

---

## 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**

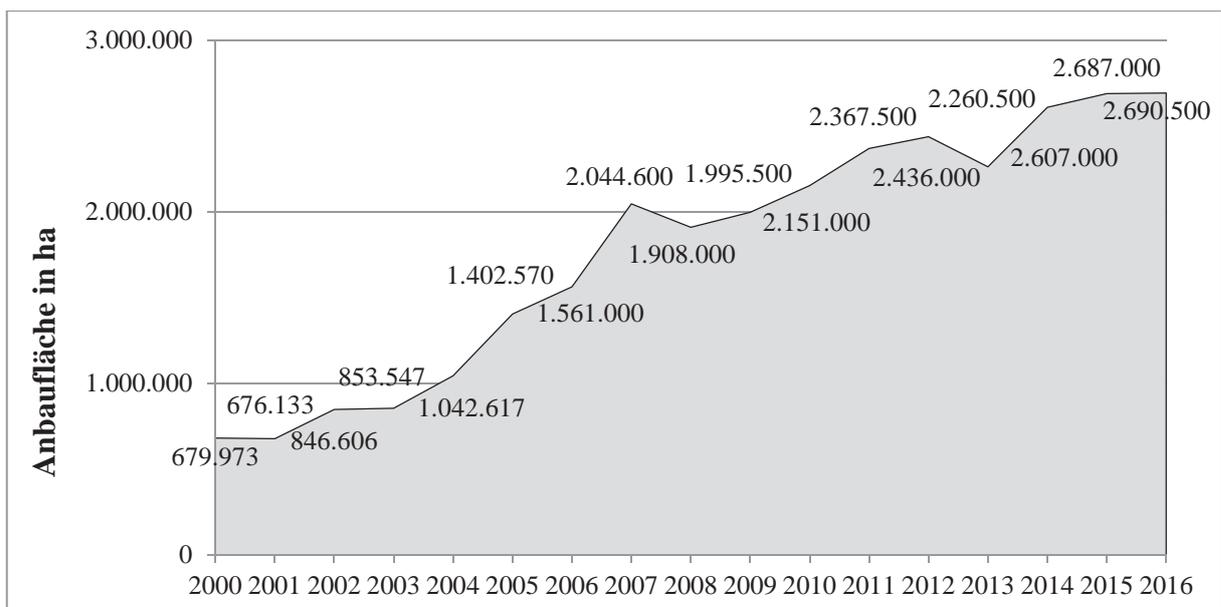
Der erste Teil der vorliegenden Arbeit umfasst die drei Beiträge „Der Markt für Bioenergie 2014“ (I.1), „Der Markt für Bioenergie 2015“ (I.2) und „Der Markt für Bioenergie 2016“ (I.3). Die drei Berichte stellen zeitlich aufeinander aufbauend den deutschen und internationalen Bioenergiemarkt sowie dessen 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 Exkrementen 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).

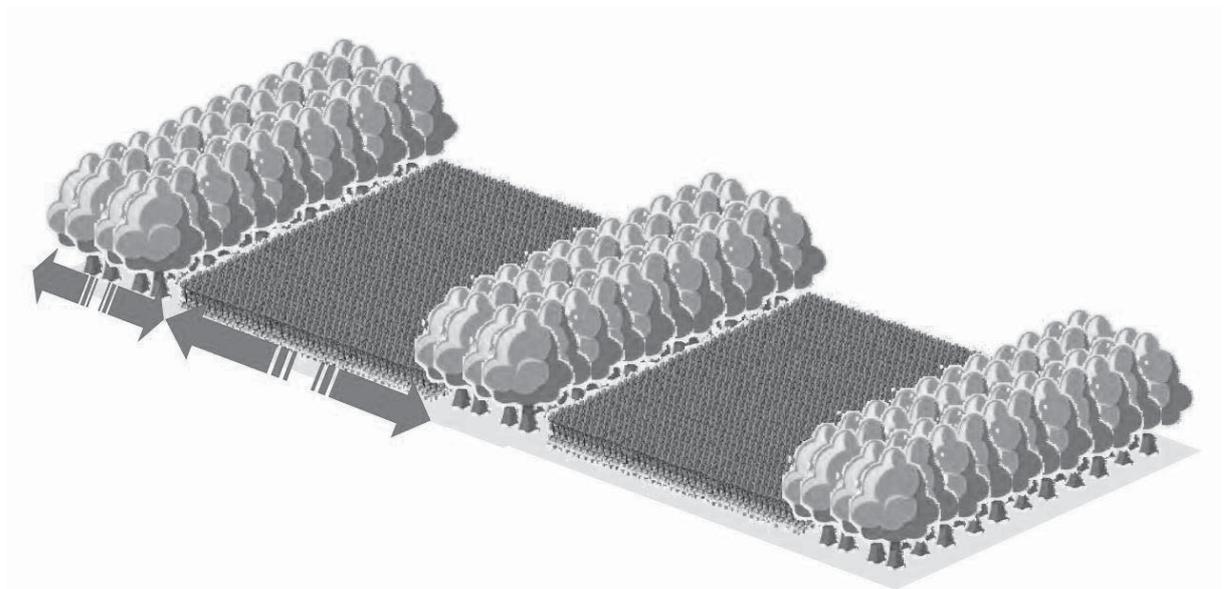
Die drei Beiträge zum Markt für Bioenergie schließen jeweils mit der Betrachtung eines aktuellen und hinsichtlich der Bioenergie relevanten Themengebietes. „Der Markt für Bioenergie 2014“ behandelt somit abschließend den Wirtschaftsdüngereinsatz in Biogasanlagen. Im darauffolgenden Jahr schließt der 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-