



Maximilian Deutsch (Autor)  
**Digitale und nachhaltige Innovationen im  
Agribusiness**



**INTERNATIONALE REIHE  
AGRIBUSINESS**

Band 32 Maximilian Deutsch

**Digitale und nachhaltige  
Innovationen im Agribusiness**



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8408>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Einleitung

Das Agribusiness als Wertschöpfungskette der Land- und Ernährungswirtschaft steht in Anbetracht des Spannungsfeldes aus Klimawandel, Digitalisierung und gesellschaftlichem Wunsch nach Nachhaltigkeit auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene vor enormen Veränderungen (ZANDER et al., 2013; GANDORFER et al., 2017; IPCC, 2019). So besteht für die produzierende Landwirtschaft als Kernsektor des Agribusiness die Herausforderung, die Forderungen von Politik und Gesellschaft nach mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit, die sich unter anderem im „Green Deal“ der Europäischen Kommission (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2019a) oder im Klimaschutzprogramm 2030 der deutschen Bundesregierung (BMU, 2019) niederschlagen, mit dem ursprünglichen Ziel der Lebensmittelproduktion zu verbinden und dabei gleichzeitig ein gesichertes, risikoadäquates Einkommen zu erzielen (REIDSMA et al., 2010; LAMINE, 2015). In den vor- und nachgelagerten Sektoren der Betriebsmittelhersteller und des Landhandels wiederum sorgen neben diesen Faktoren ein zunehmender Wettbewerb und Preiskampf sowie eine Veränderung des Wettbewerbsumfelds und der Kundenanforderungen durch die fortschreitende Digitalisierung aller Stufen entlang der Wertschöpfungskette für neue Herausforderungen (GOLLISCH und THEUVSEN, 2015; ACKERMANN et al., 2018; SCHULZE SCHWERING und SPILLER, 2018).

Die produzierende Landwirtschaft ist im Zusammenhang mit dem anthropogen verursachten Klimawandel auf der einen Seite direkt und empfindlich von den Veränderungen in Niederschlägen und der Zunahme von Dürre- oder Starkregenereignissen betroffen, da diese unmittelbar zu kurzfristigen negativen Ertragseffekten durch Wassermangel und zu langfristigen negativen Effekten durch eine verstärkte Erosion oder Nährstoffauswaschungen führt (GÖMANN et al., 2015). Andererseits steht die Landwirtschaft auch als einer der Verursacher des anthropogenen Klimawandels mit rund 11 Prozent der emittierten Treibhausgase in Deutschland im Fokus der öffentlichen Diskussion, wobei insbesondere die Methan-, Ammoniak- und Lachgasemissionen aus Düngung und Nutztierhaltung sowie die Nutzung kohlenstoffreicher Böden im Fokus stehen (BLE, 2020). Diese Aspekte sind in vielen Fällen direkt mit dem gesellschaftlichen Wunsch nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft verknüpft. So sorgen unter anderem intensiver Ackerbau und Nutztierhaltung mit hohen Nährstoffüberschüssen und ein Rückgang der Biodiversität in großräumigen Agrarlandschaften, insbesondere vor dem Hintergrund hoher Transferzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union, vermehrt für Forderungen nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft, die neben dem Ziel der Lebensmittelproduktion auch ökologische und soziale Ziele stärker in den Fokus nimmt und somit vermehrt eine gesellschaftliche Gegenleistung für die aus öffentlichen Mitteln geleisteten Zahlungen liefert (BÖHM et al., 2009; ZANDER et al., 2013; BALMANN, 2016).

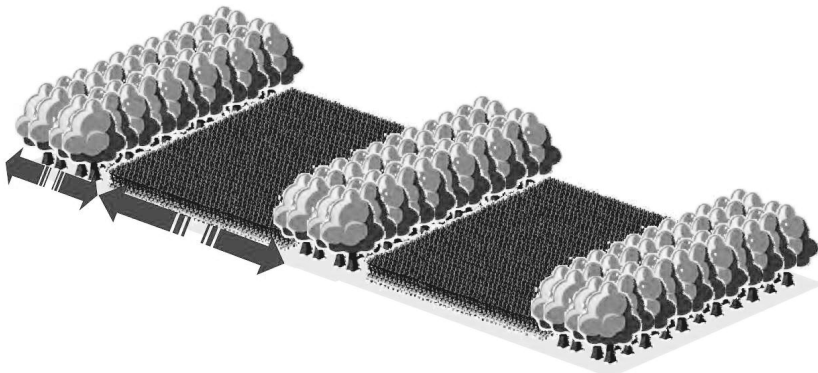
Als Reaktion auf die Auswirkungen des Klimawandels einerseits und die gesellschaftlichen Ansprüche andererseits entstanden auf europäischer Ebene die „Farm to fork“-Strategie im Rahmen des „Green Deal“ der Europäischen Kommission (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2019a) sowie die „Agri-environment-climate measures“ (AECMs) der GAP 2020 (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2019b) als Entwürfe für eine Transformation der europäischen Landwirtschaft. Diese sehen eine deutliche Reduzierung des Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatzes sowie eine mindestens fünfzigprozentige Verringerung der Nährstoffverluste bis 2030 vor (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2020a). Gleichzeitig soll sich die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) in Richtung eines Instrumentes zur Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft entwickeln, unter anderem durch eine verstärkte Konditionalität, Eco Schemes und die bereits erwähnten AECMs (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2020b). Durch Maßnahmen aus dem Katalog der AECMs sollen unter anderem eine Erhöhung der Biodiversität, eine Verbesse-

rung der Bodenstruktur und eine Verringerung des Einsatzes von Dünger und Pflanzenschutzmitteln erreicht werden (BMEL, 2020).

Auf nationaler Ebene dient das Klimaschutzprogramm 2030 der deutschen Bundesregierung zur Umsetzung der Klimaziele 2050, die auf Basis der Vereinbarungen des Pariser Übereinkommens zum Klimaschutz von 2015 entwickelt wurden (BMU, 2015; BMU, 2016; BMU, 2019). Darin werden neben einer nationalen Abgabe für die Emission von CO<sub>2</sub> auch eine nachhaltige Energie- und Wärmegewinnung aus regenerativen Quellen als Ziele genannt. Im Bereich der Landwirtschaft stehen eine effizientere Nutzung von Wirtschaftsdünger und der Humusaufbau und -erhalt im Ackerland im Fokus. Als eine mögliche Maßnahme in diesem Rahmen schlägt das Klimaschutzprogramm den Ausbau der Förderung von Forststreifen auf landwirtschaftlichen Flächen mit dem Ziel der Verbesserung der Bodenqualität bei gleichzeitiger Reduktion der CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen vor (BMU, 2019).

Diese Agroforstsysteme als innovatives, nachhaltiges Landnutzungssystem, in dem der Anbau von traditionellen Ackerkulturen mit Streifen von schnellwachsenden Gehölzen kombiniert wird (siehe Abbildung 1), werden dabei auch im Rahmen der AECMs als eine Möglichkeit genannt, um möglichst viele Nachhaltigkeits- und Klimaziele zu erfüllen und mit der landwirtschaftlichen Kernfunktion der Lebensmittelerzeugung zu verbinden und gleichzeitig nachhaltig Biomasse für die Erzeugung von erneuerbaren Energien und Wärme zu gewinnen (EUROPÄISCHES PARLAMENT, 2020). Neben den reinen Produktionsfunktionen von Feldfrüchten zur Lebensmittelproduktion und Kurzumtriebsgehölzen zur Hackschnitzelgewinnung für die energetische Nutzung bieten Agroforstsysteme darüber hinaus weitere positive Effekte in Form einer Reduktion von Nährstoffauswaschungen, einer höheren Ausnutzung der Bodenwasserkapazität vor dem Hintergrund klimatischer Extremereignisse, einer Diversifizierung des Landschaftsbildes und einer Steigerung der Biodiversität (GRÜNEWALD, 2005; ZEHLIUS-ECKERT, 2010; KANZLER et al., 2017). Gleichzeitig stellen Agroforstsysteme für Landwirte eine Möglichkeit zur Einkommensgenerierung und Risikodiversifizierung dar (KRÖBER et al., 2009; LANGENBERG et al., 2018; BEER, 2019), die gesellschaftlich eine hohe Akzeptanz und Legitimation genießt (OTTER und LANGENBERG, 2020) und somit als ein potentieller Lösungsweg für die eingangs genannten Herausforderungen der Landwirtschaft vor dem Hintergrund politischer und gesellschaftlicher Nachhaltigkeits- und Klimaschutzanforderungen dienen kann.

**Abbildung 1: Schematische Darstellung eines streifenförmigen Agroforstsystems**



Quelle: FREESE et al. (2010)

In der landwirtschaftlichen Praxis beschränkt sich die Anlage von Agroforstsystemen trotz dieser Vorteile bislang allerdings weitgehend auf private und öffentliche Versuchsflächen und ist von einer großflächigen Verbreitung, ähnlich wie Kurzumtriebsplantagen zur flächigen Produktion von Agrarholz, weit entfernt (BÄRWOLFF et al., 2011; FNR, 2020). Die Gründe für diese geringe Verbreitung liegen, neben einer hohen Komplexität im Rahmen des Agrarförderrechts (BÖHM et al., 2017), einerseits in der Abhängigkeit der relativen ökonomischen Vorzüglichkeit von Marktpreisen, Erträgen und Standortbedingungen (KRÖBER et al., 2009; REEG et al., 2009; HAVERKAMP et al., 2014), andererseits aber auch in Vorbehalten der Landwirte gegenüber Risiken und ökonomischen Vorteilen, die aus einem langen Investitionshorizont bei Agroforstsystemen, einer hohen Investitionssumme sowie der wahrgenommenen Volatilität der Hackschnitzelpreise resultieren (JONSSON et al., 2011; WARREN et al., 2016; LANGENBERG, 2018; BEER, 2019).

Die bisherige Forschung beschränkt sich dabei jedoch primär auf die Analyse der Hackschnitzelerzeugung aus schnellwachsenden Gehölzen in Kurzumtriebsplantagen, für die eine gesamte Fläche von einer traditionellen Ackerbaufruchtfolge auf diese für Landwirte neue Landnutzungsform umgestellt wird. Agroforstsysteme kombinieren dagegen die für Landwirte bekannten Formen der Feldfruchterzeugung mit streifenförmig angelegten, schnellwachsenden Gehölzen und stellen daher andere Anforderungen an Wissen, Erfahrung, Einstellung und Akzeptanz. Um diese Anforderungen ganzheitlich bewerten zu können, ist eine Untersuchung der verhaltensökonomischen Akzeptanzfaktoren, der Innovationsdiffusion in das bestehende Produktionssystem der Landwirte und der ökonomischen Einflussfaktoren für die Umstellung des Produktionssystems unter realen Bedingungen notwendig. Die vorliegende Arbeit orientiert sich daher im Bereich der Agroforstsysteme an der folgenden Forschungsfrage, um Wege zu einer größeren Verbreitung dieser Systeme aufzuzeigen und bestehende Barrieren zu identifizieren, die bei einer Integration im Rahmen des Klimaschutzprogrammes 2030 oder der AECMs beachtet werden sollten:

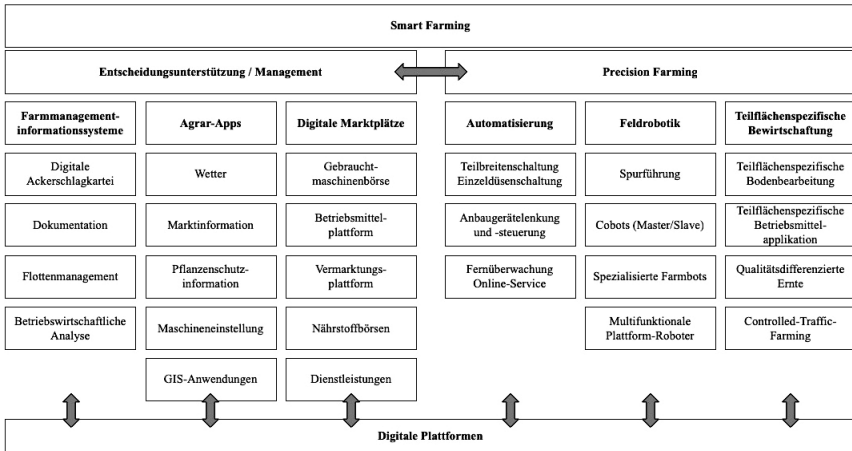
- Unter welchen Voraussetzungen können nachhaltige Landnutzungssysteme etabliert werden?

Um die verschiedenen Dimensionen dieser übergeordneten Forschungsfrage abbilden zu können, wurden darauf aufbauend den verschiedenen Beiträgen die folgenden Forschungsfragen zugrunde gelegt:

- Wie bewerten Landwirte Akzeptanzfaktoren von Agroforstsystemen?
- Welche ökonomischen Vorteile erwarten sie aus der Anlage und Unterhaltung eines solchen Systems?
- Ab welcher Schwelle ist ein Agroforstsystem für Landwirte unter realen Bedingungen ökonomisch vorteilhaft?
- Wie ist der Adoptionsgrad von Agroforstsystemen in Deutschland?
- Welche Faktoren beeinflussen diesen Adoptionsgrad?
- Wie bewertet die Bevölkerung den Anbau von Agrarholz auf landwirtschaftlichen Flächen vor dem Hintergrund von Nutzungsalternativen?

In den vor- und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette des Agribusiness spielt neben diesen Auswirkungen von Klimawandel- und Nachhaltigkeitsdebatte auf die Landwirte als ihren Kunden die Digitalisierung eine zunehmende Rolle und betrifft dabei alle Bereiche der Landwirtschaft, wie Abbildung 2 verdeutlicht:

Abbildung 2: Digitalisierung in der Landwirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung nach GANDORFER et al. (2017)

Im Bereich des Handels von Gütern und Dienstleistungen kann sich diese Digitalisierung analog zu anderen Wirtschaftsbereichen sowohl in einer Disintermediation bestehender Wertschöpfungsstufen als auch in einer stärkeren Ausrichtung auf potenziell marktbeherrschende digitale Marktplätze und Plattformen ausdrücken (MORSCHETT, 2011; SCHULZE, 2012; VERHOEF et al., 2015; EVANS und SCHMALENSEE, 2016; KIRCHNER und BEYER, 2016; HAENNINEN et al., 2019). Dabei ist insbesondere der Bereich des Landhandels als zentrales Bindeglied zwischen vor- und nachgelagertem Bereich sowie der Landwirtschaft aufgrund seiner vielfältigen Interaktionen entlang der Wertschöpfungskette von Veränderungen besonders betroffen (STRECKER et al., 2010; LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK, 2015). So sind unter anderem die Kernfunktionen der Lagerung, des Qualitätsausgleichs und der Distribution im Landhandel bereits heute von einer zunehmenden Disintermediation betroffen, die sich möglicherweise durch eine zunehmende Digitalisierung verstärken wird (STRECKER et al., 2010; SCHULZE, 2012; GOLLISCH und THEUVSEN, 2015). Gleichzeitig sorgen der landwirtschaftliche Strukturwandel, sich verändernde Kundenanforderungen im Bereich der Beratung, eine höhere Preissensitivität sowie ein von Fusionen und Übernahmen geprägtes Marktumfeld für zusätzlichen Veränderungsdruck (HOLLSTEIN, 2001; GOLLISCH und THEUVSEN, 2015; FECKE et al., 2018). Gleichzeitig kann die Digitalisierung durch die Einführung digitaler Vertriebs- und Beratungskonzepte, die eine Verbesserung der Beratungsqualität und -intensität, der Kommunikation sowie der Verfügbarkeit bewirken, auch eine Chance für etablierte Unternehmen des Landhandels darstellen (JENSEN-AUVERMANN et al., 2019; VON HOBE et al., 2019)

Dabei ist der Grad der digitalen Transformation der Wertschöpfungskette des Agribusiness im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbereichen allerdings bisher eher gering (ACKERMANN et al., 2018). So nutzt bislang nur ein geringer Teil der Landwirte regelmäßig digitale Kanäle für den Kauf von Betriebsmitteln und stellt dabei besondere Anforderungen an Preise und Leistungen im Vergleich zum stationären Landhandel (ACKERMANN et al., 2018; FECKE et al., 2018; SCHULZE SCHWERING und SPILLER, 2018). Gleichzeitig nimmt die Anzahl digitaler Marktplätze und Einkaufsmöglichkeiten, die sowohl von neuen Marktteilnehmern als auch

von etablierten Landhandelsunternehmen gegründet werden, stetig zu, wobei auch hier mit einer Marktberreinigung durch Fusionen, Kooperation und Geschäftsaufgaben zu rechnen ist (CLASEN et al., 2013; HUCHTEMANN und THEUVSEN, 2018; SCHULZE SCHWERING und SPILLER, 2019). Für die etablierten stationären Landhandelsstrukturen stellt sich somit die Herausforderung, in eine potentiell marktverändernde Technologie zu investieren, um nicht im Rahmen des technischen Fortschritts erhebliche Teile ihres Kerngeschäftes zu verlieren, wobei diese Investitionen vor dem Hintergrund eines hohen Konkurrenzdrucks und niedriger Margen eine besondere Herausforderung darstellen (SPINNE, 2014; GOLLISCH und THEUVSEN, 2015; GINDELE, 2016). Darüber hinaus ist diese Investition mit einem großen Risiko behaftet, da eine große Kundenbasis und ein früher Markteintritt wichtige Determinanten des Erfolges sind und es im Bereich der digitalen Märkte häufig zu einem sogenannten Winner-take-all Effekt kommt, indem eine Plattform oder ein Marktplatz nach einem exponentiellen Wachstum eine marktbeherrschende Stellung einnimmt (NOE und PARKER, 2005; CLASEN et al., 2013; GUBANOVE et al., 2017; VERDONK, 2019). Für die Betriebsmittelhersteller des Agribusiness stellt sich in gleichem Maße die Frage, inwiefern sie tiefer in die bisherige primäre Geschäftsbeziehung der Landwirte zum Landhandel eintreten wollen und inwiefern sie dessen Funktionen mit den Mittel der Digitalisierung im Rahmen einer Disintermediation kompensieren oder ersetzen können und wollen. Eine Entscheidung, die analog zur Situation des Landhandels mit einem hohen Investitionsvolumen und Risiko behaftet ist.

In der bisherigen empirischen Forschung zur Digitalisierung im Agribusiness stand dabei die Seite der Landwirte mit ihren Akzeptanzfaktoren, Erwartungen und Anforderungen im Fokus. Für ein ganzheitliches Bild der aktuellen Digitalisierungsmaßnahmen und eine Einschätzung potenzieller Digitalisierungsverläufe sowie deren Auswirkungen auf den etablierten stationären Landhandel ist es allerdings notwendig, auch die Einschätzung des Landhandels sowie der vorgelagerten Bereiche wie Saatgut-, Düngemittel- und Pflanzenschutzmittelhersteller zur Digitalisierung der Wertschöpfungskette zu kennen und mögliche Entwicklungspfade zu identifizieren. Im Bereich der digitalen Innovationen orientiert sich die vorliegende Arbeit daher an der folgenden zentralen Forschungsfrage:

- Unter welchen Voraussetzungen können sich digitale Innovationen im Agribusiness etablieren?

Zur weiteren Ausdifferenzierung wurden hierzu den Beiträgen des dritten Teils die folgenden Forschungsfragen zugrunde gelegt, die komplementär zur existierenden Forschung die Handels- und Produktpartner der Landwirte abdecken sollen:

- Welche Auswirkungen hat die Digitalisierung auf bestehende Strukturen im Landhandel?
- Wie ist der aktuelle Stand der Digitalisierung im Landhandel?
- Wo sehen Landhandelsunternehmen Chancen und Risiken der Digitalisierung?
- Haben die verschiedenen Sektoren der Vorleistungsindustrie unterschiedliche Herangehensweisen zur Digitalisierung?
- Wie sehen Unternehmen der Vorleistungsindustrie die digitale Transformation des Handels mit Betriebsmitteln?
- Bleibt der etablierte stationäre Landhandel auch in Zukunft ein notwendiger Transaktionspartner zwischen Vorleistungsindustrie und Landwirten?

## Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Dissertation gliedert sich vor dem Hintergrund der genannten Herausforderungen und Forschungsfragen in drei Teile, die verschiedene Themenkomplexe digitaler und nachhaltiger Innovationen im Agribusiness abbilden und in Tabelle 1 dargestellt werden.

Tabelle 1: Aufbau der Dissertation

<b>Einleitung</b>		
<b>Teil I:</b> Der nationale und internationale Markt für Bioenergie	I.1	Der Markt für Bioenergie 2018
	I.2	Der Markt für Bioenergie 2019
<b>Teil II:</b> Agroforstsysteme als nachhaltige Innovation im Agribusiness	II.1	Nachhaltigkeit und Förderung? Akzeptanzfaktoren im Entscheidungsprozess deutscher Landwirte zur Anlage von Agroforstsystemen
	II.2	Adoptionsfaktoren nachhaltiger Prozessinnovationen in der deutschen Landwirtschaft – Eine empirische Untersuchung am Beispiel von Agroforstsystemen
	II.3	Did policy lose sight of the wood for the trees? An UTAUT-based partial least squares estimation of farmers acceptance of innovative sustainable land use systems
	II.4	The value of choices in farmers' adoption of sustainable land use systems: A real options analysis of alley cropping agroforestry systems
	II.5	Food or energy? Citizens' attitude towards energy wood cultivation on arable land as a source of sustainable biomass
<b>Teil III:</b> Digitalisierung in Landhandel und Vorleistungsindustrie	III.1	Digital first? Auswirkungen der Digitalisierung auf Vertriebsstrukturen im deutschen Agrarhandel
	III.2	Digital transformation of the agribusiness retail chain: The manufacturers' perspective

## Fazit und Ausblick

Dabei stellt die Einleitung die grundsätzliche Relevanz des Themas und aktuelle Herausforderungen des Agribusiness heraus. Die Beiträge der Teile I, II und III legen die Ergebnisse und Auswirkungen verschiedener, größtenteils empirischer Studien zu den verschiedenen Themenkomplexen dar. Teil I betrachtet den Markt für Bioenergie in seiner zeitlichen Entwicklung mit einem Schwerpunkt auf Biomasseproduktion und liefert einen Zustandsbericht des Marktumfeldes, das die Basis für den weiteren Ausbau der nachhaltigen Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen, wie z.B. in Form von Agroforstsystemen, bildet. Teil II betrachtet Akzeptanzfaktoren und Adoptionsgrade von Agroforstsystemen auf der Basis einer empirischen Untersuchung. Ergänzend werden daneben die wirtschaftliche Attraktivität dieser Systeme im Vergleich zu einer traditionellen Fruchtfolge sowie die gesellschaftliche Akzeptanz des Agrarholzanbaus für nachwachsende Biomasse behandelt. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Landhandel und die Vorleistungsindustrie behandelt Teil III aus der Perspektive der jeweiligen Unternehmen. Das Fazit liefert abschließend eine Synthese der

Erkenntnisse zu Nachhaltigkeit und Digitalisierung aus den Teilen I, II und III, zeigt Handlungsempfehlungen auf und gibt einen Ausblick.

### **Teil I: Der nationale und internationale Markt für Bioenergie**

Der erste Teil der Arbeit befasst sich in den Beiträgen „*Der Markt für Bioenergie 2018*“ (I.1) und „*Der Markt für Bioenergie 2019*“ (I.2) mit der Entwicklung des nationalen, europäischen und globalen Marktes für Energie aus erneuerbaren Quellen. Hierzu wird zunächst der zeitliche Verlauf des Anteils erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in den Formen Strom, Wärme und Kälte sowie Kraftstoff dargestellt. Dabei zeigt sich, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch weiterhin konstant zunimmt, wobei der Zuwachs sich in den letzten Jahren verlangsamt hat. Den im Vergleich höchsten Anteil haben erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung, während die Anteile bei Wärme und Kälte sowie Kraftstoffverbrauch in den letzten Jahren auf vergleichsweise niedrigem Niveau stagnierten (AGEB, 2019). Die große Bedeutung von Biomasse zeigt ihr hoher Anteil bei der Bereitstellung erneuerbarer Energien in Deutschland, der mit 47 % deutlich vor Windenergie (26 %) und Photovoltaik (11 %) liegt (BMWI, 2019a; BMWI, 2019b). Auf globaler Ebene wird insbesondere im Bereich der Stromerzeugung ein starkes Wachstum erneuerbarer Energien deutlich, wobei die Zuwächse primär auf die Errichtung von Photovoltaik- und Windkraftanlagen zurückzuführen sind und in hohem Maße auf erheblichen Investitionen in China basieren (REN21, 2019; IRENA, 2019).

In der Untersuchung der Entwicklung der Biomasseerzeugung in Deutschland wird genauer auf die Entwicklung im Inland eingegangen, bei der sich ein leichter Rückgang der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe auf vergleichsweise hohem Niveau zeigt. Den größten Anteil nehmen dabei weiterhin Pflanzen für die Biogaserzeugung ein, während die Anbaufläche für Raps zur Biodiesel- und Pflanzenproduktion an zweiter Stelle in den vergangenen Jahren die deutlichsten Rückgänge verzeichnete (FNR, 2019).

Neben dem Anbau von Biomasse zur Gewinnung erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen kommt zukünftig insbesondere der Gewinnung von Biomasse aus biogenen Abfällen und Reststoffen eine große Bedeutung zu (FNR, 2015). Hierzu zählen neben Restholz aus Industrie und forstlicher Nutzung auch die energetische Nutzung von Stroh und Gülle (FNR, 2015). Bislang wird das Potential dieser Reststoffe jedoch nur zu einem geringen Teil durch die Pelletproduktion oder die Verwendung in Biogasanlagen ausgeschöpft, was außer auf mangelnde Wettbewerbsfähigkeit auch auf Nutzungskonkurrenzen, z.B. bei Stroh zur Humusbildung, zurückzuführen ist (ZELLER et al., 2012; REINHOLD, 2014).

Anschließend an die Untersuchung der Biomasseproduktion folgt eine Übersicht der energetischen Verwendung dieser produzierten Biomasse. Hierbei zeigt sich, dass die Anzahl der Biogasanlagen nach dem anfänglich exponentiellen Wachstum mittlerweile stagniert und nur noch ein geringer Zubau neuer Anlagen zu verzeichnen ist (FvB, 2019). Im Bereich der Biokraftstoffe ergeben sich, nach verhaltenem Wachstum in den vergangenen Jahren, neue Chancen durch nationale und supranationale Verpflichtungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Mobilitätssektor, bei denen Biokraftstoffe der zweiten und dritten Generation einen signifikanten Beitrag liefern können (ANSCHÜTZ, 2014; SCHRÖTER-SCHLAACK et al., 2019; AEE, 2020).

Beide Beiträge schließen in ihrem Fazit mit einer vertieften Betrachtung eines aktuellen bioenergetischen Themenschwerpunktes ab. Während in „*Der Markt für Bioenergie 2018*“ Agrophotovoltaikanlagen als kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen zur Lebensmittel- und Energieproduktion im Fokus stehen, liegt der Schwerpunkt in „*Der Markt für Bioenergie 2019*“ auf den Auswirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 der deutschen Bundesregierung (BMU, 2019) und des Green Deal der Europäischen Kommission (EUROPÄ-



ISCHE KOMMISSION, 2019a) auf die Nutzung von erneuerbaren Energien aus Biomasse. Eine besondere Berücksichtigung haben hierbei Agroforstsysteme gefunden, die den Anbau von Pflanzen zur Lebensmittelproduktion mit schnell wachsenden Gehölzen zur Energiegewinnung aus nachhaltiger Biomasse kombinieren.

## **Teil II: Agroforstsysteme als nachhaltige Innovation im Agribusiness**

Die fünf Beiträge des zweiten Teils der Arbeit befassen sich mit Agroforstsystemen und deren Akzeptanzkriterien bei Landwirten, ihrer Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer klassischen Fruchtfolge im Ackerbau sowie der Einstellung von Bürgern zum Anbau von Holz auf Ackerflächen als Quelle nachhaltiger Biomasse. Ziel dieser Beiträge ist es, Gründe für die bislang nur geringe Verbreitung von Agroforstsystemen offenzulegen und Wege zu einer weiteren Verbreitung aufzuzeigen. Um eine ganzheitliche Beantwortung dieser Fragen zu erreichen, basieren drei Beiträge auf einer quantitativen Befragung von deutschen Landwirten aus den Jahren 2019 bis 2020, die von einer Untersuchung der Wirtschaftlichkeit mittels des Realoptionsansatzes und einer quantitativen Bevölkerungsbefragung ergänzt werden.

Der erste Beitrag *„Nachhaltigkeit und Förderung? Akzeptanzfaktoren im Entscheidungsprozess deutscher Landwirte zur Anlage von Agroforstsystemen“* (II.1) stellt die Einstellung von Betriebsleitern, Betriebsnachfolgern und Mitarbeitern zu Agroforstsystemen anhand eines Gruppenvergleichs vor. Darüber hinaus werden die Erwartungen dieser drei Gruppen an ökonomische Vorteile sowie Subventionshöhen erfasst und miteinander verglichen. Insgesamt stehen die Befragten der Einführung eines Agroforstsystems auf ihrem Betrieb mehrheitlich ablehnend gegenüber, wobei insbesondere die Aufwandsersparung durch einen hohen Zeitaufwand als negativer Einflussfaktor wahrgenommen wird. Dies wird noch durch eine als gering wahrgenommene Unterstützung von staatlichen Stellen, Verbänden und Organisationen bei der Einführung verstärkt. Betrachtet man die insgesamt nur geringen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen, so zeigt sich eine positivere Einstellung gegenüber Agroforstsystemen bei den Betriebsnachfolgern und Mitarbeitern, zwei Gruppen die ein deutlich niedrigeres Durchschnittsalter als die Gruppe der Betriebsleiter haben. Neben der längerfristigen Perspektive, die durch ihre Position am Anfang des Berufslebens und den langen Investitionszeitraum eines Agroforstsystems ausgelöst wird, spielen hier möglicherweise auch eine stärkere Bedeutung des Nachhaltigkeitsaspektes für jüngere Menschen, wie ihn z.B. auch die aktuellen „Fridays-for-Future“-Demonstrationen zeigen, eine Rolle (GAISER et al., 2012; FABBRIZZI et al., 2016). Die Landwirte bevorzugen insgesamt staatliche Subventionen in Form von Agrarumweltprogrammen oder einer Anrechnung im Rahmen des Greenings der EU-Beihilfen gegenüber dem Verkauf oder der Eigennutzung der Holzbestandteile als ökonomische Vorteile. Auffällig ist dabei, dass die Höhe der gewünschten Förderung mit im Mittel 511,88 Euro pro Hektar die tatsächlichen Kosten deutlich übersteigt und daher möglicherweise eine Art Risikoprämienersparung der Landwirte für die Einführung eines neuen Anbausystems darstellt.

Der zweite Beitrag *„Adoptionsfaktoren nachhaltiger Prozessinnovationen in der deutschen Landwirtschaft – Eine empirische Untersuchung am Beispiel von Agroforstsystemen“* (II.2) zeigt den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Etablierung von Agroforstsystemen bei Landwirten in Deutschland sowie den Stand der Adoption mittels des transtheoretischen Modells der Adoption von Innovationen auf. Dieses Modell erlaubt es, auf Basis einer quantitativen Befragung den Adoptionsfortschritt graduell darzustellen sowie die ihn beeinflussenden Faktoren zu identifizieren und zu quantifizieren. Hierbei zeigt sich, dass der Adoptionsgrad von Agroforstsystemen bislang gering ist und der Großteil der befragten Landwirte sich in den Stufen der Absichtslosigkeit oder Absichtsbildung befinden, d.h. sie sind entweder nicht bereit, ein Agroforstsystem anzulegen, oder wissen nicht, wie sie dabei vorgehen sollen. Als einziger signifikant positiver Adoptionsfaktor wurde die Einstellung des Landwirtes gegen-

über Agroforstsystemen identifiziert, bei dem eine positive Einstellung zu einer sechsmal höheren Wahrscheinlichkeit zur Adoption von AFS führt. Im Gegensatz dazu haben vorherige Erfahrungen mit einer Kurzumtriebsplantage oder die Betriebsform als Haupterwerbsbetrieb einen signifikant negativen Einfluss auf die Adoptionswahrscheinlichkeit, was neben schlechten Erfahrungen mit schnellwachsenden Gehölzen in der Vergangenheit auch mit einer höheren Resilienz gegenüber Risiko bei Nebenerwerbsbetrieben durch ein außerlandwirtschaftliches Einkommen zusammenhängen dürfte.

Der dritte Beitrag „*Did policy lose sight of the wood for the trees? An UTAUT-based partial least squares estimation of farmers acceptance of innovative sustainable land use systems*“ (II.3) betrachtet die Akzeptanzfaktoren für Agroforstsysteme mit einem erweiterten Akzeptanzmodell auf Basis der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) von VENKATESH et al. (2003). Dieses Akzeptanzmodell erlaubt es, basierend auf den Ergebnissen einer quantitativen Befragung und unter Verwendung einer Strukturgleichungsmodellierung den Einfluss verschiedener Konstrukte auf die Verhaltensintention und das Nutzungsverhalten gegenüber Agroforstsystemen sichtbar zu machen. Die Ergebnisse des Beitrages zeigen, dass analog zum vorherigen Beitrag die Einstellung der Landwirte den stärksten signifikant positiven Einfluss auf die Intention, ein Agroforstsystem auf ihrem Betrieb anzulegen, hat. Daneben spielen insbesondere die erleichternden Bedingungen, unter denen unter anderem das Vorhandensein der nötigen Maschinenausstattung und vorherige Erfahrungen mit schnellwachsenden Gehölzen zusammengefasst sind, sowohl bei der Intention als auch bei der tatsächlichen Umsetzung eine signifikant positive Rolle. Auch die Leistungserwartung, d.h. die Erwartung von ökonomischen oder ökologischen Vorteilen aus der Anlage eines Agroforstsystems, zeigt einen signifikant positiven Einfluss auf die Verhaltensintention. Diese Ergebnisse dienen der Ableitung zielgerichteter Empfehlungen in Hinblick auf eine weitere Verbreitung von Agroforstsystemen, um bestehende Akzeptanzbarrieren möglichst effizient abzubauen.

Im vierten Beitrag „*The value of choices in farmers' adoption of sustainable land use systems: A real options analysis of alley cropping agroforestry systems*“ (II.4) wird nach den vorhergehenden sozioökonomischen und verhaltenspsychologischen Untersuchungen die ökonomische Vorzüglichkeit von Agroforstsystemen als Investition gegenüber einer traditionellen Fruchtfolge vor dem Hintergrund verschiedener Stufen der Risikoaversion untersucht. Hierbei liefert der Realoptionsansatz durch Einbeziehung einer Desinvestitionsoption zum einen ein realistischeres Bild als die klassische Investitionstheorie und erlaubt zum anderen die Bestimmung der Umstellungs- und Rückumstellungstrigger, bei denen ein Agroforstsystem, abhängig vom Risikoprofil des Individuums, als ökonomisch vorteilhaft oder nachteilig eingeschätzt wird. Aus den Ergebnissen des Beitrags geht hervor, dass die klassische Investitionstheorie die für eine Umstellung erforderliche Deckungsbeitragsdifferenz im Vergleich zum Realoptionsansatz zu niedrig einschätzt, während gleichzeitig bei steigender Risikoaversion auch die Deckungsbeitragsdifferenzen deutlich steigen. In Anbetracht der vergleichsweise hohen Risikoaversion deutscher Landwirte (MAART-NOELCK und MUBHOFF, 2013) kann der Beitrag einerseits eine Erklärung für die geringe Verbreitung von Agroforstsystemen auf ökonomischer Ebene liefern, da die hohen Deckungsbeitragsdifferenzen in der Praxis nur sehr schwer zu erreichen sind (LANGENBERG et al., 2018). Daneben zeigt sich, dass die in Beitrag II.1 von den Landwirten geforderten hohen Subventionssummen zumindest teilweise auch als Risikoprämie zu verstehen sind, um die Deckungsbeitragsdifferenz im Vergleich zur traditionellen Fruchtfolge auszugleichen. Basierend hierauf lassen sich zielgerichtete Empfehlungen für politische Entscheidungsträger über Art und Höhe einer staatlichen Unterstützung zur Kompensation dieser Risikoprämie bei der Einführung von Agroforstsystemen treffen.

Der fünfte Beitrag „*Food or energy? Citizens attitude towards energy wood cultivation on arable land as a source of sustainable biomass*“ (II.5) untersucht die Einstellung von Bürgern gegenüber dem Energieholzanbau auf Ackerflächen vor dem Hintergrund der „Tank oder Teller-Debatte“. Um Energieholz, sowohl in Form von Agroforstsystemen als auch einer Kurzumtriebsplantage, als nachhaltige Biomassequellen zu etablieren und möglicherweise zu fördern, ist neben der in den vorherigen Beiträgen behandelten Zustimmung der Landwirte auch die Akzeptanz der Bevölkerung von großer Bedeutung. Die Ergebnisse zeigen insgesamt ein geringes Kenntnisniveau der befragten Bürger über Agrarholz und seinen Anbau und eine dementsprechend eher unentschiedene Einstellung. Dabei lassen sich jedoch drei Gruppen identifizieren, wobei die unbeteiligten und desinteressierten Bürger mit der Hälfte der Befragten die größten Gruppen darstellen, wohingegen die Gruppe der Befürworter des Agrarholzanbaus am kleinsten ist. Um die Akzeptanz des Agrarholzanbaus sowohl in der Bevölkerung als auch bei Landwirten zu steigern sind somit Anstrengungen von Politik, Verbänden und Nichtregierungsorganisationen, zum Beispiel in Form von Informationskampagnen, notwendig.

### **Teil III: Digitalisierung in Landhandel und Vorleistungsindustrie**

In den zwei Beiträgen des dritten Teils der Arbeit werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die etablierten Strukturen des Agribusiness aus der Perspektive des Landhandels und der Vorleistungsindustrie untersucht. Der Fokus liegt in diesen Beiträgen auf der Einschätzung der, im Vergleich zur Seite der Landwirte, bislang wenig untersuchten Handelspartner und Hersteller in der Landwirtschaft. Ziel ist es, zu einem ganzheitlichen Bild der Digitalisierung im Agribusiness beizutragen und zukünftige Veränderungen und Entwicklungen zu analysieren.

Im ersten Beitrag „*Digital first? Auswirkungen der Digitalisierung auf Vertriebsstrukturen im deutschen Agrarhandel*“ (III.1) werden dazu die Einschätzungen von Führungskräften im Vertrieb des deutschen Landhandels auf Basis einer qualitativen Befragung untersucht. Dabei sehen die befragten Landhandelsunternehmen die Digitalisierung als hohen Veränderungsdruck für ihr etabliertes Geschäft, wobei insbesondere der Einstieg von Unternehmen der Vorleistungsindustrie in den direkten Kundenkontakt zu Verkauf und Beratung als größte Herausforderung angesehen wird, die aufgrund der hohen technischen und organisatorischen Komplexität nur schwer zu kompensieren ist. Die Chancen der Digitalisierung werden hingegen auf Seiten des Landhandels primär in einer Rationalisierung und Effizienzsteigerung existierender Prozesse gesehen, um in einem stark preisgetriebenen Wettbewerb auch zukünftig bestehen zu können. Eigene digitale Vertriebsstrukturen werden, falls überhaupt, in Form größerer Zusammenschlüsse oder Kooperationen zur Risikominimierung vorangetrieben.

Der zweite Beitrag „*Digital transformation of the agribusiness retail chain: The manufacturers' perspective*“ (III.2) zeigt auf Basis einer quantitativen Studie die komplementäre Perspektive der Vorleistungsindustrie auf die digitale Transformation und deckt die Sektoren Saatgut, Maschinen, Futtermittel, Pflanzenschutzmittel und Düngemittel ab. Hierbei stehen besonders die unterschiedlichen Einstellungen zur Digitalisierung in den verschiedenen Sektoren und die Einschätzungen zu Disintermediationstendenzen zwischen Vorleistungsindustrie und Landwirten unter Ausschaltung des traditionellen stationären Landhandels im Fokus. Die Ergebnisse zeigen, dass die Digitalisierung in der Düngemittel- und Pflanzenschutzindustrie sowie im Bereich der Futtermittelerzeugung am geringsten ausgeprägt ist, wohingegen insbesondere der Sektor Saatgut, mutmaßlich aufgrund der kleinteiligeren Struktur und leichteren Handelbarkeit der Güter, die stärksten Digitalisierungsaktivitäten zeigt. Dabei sehen die befragten Unternehmen der Vorleistungsindustrie den stationären Landhandel auch in Zukunft als bedeutenden Partner, basierend auf seinen zentralen Funktionen (STRECKER et