/kg Milch geführt hat.

Über die Verminderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit hinaus können stark steigende Bodenpreise auch den landwirtschaftlichen Strukturwandel (regional) mitbestimmen. Dies ist insbesondere dann zu erwarten, wenn lokal stark ausgeprägte Preisanstiege – z.B. aufgrund einer hohen Biogasanlagendichte oder einer überdurchschnittlichen Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs-, Verkehrs- und Ausgleichsmaßnahmen – einzelne landwirtschaftliche Produktionszweige zurückdrängen, wenn diese durch den Preisanstieg unrentabel geworden sind. Empirisch wurde dies u.a. für die Bullenmast und den Stärkekartoffelanbau, vereinzelt aber auch für andere Betriebszweige nachgewiesen (EMMANN und THEUVSEN, 2012).

Auswirkungen haben steigende Pachtpreiszahlungen ferner auf die Risikotragfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. Die Risikotragfähigkeit beschreibt, welchen Verlust ein landwirtschaftlicher Betrieb finanziell verkraften kann, ohne unmittelbar in seiner wirtschaftlichen Existenz gefährdet zu sein. Da landwirtschaftliche Betriebe vielfältigen Risiken ausgesetzt sind, etwa der Gefahr witterungsbedingter Ertragsseinbußen oder des Eintritts von Marktrisiken in Form sinkender Agrarpreise, ist die Risikotragfähigkeit eine wichtige Determinante der Ausgestaltung des landwirtschaftlichen Risikomanagements (FRENTRUP et al., 2014). Hohe fixe Auszahlungen für steigende Pachtpreise mindern die Risikotragfähigkeit der Betriebe aufgrund der damit verbundenen Liquiditätsbelastungen; hiervon sind wachstumsorientierte Betriebe in besonderer Weise betroffen, insbesondere dann, wenn das betriebliche Wachstum in hohem Maße fremdfinanziert wurde.



Eine weitere Gefahr steigender Preise auf dem Markt für landwirtschaftlichen Boden ist das Entstehen einer spekulativen (Preis-)Blase. Derartige Blasen drohen, wenn Marktteilnehmer auf eine steigende Preisentwicklung setzen, obwohl der Marktpreis eines Gutes dessen (inneren bzw. intrinsischen) Wert, der ihm nach objektiven Bewertungsmaßstäben beigemessen werden kann, bereits deutlich übersteigt. Weitere Anzeichen für die mögliche Entwicklung einer spekulativen Preisblase sind eine deutliche Zunahme des physischen Marktvolumens, ein verstärkter Einstieg bisher unbeteiligter Marktteilnehmer sowie ein erkennbarer Anstieg durch Fremdkapital finanzierter Flächenkäufe (TIETZ und FORSTNER, 2014b). Diese Kennzeichen treffen auf den Bodenmarkt bislang überwiegend nicht zu:

- Der innere Wert einer landwirtschaftlichen Fläche lässt sich aus dem Ertragswert ableiten, der wiederum näherungsweise dem durchschnittlichen Preis der Neupachten entspricht. Unter der Annahme einer unendlichen Nutzungsdauer und eines Zinssatzes von 2 % folgten z.B. in Niedersachsen im Zeitraum von 1999 bis 2013 die Barwerte der Neupachten den jeweiligen Kaufpreisen (vgl. Kapitel 3). Folglich überstieg der Marktpreis für landwirtschaftliche Fläche gemessen an dem Ertragswert nicht deren inneren Wert, weshalb für diesen Zeitraum nicht von einer Überbewertung der Flächen auf das Entstehen einer Preisblase geschlossen werden kann (TIETZ und FORSTNER, 2014b).
- Eine deutliche Zunahme des physischen Marktvolumens ist auf dem Kaufmarkt für landwirtschaftliche Flächen ebenfalls nicht festzustellen. Eher ist das Gegenteil der Fall: Der Flächenumsatz, der im Jahr 2008 in Niedersachsen 36.634 ha LF betrug, war in den folgenden Jahren kontinuierlich rückläufig, so dass 2013 nur noch 25.808 ha LF umgesetzt wurden. Die Anzahl der Verträge, die bei den GAG aufgrund des Verkaufs von LF angezeigt wurden, ist im selben Zeitraum von 11.633 auf 10.412 gesunken (OGA, 2014). Auch die Entwicklung des Marktvolumens liefert somit kein Indiz für das Entstehen einer Preisblase am Bodenmarkt (TIETZ und FORSTNER, 2014b).
- Im Hinblick auf das zunehmende Engagement bisher unbeteiligter Marktteilnehmer am Bodenmarkt liegen widersprüchliche empirische Befunde vor. So ist am niedersächsischen Bodenmarkt der Anteil der Erwerber, die nicht Landwirte waren, innerhalb einer Dekade von 44 % (2003) auf 29 % (2013) gesunken, während der Anteil der Landwirte von 56 % auf 71 % gestiegen ist (OGA, 2014). Andererseits berichten in der empirischen Studie von EMMANN et al. (2015) bereits fast ein Drittel der befragten norddeutschen Landwirte, auf dem Kauf- oder dem Pachtmarkt bereits in Konkurrenz zu außerlandwirtschaftlichen Investoren gestanden zu haben.
- Ein starker Anstieg der Kreditfinanzierung von Flächenkäufen ist nicht festzustellen. Insgesamt hat zwar das Kreditvolumen der deutschen Landwirtschaft im Zeitraum von 2000 bis 2013 von 32 Mrd. auf 45 Mrd. Euro zugenommen, doch ist beim Erwerb von





landwirtschaftlichen Flächen kein Anstieg der Kreditfinanzierung zu beobachten (TIETZ und FORSTNER, 2014b).

Wenn man die Gesamtheit der empirischen Befunde betrachtet, resultiert der Preisanstieg am Bodenmarkt bisher vorrangig aus der gewachsenen Konkurrenz um den Faktor Boden, während die Entwicklung allenfalls punktuell, jedoch keinesfalls durchgängig durch Spekulation getrieben erscheint. Da die Flächenkäufe durch Landwirte nicht überwiegend fremdfinanziert erfolgen, sind selbst dann keine schwerwiegenden Probleme für die deutsche Agrarwirtschaft zu erwarten, wenn die Bodenpreise aufgrund sinkender Konkurrenz am Bodenmarkt oder rückläufiger Gewinnerwartungen der Landwirtschaft wieder (leicht) fallen sollten (TIETZ und FORSTNER, 2014b).

## 5 Landmanagement in ausgewählten Bundesländern

Das Landmanagement für staatliche Vorhaben umfasst den Grunderwerb für Verkehrsprojekte, Siedlungs- und Gewerbemaßnahmen, die Schaffung von Retentionsräumen und die Erfüllung von Kompensationsverpflichtungen sowie die Verwaltung von landeseigenen Domänen- und Naturschutzflächen. Dieses staatliche Land- bzw. Flächenmanagement ist in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich organisiert. Während diese Aufgabe in einigen Bundesländern in teilweise oder sogar vollständig zentralisierter Form wahrgenommen wird, sind in anderen Bundesländern verschiedene Einrichtungen mit der Durchführung dieser Aufgabe betraut (GOETZ, 2014; HUCHTHAUSEN, 2015; MÜLLER, 2014). Nachfolgend werden das Landmanagement und die Organisation der damit verbundenen Aufgaben am Beispiel ausgewählter Bundesländer erläutert.

### 5.1 Niedersachsen

Die Aufgabenbereiche Grunderwerb, naturschutzrechtliche Kompensation und Flächenverwaltung für staatliche Vorhaben des Landes oder des Bundes werden in Niedersachsen von Landesbehörden oder Landesbetrieben sowie der Niedersächsischen Landgesellschaft mbH (NLG) durchgeführt (DELFS, 2014; DIESEL, 2014; HAHNE, 2014; HUCHTHAUSEN, 2015).

Im Bereich der Infrastruktur haben die Niedersächsischen Straßenbaubehörden eigene Sachgebiete, die für die Liegenschaften und den Grunderwerb zuständig sind. Neben der Baufeldbeschaffung zählt auch die Durchführung der Kompensation für die jeweiligen Infrastrukturprojekte zu den Aufgaben der Straßenbauverwaltung. Der Landbedarf für Kompensationsflächen ist bei einigen Projekten sogar umfangreicher als der für die Verkehrsstrasse, sofern über die Fläche und nicht über Vertragsnaturschutz kompensiert wird. Die Funktionskontrolle der Ausgleichsmaßnahmen wird ebenfalls durch die Straßenbauverwaltung durchgeführt und im Fall von Kompensation auf erworbenen Flächen werden diese in der Regel nach zehnjähriger Funktionskontrolle z.B. an die Bundeliegenschaftsverwaltung weitergegeben. Die für den Grunderwerb durch die zuständigen Sachgebiete der Straßenbauverwaltung notwendigen fi-



nanziellen Mittel werden in der Regel erst während des Planfeststellungsverfahrens oder nach dem Planfeststellungsbeschluss durch den Bund oder das Land bewilligt. Die Flächenbeschaffung in früheren Planungsphasen, etwa der Phase der Entwurfsplanung, wird daher in Zusammenarbeit mit der NLG durchgeführt, damit schon frühzeitig Flächen zur Verfügung stehen. Die NLG ist im Gegensatz zur Straßenbauverwaltung keine Behörde und verfügt daher über wesentlich größere Freiräume, am Bodenmarkt tätig zu werden. Daher kann die NLG bereits in frühen Planungsphase in Abstimmung mit der Straßenbauverwaltung auf eigenes Risiko Flächen kaufen, die anschließend für die jeweiligen Projekte eingesetzt werden können. Dabei handelt es sich nicht ausschließlich um Trassenflächen, sondern auch um Flächen, die für die Kompensation oder für den direkten Flächentausch bzw. für ein eventuelles Unternehmensflurbereinigungsverfahren eingesetzt werden können (DELFS, 2014).

Flurbereinigungsverfahren werden in Niedersachsen durch die Flurbereinigungsbehörde der Ämter für regionale Landesentwicklung durchgeführt. Die beiden gebräuchlichsten Verfahren sind die Unternehmensflurbereinigung und die vereinfachte Flurbereinigung. Im Zuge vereinfachter Flurbereinigungsverfahren werden u.a. Flächen benötigt, um Masseland für die Verbreiterung von Wegen oder zur Umsetzung von Naturschutzprojekten zur Verfügung zu haben. Die Flächen werden von den Teilnehmergeinschaften erworben, da die Flurbereinigungsbehörde selbst keine Flächen erwerben darf. Um geeignete Flächen für die jeweiligen Vorhaben erwerben zu können, wird häufig mit der NLG zusammengearbeitet, um ggf. auf deren Flächenpool zurückgreifen zu können. Im Rahmen von Unternehmensflurbereinigungsverfahren werden ebenfalls Flächen für die Unternehmung an sich (z.B. Straßenbau, Erweiterung des Schienennetzes etc.) oder zur Bereitstellung von Tauschflächen innerhalb des Flurbereinigungsgebietes benötigt. Die NLG wird auch bei Unternehmensflurbereinigungsverfahren meistens in die Landbeschaffung einbezogen, um ausreichend (Tausch-)Flächen zur Verfügung zu haben. Der Landabzug für die Grundeigentümer im Flurbereinigungsgebiet kann dadurch möglichst gering gehalten werden (DIESEL, 2014).

Die Kompensationsverpflichtungen für staatliche Eingriffe werden in Niedersachsen durch unterschiedliche Stellen erfüllt. Wie zuvor bereits erläutert, werden die Ausgleichsmaßnahmen für Infrastrukturprojekte in der Regel durch die Straßenbauverwaltung umgesetzt. Sofern für die Kompensation Flächen erworben wurden, werden diese in der Regel nach zehnjähriger Funktionskontrolle zur Verwaltung weitergegeben. Für die Erfüllung weiterer Verpflichtungen zum ökologischen Ausgleich, die z.B. durch den Bau von Verwaltungseinrichtungen oder öffentlichen Betriebsstätten entstehen, gibt es vielfältige Möglichkeiten. Neben privaten Anbietern von Kompensationsflächen bzw. Ökopunkten bietet auch die NLG die Möglichkeit, gegen eine Entgeltzahlung die für den jeweiligen Eingriff entstandenen Kompensationsverpflichtungen zu übernehmen. Ein Großteil des ökologischen Ausgleichs – besonders für öffentliche Projekte – wird vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) bzw. den unteren Naturschutzbehörden durchgeführt. Die Naturschutzbehörden erhalten für die Realisierung der Ausgleichsmaßnahmen Ersatzgelder,



die teilweise zum Flächenankauf eingesetzt werden, um dort die Kompensation durchzuführen. Gleichzeitig wird ein Teil der Ersatzgelder für Vertragsnaturschutzprojekte, die mit Landwirten abgeschlossen werden, verwendet. Die von den Naturschutzbehörden erworbenen Flächen werden teilweise nach Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen an die Domänenverwaltung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (ML) weitergegeben, die in Abstimmung mit dem NLWKN die Verwaltung der Flächen übernimmt (DELFs, 2014; HAHNE, 2014; WICKE, 2014).

Die Domänenverwaltung ist in Niedersachsen außer mit der Organisation der Naturschutzflächen hauptsächlich mit der Verwaltung derjenigen landwirtschaftlichen Flächen, die sich im Landeseigentum befinden, beauftragt. Die Staatsdomänen mit den zugehörigen Flächen sowie ein Teil der Naturschutzflächen sind verpachtet, soweit die Auflagen eine Bewirtschaftung vorsehen bzw. zulassen (HAHNE, 2014).

## 5.2 Hessen

Die Aufgabenbereiche Grunderwerb, naturschutzrechtliche Kompensation und Flächenverwaltung für staatliche Vorhaben sind in Hessen mit Ausnahme der Forstwirtschaft in der Hessischen Landgesellschaft mbH (HLG) zusammengefasst und damit wesentlich stärker in einer Institution gebündelt als dies in Niedersachsen der Fall ist. Die HLG ist mit den drei Standorten Gießen, Kassel und Mörfelden-Walldorf in allen drei hessischen Regierungspräsidien vertreten. Weiterhin ist die HLG „Inhouse-fähig“, so dass auch ohne Ausschreibung öffentliche Aufträge an sie vergeben und ihr öffentliche Aufgaben übertragen werden dürfen. Voraussetzungen für die Inhouse-Vergabe sind u.a., dass die auftragübernehmende Gesellschaft wie eine eigene Dienststelle beherrscht werden kann, keine privatwirtschaftlichen Anteilseigner an der Gesellschaft beteiligt sind und die Gesellschaft im Wesentlichen für öffentliche Auftraggeber tätig ist (GOETZ, 2014; MÜLLER, 2014).

In Hessen werden Planung, Bau und Unterhaltung des außerörtlichen Straßennetzes sowie des Flug- und Schienenverkehrs von Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement durchgeführt. Hessen Mobil ist aus der ehemaligen Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung entstanden und als obere Landesbehörde direkt dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung unterstellt. Im Zuge der Reform der hessischen Straßenbauverwaltung wurden der HLG im Jahr 2012 das integrierte Flächenmanagement einschließlich des gesamten Grunderwerbs, der Kompensation sowie der Bevorratung und Verwaltung von Flächen für den Straßenbau übertragen. Demzufolge setzt die HLG das Baurecht um, das von Hessen Mobil geplant wird. Die Planungen durch Hessen Mobil erfolgen in enger Abstimmung mit der HLG, damit diese die benötigten Flächen für die geplanten Trassen beschaffen kann. Die HLG fungiert folglich als Dienstleister für den Straßenbau und rechnet die mit dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung vertraglich festgehaltene Landbeschaffung direkt mit dem Land bzw. dem Bund ab. Weiterhin führt die HLG die gesamten Kompensationsverpflichtungen durch, die auf Ein-



griffe aufgrund der Planungen von Hessen Mobil zurückgehen, und übernimmt die Verwaltung sämtlicher nicht für den Straßenbetrieb notwendiger Grundstücke. Dazu zählen neben den Wald- und Ackerflächen, auf denen der ökologische Ausgleich durchgeführt wird, auch Rest- und Anschnittgrundstücke, z.B. aus der Unternehmensflurbereinigung (MÜLLER, 2014).

In Hessen werden kaum noch klassische Flurbereinigungsverfahren, sondern überwiegend Unternehmensflurbereinigungsverfahren durchgeführt. Die HLG begleitet diese Verfahren in Abstimmung mit der Flurbereinigungsbehörde und versucht frühzeitig, Flächen in den betroffenen Gebieten zu erwerben, um die Eingriffsintensität möglichst gering zu halten. Die Flurbereinigungsbehörde und die HLG sind neben den Gebietskörperschaften die einzigen Akteure, die in Hessen Landgeschäfte im öffentlichen Interesse tätigen, wobei die staatlichen Hoheitsakte ausschließlich durch die Flurbereinigungsbehörde durchgeführt werden können (GOETZ, 2014; MÜLLER, 2014).

Die Flächen für Kompensationsverpflichtungen aufgrund staatlicher Eingriffe werden in Hessen durch die HLG gesucht und zur Verfügung gestellt. Die HLG ist nach der Hessischen Kompensationsverordnung und dem Hessischen Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz seit 2006 die anerkannte Ökoagentur zur Bereitstellung und Vermittlung von Ausgleichsmaßnahmen. Demzufolge können die Eingreifer durch die HLG im Zuge der Kompensationsübernahme gegen Entgelt von ihren ökologischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen freigestellt werden. Im Bereich des Straßenbaus sucht die HLG landesweit geeignete Flächen, die sie für Ausgleichsmaßnahmen zur Verfügung stellt, während Planung und Konzeption der Infrastrukturvorhaben weiterhin durch Hessen Mobil erfolgen. Die anschließende Verwaltung der entstandenen Ausgleichsflächen und Kompensationsmaßnahmen wird wiederum von der HLG übernommen (MÜLLER, 2014).

Die hessischen Staatsdomänen mit einer Gesamtfläche von ca. 15.000 ha werden seit dem Jahr 2002 ebenfalls durch die HLG verwaltet. Die einzige Ausnahme stellt die Staatsdomäne Beberbeck in Hofgeismar dar, die durch den Landesbetrieb Hessische Staatsdomäne Beberbeck, der unmittelbar dem Geschäftsbereich des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zugeordnet ist, bewirtschaftet wird. Eigentümer der Domänen ist nach wie vor das Land Hessen durch das Hessische Ministerium der Finanzen; die HLG erledigt im Zuge der Verwaltung lediglich eine Treuhandaufgabe für den Eigentümer. Einige Staatsdomänen sind vollumfänglich verpachtet und werden als eigenständige landwirtschaftliche Betriebe bewirtschaftet. Die Flächen der kleineren, nicht überlebensfähigen Domänen und der Streubesitz sind zur Erweiterung der Flächenausstattung an bereits bestehende landwirtschaftliche Betriebe verpachtet. Besonders Teilflächen, die zerstreut in der Metropolregion Frankfurt liegen, werden teilweise zur Umsetzung des Flächenmanagements eingesetzt, indem sie im Zuge der Flächenbeanspruchung eingesetzt oder als Tauschflächen zur Verfügung gestellt werden (HLG, 2013; MÜLLER, 2014).



### 5.3 Sachsen-Anhalt

In Sachsen-Anhalt ist das Flächenmanagement im öffentlichen Interesse – ähnlich wie in Hessen – sehr stark in einer Institution gebündelt. Zuständig ist die Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mbH (LGSA), die ihren Sitz in Magdeburg hat und darüber hinaus mit Außenstellen in Gardelegen, Wittenberg und Halle landesweit vertreten ist. Aufgrund der unterschiedlichen Entwicklung der Bundesländer vor der Wiedervereinigung umfasst das Flächenmanagement in Sachsen-Anhalt zum Teil andere Aufgaben und erfolgt in anderen Strukturen, als dies in den zuvor erläuterten westdeutschen Ländern Niedersachsen und Hessen der Fall ist (BOSS, 2015; GOETZ, 2014).

Nach der Wiedervereinigung waren zu Beginn der 1990er Jahre in Sachsen-Anhalt äußerst umfangreiche Flächenbeschaffungen für den Straßenbau und weitere Infrastrukturmaßnahmen erforderlich. Da die großen Projekte der DEGES – Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH vorerst abgeschlossen sind, ist der Flächenbedarf für Infrastrukturmaßnahmen in Sachsen-Anhalt zurzeit rückläufig. Gegenwärtig obliegen die Planung, der Bau und der Betrieb der Bundesautobahnen, der Bundesfernstraßen sowie der Landstraßen der Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt, die 2012 eingerichtet wurde und die die Straßenbauverwaltung des ehemaligen Landesbetriebes Bau Sachsen-Anhalt fortführt. Im Unterschied zu Hessen wird der erforderliche Grunderwerb für Infrastrukturmaßnahmen in Sachsen-Anhalt nur teilweise durch die LGSA durchgeführt; die Flurbereinigungsverwaltung und die Landesstraßenbauverwaltung etwa setzen den Flächenerwerb zum Großteil mit eigenen Kräften um (BOSS, 2015).

Die Oberste Flurbereinigungsbehörde ist im Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt angesiedelt. Der überwiegende Teil der Flurbereinigungsverfahren besteht auch in Sachsen-Anhalt aus Unternehmensflurbereinigungen, die im Zuge von Infrastrukturprojekten durchgeführt werden. Um die Privatflächen hinsichtlich des Flächenabzugs in den Unternehmensflurbereinigungsgebieten zu schonen, liefert die LGSA einen Teil der Flächen. Die entsprechenden Flächen können, genau wie in anderen Bundesländern, entweder als direkte Trassenfläche oder als Tauschflächen für die Trasse eingesetzt werden (BOSS, 2015).

In Sachsen-Anhalt ist die LGSA der einzige große Akteur im Bereich des Ausgleichsflächenmanagements und übernimmt daher einen nennenswerten Teil der Kompensationsverpflichtungen, insbesondere in durch staatliche Eingriffe entstehenden, agrarstrukturell schwierigen Fällen. In diesem Zusammenhang sind das Landesamt für Umweltschutz sowie aufgrund der hohen Anzahl an Elbekilometern auch der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, die beide als Fachbehörden im Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt angesiedelt sind, wichtige Partner der LGSA. Gleiches gilt für die unteren Naturschutzbehörden als örtliche Fachbehörden. Die Kompensationsmaßnahmen können aufgrund dieser Zusammenarbeit zum Teil so angelegt werden, dass sie gleichzeitig



auch dem Hochwasserschutz dienen. So werden beispielsweise Hochwasserpolder und Retentionsgebiete für Ausgleichsmaßnahmen genutzt, indem z.B. auf den Hochwasserschutzflächen ökologisch hochwertiger Auenwald, der ohnehin periodisch überstaut werden muss, angepflanzt wird. Die Verbindung des Hochwasserschutzes mit der Kompensation vermindert den Flächenverbrauch, da eine Fläche für beide Maßnahmen eingesetzt werden kann, ohne dass dadurch Nachteile für den Hochwasserschutz oder die Kompensation entstehen. Ganz im Gegenteil ist es aufgrund der periodischen Überstauung sogar möglich, besonders hochwertige Ausgleichsmaßnahmen durchzuführen. So kann ein Hektar Auenwald bei entsprechend intensiver naturschutzfachlicher Ausrichtung bis zu drei Hektar Standardwald ersetzen.

Neben den Retentionsräumen und Polderflächen werden zusätzlich Flächen für unmittelbare Hochwasserschutzmaßnahmen, z.B. den Deichbau, benötigt. Die LGSA beschafft sowohl für den Hochwasserschutz als auch die Kompensationsmaßnahmen einen Großteil der Flächen. Insgesamt konzentriert die LGSA die von ihr durchgeführten Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen auf rund 20 Standorte, an denen komplexe Kompensation umgesetzt wird. So können die Naturschutzverpflichtungen vieler Eingreifer, die gegen eine Entgeltzahlung von ihren Verpflichtungen freigestellt werden, zusammengefasst werden. In Abstimmung mit den unteren Naturschutzbehörden werden die Maßnahmen möglichst so angelegt, dass sie dem Naturschutz dienen, gleichzeitig aber auch die Agrarstruktur berücksichtigen. In diesem Zusammenhang wird versucht, keine Totalreservate zu schaffen, sondern die Flächen nur so weit naturschutzfachlich aufzuwerten, dass trotz der Intensitätssenkung weiterhin eine Bewirtschaftung durch Landwirte möglich ist und der Anspruch auf die Flächenprämien bestehen bleibt. Maßnahmen, bei denen dennoch keine anschließende landwirtschaftliche Nutzung mehr möglich ist, werden vornehmlich in Gebieten durchgeführt, die häufig überschwemmt werden und deshalb für den Ackerbau ohnehin wenig attraktiv sind. Die landeseigenen Naturschutzflächen werden nach der Durchführung der Maßnahmen zum Großteil durch die LGSA verwaltet. Zusätzlich verwaltet die LGSA auch Flächen landeseigener oder landesbeteiligter Stiftungen, so z.B. der Stiftung für Umwelt, Natur und Klimaschutz des Landes Sachsen-Anhalt (BOSS, 2015; GOETZ, 2014).

Die Verwaltung der Domänenflächen inklusive Streubesitz des Landes Sachsen-Anhalt sowie der Flächen einiger landeseigener und landesbeteiligter Stiftungen mit einem Gesamtumfang von ca. 50.000 ha obliegt seit 1999 ebenfalls der LGSA. Die Pächterstrukturen der Domänenflächen sind im Zuge der Übernahme der Verwaltung mehrheitlich erhalten geblieben, sodass die Pächtertreue, wie sie bereits bei der früheren Domänenverwaltung üblich war, fortgeführt werden konnte. Seit 2002 hat die LGSA zudem ca. 34.000 ha landwirtschaftliche Fläche vom Land Sachsen-Anhalt gekauft; der Erwerb der restlichen rund 5.000 ha ist ebenfalls vorgesehen, sodass das Land dann direkt keine landwirtschaftlichen Flächen mehr besitzen wird. Da das Land der Landesgesellschaft einen Halte- und einen Privatisierungsauftrag erteilt hat, werden maximal 1.200 ha pro Jahr marktgerecht und strukturschonend veräußert; der Flächenvorrat der LGSA beträgt zurzeit 27.000 ha. Im Zuge der Privatisierung werden die Flächen öf-



fentlich zum Erwerb angeboten, doch haben die bisherigen Pächter stets die Möglichkeit, in das zuschlagsfähige Höchstgebot einzutreten, damit die Agrarstruktur erhalten und die Existenz der Pächter gesichert bleibt. In zehn Jahren wird der Bestand an landwirtschaftlichen Flächen in der LGSA dann nur noch ungefähr 15.000 bis 20.000 ha betragen, die dann lasten- und schuldenfrei sind und langfristig vorgehalten werden. Diese Flächen sind so im Land verteilt, dass alle agrar- und infrastrukturellen Bedürfnisse erfüllt werden können (BOSS, 2015).

#### 5.4 Weitere Bundesländer

Ähnlich wie Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt gibt es auch in Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Sachsen und Thüringen Landgesellschaften. Insgesamt existieren weitgehende Übereinstimmungen hinsichtlich der Strukturen der Landgesellschaften, während sich Inhalt und Umfang ihrer Tätigkeitsfelder zum Teil deutlich unterscheiden. Die Ursachen dafür sind in den verschiedenen Gegebenheiten und historischen Entwicklungen in den einzelnen Bundesländern zu suchen. So befinden sich in den ostdeutschen Bundesländern im Vergleich zu den westdeutschen Ländern relativ viele landwirtschaftliche Flächen in staatlichem Eigentum; in Mecklenburg-Vorpommern beispielsweise sind dies 80.000 ha. Diese Flächen werden in der Regel durch die Landgesellschaften verwaltet. In den westdeutschen Bundesländern werden die Domänenflächen dagegen nur in Hessen durch die Landgesellschaft verwaltet, während in den übrigen Ländern die Verwaltung landeseigener landwirtschaftlicher Flächen durch Landesbehörden erfolgt (GOETZ, 2014).

Eine Besonderheit weist der Flächenhandel in Schleswig-Holstein auf. Die dortige Landgesellschaft ist mit einem Anteil von ca. 50 % der Käufe und Verkäufe der größte Akteur am schleswig-holsteinischen Bodenmarkt und im deutschlandweiten Vergleich die in diesem Bereich mit Abstand aktivste Institution. Sie hat während ihrer über 100jährigen Geschichte ungefähr die Fläche des Landes Schleswig-Holstein umgeschlagen und dabei die Flächenausstattung von ca. 4.500 ha, die ihr seinerzeit durch das Land zur Verfügung gestellt wurde, erhalten. Die Bewahrung des Flächenbestandes im Zeitablauf durch ein Gleichgewicht von Flächenan- und -verkäufen ist auch in den anderen, einen geringeren Flächenumsatz als die Gesellschaft in Schleswig-Holstein aufweisenden Landgesellschaften ein wichtiges Ziel (GOETZ, 2014).

Deutliche Unterschiede sind festzustellen mit Blick auf den Umfang der Dienstleistungen, die von den Landgesellschaften erbracht werden. Erkennbar wird dies beispielsweise an der Flächenbeschaffung für den Straßenbau. In Niedersachsen arbeitet die Straßenbaubehörde nur nach Bedarf mit der Landgesellschaft zusammen, während in Sachsen-Anhalt der überwiegende Teil der Flächenbeschaffung für den Straßenbau durch die Landgesellschaft durchgeführt wird. In Hessen übernimmt die dortige Landgesellschaft sogar den gesamten Grunderwerb und die Bodenbevorratung, sämtliche Kompensationsmaßnahmen sowie die Flächen-



verwaltung für den Straßenbau (BOSS, 2015; DELFS, 2014; HUCHTHAUSEN, 2015; MÜLLER, 2014).

In den Flächenländern Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Brandenburg sowie in allen drei deutschen Stadtstaaten existieren keine Landgesellschaften, wenngleich die NLG auch in Bremen und Hamburg zugelassen ist, das siedlungsrechtliche Vorkaufsrecht auszuüben. Gleiches gilt für die LGSA in Brandenburg. In den Ländern, in denen keine Landgesellschaft aktiv ist, werden die Aufgaben des Flächenmanagements durch andere öffentliche Unternehmen bzw. Verwaltungen durchgeführt (BOSS, 2015; GOETZ, 2015).

## **6 Flächenmanagement aus aufbauorganisatorischer Sicht**

### **6.1 Organisationswissenschaftliche Grundlagen**

Unter Aufbauorganisation versteht man die Zuordnung bestimmter Aufgaben, im betrachteten Fall des Flächenmanagements, auf für die Aufgabenerledigung zuständige Aufgabenträger, beispielsweise Behörden, öffentliche Unternehmen oder andere Akteure am Bodenmarkt (FRESE et al., 2012). Aus organisatorischer Sicht ist im Falle des Flächenmanagements vorrangig zu klären, ob die betrachtete Aufgabe (überwiegend) einem einzigen Aufgabenträger im jeweiligen Bundesland zugewiesen oder ob die Zuständigkeit auf verschiedene Aufgabenträger aufgeteilt werden soll. Im ersten Fall spricht man von einem integrierten oder – in der Terminologie der organisationswissenschaftlichen Forschung – zentralisierten Flächenmanagement. Im anderen Falle handelt es sich um ein nicht-integriertes oder dezentralisiertes Flächenmanagement (BLEICHER, 1991).

Sowohl die Zentralisation als auch die Dezentralisation einer Aufgabe weist Vor- und Nachteile auf. Als wesentliche Vorteile einer zentralisierten Aufgabenerfüllung gelten (THEUVSEN, 1994):

- die Verminderung des Personal- und sonstigen Ressourcenbedarfs durch Zusammenfassung gleichartiger Aufgaben bei einem einzigen zuständigen Aufgabenträger;
- die Möglichkeit des Einsatzes stärker spezialisierter und dadurch für die betrachtete Aufgabe besser qualifizierten Personals;
- die einfachere und schnellere Abstimmung von Entscheidungen, die auf dasselbe Betrachtungsobjekt, bspw. Grund und Boden allgemein oder bestimmte Flächen in einer Region, gerichtet sind;
- die Möglichkeit, verschiedene fachliche Perspektiven, etwa Aspekte des Umweltschutzes, des Hochwasserschutzes und der zielgerichteten Weiterentwicklung der Agrarstruktur, in eine zu treffende Entscheidung einfließen zu lassen;
- die Erhöhung der Marktmacht bei Verhandlungen mit Dritten.





Mögliche Nachteile einer Zentralisierung der Aufgabenerfüllung sind dagegen (PLUMEYER et al., 2011):

- das möglicherweise fehlende Detailwissen bei der Aufgabenerledigung, z.B. die mangelnde Kenntnisse lokaler Besonderheiten des Bodenmarktes durch eine zentrale Landesbehörde, sowie eine daraus möglicherweise resultierende Verminderung der Entscheidungsqualität;
- die Entstehung neuen Koordinationsbedarfs mit den nicht zentralisierten, bei anderen Aufgabenträgern verbleibenden Aufgaben. Zusätzliche Aufwendungen und ein steigender Zeitbedarf für die Koordination der verschiedenen Aufgaben sowie ggf. verbleibende ungelöste Koordinationsprobleme zwischen den für unterschiedliche Aufgaben zuständigen Akteuren können die Folge sein;
- längere Fahrt- und Kommunikationswege für alle Beteiligten, sofern die organisatorische nicht mit einer räumlichen Zentralisation einhergeht.

Die Vor- und Nachteile einer Dezentralisation der Erfüllung bestimmter Aufgaben sind spiegelbildlich zu den Vor- und Nachteilen der Zentralisation zu sehen. Ob und ggf. inwieweit eine bestimmte Aufgabe zentralisiert oder dezentralisiert wird, hängt angesichts der Stärken und Schwächen, die jede aufbauorganisatorische Lösung zwangsläufig mit sich bringt, in erheblichem Maße von den Bedingungen des Einzelfalls ab. Für die Ausgestaltung der Organisationsstruktur relevante Einflussgrößen sind etwa der Umfang, in dem eine Aufgabe anfällt, der Umfang möglicher Größendegressionseffekte, die durch eine Zentralisation erzielt werden können, die Relevanz der Kenntnisse lokaler Spezifika für die Aufgabenwahrnehmung sowie die Ziele, die durch die für die Organisationsgestaltung zuständige Einheit, etwa ein Ministerium, verfolgt werden. Die Erkenntnis, dass organisatorische Gestaltung immer maßgeblich von den Bedingungen des jeweiligen Einzelfalls abhängt, ist der Ausgangspunkt für die Entwicklung des sogenannten situativen oder kontingenztheoretischen Ansatzes in der Organisationstheorie gewesen. Sein Charakteristikum ist, dass er systematisch den Zusammenhang zwischen Gestaltungszielen, Gestaltungsbedingungen, organisatorischen Gestaltungsmaßnahmen und organisatorischer Effizienz untersucht (KIESER, 2006; LAWRENCE und LORSCH, 1967).

## 6.2 Bewertung des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern

Das Flächenmanagement in Niedersachsen ist, wie in Abschnitt 5.1 bereits erläutert, weitgehend dezentralisiert bzw. desintegriert organisiert. Aufgrund des dezentral organisierten Flächenmanagements wird in Niedersachsen das (Ziel-)Dreieck von Agrarstruktur, Infrastruktur und Naturschutz durch diverse staatliche Stellen beeinflusst. Das hat zur Folge, dass in den verschiedenen mit Aufgaben des Flächenmanagements betrauten Institutionen Abteilungen existieren können, deren Aufgabenbereiche sich ähneln oder sogar überschneiden. So werden etwa Naturschutz- bzw. landwirtschaftliche Flächen durch die Domänenverwaltung, das



NLWKN, die Straßenbauverwaltung sowie die NLG verwaltet. Auch der Flächenerwerb gehört zum Aufgabenbereich aller zuvor genannten Institutionen. Diese Überschneidungen haben einen vergleichsweise hohen Personalbedarf zur Folge, der durch eine organisatorische Zusammenfassung und damit Zentralisation der genannten gleichartigen Aufgaben in einer Einrichtung vermindert werden könnte. Die Aufgabendezentralisation hat weiterhin zur Folge, dass die Arbeitsumfänge hinsichtlich der jeweiligen Tätigkeitsfelder in den einzelnen Einrichtungen geringer sind als dies bei vollständiger Zentralisierung der Fall wäre. Eine die Entscheidungsqualität positiv beeinflussende Spezialisierung des zuständigen Personals wird dadurch erschwert.

Ein weiterer Nachteil des dezentralen Flächenmanagements in Niedersachsen sind die im Vergleich zum integrierten Flächenmanagement längeren Kommunikationswege, die besonders unter zwei Gesichtspunkten von Bedeutung sind. Erstens werden dadurch die Abstimmungen von Entscheidungen, die z.B. im Rahmen der zielgerichteten Flächenbeschaffung im Straßenbau zu fällen sind, schwieriger. Zweitens erschweren die längeren Kommunikationswege die Verknüpfung von verschiedenen Zielen innerhalb eines Projekts. Die Zusammenfassung z.B. von Umweltschutz- und Hochwasserschutzmaßnahmen in einem Projekt gelingt umso einfacher, je reibungsloser der Abstimmungsprozess verlaufen kann und je leichter es fällt, die verschiedenen Perspektiven in einem Entscheidungsprozess zusammenzuführen und bei der Maßnahmenplanung und -umsetzung simultan zu berücksichtigen. Hier ist eine der entscheidenden Schwachstellen einer dezentralisierten Organisation des Flächenmanagements, wie sie gegenwärtig in Niedersachsen realisiert ist, zu sehen. Dieser Nachteil schlägt sich in einem erhöhten Flächenbedarf zur Realisierung aller Anforderungen nieder, da eine mögliche Doppelnutzung von Flächen unter Umständen nicht erkannt wird. Aus organisatorischer Sicht werden daher nicht alle Potenziale, die zur Erreichung des von der Bundesregierung vorgegebenen und parteienübergreifend bestätigten Ziels, bis 2020 den bundesweiten Flächenverbrauch auf maximal 30 ha am Tag zu begrenzen, genutzt.

Positive Aspekte des dezentralen organisierten niedersächsischen Flächenmanagements sind hingegen eventuelle Vorteile, die sich aus einem größeren Detailwissen über lokale Besonderheiten bei einer Projektumsetzung ergeben können. Die Naturschutzbehörden beispielsweise können im Rahmen der Flächensuche für Naturschutzmaßnahmen ihre naturschutzfachlichen Kompetenzen und regionalen Kenntnisse einbringen, um geeignete Flächen zur Gewährleistung eines möglichst hohen ökologischen Nutzens zu finden. Ebenso kann z.B. die NLG ihre Erfahrungen im Grundstücksmarkt einsetzen, um gezielt Flächen zu erwerben, die für zukünftige Infrastruktur-, Siedlungs- oder auch Naturschutzprojekte eingesetzt werden oder der zielorientierten Weiterentwicklung der Agrarstruktur dienen können. Im Falle der Zusammenfassung dieser Aufgaben in einer Organisationseinheit würden diese fachlichen Spezialisierungsvorteile möglicherweise verlorengehen.



Im Vergleich zu Niedersachsen ist das Flächenmanagement in Sachsen-Anhalt deutlich stärker integriert und weitgehend in der LGSA zentralisiert. Die gesamte Flächenverwaltung der sachsen-anhaltinischen Domänenflächen sowie ein Großteil der Flächenbeschaffung für Infrastrukturmaßnahmen und die daraus entstehenden Kompensationsverpflichtungen werden – wie bereits in Abschnitt 5.3 erläutert – von der Landgesellschaft durchgeführt. Die stärkere Zentralisation des Flächenmanagements in Sachsen-Anhalt bringt im Wesentlichen zwei Vorteile mit sich. Der erste Vorzug besteht in einem geringeren Personalbedarf. Abzulesen ist dieser daran, dass die LGSA pro Mitarbeiter 3.000 bis 4.000 ha verwaltet, während vor der Zentralisation in der früheren Domänenverwaltung nur 1.500 bis 2.000 ha je Mitarbeiter verwaltet wurden.

Der zweite Vorteil ergibt sich in Form von Synergien durch die Wahrnehmung verschiedener Teilaufgaben des Flächenmanagements durch dieselbe Organisationseinheit. Dieser Vorteil kommt namentlich bei der organisatorischen Zusammenfassung von Aufgaben des Natur- und des Hochwasserschutzes zum Tragen. Die Bündelung der Aufgaben des Flächenmanagements, der Flächenbeschaffung, des ökologischen Ausgleichs und des Hochwasserschutzes erleichtert es, mithilfe eines funktionellen Flächenverwaltungsprogramms einzelne Tätigkeitsbereiche miteinander zu verknüpfen. Das Flächenverwaltungsprogramm dient als Schnittstelle, an der alle Informationen zu den Aktivitäten der LGSA zusammenlaufen. Das ermöglicht es den Mitarbeitern, einen guten Überblick darüber zu erhalten, wie und wo z.B. Flächen sinnvoll getauscht werden können und wo ökologischer Ausgleich simultan ggf. mit Maßnahmen des Hochwasserschutzes durchgeführt werden kann. Die Verknüpfung verschiedener Maßnahmen führt zu Synergieeffekten, da weniger Fläche benötigt wird, um die gleichen Ziele zu erreichen (BOSS, 2015). In einem Beispielfall wurde einem Landwirt, dessen Flächen zum Großteil in geplanten Polder- und Überschwemmungsflächen lagen, eine Staatsdomäne zum Ausgleich für seinen bisherigen Betrieb angeboten. Die Staatsdomäne stand ohnehin zum Verkauf, sodass der Landwirt problemlos dorthin umsiedeln konnte und die Flächen des ursprünglichen Betriebs für Maßnahmen des Hochwasserschutzes zur Verfügung standen. Ein Teil der durch die LGSA erworbenen Flächen, die nicht direkt für den Polder benötigt wurden, sind Landwirten, die Flächen im Poldergebiet hatten, zum Tausch überlassen worden. Der Polder konnte somit durch die neuen Eigentumsverhältnisse umgesetzt werden und simultan für Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen, die durch eine Großinvestition entstanden waren, herangezogen werden. Auf den ca. 100 ha umfassenden Polderflächen wurde zudem Auenwald angepflanzt, der sich sehr gut für die Verbindung mit dem Hochwasserschutz eignet, da er periodisch überstaut werden muss, und der zudem ökologisch besonders wertvoll ist. Er ersetzt dadurch eine zwei- bis dreifach umfangreichere Bewaldung, die anstelle des Auenwaldes als Kompensationsmaßnahme sonst hätte durchgeführt werden müssen (BOSS, 2015).

Als möglicher Nachteil der stärkeren organisatorischen Integration kann z.B. fehlendes Detailwissen bei der Landgesellschaft bezüglich Detailfragen des Umweltschutzes gesehen wer-



den. Dieser Umstand könnte wiederum einen höheren Zeitbedarf im Rahmen der Abstimmung namentlich mit den Naturschutzbehörden verursachen.

Am stärksten zentralisiert und damit integriert ist das Flächenmanagement in Hessen, wo die HLG für die gesamte Flächenbeschaffung von Verkehrsprojekten und die Umsetzung der dadurch entstehenden Kompensationsverpflichtungen zuständig ist (GOETZ, 2014). Weiterhin verwaltet die HLG sämtliche landeseigenen Naturschutz- sowie Domänenflächen. Das integrierte Flächenmanagement in Hessen hat ähnliche Vor- und Nachteile wie die in Sachsen-Anhalt gewählte Lösung. Positiv zu bewerten ist demnach der insgesamt geringere Personalbedarf, der durch die Bündelung der Aufgaben des Flächenmanagements in einer Institution ermöglicht wird. Die Zusammenlegung der Aufgaben ermöglicht darüber hinaus auch in Hessen eine einfachere und schnellere Abstimmung der Entscheidungen, die in Angelegenheiten des Flächenmanagements getroffen werden müssen.

Einen weiteren wesentlichen Vorteil bildet die Realisierung von Synergien zwischen Infrastruktur- sowie beispielsweise Natur- und Hochwasserschutzprojekten unter Berücksichtigung der Agrarstruktur. Realisiert wurden derartige Synergieeffekte z.B. im Zuge des ICE-Streckenbaus in Hessen. Die Linienführung parallel zur Bundesautobahn 3 hat dafür gesorgt, dass kein zusätzlicher Landstrich durchschnitten wurde und die Bauvorhaben und die Ausgleichsmaßnahmen möglichst flächenschonend umgesetzt werden konnten. Die HLG, die sowohl bei diesem Infrastrukturprojekt sowohl für die Baufeldbeschaffung als auch für die ökologische Kompensation zuständig war, konnte die Ausgleichsflächen dahingehend auswählen, dass sie möglichst viel Kompensation je Hektar ermöglichten. Dadurch wurden nicht nur hochwertige Ackerflächen geschont, sondern es wurde auch ein insgesamt verhältnismäßig geringer Umfang an Kompensationsflächen benötigt, ohne Abstriche bei Umweltschutz- bzw. Kompensationszielen machen zu müssen.

Möglicherweise geringere Fachkenntnisse bei der Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen gegenüber den Naturschutzbehörden können dagegen als möglicher Nachteil des integrierten Flächenmanagements gesehen werden. Um diesen Mangel möglichst gering zu halten, ist ein entsprechend höherer Koordinationsbedarf mit den fachkompetenten Institutionen – in diesem Fall den Naturschutzbehörden – notwendig, bei denen die nicht zentralisierten und integrierten Aufgaben verbleiben.

Die vorgenommene Bewertung der Organisation des Flächenmanagements in ausgewählten Bundesländern zeigt, dass alle Lösungen Vor- und Nachteile aufweisen. Welche Organisationsalternative die vorteilhafteste ist, hängt damit nach kontingenztheoretischer Lesart von den situativen Rahmenbedingungen ab. Gegenwärtig üben die aus sehr verschiedenen Gründen hohe Flächennachfrage und die dadurch stark gestiegenen Flächenpreise einen erheblichen Druck auf landwirtschaftliche Betriebe aus; negative Auswirkungen dieser Entwicklung auf die Agrarstruktur sind nicht auszuschließen (DWEHUS, 2014). Zugleich ist es ein weithin akzeptiertes politisches Ziel, den Flächenverbrauch, etwa für Siedlungs- und Verkehrsmaßnah-



men, zu reduzieren. Ein zentralisiertes Flächenmanagement ist in dieser Situation ein Ansatz, um den Bodenmarkt durch Reduzierung des Flächenverbrauchs für Infrastruktur-, Siedlungs- und Kompensationsmaßnahmen durch Nutzung von Synergieeffekten in einem gewissen Umfang zu entlasten und dadurch den Druck auf die Agrarstruktur zu mindern. Die möglichen Nachteile eines zentralisierten Flächenmanagements haben dagegen in der aktuellen, sehr angespannten Situation am Bodenmarkt relativ an Bedeutung verloren. Es gibt daher aus organisatorischer Sicht gute Gründe, das Flächenmanagement dort, wo es bislang dezentral organisiert ist, stärker zu zentralisieren.

## 7 Fazit

Der sorgsame Umgang mit landwirtschaftlichen Flächen ist eine Grundvoraussetzung für die Erhaltung der Agrarstruktur und die Stabilität landwirtschaftlicher Betriebe. Die hohe Nachfrage nach landwirtschaftlichen Flächen in vielen Landesteilen und der dadurch bedingte Preisanstieg am Bodenmarkt haben diesen Aspekt immer bedeutsamer werden lassen. U.a. das Landvolk Niedersachsen – Landesbauernverband hat mit Blick auf diese Thematik eine Initiative gestartet, in der gefordert wird, den Entzug landwirtschaftlicher Flächen durch Straßenbau, Gewerbeansiedlung, Kompensation und andere flächenbeanspruchende Projekte zu senken sowie dauerhaft zu begrenzen (DWEHUS, 2014). Auch politisch genießt dieses Ziel breite Unterstützung. Obwohl die Umsetzung von Infrastrukturprojekten, Siedlungs- und Gewerbemaßnahmen sowie ökologische Kompensationsmaßnahmen mit Sicherheit weiterhin den Einsatz von Flächen erfordern werden, sollte der Flächeneinsatz doch möglichst effizient erfolgen, damit die Agrarstruktur keinem vermeidbaren Anpassungsdruck ausgesetzt wird.

Die Bewertung alternativer Organisationsformen des staatlichen Flächenmanagements hat gezeigt, dass durch eine stärkere Zentralisierung dieser Aufgabe bedeutsame Synergieeffekte erzielt werden können, die den Zugriff auf landwirtschaftliche Flächen reduzieren. Die weitgehende oder sogar vollständige Zentralisation der Aufgaben des Flächenmanagements, wie sie in Hessen und Sachsen-Anhalt bereits umgesetzt worden ist, erscheint angesichts des durch eine steigende Nachfrage ausgelösten Preisanstiegs am Bodenmarkt gegenwärtig geboten, um durch eine Verbindung von Naturschutz- mit anderen Maßnahmen, z.B. dem Hochwasserschutz, flächenschonende Synergieeffekte erzielen zu können.



## Literatur

- ACHE, P. (2014): Experteninterview vom 10.12.2014.
- AMI (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft) (2013): Agrarrohstoff-Index für Deutschland. Bonn.
- BÄURLE, H. (2008): Die Agrar- und Ernährungswirtschaft in Niedersachsen – Bedeutende Wirtschaftsfaktoren im Norden. Weiße Reihe Band 32, Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA), Universität Vechta.
- BÄURLE, H. und C. TAMÁSY (2012): Regionale Konzentration der Nutztierhaltung in Deutschland. Mitteilungen – Heft 79. Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA). Universität Vechta.
- BAHRS, E., J.-H. HELD und J. THIERING (2007): Auswirkungen der Bioenergieproduktion auf die Agrarpolitik sowie auf Anreizstrukturen in der Landwirtschaft - Eine partielle Analyse bedeutender Fragestellungen anhand der Beispielregion Niedersachsen. Diskussionspapier 0705 des Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen.
- BASEDOW, H.-W., I. BOLZE, M. GUNREBEN, P. JACOB, J. SBRENSNY, T. SCHRAGE, A. STEININGER, A. und J. WEICHELBAUM (2009): Flächenverbrauch und Bodenversiegelung in Niedersachsen. GeoBerichte 14. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.
- BLEICHER, K. (1991): Organisation: Strategien – Strukturen – Kulturen. 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- BMJV (Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz) (2015a): Gesetz über Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur und zur Sicherung land- und forstwirtschaftlicher Betriebe (Grundstückverkehrsgesetz - GrdstVG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/grdstvg/BJNR010910961.html>, Abruf: 01.04.2015.
- BMJV (Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz) (2015b): Gesetz über die Anzeige und Beanstandung von Landpachtverträgen (Landpachtverkehrsgesetz-LPachtVG). In: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lpachtvg/gesamt.pdf>, Abruf: 01.04.2015.
- BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (2015): Flächenverbrauch – Worum geht es? In: <http://www.bmub.bund.de/themen/strategienbilanzen-gesetze/nachhaltige-entwicklung/strategie-und-umsetzung/reduzierung-des-flaechenverbrauchs/>. Abruf: 03.07.2015.
- BODENMARKT EXKLUSIV (2015): Verkäufe von Agrarland in Niedersachsen 2013. In: [http://www.bodenmarkt.info/g/BM-Ex/daten/3-1/3-1-1-10/BMsDE\\_NI15\\_01\\_14.pdf](http://www.bodenmarkt.info/g/BM-Ex/daten/3-1/3-1-1-10/BMsDE_NI15_01_14.pdf), Abruf: 12.03.2015.
- BOß, W. (2015): Experteninterview vom 29.01.2015.
- BREUSTEDT, G. und H. HABERMANN (2010): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. Vortrag im Rahmen der Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Braunschweig, 30.09.2010.
- DELFS, J. (2014): Experteninterview vom 12.11.2014.
- DEUTSCH, M. (2015): Betriebliche und agrarstrukturelle Auswirkungen steigender Flächenkosten in Niedersachsen. Masterarbeit an der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen.
- DIEBEL, C. (2014): Experteninterview vom 04.12.2014.



- DWEHUS, J. J. (2014): Experteninterview vom 12.12.2014.
- EMMANN, C. H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Anlagendichte. In: Berichte über Landwirtschaft 90 (1): 84-112.
- EMMANN, C. H. (2013): Landwirtschaftliche Biomasseproduktion in Zeiten veränderter Rahmenbedingungen und begrenzter Flächenverfügbarkeit. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- EMMANN, C. H., W. GUENTHER-LÜBBERS und L. THEUVSEN (2013): Auswirkungen der Biogaserzeugung auf die Produktionsfaktoren Boden und Arbeit – Gegenwärtige Effekte, mögliche Folgen und weiterer Forschungsbedarf. In: Emmann, C. H. (2013): Landwirtschaftliche Biomasseproduktion in Zeiten veränderter Rahmenbedingungen und begrenzter Flächenverfügbarkeit. Cuvillier Verlag, Göttingen, S. 153-173.
- EMMANN, C. H., D. SURMANN und L. THEUVSEN (2015): Charakterisierung und Bedeutung außerlandwirtschaftlicher Investoren – Empirische Ergebnisse aus Sicht des landwirtschaftlichen Berufsstandes. Diskussionspapier 1504 des Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen.
- FORSTNER, B und A. TIETZ (2015): Pachtpreise: Was ist angemessen? In: agrarmanager 3/2015.
- FRENTROP, M., H. BRONSEMA, C. Pohl und L. THEUVSEN (2014): Risikotragfähigkeit im Risikomanagementprozess: Konzeption und praktische Anwendung eines kennzahlengestützten Scoringsystems zur Analyse landwirtschaftlicher Familienbetriebe. In: Berichte über Landwirtschaft 92 (1): 1-21.
- FRESE, E., M. GRAUMANN, M. und L. THEUVSEN (2012): Grundlagen der Organisation. Entscheidungsorientiertes Konzept der Organisationsgestaltung. 10. Auflage, Gabler Springer, Wiesbaden.
- GLÄSER, J. und G. LAUDEL (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchung. 4. Auflage, VS Verlag, Wiesbaden.
- GÖMANN, H., T. de WITTE, G. PETER und A. TIETZ (2013): Auswirkungen der Biogaserzeugung auf die Landwirtschaft. Thünen Report 10, Braunschweig.
- GOETZ, K.-H. (2014): Experteninterview vom 25.11.2014.
- HAHNE, G. (2014): Experteninterview vom 30.10.2014.
- HEIßENHUBER, A. und S. BERENZ (2006): Energieproduktion in landwirtschaftlichen Unternehmen. In: Darnhofer, I., Wytrzens, H.K. und Walla, C. (Hrsg.): Alternative Strategien in der Landwirtschaft. Facultas Verlag, Wien, S. 135-144.
- HLG (Hessische Landgesellschaft mbH) (2014): Geschäftsbericht für das Jahr 2013. Kassel.
- HUCHTHAUSEN, K. (2015): Experteninterview vom 12.01.2015.
- KIESER, A. (2006): Der Situative Ansatz. In: Kieser, A., Ebers, M. (Hrsg.): Organisations-theorien. 6. Auflage, Kohlhammer, Stuttgart, S. 215-245.
- KLAPP, C. (2011): Getreide- und Vieheinheitenschlüssel als Bewertungsmaßstäbe in der Landwirtschaft. Internationaler Vergleich und Konsequenzen alternativer Viehbewertungen. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- KLAPP, C., L. OBERMEYER und F. THOMS (2011): Der Vieheinheitenschlüssel im Steuerrecht – Rechtliche Aspekte und betriebswirtschaftliche Konsequenzen der Gewerblichen Tierhaltung. Diskussionspapier Nr. 1102 des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen.
- KÖHNE, M. (2007): Landwirtschaftliche Taxationslehre. 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.



- LATACZ-LOHMANN, U., S. HENNING, S. und R. DEHNING (2014): Biogas als Preistreiber am Boden- und Pachtmarkt? Eine empirische Analyse. In: Schriftenreihe der Rentenbank: Die Zukunft der Bioenergie. Band 30. Edmund Rehwinkel-Stiftung der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Frankfurt am Main, S. 45-75.
- LAWRENCE, P.R. und J.W. LORSCH (1967): Organization and Environment. Managing Differentiation and Integration. Division of Research Graduate School of Business Administration Harvard University, Boston, MA.
- LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie) (2014): Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen. In: [http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=687&article\\_id=797&\\_psmand=4](http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=687&article_id=797&_psmand=4), Abruf: 31.03.2015.
- LEHMANN, M. und R. SCHMIDT-DE CALUWE (2015): Möglichkeiten einer gesetzlichen Steuerung im Hinblick auf den Rechtserwerb von Anteilen an landwirtschaftlichen Gesellschaften sowie zur Verhinderung unerwünschter Konzentrationsprozesse beim landwirtschaftlichen Bodeneigentum. Rechtsgutachten im Auftrag des BLG. Berlin.
- LSN (Landesamt für Statistik Niedersachsen) (2014): Statistische Monatshefte Niedersachsen, 6/2014. Hannover.
- MÜLLER, H. (2014): Experteninterview vom 26.11.2014.
- OGA (2014): Landesgrundstücksmarktbericht 2014 für den Bereich des Landes Niedersachsen. Oberer Gutachterausschuss für Grundstückswerte in Niedersachsen. Geschäftsstelle beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN), Regionaldirektion Oldenburg.
- PLUMEYER, C.-H., F. ALBERSMEIER, M. FREIHERR VON OER, C.H. EMMANN und L. THEUVSEN (2011): Der niedersächsische Landpachtmarkt: Eine empirische Analyse der Pächtersicht. Diskussionspapier 1104 des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen.
- PRUNZEL-ULRICH, E. (2015): Experteninterview vom 24.02.2015.
- RAUH, S. (2010): Auswirkungen der Novellierung des EEG auf die Wettbewerbskraft der Biogasproduktion. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Band 45, Münster, S. 51-62.
- THEUVSEN, L. (1994): Interne Beratung. Konzept – Organisation – Effizienz. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- THEUVSEN, L. (2015): Kauf- und Pachtpreise landwirtschaftlicher Flächen: Entwicklung und Auswirkungen auf die Praxis. Vortrag, Verden/Aller, 05.03.2015.
- THIERING, J. (2010): Förderung der Biogasproduktion in Deutschland – Rahmenbedingungen, Folgen und alternative Gestaltungsmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftsdüngernutzung. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- TIETZ, A. und B. FORSTNER (2014a): Nichtlandwirtschaftliche Investoren am landwirtschaftlichen Bodenmarkt – Bedeutung, Auswirkungen und Einfluss auf den Bodenmarkt. Bodenmarktsymposium am 13.05.2014, Hannover.
- TIETZ, A. und B. FORSTNER (2014b): Spekulative Blasen auf dem Markt für landwirtschaftlichen Boden. In: Berichte über Landwirtschaft 92 (3): 1-23.
- VON WITZKE, H. (1979): Personelle Einkommensverteilung in der Landwirtschaft und Agrarpreise. Duncker & Humblot, Berlin.
- WICKE, G. (2014): Experteninterview vom 10.12.2014.





WBA (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik) (2011): Förderung der Biogaserzeugung durch das EEG – Stellungnahme zur geplanten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetz. Berlin.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 80 %.**

---

## Teil III: Niedersächsischer Bodenmarkt: Einflussfaktoren und Handlungsmöglichkeiten

### III.2: Entwicklung des Bodenmarktes: Einflussfaktoren auf Kauf- und Pachtpreise

JOSEF LANGENBERG, ILKE SCHASSE und LUDWIG THEUVSEN

**Zusammenfassung:** Die Kaufpreise für landwirtschaftlich genutzte Flächen haben in den letzten Jahren in Deutschland und anderen Ländern deutlich zugenommen. Der rasche Preisanstieg führte mehrfach zu Diskussionen darüber, ob er nach objektiver Bewertungsgrundlage berechtigt sei oder aufgrund irrationaler Zukunftserwartungen in eine Preisblase münde. Das Vorhandensein einer Preisblase kann zwar erst mit Gewissheit festgestellt werden, nachdem sie geplatzt ist, jedoch existieren Indizien, die auf eine derartige Entwicklung hinweisen. Um zu analysieren, ob die Anzeichen einer Blasenbildung erkennbar sind, ist der Nordwesten Deutschlands, wo die Bodenpreise zuletzt sehr stark gestiegen sind, betrachtet worden. Die Ergebnisse zeigen, dass der Preisanstieg im Wesentlichen durch wirtschaftliche Gründe erklärt werden kann und dass die Indizien mehrheitlich nicht für eine Blasenbildung am Bodenmarkt sprechen.

**Keywords:** Bodenmarktentwicklung, Kaufpreise, Pachtpreise, Nordwestdeutschland

*Dieser Beitrag ist so oder in ähnlicher Form veröffentlicht im „Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie“ Band 26 (2016) S. 199-208.*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	273
2	Material und Methoden .....	274
3	Ergebnisse .....	275
4	Schlussfolgerungen .....	278
	Literatur .....	280



## 1 Einleitung

Der Markt für landwirtschaftliche Nutzflächen war in den vergangenen Jahren vielerorts durch starke Preisanstiege gekennzeichnet, und ein Richtungswechsel ist bislang nicht erkennbar. Für die in dieser Studie betrachtete Untersuchungsregion beispielsweise, den Nordwesten Deutschlands, sind die Bodenpreise von 2005 bis 2014 sehr stark gestiegen und haben sich durchschnittlich mehr als verdoppelt. In anderen Regionen hingegen, wie dem geographischen Zentrum Deutschlands, verliefen die Preisanstiege im gleichen Zeitraum mit 20 bis 35% deutlich moderater. (LSN, 2014; LANGENBERG und THEUVSEN, 2016). Die Ursachen für diese Entwicklung sind vielfältig und unterscheiden sich zugleich regional sehr deutlich voneinander. Wesentliche Einflussgrößen auf die Landpreise sind die Viehdichte, die Biogasanlagendichte sowie die Fruchtfolge und die Bodenqualität einer Region, aber auch die Nähe zu Absatzmärkten, das Agrarpreinsniveau und steuerliche Aspekte sind von Bedeutung. Daneben spielt auch die außerlandwirtschaftliche Nachfrage nach Boden, etwa für Siedlungs- und Verkehrsflächen, eine wichtige Rolle (HABERMANN und BREUSTEDT, 2011; EMMANN und THEUVSEN, 2012). Ungeachtet der verschiedenen empirisch nachgewiesenen Gründe für den Preisanstieg stellt sich die Frage, ob die Bodenpreise nach objektiven Bewertungsmaßstäben noch gerechtfertigt sind oder ob die Gefahr der Bildung einer spekulativen Preisblase am Bodenmarkt besteht. Nach TIETZ und FORSTNER (2014) ist die Gefahr der Entstehung einer spekulativen Blase vor allem dann groß, wenn die Preise bereits deutlich gestiegen sind und Investoren sich maßgeblich von der Aussicht auf weiterhin steigende Preise beeinflussen lassen, ohne die Renditeoptionen zu beachten, und wenn ihre Erwartungen auf kontradiktorischen und für die außenstehenden Anleger nicht nachvollziehbaren Annahmen fußen. Die Vernachlässigung der Einkommensmöglichkeiten von Investitionen führt letztlich dazu, dass der Marktwert eines Anlagegutes, in diesem Fall der landwirtschaftlich genutzten Fläche, den inneren Wert deutlich übersteigt (TEGENE und KUCHLER, 1993; KRUGMAN, 2013). Der innere – auch angemessene – Wert einer Investitionsalternative entspricht dem Betrag, der einem Anlagegut durch objektive Bewertungsmaßstäbe beigemessen werden kann (GRAHAM und DODD, 2009). Als weitere Anzeichen einer Blasenbildung auf dem Bodenmarkt nennen TIETZ und FORSTNER (2014) neben einer Preisentwicklung weit über den inneren Wert der Fläche hinaus eine deutliche Zunahme des physischen Marktvolumens, den Markteintritt bisher unbeteiligter TeilnehmerInnen und eine stärkere Fremdfinanzierung der Flächenkäufe.

Von den genannten Indizien für eine Blasenbildung lässt sich besonders der innere Wert einer Fläche nur schwer bestimmen. Es besteht zwar die Möglichkeit, den inneren Wert als Rendite des eingesetzten (Eigen-)Kapitals über den Quotienten aus Pacht- und Kaufpreisen abzuleiten, jedoch existieren im Gegensatz zu den Kaufpreisen auch in den Officialstatistiken nur wenig verlässliche Daten zu den Pachtpreisen. Der in Deutschland bestehende Anzeigepflicht von Pachtverträgen wird häufig nur unzureichend oder gar nicht nachgekommen, da Pachtverträge im Gegensatz zu Kaufverträgen auch ohne notarielle Beurkundung gültig sind (BMJV, 2016a;



BMJV, 2016b). Ziel dieser Arbeit ist es daher, mit Hilfe der Kauf- und Pachtpreissammlung der Niedersächsischen Landgesellschaft mbH (NLG) tatsächlich geschlossene und damit real existierende Pacht- und Kaufverträge, deren Inhalt somit bekannt ist, auszuwerten. Anhand dieser Verträge wird mittels Regressionsanalyse untersucht, wodurch die Höhe der Pacht- bzw. Kaufentgelte beeinflusst wird. Weiterhin wird anhand der von TIETZ und FORSTNER (2014) genannten Anzeichen für eine Blasenentwicklung analysiert, ob bzw. inwieweit diese Indizien für die Untersuchungsregion identifiziert werden können. Eine besondere Aufmerksamkeit liegt diesbezüglich auf der Relation der Pacht- zu den Kaufpreisen, um den inneren Wert der Fläche und dessen Entwicklung darzustellen.

## 2 Material und Methoden

Die Datengrundlage basiert auf 282 Pacht- sowie 265 Kaufverträgen, die von der NLG mit Landwirten und anderen Akteuren am Bodenmarkt in den nordwestdeutschen Landkreisen Emsland und Grafschaft Bentheim in den Jahren von 2005 bis 2014 geschlossen worden sind. Die Datenbasis stützt sich somit auf faktisch geschlossene Verträge, wodurch deren Vertragsgegenstand und die Höhe der vereinbarten Entgelte verlässlich bekannt sind. Bei der Auswahl der von der NLG geschlossenen Pacht- und Kaufverträge sind nur diejenigen berücksichtigt worden, deren Vertragsgegenstand sich auf Ackerfläche mit einer Mindestgröße von einem Hektar bezieht. Die Untersuchungsregion Nordwestdeutschland bestehend aus den Landkreisen Emsland und Grafschaft Bentheim wurde gewählt, da dort die Pacht- und Kaufpreise besonders stark gestiegen sind. Das kann, sofern die Preissteigerung nicht durch nachvollziehbare Ursachen erklärt werden kann, auf die mögliche Entstehung einer Preisblase hindeuten. Zur Analyse, wie stark der gemeinsame lineare Einfluss der Einflussfaktoren auf die Preissteigerung wirkt, ist ein multivariates Regressionsmodell aufgestellt worden. Als abhängige Variable wird der Kauf- bzw. Pachtpreis gewählt; die unabhängigen Variablen stellen die Agrarpreise gemessen am Erzeugerpreisindex, die auf NUTS-3-Ebene erhobene Viehdichte gemessen an den Großvieheinheiten je Hektar Ackerfläche und die ebenfalls auf NUTS-3-Ebene erhobene Biogasanlagendichte gemessen an der Anzahl der Biogasanlagen je Hektar Ackerfläche dar. Die genannten Einflussgrößen sind aus den zuvor erwähnten, von HABERMANN und BREUSTEDT (2011) sowie EMMANN und THEUVSEN (2012) identifizierten Faktoren ausgewählt worden, da der Nordwesten Deutschlands besonders durch den Ackerbau und die Viehhaltung geprägt ist. Zudem herrscht in der Region eine hohe Biogasanlagendichte vor, die in dieser Form in Deutschland nur in wenigen Gebieten anzutreffen ist (AUBURGER und BAHRS, 2013). Die aufgestellte Hypothese lautet demnach: Bei einem Anstieg der jeweiligen unabhängigen Variablen (Erzeugerpreisindex, Großvieheinheiten, Anzahl der Biogasanlagen), erhöht sich auch die abhängige Variable (Pacht- bzw. Kaufpreis). Der innere Wert der Fläche wird aus den Quotienten der durchschnittlichen Pacht- und Kaufentgelte der jeweiligen Jahre ermittelt. Das so errechnete Verhältnis der beiden Preise im Zeitablauf zueinander spiegelt die



Rendite der Investition in landwirtschaftlich genutzte Fläche durch den Pachtpreis wider. Anhand der Rendite ist letztlich erkennbar, ob der Marktwert der Kaufflächen nach objektiven Bewertungsmaßstäben gerechtfertigt ist oder ob er den inneren Wert der Flächen übersteigt.

### 3 Ergebnisse

Die durchschnittlichen jährlichen Entgelte der im Jahr 2005 in der Untersuchungsregion von der NLG geschlossenen Pachtverträge betragen 250 € je Hektar. Diese Werte sind bis 2014 auf 635 € angestiegen (Tabelle 1). Das entspricht einem Anstieg um 154%.

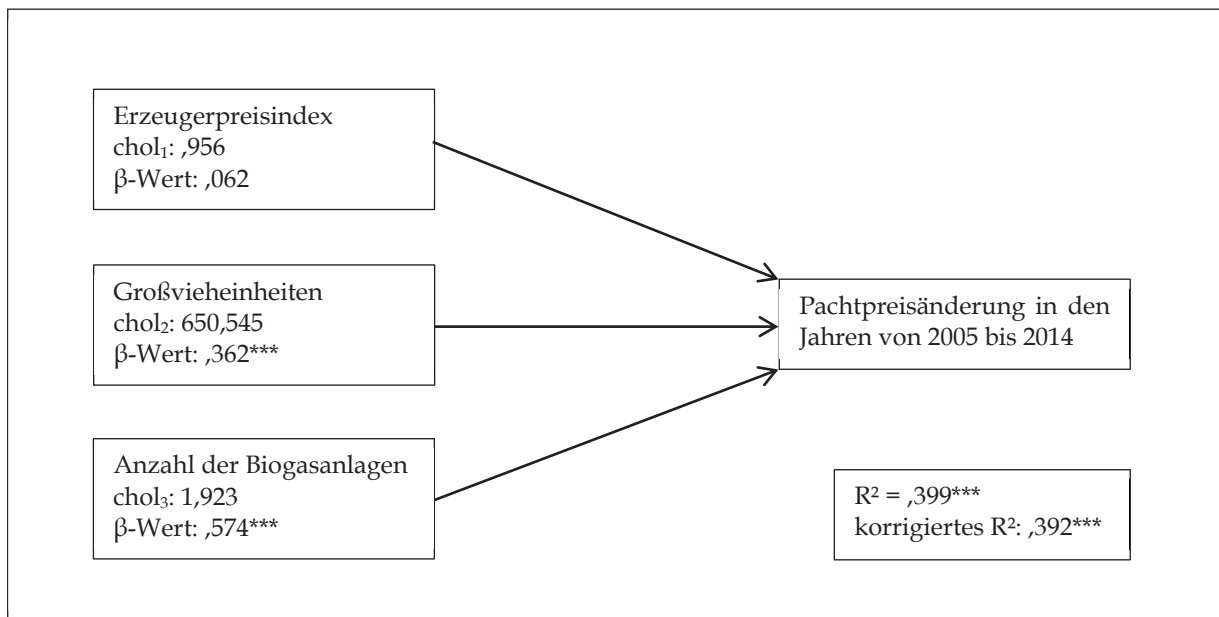
**Tabelle 1: Entwicklung der durchschnittlichen Pacht- und Kaufpreise für Ackerland in der Untersuchungsregion.**

Jahr	Ø Pachtpreis (€·ha <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> )	Anzahl Pachtverträge	Ø Kaufpreis (€·ha <sup>-1</sup> )	Anzahl Kaufverträge
2005	250,-	26	19.210,-	40
2006	267,-	30	19.599,-	35
2007	295,-	32	18.782,-	26
2008	327,-	32	20.434,-	26
2009	483,-	32	24.217,-	20
2010	496,-	29	29.240,-	19
2011	534,-	27	34.001,-	20
2012	723,-	27	36.252,-	18
2013	752,-	26	48.302,-	29
2014	635,-	21	48.104,-	32

Quelle: Eigene Berechnungen nach der NLG Pacht- und Kaufpreissammlung.

Im gleichen Zeitraum sind die durchschnittlichen Kaufpreise für einen Hektar Ackerland von 19.210 € auf 48.104 € angestiegen, was einer Steigerung um 150% entspricht.

Zur Analyse der Einflussfaktoren auf die Pachtpreisentwicklung ist ein Regressionsmodell aufgestellt worden, dem 282 Pachtverträge zugrunde liegen. Damit die multivariate Regressionsanalyse erfolgreich durchgeführt werden kann, müssen die fünf Modellbedingungen Linearität der Variablen, unabhängige Residuen (keine Autokorrelation), Homoskedastizität, Normalverteilung der Störgröße und keine Multikollinearität für die Regression erfüllt sein. Für die Analyse zur Schätzung der Einflüsse auf die Veränderung der Pachtpreise sind bis auf die unabhängigen Residuen alle Bedingungen erfüllt. Die Ergebnisse der Schätzung zeigen, dass die oben genannten unabhängigen Variablen insgesamt ca. 39% (korrigiertes R<sup>2</sup>: ,392) der Varianz der Pachtpreisveränderungen für den untersuchten Zeitraum erklären (Abbildung 1).

**Abbildung 1: Schätzung der Einflüsse auf die Pachtpreisänderung**

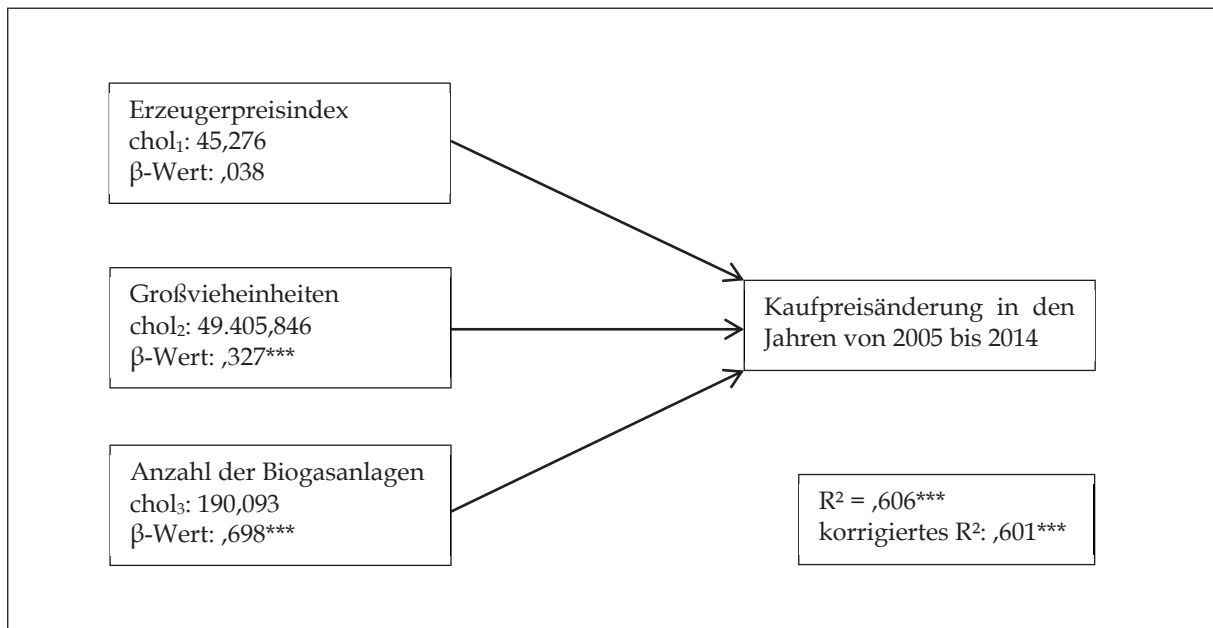
Signifikanzniveau:  $p \leq 0,1\%$  höchst signifikant\*\*\*

$chol_n$ : Regressionskoeffizient

Quelle: Eigene Berechnung

Das Gesamtmodell ist höchst signifikant (F-Wert:  $61,483^{***}$ ), sodass die Irrtumswahrscheinlichkeit für den ermittelten Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable  $\leq 0,1\%$  beträgt. Der standardisierte Beta-Koeffizient ( $\beta$ ) macht die Koeffizienten vergleichbar. In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass die Anzahl der Biogasanlagen ( $\beta$ -Wert:  $,574$ ) den größten positiven Einfluss auf die Pachtpreisentwicklung hat, gefolgt von den Großvieheinheiten je Hektar Ackerfläche ( $\beta$ -Wert:  $,362$ ). Der Einfluss beider Variablen ist höchst signifikant. Für den Erzeugerpreisindex ( $\beta$ -Wert:  $,062$ ) ist ebenfalls ein positiver Einfluss auf die Pachtpreisentwicklung geschätzt worden, jedoch ist dieser nicht signifikant.

Das Regressionsmodell zur Analyse der Einflussgrößen auf die Entwicklung der Kaufpreise basiert auf 265 Kaufverträgen. Für diese Regression sind alle oben genannten Modellbedingungen erfüllt. Die Varianz der Kaufpreisänderung wird für den Untersuchungszeitraum zu insgesamt ca. 60% (korrigiertes  $R^2: ,601$ ) durch die unabhängigen Variablen erklärt (Abbildung 2).

**Abbildung 2: Schätzung der Einflüsse auf die Kaufpreisänderung**

Signifikanzniveau:  $p \leq 0,1\%$  höchst signifikant\*\*\*

chol<sub>n</sub>: Regressionskoeffizient B

Quelle: Eigene Berechnung

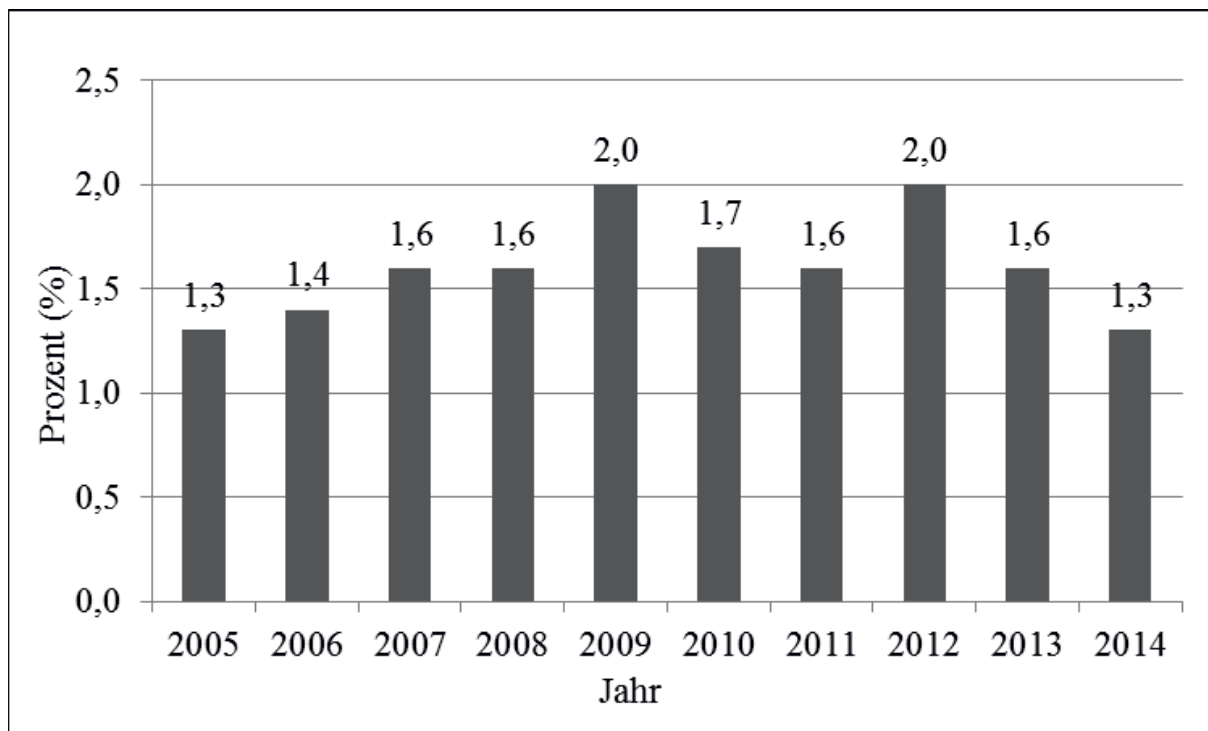
Auch dieses Gesamtmodell ist höchst signifikant (F-Wert: 133,786\*\*\*), sodass die Irrtumswahrscheinlichkeit für den festgestellten Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable  $\leq 0,1\%$  beträgt. Wie bei den Pachtpreisen hat die Anzahl der Biogasanlagen ( $\beta$ -Wert: ,698), gefolgt von den Großvieheinheiten je Hektar Ackerfläche ( $\beta$ -Wert: ,327), den größten Einfluss auf die Kaufpreise. Der Einfluss ist für beide Variablen höchst signifikant. Das Schätzmodell spricht dem Erzeugerpreisindex ( $\beta$ -Wert: ,038) ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Kaufpreisentwicklung zu, jedoch ist der Einfluss nicht signifikant.

Die Verzinsung des Bodens wurde anhand der Quotienten aus den durchschnittlichen Pacht- und Kaufpreisen in den jeweiligen Jahren in der Untersuchungsregion ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Rendite der Investition in Ackerflächen im Zeitablauf leichten, jedoch keine Regelmäßigkeiten aufweisenden, Schwankungen unterliegt und für den Untersuchungszeitraum zwischen 1,3% und 2,0% beträgt (Abbildung 3).





**Abbildung 3: Entwicklung der Relation von Pacht- zu Kaufpreisen in der Untersuchungsregion**



Quelle: Eigene Berechnung

Während die Rendite im Jahr 2005 bei 1,3% lag, ist sie bis 2009 stetig auf 2,0% gestiegen. In den beiden Folgejahren ist sie wieder auf 1,7% bzw. 1,6% gefallen, bevor sie 2012 wieder beim Höchststand von 2,0% angelangt ist. Anschließend entwickelte sich die Rendite bis 2014 (1,3%) wieder rückläufig.

#### 4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der ausgewerteten Verträge zeigen, dass sich die Pacht- und Kaufpreise für Ackerflächen in der Untersuchungsregion während des untersuchten Zeitraums mehr als verdoppelt haben und damit dem allgemeinen Trend auf dem Bodenmarkt gefolgt sind. Der Anstieg der Pachtpreise kann anhand des Regressionsmodells zu 39% und der Anstieg der Kaufpreise sogar zu 60% durch die drei berücksichtigten Einflussgrößen erklärt werden. Für die Großvieheinheiten und die Anzahl der Biogasanlagen sind die aufgestellten Hypothesen, dass bei deren Anstieg auch der Pacht- bzw. der Kaufpreis ansteigt, jeweils auf höchst signifikantem Niveau erfüllt. Die Schätzungen ergaben zudem, dass durch einen Anstieg des Erzeugerpreisindexes auch die Pacht- bzw. Kaufpreise steigen, jedoch ist diese Hypothese nicht signifikant nachgewiesen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Regressionsanalyse zu den Einflüssen auf die Pachtpreise nicht allen Modellvoraussetzungen entspricht und das Ergebnis durch Autokorrelation beeinflusst sein kann. Für die Analyse der Einflüsse auf die Kaufpreise sind hingegen alle Modellvoraussetzungen erfüllt. So werden allein 60% des Anstiegs der Kaufpreise in der Untersuchungsregion durch die analysierten, wirtschaftlichen Gründe erklärt.



Dennoch können 40% des Anstiegs nicht durch die untersuchten Gründe erklärt werden, so dass eine Preisblase nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Diesbezüglich haben die Berechnungen der Relationen der Pacht- zu den Kaufpreisen jedoch gezeigt, dass die Verzinsung des Bodens zwischen 1,3% und 2,0% schwankt. Vor dem Hintergrund des von der Europäischen Zentralbank festgelegten Hauptrefinanzierungssatzes von 0,0% übersteigt der Marktwert der Fläche den inneren Wert damit nicht. Zudem haben die Auswertungen der Oberen Gutachterausschüsse für Grundstückswerte in Niedersachsen gezeigt, dass die Bodenmobilität nicht zugenommen hat und keine bisher unbeteiligten Teilnehmer in den Bodenmarkt eingetreten sind (OGA, 2015). Demzufolge sind drei der vier zuvor genannten, von TIETZ und FORSTNER (2014) identifizierten Anzeichen einer Blasenbildung am Bodenmarkt nicht erkennbar; alleinig die Kreditfinanzierung von Flächenkäufen hat leicht zugenommen (ibid.). Das Anwachsen der Fremdfinanzierung ist jedoch im Wesentlichen auf das niedrige Zinsniveau und den damit verbundenen Mangel an rentablen Alternativinvestitionen zurückzuführen. Daher kann abschließend keine unmittelbare Gefahr der Entstehung einer spekulativen Preisblase am Bodenmarkt identifiziert werden. Zu beachten ist jedoch, dass die Analysen sich ausschließlich auf die Untersuchungsregion beziehen. Die Entwicklung der Kaufpreise sollte vor dem Hintergrund der Gefahr einer Preisblasenbildung auf dem Bodenmarkt daher weiterhin beobachtet werden.



## Literatur

- AUBURGER, S. und E. BAHRS (2013): Regionale Potentiale der Biogasproduktion zur flexiblen Stromproduktion in Deutschland. Jahrbuch der ÖGA, 23, 11-20.
- BMJV (Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz) (2016a): Beurkundungsgesetz (BeurkG). URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/beurkg/>, Abruf: 27.09.2016.
- BMJV (Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz) (2016b): Gesetz über die Anzeige und Beanstandung von Landpachtverträgen (Landpachtverkehrsgesetz - LPachtVG). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lpachtvg/gesamt.pdf>, Abruf: 27.09.2016.
- EMMANN, C.H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Analogendichte. Berichte über Landwirtschaft 90 (1): 123-135.
- GRAHAM, B. und D.L. DODD (2009): Security Analysis. 6. Auflage. New York: Mc Graw Hill.
- HABERMANN, H. und G. BREUSTEDT (2011): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. German Journal of Agricultural Economics 60 (2): 85-100.
- KRUGMAN, P. (2013): Bernanke, Blower of Bubbles? New York Times vom 9. Mai 2013, Opinion.
- LANGENBERG, J. und L. THEUVSEN (2016): Zentralisation des Flächenmanagements: Ein Beitrag zu einer effizienteren Flächennutzung? Berichte über Landwirtschaft 94 (1): 1-26.
- LSN (Landesamt für Statistik Niedersachsen) (2014): Statistische Monatshefte Niedersachsen, 6/2014. Hannover.
- OGA (Oberer Gutachterausschuss für Grundstückswerte in Niedersachsen) (2015): Landesgrundstücksmarktbericht 2015. Oldenburg.
- TEGENE, A. und F. KUCHLER (1993): Evidence on the Existence of Speculative Bubbles in Farmland Prices. Journal of Real Estate Finance and Economics 1993 (6): 223-236.
- TIETZ, A. und B. FORSTNER (2014): Spekulative Blasen auf dem Markt für landwirtschaftlichen Boden. Berichte über Landwirtschaft 92 (3): 1-17.

**Der Eigenanteil dieses Beitrags beträgt 70 %.**

---

## Zusammenfassung, Diskussion und Fazit

Die vorliegende Arbeit hat die Nutzung und die Verwendungsoptionen sowie die Entwicklung der Landwirtschaftsfläche in Deutschland fokussiert. Eklatant ist diesbezüglich – unabhängig von der annuellen oder perennierenden Wirtschaftsweise – die stetige Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland. Die Ursachen für den Rückgang liegen zum einen in der Inanspruchnahme – dem sogenannten Flächenverbrauch – für Siedlungs- und Verkehrsflächen und zum anderen in dem damit verknüpften Instrument der Eingriffs-Ausgleich-Regelung. Allein der Flächenverbrauch, der fast uneingeschränkt zu Lasten der Landwirtschaftsfläche geht, umfasste in den Jahren von 1992 bis 2015 ein Volumen von 876.100 ha (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018). Damit wurde der landwirtschaftlichen Nutzung in diesem Zeitraum durchschnittlich eine Fläche von 104 ha pro Tag entzogen. Der tägliche Flächenverbrauch ist jedoch nicht konstant, sondern verändert sich im Zeitablauf; während der Jahre von 1992 bis 2004 waren Schwankungen zwischen 100 ha und 130 ha pro Tag zu beobachten und seit 2004 nimmt der tägliche Flächenverbrauch nahezu jährlich ab. Derzeit nehmen die Siedlungs- und Verkehrsflächen durchschnittlich noch um etwa 66 ha pro Tag zu und ungeachtet des rückläufigen Trends ist es dennoch nur schwer vorstellbar, dass es gelingen wird, die Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie einzuhalten. Die Absicht der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie besteht in der Reduzierung des Flächenverbrauchs auf 30 ha pro Tag bis 2020 und auf unter 30 ha täglich bis 2030 (JAKUBOWSKI und ZARTH, 2003; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2018; UMWELTBUNDESAMT, 2018). Die unmittelbare Inanspruchnahme von Agrarflächen durch Baumaßnahmen wird somit trotz des tendenziell abnehmenden Bedarfs weiter anhalten und den Bodenmarkt auch zukünftig strapazieren. Darüber hinaus werden im Rahmen der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung, deren Grundgedanke in einem allgemeingültigen Verschlechterungsverbot für Landschaft und Natur besteht, landwirtschaftliche Flächen für Kompensationsmaßnahmen beansprucht. Für Baumaßnahmen, die nachteilig auf die Landschaft und die Natur einwirken, wird naturschutzrechtlich ein Ausgleich gefordert. Kompensiert werden die Eingriffe vielfach auf Basis des Biotopwertverfahrens, indem beispielsweise landwirtschaftliche Flächen aufgeforstet oder anderweitig extensiviert werden, woraus eine vermeidbare Flächenreduzierung für die Agrarproduktion resultiert. Die ökologische Kompensation sollte im Grunde durch die Innenentwicklung – deren Potential in der Regel nicht ausgeschöpft wird – abgedeckt werden. Die ökologische Innenentwicklung kann beispielsweise durch die Begrünung von Gebäuden oder dem Anpflanzen von Bäumen auf verbliebenen Freiflächen inmitten der Baumaßnahme umgesetzt werden, sodass Landwirtschaftsflächen – wie gesetzlich vorgeschrieben – nur aus besonderen Gründen für Kompensationszwecke in Anspruch genommen werden (BMJV, 2018a; BMJV, 2018b).

Der Beitrag III.1 des dritten Themenkomplexes hat ferner Möglichkeiten aufgedeckt den Naturschutz bzw. den zweckbestimmten ökologischen Ausgleich mit anderen Maßnahmen wie



z. B. dem Hochwasserschutz zu verbinden, um flächenschonende Synergieeffekte erreichen zu können. Die Anlage von Hochwasserpoldern und Retentionsgebieten kann simultan als Kompensationsmaßnahme dienen, indem auf den Hochwasserschutzflächen beispielsweise ökologisch hochwertiger Auenwald, der ohnehin periodisch überstaut werden muss, angepflanzt wird (EICHHORN und PUHLMANN, 1999). Die Verknüpfung derartiger Maßnahmen und eine erhöhte Umsetzung der ökologischen Innenentwicklung sollten folglich auch im Rahmen künftiger Bauprojekte stärker ins Auge gefasst werden, um ein ungerechtfertigtes Outsourcen der Ausgleichsverpflichtungen auf die Landwirtschaftsfläche zu vermeiden. Der sorgsame Umgang mit landwirtschaftlichen Flächen ist schließlich eine Grundvoraussetzung für die Erhaltung der Agrarstruktur und die Stabilität landwirtschaftlicher Betriebe (vgl. III.1).

Die Nachfrage nach dem knappen und vor allem begrenzten Gut Boden ist hoch und hat zu einem starken Preisanstieg während der letzten Jahre geführt (LSN, 2014). Das ist jedoch nicht allein auf den Flächenverbrauch zurückzuführen, sondern hat vielfältige Gründe: So haben u. a. HABERMANN und BREUSTEDT (2011) sowie EMMANN und THEUVSEN (2012) gezeigt, dass neben der außerlandwirtschaftlichen Nachfrage auch die regionale Viehdichte, das Agrarpreisniveau und die Nähe zu Absatzmärkten, um nur einige Faktoren zu nennen, aber vor allem die regionale Biogasanlagendichte Einfluss auf die Bodenpreise haben. Die im Rahmen des Beitrags III.2 gewonnenen Ergebnisse haben zwar gezeigt, dass ungeachtet der deutlichen Preisanstiege auf dem Bodenmarkt keine unmittelbare Gefahr der Entstehung einer spekulativen Preisblase zu identifizieren ist, dennoch sind die zum Teil horrenden Steigerungen kritisch zu sehen. Sie können einzelne Betriebszweige unrentabel erscheinen lassen, gewisse Produktionsrichtungen aus einigen Regionen verdrängen und somit letztlich zur Existenzgefährdung von landwirtschaftlichen Betrieben führen (vgl. III.2).

Die ursprünglichen Ursachen für die stark gestiegenen Bodenpreise liegen hingegen – zumindest teilweise – in den veränderten gesellschaftlichen und politischen Ansprüchen an die Landwirtschaft begründet. Während der nach wie vor wichtigste Aspekte der landwirtschaftlichen Flächennutzung – die Lebensmittelproduktion – bis vor zwei oder drei Dekaden auch der nahezu alleinige war, sind im Laufe der letzten Jahre weitere Ansprüche an die Landwirtschaft bzw. die Landbewirtschaftung gewachsen. Zuvorderst war das der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Unterstützung des fortdauernden Übergangs von der Kernenergie und den fossilen Energieträgern zu regenerativen Energien (GRANOSZEWSKI et al., 2011; OPPERMANN, 2013). Die Bioenergieberichte I.1, I.2 und I.3 des ersten Themenkomplexes haben die bereits gestiegene Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland veranschaulicht: Allein in den Jahren von 2000 bis 2016 hat sich deren Anbaufläche mit einer Entwicklung von 679.973 ha auf 2.690.500 ha nahezu vervierfacht (FNR, 2018). Nach Einschätzungen von beispielsweise ZEDDIES et al. (2012) ist das langfristige Potential damit erst zu etwa einem Drittel ausgeschöpft. Sie halten vor dem Hintergrund des inländischen Bevölkerungsrückgangs und anhaltender Produktivitätssteigerungen den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen bis 2050 in Deutschland auf einer Fläche von 7.500.000 ha für denkbar. Ein derartiger



Anbauumfang würde demnach gleichzeitig noch eine ausreichende Nahrungs- und Futtermittelproduktion zur Ernährung der deutschen Bevölkerung gewährleisten, wengleich 45 % der aktuell zur Verfügung stehenden landwirtschaftlich genutzten Fläche für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe eingesetzt werden würde.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Anstieg des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung vor allem auf die politischen Beihilfen durch die Förderung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz zurückzuführen ist (EMMANN und THEUVSEN, 2012). Die Förderpolitik hat so hohe Anreize gesetzt, dass die Zunahme der Biogasproduktion in manchen Regionen kaum noch zu kontrollieren war, woraufhin das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit der Gesetzesnovelle 2012 unter anderem im Hinblick auf die Vergütungssätze grundlegend und umfassend überarbeitet wurde (BMW, 2018). Der seitdem deutlich verhaltenere Anstieg der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe ist ungeachtet der positiven Aspekte der Bioenergie zur Erreichung von Klimaschutzziele für die Agrarstruktur als vorteilhaft zu bewerten. So hat die Bioenergieförderung auch zu negativen Begleiterscheinungen, wie dem im dritten Themenkomplex erläuterten deutlichen Preisanstieg für landwirtschaftliche Flächen – besonders in Regionen mit hoher Biogasanlagendichte – geführt. Zudem hat der Energiepflanzenanbau die bis dahin auf den Flächen umgesetzte Lebensmittelproduktion verdrängt, was die nationale Versorgungssicherheit mit Nahrungsmitteln zwar nicht gefährdet (ZEDDIES et al., 2012), für die globale Ernährungssicherung hingegen kritisch zu betrachten ist. Insbesondere vor dem Hintergrund der stetig steigenden Weltbevölkerung ist die Ernährungssicherung in bisher unterversorgten Regionen nicht ausschließlich auf ein Allokationsproblem, sondern auch auf ein generelles Verfügbarkeitsproblem zurückzuführen (VON BRAUN und QAIM, 2009). Weitere Begleitschäden der Bioenergieförderung bzw. des darauf zurückzuführenden Energiepflanzenanbaus ergeben sich in den entsprechenden Regionen durch ökologische sowie soziale Nachteile. In Gebieten mit besonders starkem Biogasanlagenzubau hat die biologische Artenvielfalt aufgrund der einseitigen Flächenbewirtschaftung mit dem Fokus auf den Bioenergiemaisanbau zuweilen drastisch abgenommen (SCHLAGER, 2016). Der deutlich ausgeweitete und jährlich wiederkehrende Monokulturmaisbau und die damit verknüpften negativen Veränderungen des Landschaftsbildes haben zudem vermehrt zu öffentlicher Kritik geführt (KRÖGER et al., 2016).

Das Ziel der Förderpolitik hinsichtlich der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion zur Energieerzeugung sollte es folglich zwingend sein, die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion, zu ökologischen und sozialen Aspekten der Landbewirtschaftung sowie zu agrarstrukturellen Belangen deutlich zu verringern. Gerade im Hinblick auf die Biogaserzeugung ist eine noch stärkere Fokussierung auf die Kaskadennutzung in Betracht zu ziehen; das heißt die landwirtschaftlich produzierte Biomasse wird nicht mehr direkt zu Biogas fermentiert, sondern dient als Futtergrundlage für die Nutztierhaltung und die dabei anfallenden Nebenprodukte, wie Gülle, Jauche oder Mist werden auf der zweiten Nutzungsstufe energetisch verwertet (GAIDA et al., 2013). Das reduziert einerseits die Verdrängung der Nahrungsmittel-



produktion und andererseits wird dadurch der strapazierte Bodenmarkt entspannt. Darüber hinaus ist die Förderpolitik dahingehend zu überdenken, den Anbau nachwachsender Rohstoffe nicht weiterhin indirekt über die EEG-Umlage zu fördern, sondern zukünftig verstärkt die Kultivierung ausgewählter Pflanzen bzw. die Anlage alternativer Landnutzungssysteme direkt und zielgerichtet beispielsweise mit Mitteln aus dem Europäischen Garantiefonds für die Landwirtschaft oder dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums zu unterstützen. Damit könnte der einseitigen Bewirtschaftungsentwicklung mit Hang zum Monokulturmaisbau entgegengewirkt und vielmehr Wirtschaftsweisen mit positiven externen Effekten gefördert werden.

Das im zweiten Themenkomplex ausführlich betrachtete und umfassend analysierte Landnutzungskonzept der Agroforstwirtschaft im Alley-Cropping-Anbauverfahren verbindet viele Ansprüche an die landwirtschaftliche Flächennutzung ohne dabei nennenswerte der zuvor erläuterten Konkurrenzen zu entwickeln. Im Rahmen der Anlage eines derartigen Agroforstsystems werden mit schnellwachsenden Kurzumtriebsgehölzen – beispielsweise Pappeln oder Weiden – bepflanzte Streifen in die Ackerfläche implementiert. Die Gehölzstreifen werden in Deutschland idealerweise (annähernd) in Nord-Süd-Ausrichtung angelegt, um einerseits den bestmöglichen Windschutz und andererseits den größten Lichteinfall<sup>1</sup> für die zwischenstehenden Kulturen zu gewährleisten (LESER, 1997; SCHMIDT, 2011). Die Abstände zwischen den Baumstreifen werden in der Regel so angelegt, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen der Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Maschinen entsprechen, um die Feldbewirtschaftung nicht bzw. nur möglichst geringfügig zu beeinträchtigen (EICHHORN et al., 2006). Die Kurzumtriebsstreifen haben eine Nutzungsdauer von ca. 20 Jahren und werden wiederkehrend alle drei bis acht Jahre geerntet und treiben anschließend ohne weitere erforderliche Maßnahmen wieder aus. Die in Form von Hackschnitzeln gewonnene Biomasse kann sowohl zur Wärme- als auch zur Stromgewinnung sowie durch Ausnutzung der Kraft-Wärme-Kopplung zur Strom- und Wärmeabgewinnung eingesetzt werden (DROSSART und MÜHLENHOFF, 2013). Agroforstsysteme liefern demnach energetisch nutzbare Biomasse ohne die Nahrungsmittelproduktion zu verdrängen, da sie in ihrer Eigenschaft als Mischkultursystem den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen in Form von perennierenden Gehölzen mit dem Anbau von Feldfrüchten kombinieren (GRÜNEWALD und REEG, 2009).

Die kombinierte Landnutzung stiftet im Gegensatz zu großflächigen Monokulturen auch einen umfassenden sozialen Nutzen, da die Baumstreifen insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften das Landschaftsbild aufwerten (BENDIX et al., 2010; BÖHM, 2013). Die darüber hinaus gehende ökologische Aufwertung wird unter anderem durch die Steigerung der Biodiversität im Vergleich zur Monokultur ersichtlich. Zudem verringern die Gehölzstreifen die Windgeschwindigkeit, was den Oberboden vor dem Abtrag durch Winderosion schützt

---

<sup>1</sup> Da die vorherrschende Hauptwindrichtung in den meisten Gebieten Deutschlands Westen oder Süd-Westen ist, harmonisiert die Nord-Süd Ausrichtung hinsichtlich des optimalen Lichteinfalls mit der Anlage im Sinne des Windschutzes (LESER, 1997; SCHMIDT, 2011).



(GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010). Somit kann die Gefahr von Verkehrsunfällen durch starke Sandverwehungen, wie sie im April 2011 auf der Bundesautobahn A 19 bei Rostock oder im März 2018 auf der A 27 bei Cuxhaven geschehen sind, verringert werden (SPIEGELONLINE, 2011; NDR, 2018). Die von den Baumstreifen ausgehende Durchwurzelung des Bodens wirkt ebenso dem Abschwämmen des Oberbodens durch Wassererosion in Folge starker Niederschläge, wie sie in letzter Zeit häufiger zu beobachten waren, entgegen (KASANG, 2018). Aufgrund der Bodendurchwurzelung wird auch die Nährstoffauswaschung reduziert, wodurch die Eutrophierung von Gewässern vermindert wird (GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010).

Der Anbauumfang von Agroforstsystemen im Alley-Cropping-Anbauverfahren ist in Deutschland sehr überschaubar und beschränkt sich ungeachtet der zahlreichen Vorzüge nahezu ausschließlich auf Versuchsflächen (BÄRWOLFF und VETTER, 2011). Dabei haben die Berechnungen im Rahmen des Beitrags II.2 gezeigt, dass Alley-Cropping-Agroforstsysteme sowohl aus Rentabilitäts Gesichtspunkten als auch hinsichtlich der Einkommenssicherheit gegenüber dem ganzflächigen Ackerbau vorzüglich sein können. Die geringfügigen Vorteile erscheinen jedoch nicht ausreichend, dass Landwirte diese Form der Landnutzung umsetzen. Es darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Anlage eines Agroforstsystems den Flächenbewirtschafter langfristig an dieses Produktionsverfahren bindet bzw. dass eine vorzeitige Desinvestition zu wirtschaftlichen Nachteilen führt, da die Rückflüsse der Gehölzanlage zum Großteil erst in der zweiten Hälfte der Nutzungsdauer generiert werden (WAGNER et al., 2012). Die damit einhergehende Einschränkung in der Flexibilität beispielsweise im Hinblick auf Veränderungen der Arbeitsbreiten landwirtschaftlicher Maschinen scheinen Landwirte vor der Anlage abzuschrecken. Sollten sich die Voraussetzungen hinsichtlich der Flächengestaltung sowie der Arbeitsbreiten ändern und – wie für die Berechnungen angenommen – nicht mehr optimal ausgestaltet sein, ist die Vorzüglichkeit aus Rentabilitäts Gesichtspunkten hinfällig.

Es bedarf folglich flankierender Maßnahmen zur Unterstützung der Agroforstwirtschaft, um die vielschichtigen Vorteile dieses Produktionsverfahrens gesamtgesellschaftlich nutzen zu können. Die Ergebnisse der Befragungen landwirtschaftlicher Betriebsleiter im Rahmen des Beitrags II.5 haben gezeigt, dass vor allem finanzielle Beihilfen – beispielsweise in Form von Anlageförderungen – Landwirte motivieren können Agroforstsysteme anzulegen. Durch finanzielle Beihilfen würde ähnlich der Biogasförderung der Anbau nachwachsender Rohstoffe unterstützt werden, jedoch zielgerichtet und mit positiver ökologischer Wirkung einhergehend. Im Gegensatz zum großflächigen Energiemaisanbau führen Agroforstsysteme nicht zwangsläufig zu weit verbreiteten Monokulturen, da das Agrarholz auf verschiedenen Flurstücken stets mit diversen Feldfrüchten kombiniert werden kann. Zudem beträgt der flächenmäßige Gehölzanteil in Agroforstsystemen lediglich um die zehn Prozent, wodurch weder regional noch überregional eine nennenswerte Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion, die Teil des Anbauverfahrens ist, entstehen kann (BÄRWOLFF und VETTER, 2011). Das ist insbe-





sondere vor dem Hintergrund einer eventuellen Überförderung und eines daraus gegebenenfalls resultierenden starken regionalen Zubaus mit Agroforstsystemen bedeutsam. Darin liegt auch der wesentliche Vorteil der Agroforstwirtschaft gegenüber Kurzumtriebsplantagen begründet: Eine aufgrund von Fördermaßnahmen starke Konzentration von Kurzumtriebsplantagen würde einerseits andere Kulturen deutlich zurückdrängen bzw. zu Lasten der Lebensmittelherzeugung erfolgen und andererseits die ökologischen Vorteile – gerade im Hinblick auf die Biodiversität – zunichtemachen.

Politische Fördermaßnahmen sollten, um ungewollte Fehlallokationen zu vermeiden, gesellschaftlich legitimiert sein und somit letztlich auch den öffentlichen Präferenzen folgen (POMMERHNE und ROEMER, 1992). Die Auswertungen der umfangreich angelegten Studie mit 1714 Probanden im Rahmen der Beiträge II.4 und II.5 haben ergeben, dass 65,1 % der Befragten eine Zahlungsbereitschaft zur Unterstützung der Agroforstwirtschaft aufweisen. Darüber hinaus halten drei Viertel der Nichtzahlungsbereiten Agroforstsysteme für sinnvoll, sind nur nicht bereit höhere Ausgaben dafür zu zahlen und 82,1 % stimmen der Aussage zu, dass es grundsätzlich Aufgabe der Politik ist, Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen zu fördern. Die eindeutigen Ergebnisse implizieren folglich, dass eine Förderung der Agroforstwirtschaft gesellschaftlichen Rückhalt findet und können demnach auch als Politikempfehlung verstanden werden.

Die Politik sollte infolgedessen letztlich zu dem Schluss kommen, die Agroforstwirtschaft in Deutschland zu fördern, wenngleich etwaige Fördermaßnahmen nicht trivial sein können, sondern präzise und zielgerichtet auszugestalten sind. Diesbezüglich empfiehlt es sich, keine wiederkehrenden Beihilfen über die Nutzungsdauer zu gewähren, sondern die Anlage der Gehölzstreifen einmalig zu fördern, da die wirtschaftliche Belastung zu Beginn durch die Anlagekosten entsteht. Das setzt indes zweifelsohne eine vertraglich festgeschriebene Mindestdauer der agroforstlichen Flächennutzung voraus. Über die Bereitstellung finanzieller Beihilfen hinaus sollte die Förderung in einen entsprechenden Rahmen eingebettet werden, der unter anderem die von den landwirtschaftlichen Betriebsleitern geforderten Erleichterungen hinsichtlich des Agrarantrages sowie einen höheren Stellenwert der Agroforstwirtschaft innerhalb des Greening enthält (vgl. II.5). Es ist überdies im Fall einer Förderung nicht mit einer flächendeckend ausgewogenen Implementierung der Mischkultursysteme zu rechnen. Da mit steigender Bodenqualität die Opportunitätskosten des Agrarholzanbaus steigen (KRÖBER et al., 2009; WOLBERT-HAVERKAMP, 2012; EMMANN et al., 2013), würden vermutlich – in Abhängigkeit von der Förderhöhe – zuerst auf leichten Standorten Agroforstsysteme angelegt werden. Erst bei steigenden Prämien ist dann auch ein Anbau auf Standorten mit besserer ackerbaulicher Eignung zu erwarten. Vor diesem Hintergrund ist zu berücksichtigen, dass in Deutschland 17 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen einem erhöhten Risiko von Wind- und Wassererosion unterliegen (SCHMITZ et al., 2015); für diese Regionen sind gesonderte Anreize zur Agroforstimplementierung zu setzen, um die erosionsschützenden Wirkungen generieren zu können.



Eine Einschränkung der durch den Agrarholzanbau produzierten Biomasse besteht in der Verwertung: Während die Hackschnitzel problemlos zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden können, ist eine Transformation in Flüssigkraftstoff zur motorisierten Fortbewegung technisch anspruchsvoll sowie kostenintensiv und somit nicht praxistauglich (ZEHM und BILITEWSKI, 2008; GUENTHER-LÜBBERS et al., 2014). Der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Biokraftstoffen kann hingegen – soweit erforderlich – auch mithilfe von Agroforstsystemen gedeckt werden. Die zwischen den Gehölzstreifen kultivierten Feldfrüchte können zweifellos nicht nur zur Nahrungsmittelproduktion dienen, sondern auch energetisch nutzbare Biomasse zur Verfügung stellen. So können Raps oder Weizen zur Biodiesel- oder Bioethanolvergewinnung genauso wie Energiemais zur Biogaserzeugung angebaut werden. Der grundlegende Vorteil einer Förderung von Agroforstsystemen gegenüber der bisherigen Bioenergieförderung liegt jedoch letztlich darin, dass einerseits Klimaschutzaspekte mit dem Übergang von fossilen zu regenerativen Energieträgern und andererseits Belange des Umwelt- und Naturschutzes durch biodiversitätssteigernde sowie erosionsmindernde Maßnahmen simultan unterstützt werden.



## Literatur

- BENDIX, J., H. BEHLING, T. PETERS, M. RICHTER und E. BECK (2010): Functional biodiversity and climate change along an altitudinal gradient in a tropical mountain rainforest. In: Tschardtke, T., C. Leuscher, E. Veldkamp, H. Faust, E. Guhardja und A. Bidin (Hrsg.): Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change - Ecological and Socio-economic Valuations. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg: 239-268.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2018a): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege. In: [https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg\\_2009/](https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/), Abruf: 20.03.2018.
- BMJV (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2018b): Baugesetzbuch. In: <https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/>, Abruf: 20.03.2018.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2018): Das Erneuerbare-Energien-Gesetz. In: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71802](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71802), Abruf: 21.03.2018.
- BÖHM, C. (2013): Effekte agroforstlicher Landnutzung auf Mikroklima, Bodenfruchtbarkeit und Wasserqualität. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche 43: 46.
- DROSSART, I. und J. MÜHLENHOFF (2013): Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen. *Renews Spezial*, Ausgabe 66/April 2013. Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.). Berlin.
- EICHHORN, A. und G. PUHLMANN (1999): Das EU-Life-Projekt "Renaturierung von Fluss, Altwasser und Auenwald an der Mittleren Elbe". In: *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 36 (2): 43-50.
- EICHHORN, M.P., P. PARIS, F. HERZOG, L.D. INCOLL, F. LIAGRE, K. MANTZANAS, M. MAYUS, G. MORENO, V.P. PAPANASTASIS, D.J. Q, A. PISANELLI und C. DUPRAZ (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. In: *Agroforestry Systems* 67 (1): 29-50.
- EMMANN, C.H. und L. THEUVSEN (2012): Einfluss der Biogasproduktion auf den regionalen Pachtmarkt – Empirische Erhebung in fünf niedersächsischen Landkreisen mit hoher Analgendichte. *Berichte über Landwirtschaft* 90 (1): 123-135.
- EMMANN, C., C. PANNWITZ, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2013): Ökonomische Bewertung eines Alley-Cropping-Systems zur Nahrungsmittel- und Energieholzproduktion in Brandenburg. In: Bahr, E., T. Becker, R. Birner, M. Brockmeier, S. Dabbert, R. Doluschitz, H. Grethe, C. Lippert und E. Thiele (Hrsg.): Herausforderungen des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Welternährung. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.*, Band 48, Münster, Landwirtschaftsverlag, 60-71.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2018): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. In: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html>, Abruf: 10.03.2018.
- GAIDA, B., I. SCHÜTTMANN, H. ZORN und B. MAHRO (2013): Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotential der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben der Hochschule Bremen und der Universität Gießen.



- GRANOSZEWSKI, K., A. SPILLER, C. REISE und O. MÜBHOFF (2011): Die Diffusion regenerativer Energien in der deutschen Landwirtschaft – Investitionsverhalten in einem politisch induzierten Markt. In: Andreani, J.-C. und U. Collesei (Hrsg.): Proceedings der 10. International Conference Marketing Trends, 20.-22.01.2011, Paris.
- GRÜNEWALD, H. und T. REEG (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. In: Reeg, T., A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.
- GUENTHER-LÜBBERS, W., S. HENKE, C. SCHAPER und L. THEUVSEN (2014): Der Markt für Bioenergie. In: German Journal of Agricultural Economics 63 (Supplement): 94-111.
- HABERMANN, H. und G. BREUSTEDT (2011): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. German Journal of Agricultural Economics 60 (2): 85-100.
- JAKUBOWSKI, P. und M. ZARTH (2003): Nur noch 30 Hektar Flächenverbrauch pro Tag. In: Raumforschung und Raumordnung (61) 3: 185-197.
- KASANG, D. (2018): Starkniederschläge: Physikalische Grundlagen. In: <http://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/2103720/starkniederschlag-physikalisch/>, Abruf: 21.03.2018.
- KRÖBER, M., K. HANK, J. HEINRICH und P. WAGNER (2009): Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Energieholzangebotes in Kurzumtriebsplantagen – Risikoanalyse mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation. In: Berg, E., M. Hartmann, T. Heckeley, K. Holm-Müller, G. Schiefer (Hrsg.): Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 44, Münster, Landwirtschaftsverlag, 127-139.
- LESER, H. (1997): Landschaftsökologie. Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung. 4. Auflage, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- LSN (Landesamt für Statistik Niedersachsen) (2014): Statistische Monatshefte Niedersachsen, 6/2014. Hannover.
- NDR (Norddeutscher Rundfunk) (2018): Schon wieder: Sandsturm stoppt Verkehr auf A 27. In: [https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg\\_ostfriesland/Schon-wieder-Sandsturm-stoppt-Verkehr-auf-A-27,sandsturm222.html](https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Schon-wieder-Sandsturm-stoppt-Verkehr-auf-A-27,sandsturm222.html), Abruf: 21.03.2018.
- OPPERMANN, R., N. KASPERCZYK, B. MATZDORF, M. REUTTER, C. MEYER, R. LUICK, S. STEIN, K. AMESKAMP, J. GELHAUS, R. BLEIL (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.
- POMMEREHNE, W.W. und A.U. ROEMER (1992): Ansätze zur Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter. Ein Überblick. Jahrbuch für Sozialwissenschaften 43: 171-210.
- SCHLAGER, P. (2016): Fernerkundungsgestützte Analyse und Bewertung ökologischer Auswirkungen des Anbaus von Bioenergiepflanzen auf die Agro-Biodiversität anhand der Modellierung der Habitatansprüche der Feldlerche. Dissertation, Universität Hohenheim.
- SCHMIDT, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHMITZ, P.M., P. MAL und J.W. HESSE (2015): The importance of conservation tillage as a contribution to sustainable agriculture: A special case of soil erosion. Agribusiness Forschung No. 33, Institut für Agribusiness, Gießen.



- SPIEGELONLINE (2011): Sandsturm auf Autobahn bei Rostock - mehrere Tote. In: <http://www.spiegel.de/panorama/massenkarambolage-auf-a19-sandsturm-auf-autobahn-bei-rostock-mehrere-tote-a-755908.html>, Abruf: 21.03.2018.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018): Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst täglich um 66 Hektar. In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Flaechennutzung/FlaechennutzungAktuell.html>, Abruf: 18.03.2018.
- UMWELTBUNDESAMT (2018): Siedlungs- und Verkehrsfläche. In: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1>, Abruf: 19.03.2018.
- VON BRAUN, J. und M. QAIM (2009): Herausforderungen der weltweiten Lebensmittelversorgung – Verantwortung und Chancen für die deutsche Landwirtschaft. Frankfurt am Main.
- WAGNER, P., J. SCHWEINLE, F. SETZER, M. KRÖBER und M. DAWID (2012): DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage. DLG-Merkblatt 372. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- WOLBERT-HAVERKAMP, M. (2012): Miscanthus und Pappelplantagen im Kurzumtrieb als Alternative zum klassischen Ackerbau – Eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo Simulation. Berichte über Landwirtschaft 90 (2): 302-316.
- ZEDDIES, J., E. BAHRS, N. SCHÖNLEBER und W. GAMER (2012): Globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials. Aktualisierte Fassung (August 2012), Bericht aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim.
- ZEHM, A. und B. BILITEWSKI (2008): Biokraftstoffe aus Bioabfall. 6. Fachtagung: Anaerobe biologische Abfallbehandlung, September 2008.

---

## Erklärungen

1. Hiermit erkläre ich, dass diese Arbeit weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits anderen Prüfungsbehörden vorgelegen hat.

Weiter erkläre ich, dass ich mich an keiner anderen Hochschule um einen Doktorgrad beworben habe.

Göttingen, im Mai 2018

Josef Langenberg

2. Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass diese Dissertation selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt wurde.

Göttingen, im Mai 2018

Josef Langenberg

---

## Lebenslauf

### Persönliche Angaben

Name	Josef Langenberg
Geburtsdatum	09. Juli 1985
Geburtsort	Recklinghausen
Familienstand	ledig
Nationalität	Deutsch

### Schul- und Hochschulausbildung

2006	Abitur am Clemens-Brentano-Gymnasium Dülmen
2008-2012	Studium der Agrarwissenschaften an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Abschluss: Bachelor of Science
2012-2014	Studium der Agrarwissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen, Abschluss: Master of Science
2014-2018	Promotionsstudium und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen, Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness





