

# Elektromobilität in der deutschen Landwirtschaft – Eine qualitative Analyse zur Nutzerakzeptanz

## E-Mobility in German Agriculture – A Qualitative Analysis of User Acceptance

Friedrich Rübcke von Veltheim, Ansgar A. Rube und Heinke Heise  
Georg-August-Universität Göttingen

### Zusammenfassung

Das Thema Elektromobilität in der Landwirtschaft gewinnt zunehmend an Relevanz, was sich beispielsweise in der Entwicklung erster elektrisch betriebener Traktorenkonzepte manifestiert. Ob sich diese Konzepte allerdings in der Breite etablieren lassen oder als Nische verbleiben, ist noch unklar. Fakt ist, dass die Akzeptanz der E-Mobilität unter Landwirten hierbei künftig eine entscheidende Rolle spielen wird. Über die ex-ante Nutzerakzeptanz elektrisch betriebener Landmaschinen ist, verglichen mit dem Automobilssektor, jedoch noch wenig bekannt. Daher werden in dieser explorativen Studie die Einflussfaktoren der ex-ante Nutzerakzeptanz elektrisch betriebener Landmaschinen qualitativ untersucht, um so einen Beitrag zur weiteren Erforschung der Nutzerakzeptanz zu leisten. Mithilfe qualitativer Experteninterviews wurden 15 Betriebsleiter unterschiedlich organisierter Landwirtschaftsbetriebe zu diesem Thema befragt. Die Ergebnisse verdeutlichen einerseits, dass unter den 15 befragten Landwirten mehrheitlich kritische Positionen bezüglich der Verbreitung und des Einsatzes von Elektromobilität in der Landwirtschaft vorherrschen. Andererseits zeigte sich, dass die ex-ante Nutzerakzeptanz elektrisch betriebener Landmaschinen nicht nur von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst wird, sondern dass diese auch untereinander verknüpft und somit teilweise indirekt auf die ex-ante Nutzerakzeptanz der Befragten wirken.

### Schlüsselwörter

deutsche Landwirtschaft; Elektromobilität; Landmaschinen; Nutzerakzeptanz; qualitative Experteninterviews; Technologieadoption

### Abstract

The development of battery-powered tractor concepts reveals that the topic of electric mobility in agriculture is becoming increasingly relevant. However, it is not

yet clear whether these concepts can be established on a broad scale or remain as niches. It is a fact that the future acceptance of e-mobility among farmers will play a key role in this context. But compared to the automotive sector, little is known about the ex-ante user acceptance of electrically powered agricultural machinery. Therefore, this explorative study examines the influencing factors of the ex-ante user acceptance of electrically driven agricultural machinery in a qualitative way in order to contribute to further research on user acceptance. With the help of qualitative expert interviews, 15 farm managers of differently organized agricultural farms were interviewed on this topic. It turns out, that the majority of the interviewees are critical in terms of the distribution and use of e-mobility in agriculture. On the other hand, it has been shown that the ex-ante user acceptance of electrically powered agricultural machines is not only influenced by various factors, but that they are also linked to each other and thus have an indirect effect on the ex-ante user acceptance of the respondents.

### Keywords

E-mobility; farm machinery; German agriculture; qualitative expert interviews; technology adaptation; user acceptance

## 1 Einleitung

Von den zunehmend sichtbar werdenden Auswirkungen eines sich ändernden Klimas, die sich beispielsweise in vermehrt auftretenden Extremwetterereignissen äußern, sind Landwirte in besonderer Weise betroffen (GÖMANN et al., 2015). Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen, mehrten sich die Forderungen nach einer raschen Dekarbonisierung fossilbasierter Volkswirtschaften, wie Deutschland (HOLTZ et al., 2018; KEMFERT, 2018). Eine Möglichkeit hierzu sieht die Bundesregierung in

der Elektrifizierung des bisher auf fossilen Brennstoffen basierten Verkehrssektors, wozu bereits mehrere Maßnahmenpakete geschnürt wurden (BMVI, 2019). Dabei prognostizieren BÖSCHE et al. (2017) der Elektromobilität (E-Mobilität) eine breite Marktdurchdringung innerhalb der nächsten Dekade.

Diese Entwicklung wird auch an der Landwirtschaft nicht spurlos vorübergehen, liegen ihr Kohlenstoffdioxid ausstoß und Energieverbrauch doch noch weit oberhalb eines als nachhaltig geltenden Niveaus (CAETANO et al., 2017). Auch hat die Bundesregierung im Einklang mit internationalen Vereinbarungen im Rahmen des Klimaschutzplans 2050 deutliche Minderungsziele für die Treibhausgasemissionen verschiedener Wirtschaftssektoren, u.a. der Landwirtschaft, formuliert (BMU, 2019). Aus diesem Grund gewinnt das Thema E-Mobilität in der Landwirtschaft zunehmend an Relevanz, was sich bspw. in der Entwicklung erster elektrisch betriebener Traktorenkonzepte manifestiert (AUMER et al., 2008; JOHN DEERE, 2020). Dennoch ist aufgrund mannigfaltiger Herausforderungen, wie den sehr unterschiedlichen Einsatzbedingungen und einer großen Vielfalt anwendungsbedingter Anforderungen, der Zeitpunkt einer breiten Marktdurchdringung wirtschaftlich effizienter elektrischer Antriebssysteme in der Landwirtschaft – im Gegensatz zur Automobilindustrie – noch nicht absehbar, wengleich Einigkeit darüber herrscht, dass in Zukunft elektrische Antriebe verstärkt Einzug in den landwirtschaftlichen Sektor finden werden (HERLITZIUS, 2018).

Zur größtmöglichen Genese und Diffusion dieser neuen Antriebstechnologie, ist die künftige Akzeptanz verschiedener Akteursgruppen, wie den Nutzern selbst, von entscheidender Bedeutung (KAIRIES, 2013). Die ist neben der Analyse der Einflussfaktoren und Mechanismen, die auf die Technikakzeptanz wirken, erklärtes Ziel der Technikakzeptanzforschung (QUIRING, 2006; HÜSING et al., 2002; KOLLMANN, 1998) Der Akzeptanzbegriff umfasst dabei nicht nur das Ausbleiben von Widerstand, sondern auch die aktive Mitwirkung und Handlungsbereitschaft der Akzeptanzsubjekte, in diesem Fall der Landwirte (SCHÄFER und KEPPLER, 2013). Während die Nutzerakzeptanz von E-Mobilität im privaten Sektor bereits in verschiedenen Studien untersucht wurde (vgl. etwa BÜHNE et al., 2015; KRUPA et al., 2014; PETERS und HOFFMANN, 2011; REZVANI et al., 2015), ist der landwirtschaftliche Sektor in Bezug auf dieses Thema bislang weitestgehend unerforscht geblieben (RIEDNER et al., 2018). Um diesem Forschungsdefizit zu begegnen, untersucht die vorliegende Studie explorativ die Einflussfaktoren auf die ex-ante Nutzerakzeptanz von

elektrisch betriebenen Landmaschinen (eLM). Dazu wurden mithilfe qualitativer Experteninterviews 15 Betriebsleiter unterschiedlich organisierter Landwirtschaftsbetriebe zu diesem Thema befragt.

Nach einem kurzen Literaturüberblick zum Status quo und der Nutzerakzeptanz von eLM (Kapitel 2) folgt eine ausführliche Beschreibung der methodischen Vorgehensweise und des Interviewleitfadens (Kapitel 3), woran sich die Darstellung der wichtigsten Studienergebnisse und deren Diskussion (Kapitel 4) knüpfen. Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und Handlungsempfehlungen für die Landwirtschaft ausgesprochen (Kapitel 5). Dabei werden die Grenzen der Studie aufgezeigt und weiterer Forschungsbedarf dargelegt.

## 2 Literaturüberblick

Nachfolgend wird zunächst ein kurzer Überblick über den Ist-Zustand von eLM<sup>1</sup> gegeben, bevor auf die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Akzeptanzforschung der E-Mobilität und deren Einflussfaktoren eingegangen wird.

### 2.1 Status quo in der Landwirtschaft

Nachdem John Deere bereits im Jahr 2011 ein teil-elektrifiziertes Traktorenkonzept vorgestellt hat, wurde im Jahr 2015 mithilfe des Förderprogramms „IKT für Elektromobilität II“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie ein vollelektrischer Traktor im sogenannten SESAM-Projekt (Sustainable Energy Supply For Agricultural Machines) entwickelt (STOEHR et al., 2015). Von den beiden verfolgten Ansätzen (mitgeführte Batterie und kabelgebunden) wird die kabelgebundene Variante im Zuge des „GridCon Projects“ fortgeführt (JOHN DEERE, 2020). Dabei kann der entwickelte Prototyp über zwei wartungsfreie Elektromotoren, von denen der eine die Zapfwelle und das Hydrauliksystem und der andere den Traktor antreibt, bei einer Maximalgeschwindigkeit von 50 km/h bis zu 130 kW Leistung entfalten, wobei eine Batterieladung bis zu vier Betriebsstunden lang hält. Daneben hat auch der Landmaschinenhersteller Fendt zwei eLM Konzepte (e100 Vario und X Concept) entwickelt, wovon der e100 Vario mit einer Leistung von 50 kW und der X Concept mit bis zu 130 kW angegeben wird (FENDT, 2020). Dabei ist der X Concept teil- und der e100 vollelektrisiert. Sowohl

<sup>1</sup> Für eine umfassendere Übersicht zum technischen Stand siehe PICKEL (2019b).

John Deere also auch Fendt betonen mögliche Einsparungen bei Energie-, Wartungs- und Servicekosten sowie den emissionsfreien und vergleichsweise geräuscharmen Betrieb der eLM als Vorteile gegenüber dieselbetriebenen Landmaschinen.

Neben diesen Konzeptfahrzeugen werden auch schon marktreife Produkte angeboten, wie bspw. von den Firmen Kramer, Siloking und Weidemann. Der Landmaschinenhersteller Kramer hat mit dem KL 25.5e einen vollelektrischen Radlader im Produktportfolio, der ebenfalls auf zwei Elektromotoren (für Fahrtrieb und Hydraulik) setzt und bei einer Ladezeit von fünf bis neun Stunden, drei bis fünf Stunden laufen kann (KRAMER, 2020). Die Firma Weidemann vertreibt den 1160 eHofrac, der ebenfalls über zwei Elektromotoren, deren Blei-Säure-Batterien über einen 400 Volt Stromanschluss geladen werden, angetrieben wird und bei einer Ladezeit von acht Stunden anderthalb bis vier Stunden Laufzeit vorweist (WEIDEMANN, 2020). Bei denen vom Landmaschinenhersteller Siloking angebotenen Truckline e.0 und Silokamm e.0 handelt es sich um einen vollelektrischen Futtermischwagen und ein vollelektrisches Silageverteilergerät, die ebenfalls mit Blei-Batterien betrieben werden (SILOKING, 2020). Die Einsatzzeit wird mit zwei Betriebsstunden bzw. fünf Mischungen pro Batterieladung angegeben. Daneben werden von den Firmen John Deere, Fendt und Pöttinger auch elektrische Anbaugeräte, wie Schwader präsentiert, während der Landmaschinenhersteller Amazone eine teilelektrische Sämaschine mit Saatgut-Separator entwickelt hat. Andere Beispiele wären eine teilelektrische Ballenpresse von Krone oder ein teilelektrischer Roder der Firma Grimme (AGRARHEUTE, 2017).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich viele eLM noch in der Produktentwicklungs- oder frühen Markteinführungsphase befinden. Dies wird von der Aussage des Landmaschinenherstellers Claas, dass ökonomisch sinnvolle Lösungen noch einige Zeit in ihrer Entwicklung brauchen werden, gestützt (CLAAS, 2019). PICKEL (2019a) prognostiziert perspektivische Klarheit in der Entwicklung von eLM bis spätestens Ende der 2020er Jahre und sieht größere Potentiale von eLM eher in kleineren, mobilen Landmaschinen mit einem geringeren Leistungsbedarf, idealerweise kombiniert mit eigener Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.

## 2.2 Nutzerakzeptanz

Die Technikakzeptanzforschung beschäftigt sich vor allem mit der Frage: „(...) wie einmal eingeführte oder kurz vor der Einführung stehende Techniken von

den potenziellen Nutzern, Konsumenten und der allgemeinen Öffentlichkeit aufgenommen, bewertet und eingestuft werden.“ (RENN, 2005). Dabei hat das Thema der Nutzerakzeptanz gerade in der gesellschaftspolitischen Diskussion um die Energiewende und damit verbundene neue Antriebstechnologien erneut an Bedeutung gewonnen, da die dafür notwendigen individuellen und gesellschaftlichen Veränderungen nur mithilfe einer breiten Akzeptanz tragfähig sein werden (SCHÄFER und KEPPLER, 2013). Um den derzeitigen Stand der Nutzerakzeptanz von eLM zu umreißen, wird aufgrund des weitgehend unerforschten Bereichs zunächst auf Studien eingegangen, die sich mit Akzeptanzfaktoren von elektrischen Fahrzeugen allgemein beschäftigen<sup>2</sup> und dann, so vorhanden, ein Bezug zur Landwirtschaft hergestellt.

Für die Akzeptanz von elektrischen Fahrzeugen unter Konsumenten konnte gezeigt werden, dass diese von vielen verschiedenen Faktoren abhängt, die sich entweder akzeptanzhemmend oder -fördernd auf die (potenziellen) Nutzer auswirken. REZVANI et al. (2015) haben im Zuge einer Literaturanalyse die Ergebnisse von 16 empirische Studien zur Nutzerakzeptanz elektrischer Fahrzeuge miteinander verglichen und die Einflussfaktoren in individuelle und soziale Faktoren, technische Faktoren, Kontextfaktoren und Kostenfaktoren unterteilt. Ein Beispiel für einen individuellen Faktor stellt die Einstellung des potenziellen Nutzers zur E-Mobilität dar. So bestätigen EGBUE und LONG (2012) in ihrer Studie zu Unterschieden in der Wahrnehmung und Einstellung zu elektrischen Fahrzeugen, dass technisch versierte Menschen eher dazu neigen Elektrofahrzeuge zu adoptieren. BÜHNE et al. (2015) gehen davon aus, dass der Erfolg und die Durchsetzung der Elektromobilität sogar wesentlich von der Einstellung der Nutzer und deren damit einhergehenden Akzeptanz abhängt. Dies konnte gerade in der Landwirtschaft vielfach durch Studien bestätigt werden (u.a. AUBERT et al., 2012; VOSS et al., 2008; AUSTIN et al., 1998). Ein weiterer wichtiger individueller Faktor stellt die Offenheit gegenüber Innovationen dar. HARDMAN et al. (2016) konnten für early-adopters von elektrischen Fahrzeugen nachweisen, dass sich soziodemografische und psychologische Eigenschaften des Nutzers, wie dessen Offenheit gegenüber Innovationen, auf dessen Adoptionsverhalten auswirken. JEINSEN et al. (2018) und AGUILAR-GALLEGOS et al. (2015) konnten belegen, dass die

<sup>2</sup> Für einen umfassenderen Literaturüberblick empfehlen sich die Studien von REZVANI et al. (2015) oder GLOBISCH et al. (2013).

Offenheit für Innovationen aber auch der Kontakt zu Informationen gerade in der Landwirtschaft eine große Rolle im Akzeptanzprozess neuer Technologien spielt. Der Faktor Information in Form des Wissens über die Potentiale von elektrischen Fahrzeugen allgemein wurde in der gesichteten Literatur mehrfach belegt (KAHN 2007; LANE und POTTER, 2007; MOONS und DE PELSMACKER, 2012; REZVANI et al., 2015). Dabei führt ein begrenztes Wissen unter den (potenziellen) Nutzern zu negativen Auswirkungen auf das Adoptionsverhalten (BÖSCHE et al., 2017; KAIRIES, 2013; PETERS et al., 2013), was für andere Technologien ebenso in der Landwirtschaft bestätigt wurde (u.a. THOMPSON et al., 2018; ERICKSON, 2017; SCHIMMELPFENNIG und EBEL, 2016; AUBERT et al., 2012). Bei den technischen Faktoren wirken sich besonders die Ladezeit und -kapazität sowie die damit verbundene Reichweite elektrischer Fahrzeuge akzeptanzhemmend aus, da diese vielfach als noch nicht ausreichend empfunden wird, was gleichermaßen für die Landwirtschaft gilt (KAIRIES, 2013; BÖSCHE et al., 2017; PETERS und HOFFMANN, 2011). Das für private elektrische Fahrzeuge identifizierte technische Akzeptanzhemmnis unzureichender Ladeinfrastrukturen (PETERS et al., 2013) kommt nach Ansicht von RIEDNER et al. (2018) in der Landwirtschaft weniger zum Tragen, da viele Höfe häufig eigenen Strom produzieren. Ein weiterer technischer Faktor ist die Umweltverträglichkeit elektrischer Fahrzeuge. KRUPA et al. (2014) analysierten Faktoren, die die Adoption von Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeugen beeinflussen, wobei die Reduzierung von Treibhausgasemissionen als ein wichtiger Aspekt bestätigt wurde. Eine positive Wirkung der Umweltverträglichkeit elektrischer Fahrzeuge wurde zusätzlich von EGBUE et al. (2017), GÖTZ et al. (2011), GRAHAM-ROWE et al. (2012) und PETERS et al. (2011) bestätigt. Zu den wichtigsten Kostenfaktoren bei der Akzeptanz elektrischer Fahrzeuge zählen die Anschaffungs- und Betriebskosten (BÖSCHE et al., 2017; PETERS und HOFFMANN, 2011; PETERS et al., 2011; SCHNEIDER et al., 2014; SKIPPON und GARWOOD, 2011). BOZEM et al. (2013) haben in einer Umfrage unter Pkw-Nutzern ermittelt, dass die Kosten für Kauf und Betrieb elektrischer Fahrzeuge für die Befragten erst dann akzeptabel sind, wenn diese auf dem Niveau konventioneller Fahrzeuge sind, allenfalls diese leicht übersteigen und eine Alltags- und Gebrauchstauglichkeit gegeben ist. Als ein maßgeblicher Kontextfaktor zählt die Politik, insofern, als dass sie durch entsprechende Fördermaßnahmen großen Einfluss auf die Nutzerakzeptanz der Elektromobilität ausüben kann (BÜHNE et al., 2015). Eine ent-

sprechende Wirkung auf die Akzeptanz von (potenziellen) Nutzern durch gezielte, politisch herbeigeführte Anreizsysteme bestätigen auch DÜTSCHKE et al. (2013), KAINÉ et al. (2007), HEYMANN (2013) und PETERS et al. (2013).

Generell lässt sich ein großes Forschungsdefizit in Bezug auf den ex-ante Akzeptanzprozess von elektrischen Fahrzeugen in der Landwirtschaft feststellen, obgleich verhältnismäßig viele Studien zum Akzeptanzprozess von elektrischen Fahrzeugen in der Automobilbranche existieren. Vor diesem Hintergrund scheint eine Überprüfung der Übertragbarkeit von Erkenntnissen aus der Automobilbranche auf die Landwirtschaft besonders interessant.

### 3 Methodik

Zur Erhebung der verwendeten Daten wurden Experteninterviews nach MAYRING (2015) mit 15 landwirtschaftlichen Betriebsleitern geführt und im Anschluss qualitativ analysiert (GLÄSER und LAUDEL, 2012). Die Fragen des dabei verwendeten Interviewleitfadens (siehe Anhang) wurden auf Grundlage, der aus der verfügbaren Literatur zu diesem Thema gebildeten Einflussfaktoren formuliert.

#### 3.1 Aufbau des Leitfadens

Ziel einer qualitativen Inhaltsanalyse ist es, die aus einer Kommunikationsart entspringenden Informationen systematisch und regelgeleitet zu analysieren (MAYRING, 2015). Im Unterschied zu quantitativen Befragungen wird eine statistische Repräsentativität nicht primär angestrebt. Vielmehr geht es darum, einen bisher wenig erforschten Sachverhalt zunächst explorativ mithilfe der in den Experteninterviews rekonstruierten Situationen hinsichtlich der Erfahrungen, Meinungen und Einstellungen der befragten Experten empirisch zu analysieren. Auf diese Weise wird ein Fundament für mögliche weiterführende, quantitative Forschungen gelegt (GLÄSER und LAUDEL, 2012; PATTON, 2015). Die qualitative Vorgehensweise wurde in der vorliegenden Studie gewählt, da für das Untersuchungsfeld im landwirtschaftlichen Kontext bisher kaum Daten vorliegen.

Um die Gespräche fokussiert ablaufen zu lassen und die Voraussetzungen zur Erfassung aller für die Fragestellung der Studie relevanten Informationen während der Erhebung zu gewährleisten, wurde im Vorfeld ein Interviewleitfaden formuliert (siehe Anhang). Diesem lagen folgende Leitfragen zu Grunde:

- Welche Ausprägungen der einzelnen Einflussfaktoren sind in der Wahrnehmung der Experten wichtig oder unwichtig bzw. wird ein Vor- oder Nachteil wahrgenommen?
- Wie tragen die Ausprägungen bzw. Einflussfaktoren zur Akzeptanz bei?
- Wie ist die momentane Einstellung der Experten zum Thema der Elektromobilität und einer Adoption der Technologie?

Auf dieser Grundlagen wurden 31 Fragen (siehe Anhang) für die halbstandardisierten Experteninterviews aufgestellt, wobei Erkenntnisse von Untersuchungen zur E-Mobilität im Bereich der Automobilindustrie sowie Schlussfolgerungen zur Nutzerakzeptanz von Innovationen in der Landwirtschaft berücksichtigt wurden (KAINE et al., 2007; PETERS und HOFFMANN, 2011; RIEDEMANN, 2011; BOZEM et al., 2013; FRANKKE et al., 2013; KAIRIES, 2013; AUGENSTEIN, 2015; BÜHNE et al., 2015; FAR und REZAEI-MOGHADDAM, 2017; JEINSEN et al., 2018). Es wurde darauf geachtet, die Fragen offen und neutral zu formulieren. Nach einer kurzen Hinführung zum Thema wurden die Experten zu den zuvor aus der Literatur abgeleiteten Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von E-Mobilität in der Landwirtschaft befragt. Diese waren im Einzelnen: *Offenheit für Innovationen, Information, Technik, Umwelt, Preis, Politik und Einstellung zu E-Mobilität* (GNANN und PLÖTZ, 2011; YAY, 2012; HEYMANN, 2013; PETERS et al., 2013; KIHM und TROMMER, 2014; ALTENBURG et al., 2016; AUVINEN et al., 2016; BRUNNENGRÄBER und HAAS, 2018; CANSINO et al., 2018; PICKEL, 2018; MISERIOR, 2018; NPE, 2018). Abschließend gab es seitens der Experten die Gelegenheit, Ergänzungen vorzunehmen oder Sachverhalte anzusprechen, die nicht Teil des Leitfadens waren.

### 3.2 Datenauswertung

Die aufgenommenen und im Anschluss transkribierten Experteninterviews wurden aufbereitet und die zur Beantwortung der eingangs gestellten Frage erforderlichen Informationen mithilfe der Software „f4 Analyse“ extrahiert und nach GLÄSER und LAUDEL (2012) qualitativ analysiert. Dafür wurden die auf diese Weise gewonnenen Daten den eingangs aus der verfügbaren Literatur abgeleiteten Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von eLM zugeordnet, wobei eine nachträgliche Ergänzung im Falle neu erfasster, zuvor nicht berücksichtigter Informationen möglich blieb. Dies war insofern wichtig, als dass vorab kaum Erkenntnisse bzw. Zusammenhänge zwischen den akzeptanzbeeinflussenden Faktoren gebildet werden konnten, was wiederum der begrenzten Literatur zu dieser Problem-

stellung geschuldet war (GLÄSER und LAUDEL, 2012). Zu einer solchen Faktorenneubildung kam es im Laufe der Auswertung allerdings nicht. Aus den 15 Interviews konnten über 600 Textstellen den Einflussfaktoren zugeordnet und auf diese Weise strukturiert werden; dies diente als Grundlage für die Darlegung der Ausprägungen und Beziehungen der untersuchten Faktoren im nachfolgenden Ergebnisteil.

### 3.3 Stichprobenbeschreibung

Für die Interviews wurden 15 landwirtschaftliche Betriebsleiter als Experten ausgewählt, deren demografische und betriebsspezifische Daten der Tabelle A1 (siehe Anhang) entnommen werden können. Als einziges Ausschlusskriterium galt dabei eine Betriebsaufgabe in absehbarer Zukunft. Die befragten Landwirte waren alle männlich und zwischen 24 und 64 Jahre alt. Das Durchschnittsalter liegt bei 41 Jahren. Unter den ausgewählten Experten gaben sechs den Agrarbetriebswirt, fünf ein abgeschlossenes Studium und zwei einen landwirtschaftlichen Meister als höchsten Ausbildungsgrad an. Eine Ausbildung zum Landwirt und keine landwirtschaftliche Ausbildung wurden je einmal genannt. Fast alle der von den Experten geführten Betriebe befinden sich in Niedersachsen; lediglich einer in Mecklenburg-Vorpommern. 12 der Betriebe werden im Haupt- und drei im Nebenerwerb betrieben; 10 Betriebe sind reine Ackerbaubetriebe, während die restlichen vier Betriebe gemischt (drei Mal Ackerbau und Milchvieh, einmal Ackerbau und Schweinemast) wirtschaften. Ein Betrieb ist darüber hinaus Direktvermarkter. Die Flächenausstattung variiert zwischen 30 und 1.000 Hektar (ha) bewirtschaftete Fläche; im Mittel liegt die bewirtschaftete Fläche bei 239,4 ha.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden zunächst die Ergebnisse der untersuchten Akzeptanzfaktoren chronologisch vorgestellt und jeweils anschließend diskutiert. Abschließend wird aus den gewonnenen Erkenntnissen ein Modell abgeleitet und dargestellt.

Für den Einflussfaktor **Offenheit für Innovationen** konnte durch die Auswertung der Interviews gezeigt werden, dass dieser für die künftige Adoption von E-Mobilität in der Landwirtschaft wichtig ist. Da in dieser Untersuchung keine sich dem Thema der E-Mobilität in der Landwirtschaft gänzlich verschließende Gruppe ausgemacht werden konnte, kann von einem grundlegenden Interesse der Landwirte an dieser Technologie gesprochen werden. Unter den

befragten Landwirten wurden drei verschiedene Gruppen identifiziert: eine aufgeschlossene, eine abwartende und eine rational abwägende Gruppe (siehe Tabelle A2 im Anhang).

Die *aufgeschlossene* Gruppe sieht Offenheit für Innovationen, auch in Bezug auf eLM, als wichtig für die Weiterentwicklung und Zukunftsfähigkeit des eigenen landwirtschaftlichen Betriebes an. Daneben ist für die Experten dieser Gruppe Offenheit für Innovationen die Voraussetzung für einen besseren Informationsstand, der einen Wettbewerbsvorteil gegenüber weniger informierten Betriebsleitern darstellt (Landwirte 1, 2, 6 und 12).

*„Das ist schon eine wichtige Voraussetzung, um letztendlich auch für den Alltag gut informiert zu sein, damit man auch Entscheidungen [...] ausführen kann.“* (Landwirt 12)

Es konnte somit ein Einfluss des Faktors Offenheit für Innovationen auf den ebenfalls aus der Literatur gewonnenen Faktor Information festgestellt werden.

Zur *abwartenden* Gruppe sind Experten zusammengefasst, die sich durch Zurückhaltung im Hinblick auf E-Mobilität in der Landwirtschaft auszeichnen. Technische Entwicklungen werden abwartend aufgenommen; eine Adoption zu einem späteren Zeitpunkt wird aber nicht ausgeschlossen. Die Befragten sehen für ihren Betrieb mittelfristig keinen Schwerpunkt in der E-Mobilität (Landwirte 3, 9 und 10). Die größte Gruppe (acht der 15 Experten) ist durch Aussagen charakterisiert, die Offenheit für Innovationen vor allem mit Kosten und Nutzen einer neuen Technologie in Verbindung bringen. Diese *rational abwägende* Gruppe macht ihre Offenheit von ihren jeweiligen betrieblichen Strukturen bzw. Einsatzbereichen abhängig und kommt zu dem Schluss, dass sie sich nicht als „Vorreiter“ neuer Technologien bezeichnen würde; eine wahrgenommene ökonomische Vorteilhaftigkeit und die Möglichkeit, eLM testen zu können, würde ihre Offenheit aber erhöhen und eine Adoption der Technologie wahrscheinlicher machen (Landwirte 4, 5, 7, 8, 11, 13, 14 und 15). Hier lässt sich ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Preis und Offenheit sowie Offenheit und dem Zeitpunkt der Adoption feststellen. Diese Erkenntnis deckt sich mit dem von AGUILAR-GALLEGOS et al. (2015) identifizierten Einfluss von Offenheit auf die Wahrnehmung von Informationen und auf das Interesse an Innovationen.

Für den Faktor **Information** wurde eruiert, wie die befragten Betriebsleiter mit verfügbaren Informationen in Kontakt treten, wie ihr Informationsstand ist und welche Informationen für die Befragten wichtig

für die Bewertung von E-Mobilität in der Landwirtschaft sind (siehe Tabelle A3 im Anhang).

Der *Kontakt zu Informationen* ist vielfach wenig vorhanden und wird infolge dessen von den Experten als negativ bewertet (Landwirte 2, 5, 10, 13, 14 und 15). Übereinstimmend dazu gelangten auch BÖSCHE et al. (2017) zu der Erkenntnis, dass sich ein zu geringer Kontakt mit Informationen zur E-Mobilität negativ auf die Nutzerakzeptanz auswirken kann. Als Hauptinformationsquellen wurden Messen und Fachzeitschriften genannt (Landwirte 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 und 14), wobei unter den Befragten Uneinigkeit hinsichtlich der Gewichtung der benannten Quellen besteht. Die aktive Informationsbeschaffung, die für Messen charakteristisch ist, setzt ein stärkeres Interesse an eLM voraus als dies die Lektüre von Fachzeitschriften erfordert. Insofern zeigt sich ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Information und Offenheit für Innovationen. Dieser bestätigt sich auch bei der Frage, wie gut sich die Befragten über eLM informiert fühlen und wie es um ihren derzeitigen *Informationsstand* bestellt ist. So könnte dieser nach Ansicht aller befragten Experten besser sein. Besteht wenig Interesse an dem Thema, erfolgt keine aktive Aneignung neuer Informationen bzw. neuen Wissens (Landwirte 3, 10 und 15).

*„Soweit wie es mich interessiert, ja. Also ich könnte besser informiert sein, aber das Interesse ist nicht da.“* (Landwirt 3)

Darüber hinaus sind die angebotenen Informationen zur E-Mobilität nach Aussage einiger Experten im Vergleich mit Informationen über Dieselaggregate nicht umfassend genug (Landwirte 2, 5, 12 und 13). Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen auch BOZEM et al. (2013), indem sie belegten, dass sich Kunden im direkten Vergleich der Antriebskonzepte über konventionelle Fahrzeuge informierter fühlen als über elektrisch angetriebene. Ein zu geringer Kenntnisstand kann sich infolge von Fehleinschätzungen hemmend auf die Nutzerakzeptanz auswirken (KAIRIES, 2013).

Mit Blick auf die *Informationsrelevanz* für die befragten Experten fordern diese geschlossen die bessere Darlegung eines Gesamtkonzepts und des Praxisbezugs von eLM. Adressaten dieser Forderung sind vornehmlich entsprechende Leitmedien und die Maschinenhersteller. Ergänzend dazu betrachten einige Experten Kosten-Nutzen-Berichte, die allen voran technische Aspekte und Kaufpreise in den Vordergrund stellen, als wichtige Informationen (Landwirte 1, 5, 7 und 9). Auch das selbstständige Erproben von eLM und die daraus resultierende Praxiserfahrung bzw. die durch entsprechende Medien berichtete Erfahrung anderer

Berufskollegen, gilt vielen Befragten als Quelle von Informationen, die für ihr jeweiliges Einsatzfeld relevant sind (Landwirte 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13 und 14). Diese wichtigen Informationen bilden nach Ansicht der Experten teilweise die Voraussetzung für den Kauf einer eLM (Landwirte 1 und 5). Damit folgen sie in ihrer Einschätzung den Ergebnissen von PETERS et al. (2013), die bestätigen, dass das Ausprobieren elektrischer Fahrzeuge einer Nutzerakzeptanz dienlich ist. Die so gewonnenen Erfahrungswerte können die Benutzerfreundlichkeit und Einfachheit einer Technologie vermitteln (PIERPAOLI et al. 2013).

Der Faktor **Technik** umfasst die Merkmalsausprägungen Vor- und Nachteile, landwirtschaftliche Anwendungsbereiche und Ladeinfrastruktur bzw. -zyklen (siehe Tabelle A4 im Anhang).

Als technischen *Vorteil* von eLM sehen einige Befragte eine stärkere Leistung, eine verbesserte Kraftübertragung, weniger Energieverluste und eine höhere Energieeffizienz (Landwirte 2, 7, 8 und 15). Ebenso werden die geringere Wartung von eLM und ihr vergleichsweise einfacher Aufbau als technisch vorteilhaft gegenüber herkömmlichen, mit Verbrennungsmotoren betriebenen Landmaschinen wahrgenommen (Landwirte 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14 und 15). Zwei Betriebsleiter merken auch den eingesparten Kraftstoffverbrauch als positiv an (Landwirte 1 und 13). Besonders begrüßen einige der Befragten die sich durch eLM bietenden Möglichkeiten, wie die optimale Einstellung, den niedrigeren Wirkungsverlust und die bessere Steuer- bzw. Regelbarkeit von Anbaugeräten (Landwirte 2, 3, 8 und 12). Die elektrische Steuerung auf 12-Volt-Basis ist bereits möglich und so konnten die Landwirte 3 und 8 auf positive Erfahrungen mit solchen Systemen zurückblicken. Der in den Aussagen zur besseren Steuerbarkeit der Anbaugeräte wahrgenommene Vorteil wirkt sich positiv auf die Einstellung der Landwirte gegenüber eLM aus, worin ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Technik und Einstellung zu E-Mobilität ersichtlich wird. So sind es gerade die empfundenen Vorteile, die beim Faktor Technik eine Akzeptanzsteigerung bewirken können (FAR und REZAEI-MOGHADDAM, 2017). Der dazukommende, von Landwirt 14 (Testbetrieb eines Prototypen) vorgenommene Vergleich von Kosten und Nutzen einer Technologie fließt mit in die Bewertung der selbigen ein und kann sich im Falle einer wahrgenommenen technologischen Überlegenheit ebenfalls positiv auf die Nutzerakzeptanz auswirken (AGUILAR-GALLEGOS et al., 2015; JEINSEN et al., 2018).

Als Hauptkritikpunkte bzw. derzeit bestehende *Nachteile* der Technologie werden neben der noch

unzureichenden technischen Reife der fehlende Kontakt zu Werkstätten, mangelndes Know-how seitens der Anwender sowie die geringen Reichweiten bzw. nicht ausreichende Energiedichte der Akkumulatoren angeführt (Landwirte 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14 und 15).

*„Aber die Technik ist noch nicht ausgereift genug, um das selber ganz konkret jetzt für die eigene Planung im Blick zu haben.“* (Landwirt 6)

So fordern einige der befragten Experten eine Mindesteinsatzzeit der Landmaschinen zwischen 8 und 14 Stunden (Landwirte 2, 3, 5 und 12). Eine zu geringe Reichweite bzw. Einsatzzeit der Maschinen wurde auch von PICKEL (2018) als größtes bestehendes technisches Akzeptanzhemmnis ausgemacht.

*„[...] im Dauerbetrieb hast, dann ist das was anderes. Aber ich denke die normalen Zyklen, da kann man sich darauf einstellen.“* (Landwirt 3)

Entscheidende Verbesserungen auf diesem Gebiet sind nach HEYMANN (2013) und NPE (2018) allerdings erst ab Mitte der 2020er Jahre zu erwarten. Dies gilt im Besonderen für Nutzfahrzeuge, da sich diese in hergestellter Stückzahl und Anforderungsprofil wesentlich von Personenkraftwagen unterscheiden (GRÄBENER, 2017). Die genannten Nachteile verringern den wahrgenommenen Nutzen und wirken sich negativ auf die Akzeptanz von E-Mobilität aus. Bezogen auf die landwirtschaftlichen *Anwendungsbereiche* von eLM sind einigen befragten Landwirten ein vergleichbar breites Einsatzspektrum und eine ähnliche Flexibilität wie beim Einsatz herkömmlicher Landmaschinen wichtig (Landwirte 1 und 5). Dies unterstreicht die Beobachtung von KAINE et al. (2007), dass Landwirte vor allem ein breites Einsatzspektrum sowie eine hohe Flexibilität bei technischen Innovationen schätzen. Auch die Forderung einiger Befragter, dass eLM leistungstechnisch ein Äquivalent zu konventionellen Maschinen darstellen sollen (Landwirte 1, 5 und 6), wird in der Literatur bestätigt (BOZEM et al., 2013). Insgesamt erscheint die Bodenbearbeitung beim Ackerbau einigen Experten als ein wenig geeigneter Einsatzbereich von eLM (Landwirte 1, 7, 8, 12 und 13). Sie sehen das Potential eher im Bereich von Pflegemaßnahmen, wie dem Ausbringen von Dünger, Saatgut und Pflanzenschutzmitteln (Landwirte 1, 2, 7, 9, 11, 12 und 14). Einige der Befragten können sich angesichts des derzeitigen Entwicklungsstandes von eLM den Einsatz vorzugsweise in viehhaltenden Betrieben vorstellen, da hier die Einsatzzeiten der Maschinen vergleichsweise kurz sind und diese anschließend wieder geladen werden könnten (Landwirte 1 und 2). Darüber hinaus ist der emissionsfreie Betrieb elektrischer Geräte in geschlossenen Räumen, wie

Ställen, vorteilhafter als der Einsatz abgaserzeugender, mit Verbrennungsmotoren betriebener Maschinen (Landwirte 1, 8 und 11). Hier lässt sich ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Umwelt und Technik erkennen. Das von PETERS und HOFFMANN (2011) angeführte Argument, elektrische Fahrzeuge könnten als Erweiterung konventioneller Landmaschinen gesehen werden, konnte nicht bestätigt werden. Vielmehr ist einigen Befragten eine flexibel einsetzbare Maschine wichtig, was mit der allgemein schwierigen wirtschaftlichen Lage vieler Betriebe und ihrer daraus resultierenden beschränkten Investitionsfähigkeit erklärt werden könnte (Landwirte 1 und 3). So kann die Investition in ein vielseitig einsetzbares Gerät wirtschaftlich attraktiver sein als die Investition in eine bloße Erweiterung bestehender Technik.

Die meisten Landwirte bewerten die Umsetzbarkeit der *Ladeinfrastruktur* als weitestgehend unproblematisch, da sowohl Stellplätze als auch Stromanschlüsse auf den Hofstellen vorhanden sind (Landwirte 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 und 15). Es besteht lediglich bei zwei Befragten Unsicherheit bezüglich der Kosten einer passenden Ladestation (Landwirte 6 und 10), was verdeutlicht, dass bei einigen Landwirten der Faktor Information auf den Faktor Technik insofern wirkt, als dass eine Ermangelung an Informationen zu Unsicherheiten in der Bewertung der technischen Umsetzbarkeit führt. Daneben wird von denselben zwei Experten die für schnelle Ladevorgänge benötigte Leistungsfähigkeit des vorhandenen Stromnetzes infrage gestellt. Diese Sorge scheint begründet zu sein, da bspw. STÖHR und HACKENBERG in ihrer 2018 veröffentlichten Untersuchung zu dem Ergebnis kommen, dass die Energie, die für das Laden elektrisch betriebener Traktoren notwendig ist, die Kapazität der bestehenden Stromnetze übersteigt. Einige der befragten Landwirte bemängeln, dass neben dem noch unzureichend ausgebauten E-Tankstellennetz, das für weiter von der Hofstelle entfernte Schläge wichtig wäre, das *Ladungsmanagement* in Arbeitsspitzen, unter Zeitdruck oder bei unvorteilhaften Witterungsbedingungen noch nicht mit dem dieselbetriebener Landmaschinen mithalten kann (Landwirte 1 und 13). Generell bewerten die Experten das Verhältnis von Einsatz- zu Ladezeiten bei dem derzeitigen Entwicklungsstand von eLM als kritisch (Landwirte 2, 6, 7, 9, 11 und 13). Die dabei immer wieder vorgenommenen Vergleiche mit der technischen Reife elektrisch angetriebener Personenkraftwagen bestätigen die aus der Literatur gewonnene Erkenntnis, dass Menschen neue Mobilitätsmuster oft mit ihnen bereits bekannten vergleichen (PETERS und DÜTSCHKE, 2010).

Auch für den Faktor **Umwelt** ergaben sich aus den Interviews verschiedene Vor- und Nachteile von eLM, unterschiedliche Sichtweisen auf das Image der Landwirtschaft und Beziehungen zu anderen Faktoren (siehe Tabelle A5 im Anhang).

Der emissionsfreie und lärmreduzierte Betrieb von eLM wird von vielen der befragten Experten als ökologisch *vorteilhaft* bewertet (Landwirte 1, 2, 6, 7 und 9). Dies stellt sich in der Automobilbranche ähnlich dar und wirkt sich durch seine positive Wirkung auf den wahrgenommenen Nutzen akzeptanzsteigernd aus (KAIRIES, 2013). Als weitere Vorteile zugunsten der Umwelt werden die Unabhängigkeit von fossilem Kraftstoff und die ressourcenschonendere Nutzung (auch eigenerzeugten) Stroms aus erneuerbaren Energiequellen genannt (Landwirte 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12 und 13). Ergänzend führt Landwirt 14 aus, dass elektrische Anbaugeräte bspw. eine genauere Applikation von Dünger oder anderen Betriebsmitteln ermöglichen und so einer Verschwendung oder Übernutzung von Ressourcen entgegenwirken, was der Umwelt zugutekommt. Es besteht demnach ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Technik und Umwelt. Dennoch hinterfragen viele der Experten die genannten Vorteile auch kritisch, namentlich wegen vorhandener Unklarheiten bezüglich der Umweltbilanzen von eLM und möglicher Weiterentwicklungen konventioneller Technik (Landwirte 1, 2, 5, 8 und 9).

„Wenn du jetzt die Batterie herstellst oder alles andere dazu herstellst, wie lange hättest du dann einen Dieselmotor - eine Technik die auch sehr voran ist - nutzen können?“ (Landwirt 5)

Nach KIHM und TROMMER (2014) kommt es durch Verbesserungen infolge technischer Weiterentwicklungen konventioneller Verbrennungsmotoren oft zu einer Relativierung der Umweltvorteile elektrisch angetriebener Fahrzeuge. Folglich ist diese Kritik nicht unbegründet. Daneben wird besonders die Belastung der Umweltbilanz durch den Herstellungsprozess der Akkumulatoren von mehreren Landwirten als ökologisch *nachteilig* gesehen (Landwirte 1, 2, 6 und 13). Die tatsächlichen ökologischen Auswirkungen des Herstellungsprozesses der Akkumulatoren sind nach YAY (2012) jedoch schwer abzuschätzen. Auch die Erzeugung regenerativer Energien betrachten einige der Experten bspw. aufgrund der erforderlichen Herstellung von Photovoltaikmodulen oder der Energiebilanz von Biogasanlagen als bedenklich für die Umwelt (Landwirte 10, 11 und 14).

Die E-Mobilität kann nach Ansicht von Landwirt 8 einen positiven Einfluss auf das *Image der Landwirtschaft* haben, da seiner Meinung nach die Öffentlich-

keit umweltfreundlichere Landmaschinen und weniger Belastung für die Natur fordert. Ergänzend kommen die verringerten Lärm- und Schadstoffemissionen bei der Bearbeitung von Ackerflächen, die sich in einer räumlichen Nähe zu Wohngebieten befinden, dem sozialen Frieden und damit einem positiveren Image der Landwirtschaft entgegen (Landwirte 3 und 5). Das kann sich wiederum akzeptanzsteigernd auf die Landwirte auswirken. Dafür müsse aber das Gesamtkonzept der E-Mobilität in der Landwirtschaft öffentlich besser dargestellt werden, da nach Ansicht vieler Befragter derzeit Themen wie Tierhaltung, Pflanzenschutz und Düngung die gesellschaftliche Diskussion um die Landwirtschaft dominieren (Landwirte 1, 2, 8, 13 und 14). Es lassen sich für die Nutzung eLM aufgrund ihrer Umweltvorteile zwei Gruppen identifizieren. Die erste Gruppe ist bereit, für die wahrgenommenen Umweltvorteile einen höheren Preis zu zahlen (Landwirte 6 und 9), was einen *Zusammenhang* zwischen den Faktoren Umwelt und Preis bestätigt. Für die zweite Gruppe wiegen ökonomische Argumente weit schwerer als ökologische (Landwirte 3, 5, 7, 11, 12 und 15), womit die beschriebene Beziehung sowohl positiv als auch negativ auf den Faktor Preis wirken kann.

*„Auf einer Begeisterung und Umweltfreundlichkeit kann man einen Betrieb nicht zukunftssträftig führen.“* (Landwirt 7)

Für den Faktor **Preis** ergab sich, dass die Landwirte 6 und 14 durchaus bereit wären, einen höheren Kaufpreis für eLM zu zahlen, sofern dieser sich innerhalb eines gewissen Rahmens bewegt (siehe Tabelle A6 im Anhang). Dabei bezieht sich Landwirt 6 auf die Betriebsstunden, die maximal 5 bis 10 Euro über den aktuellen Kosten liegen dürften. Landwirt 7 wäre hingegen nur dann bereit mehr von eLM zu zahlen, wenn die Leistung, verglichen mit konventionellen Landmaschinen, ebenbürtig oder besser ist. Generell war eher keine Mehrzahlungsbereitschaft unter den befragten Landwirten zu vernehmen, was im Einklang mit den Ergebnissen von LONG et al. (2016) steht, die in den gerade zum Beginn der Markteinführung neuer Technologien tendenziell höheren Preisen ein bedeutendes Akzeptanzhemmnis sehen.

*„Wie viel teurer ist die Anschaffung und wie teurer ist die Unterhaltung im Vergleich zu konventionell angetriebenen Maschinen?“* (Landwirt 2)

Laut Meinung einiger Experten fließen neben der Höhe des Preises auch eine Reihe anderer Bewertungskriterien, wie die technische Leistung, das Verhalten landwirtschaftlicher Konkurrenten, Investitionskosten, Liquidität des Betriebes oder die Betriebs-

kosten von eLM, in die tatsächliche Kaufentscheidung mit ein (Landwirte 1, 2, 5, 10, 11 und 12). Zu dem Schluss, dass der Preis nicht das alleinige Bewertungskriterium darstellt, kamen auch PETERS et al. (2013) in ihrer Untersuchung. Durch die von mehreren Landwirten aufgestellte Forderung, dass die Leistungsfähigkeit von eLM mindestens der von herkömmlichen Maschinen entsprechen müsse (Landwirte 2, 7 und 10), um eine Mehrzahlungsbereitschaft unter Landwirten zu erzeugen, kann zusammen mit den befürchteten Unterhaltskosten von eLM eine Beziehung zwischen den Faktoren Technik und Preis abgeleitet werden. Dies bestätigt die Ergebnisse von BOZEM et al. (2013). Daneben können sich äußere Einflüsse, wie fehlende Einnahmen bzw. eine angespannte Marktsituation, negativ auf die Inkaufnahme höherer Preise auswirken (Landwirte 1, 3, 6 und 13). Eine andere Möglichkeit zur Steigerung der ökonomischen Attraktivität von eLM kann in betriebsspezifischen Gegebenheiten, wie die Verwertung eigenproduzierten Stroms liegen. Dies ist vor allem der Fall, wenn die Kosten des eigenverbrauchten Stroms unter den Kosten des Strombezugs aus dem öffentlichen Netz liegen (STOEHR et al., 2015). Darüber hinaus bestünde die Möglichkeit, Synergieeffekte zu nutzen und bspw. durch die Integration eines Vehicle-to-Grid (V2G)-Konzepts einen neuen, ökonomisch vorteilhaften Betriebszweig zu etablieren (PICKEL, 2018). Beim V2G-Konzept wird elektrischer Strom von den Fahrzeugakkumulatoren zurück in das öffentliche Stromnetz gespeist, um so eine intelligente Sektorenkopplung zu ermöglichen. Diese Wirkung betrieblicher Einflussgrößen sowohl auf die Wahrnehmung des Preises (Landwirt 4) als auch auf die Nutzerakzeptanz konnte ebenso von CAVALLO et al. (2014) belegt werden und kann je nach Situation positiv oder negativ ausfallen (KAIRIES, 2013).

Der Faktor **Politik** wird von den Experten sehr unterschiedlich wahrgenommen und bewertet. Die Ergebnisse lassen sich grob in die momentane Wahrnehmung politischer Entscheidungen und die Rolle der Politik für die künftige Verbreitung von E-Mobilität in der Landwirtschaft unterteilen (siehe Tabelle A7 im Anhang).

*Aktuell* sehen einige Befragte keinen direkten politischen Schwerpunkt auf der Elektrifizierung des Antriebes von Landmaschinen; jedoch indirekt über die Förderung von E-Mobilität im Automobilssektor (Landwirte 6 und 9). Zwar spiele die Politik eine wichtige Rolle für die Verbreitung von eLM (Landwirt 8), doch nimmt sie diese nach Ansicht von Landwirt 10 nur sporadisch und wenn, dann sehr überstürzt

wahr. Dies führt vermehrt zu Planungsunsicherheiten für die Landwirte (Landwirte 1 und 4). Mehrere Experten sind der Auffassung, dass politische Entscheidungsträger *künftig* an einem überzeugenderen Gesamtkonzept für die E-Mobilität in der Landwirtschaft arbeiten sollten, das auch den Ausbau der Infrastruktur zur Sicherung der Stromversorgung beinhaltet (Landwirte 1, 3 und 4). Der Einfluss politischer Entscheidungen auf die Bewertung technischer Innovationen lässt sich auch in der Literatur finden (KAINE et al., 2007). Besonders positiv werden von vielen Befragten mögliche Kaufanreize, wie bspw. staatliche Förderprogramme, als Instrumente zur Förderung der Verbreitung von eLM bewertet (Landwirte 2, 4, 7, 8, 12 und 15).

„[...] Fördermaßnahmen dafür, da ist die Politik natürlich relevant. Das wäre in Richtung Preis, wenn die Maschinen mehr kosten, aber sie auch gefördert werden, dann würde sich das auch wieder ausgleichen“ (Landwirt 8)

Das bestätigt auch HEYMANN (2013) mit seiner Beobachtung, dass sich finanzielle Fördermaßnahmen besser auf die Nutzerakzeptanz auswirken als nicht-finanzielle Anreize. Folglich besteht ein Zusammenhang zwischen den Faktoren Politik und Preis.

Die Ergebnisse zum Faktor **Einstellung zu E-Mobilität** lassen sich untergliedern in die aktuelle Einstellung zu eLM, Erfahrungen mit sowie das Meinungsbild zum Umstieg auf eLM. Sie bestätigen darüber hinaus, dass Zusammenhänge mit verschiedenen anderen Faktoren bestehen (siehe Tabelle A8 im Anhang).

Befragte mit einer positiven Einstellung gegenüber E-Mobilität unterstreichen *aktuell* das Erreichen der nötigen technischen Reife und die Finanzierbarkeit als Grundvoraussetzungen für den künftigen Ein-

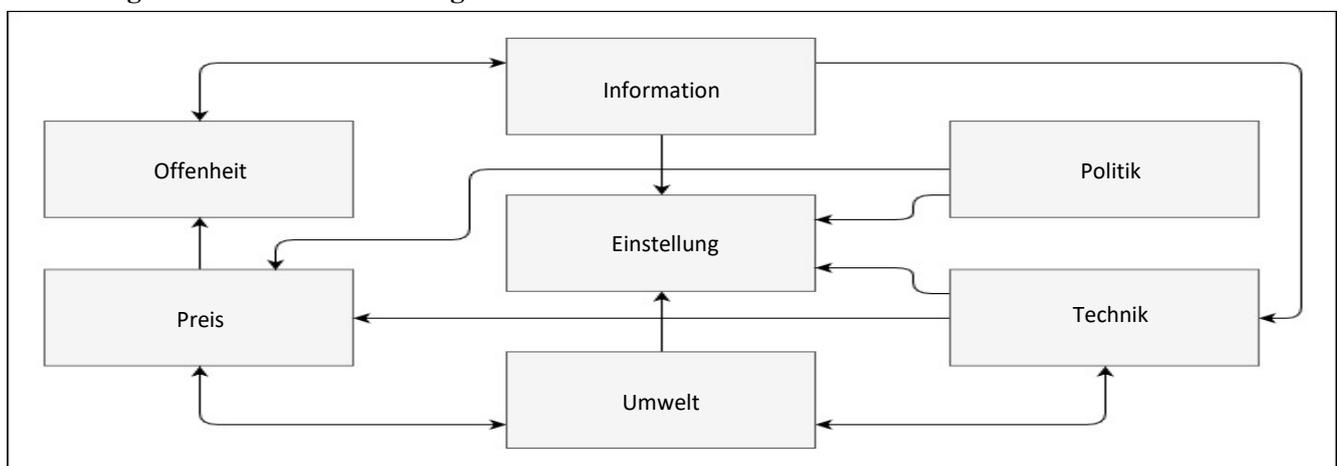
satz solcher Maschinen (Landwirte 1, 3 und 6). Daneben wurde auch die Bedeutung der Forschung auf diesem Gebiet hervorgehoben (Landwirt 12).

„Hier muss aber auf der einen Seite finanzierbar sein und zum anderen auch in ähnlicher Weise die Funktion erfüllen wie die herkömmlichen Antriebsaggregate. Wenn das gewährleistet ist, dann wäre sicherlich ein gangbarer Weg. [...] Aber für mich ist da noch sehr viel Forschungsarbeit notwendig.“ (Landwirt 12)

Hier lässt sich ein Einfluss des Faktors Technik auf den Faktor Einstellung identifizieren. Dagegen sehen Befragte mit einer negativen Einstellung gegenüber E-Mobilität sowohl die diesbezügliche Politik als auch die durch die Produktion und Entsorgung von Akkumulatoren entstehenden Umweltprobleme kritisch (Landwirte 5, 7, 9 und 13). Es kommt in der Ursachendimension zu einer negativen Auswirkung der Faktoren Politik und Umwelt auf den Faktor Einstellung. Weiterhin berichteten mehrere Landwirte, dass der Informationsgewinn durch die mit eLM gesammelten *Erfahrungen* eine Bewertung von eLM erleichtert (Landwirte 3, 6, 8 und 12). Der Faktor Information kann hier als ursächlich für den Einfluss auf die Einstellung zu eLM ausgemacht werden. Bezogen auf einen möglichen *Umstieg* auf eLM nehmen einige Experten eine abwartende Haltung ein (Landwirte 10 und 11). Als Ursache werden Unsicherheiten hinsichtlich der technischen Reife und die noch als mangelhaft wahrgenommene Eignung für die jeweiligen betriebsindividuellen Einsatzbereiche aufgeführt (Landwirte 1, 3, 6, 8, 10, 11, 12 und 13).

Die interpretierten Beziehungen der untersuchten Einflussfaktoren sind zusammenfassend in Abbildung 1 dargestellt, wobei die Pfeile die jeweilige Wirkungsrichtung anzeigen.

**Abbildung 1: Ermittelte Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren**



Quelle: Eigene Darstellung

## 5 Schlussfolgerungen

Ziel dieser Untersuchung war es, Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von eLM mithilfe qualitativer Experteninterviews zu erfassen. Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass unter den 15 befragten Landwirten mehrheitlich kritische Positionen bezüglich der Verbreitung und des Einsatzes von E-Mobilität in der Landwirtschaft vorherrschen. Andererseits wird deutlich, dass die Einflussfaktoren in unterschiedlichen Beziehungen zueinanderstehen und dadurch auch mittelbar auf die Wahrnehmung der Befragten wirken. Im Folgenden werden anhand der einzelnen Einflussfaktoren Schlussfolgerungen gezogen und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Die Ergebnisse haben verschiedene Implikationen. Die empirischen Ergebnisse bezüglich des Faktors *Offenheit für Innovationen* erlauben es Maschinenherstellern und der Fachpresse, die Informationen über E-Mobilität in der Landwirtschaft künftig mehr an die jeweilige Zielgruppe anzupassen, indem sie auf die von den Landwirten geäußerten Bedenken besser eingehen, sofern sie ein Interesse an der Weiterentwicklung und Verbreitung von eLM haben. Ergänzend könnten zwecks Akzeptanzsteigerung mögliche Einsatzbereiche und in einer späteren Markteinführungsphase auch Finanzierungsmöglichkeiten von eLM transparenter kommuniziert werden.

Bezogen auf den Faktor *Information* könnte unter dem Gesichtspunkt einer Akzeptanzsteigerung von E-Mobilität in der Landwirtschaft ein Ausbau des Informationsangebots unter Beibehaltung der von den Landwirten favorisierten Medien sinnvoll sein. Im Zuge dessen erscheint es ratsam, den praktischen Nutzen der Technologie besser aufzuzeigen und diesen den Landwirten zu vermitteln. Hierfür könnte die Darlegung des von den Befragten geforderten verbesserten Gesamtkonzepts zur E-Mobilität in der Landwirtschaft ein Ansatzpunkt sein. Daneben empfiehlt es sich für die Landmaschinenhersteller und -händler, frühzeitig Testmöglichkeiten für eLM anzubieten, um eine Steigerung der Nutzerakzeptanz zu bewirken. Ergänzend dazu könnten den Landwirten entsprechende Nutzungskonzepte unterbreitet werden, die wahrgenommenen Umstellungsrisiken entgegenwirken.

Um beim Faktor *Technik* den Forderungen der Befragten zu entsprechen, müssten zunächst die Akkumulatoren der eLM hinsichtlich ihrer Laufzeit weiterentwickelt werden. Ob sich darüber hinaus ein Netzausbau positiv auf die Nutzerakzeptanz auswir-

ken würde, bleibt abzuwarten, da die Leistungsfähigkeit der Stromnetze nur von wenigen Landwirten als Problem wahrgenommen wurde und oftmals eine hohe eigene Stromproduktion aus regenerativen Energiequellen betrieben wird. Für den Faktor *Umwelt* zeigt sich, dass sich E-Mobilität in der Landwirtschaft durch ihr umweltfreundliches Image positiv auf die Nutzerakzeptanz auswirkt. Damit diese und das dazugehörige Bild nicht unnötig getrübt werden, sollten transparente und glaubwürdige Umweltbilanzen bereitgestellt, der Ausbau erneuerbarer Energiequellen und die Verbesserung der zur Herstellung von Akkumulatoren benötigten Rohstoffbeschaffung diskutiert werden. Daneben könnte eine stärkere öffentliche Kommunikation der Umweltvorteile das von der Gesellschaft wahrgenommene Image der Nutzer und damit auch deren Akzeptanz von eLM verbessern.

Bei der mangelnden Mehrzahlungsbereitschaft der Befragten in Bezug auf den Faktor *Preis* müssen äußere Faktoren mit in Betracht gezogen werden. So ist die Investitionsbereitschaft der Befragten aufgrund einer Reihe ökonomisch schwieriger Wirtschaftsjahre infolge unvorteilhafter Wettereinflüsse gedämpft und damit auch die Wirkung des Faktors Preis auf die Nutzerakzeptanz von eLM in diesem Zusammenhang negativ.

Der derzeit von den Experten als negativ wahrgenommene Einfluss des Faktors *Politik* auf die Akzeptanz von eLM könnte durch vertrauensschaffende Maßnahmen und die Präsentation plausibler Gesamtkonzepte, analog zur E-Mobilität in der Automobilbranche, möglicherweise ins Positive gedreht werden. Dabei können die von den Befragten bevorzugten finanziellen Förderinstrumente einen Schritt in diese Richtung darstellen, wobei ein Anstieg der Kaufpreise von eLM um ebenjenen Förderbetrag durch entsprechende Ausgestaltung der Maßnahmen vermieden werden sollte.

Für eine akzeptanzsteigernde Wirkung des Faktors *Einstellung* könnte die Weiterentwicklung elektrischer Anbaugeräte, die einen Beitrag zum „Precision Farming“ leisten, von Vorteil sein und einen Umstieg auf eLM attraktiver gestalten.

Trotz der interessanten Ergebnisse hinsichtlich der Nutzerakzeptanz von eLM müssen, wie bei den meisten empirisch erhobenen Daten, bei der Interpretation der Ergebnisse eine Reihe von Einschränkungen beachtet werden. So handelt es sich bei den 15 befragten Landwirten größtenteils um konventionell wirtschaftende Ackerbauern aus dem Raum Niedersachsen, die im Gegensatz zu einigen viehhaltenden

Betrieben bisher keine Erfahrungen mit der Nutzung von eLM sammeln konnten. Da Erfahrung mit technischen Innovationen nachweislich einen Einfluss auf deren Akzeptanz ausübt, könnten daher die Ergebnisse bspw. in der Innenwirtschaft anders ausfallen (MELENHORST und BOUWHUIS, 2004). Bei der kleinen, nicht repräsentativen Stichprobe handelt es sich bei der vorliegenden qualitativen Studie nur um eine explorative Untersuchung, die einer ersten Identifizierung und Einschätzung der Akzeptanz von eLM und deren Einflussfaktoren dient. Die Ergebnisse können dennoch als Hilfestellung für Landmaschinenhersteller und politische Entscheidungsträger genutzt werden, um die Verbreitung von eLM voranzutreiben, wobei die E-Mobilität in Konkurrenz zu verschiedenen anderen Antriebskonzepten, wie Wasserstoff, synthetische- oder Biokraftstoffe, steht. Diese explorative Studie bietet zudem Anknüpfungspunkte für weiterführende Forschung im Bereich der Akzeptanz von E-Mobilität in der Landwirtschaft. Es wäre bspw. denkbar, in methodischer Hinsicht ergänzende quantitative Forschungsarbeiten durchzuführen und unter inhaltlichen Aspekten auch das gesellschaftliche Meinungsbild einzufangen.

## Literatur

- AGRARHEUTE (2017): Maschinen unter Strom: So praxisreif sind Elektroantriebe. <https://www.agrarheute.com/technik/maschinen-strom-so-praxisreif-elektroantriebe-533587>, Abruf: 03.07.2020.
- AGUILAR-GALLEGOS, N., M. MUNOZ-RODRÍGUEZ, H. SANTOYO-CORTÉS, J. AGUILAR-ÁVILA und L. KLERKX (2015): Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. In: *Agricultural Systems* 135: 122-132.
- ALTENBURG, T., E.W. SCHAMP und A. CHAUDHARY (2016): The emergence of electromobility: Comparing technological pathways in France, Germany, China and India. In: *Science and Public Policy* 43 (4): 464-475.
- AUBERT, B.A., A. SCHROEDER und J. GRIMAUO (2012): IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. In: *Decision Support Systems* 54 (1): 510-520.
- AUGENSTEIN, K. (2015): Analysing the potential for sustainable e-mobility – The case of Germany. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 14: 101-115.
- AUMER, W., M. LINDNER, M. GEIBLER und T. HERLITZIUS (2008): Elektrischer Traktor: Vision oder Zukunft? In: *Landtechnik* 1/2008 (1): 14-15.
- AUSTIN, E.J., J. WILLOCK, I.J. DEARY, G.J. GIBSON, J.B. DENT, G. EDWARDS-JONES und O. MORGAN (1998): Empirical models of farmer behavior using psychological, social, and economic variables – Part I: Linear modelling. In: *Agricultural Systems* 58 (2): 203-224.
- AUVINEN, H., T. JÄRVI, M. KLOETZKE, U. KUGLER, J.-A. BÜHNE, F. HEINL, J. KURTE und K. ESSER (2016): Electromobility Scenarios: Research Findings to Inform Policy. In: *Transportation Research Procedia* 14: 2564-2573.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2019): Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzstrategie. URL: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/>, Abruf: 18.08.2019.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2019): Die Zukunft fährt elektrisch. URL: <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Elektromobilitaet/Elektromobilitaet-kompakt/elektromobilitaet-kompakt.html>, Abruf: 03.06.2019.
- BÖSCHE, K.V., P. ESTER, T. HOCK, E. RAHIMZEI, und M. VOGEL (2017): Innovationen in der Elektromobilität. IKT für Elektromobilität III: Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- BOZEM, K., A. NAGL, V. RATH und A. HAUBROCK (2013): Elektromobilität: Kundensicht, Strategien, Geschäftsmodelle. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- BRUNNENGRÄBER, A. und T. HAAS (2018): Vom Regen in die Traufe: die sozial-ökologischen Schattenseiten der E-Mobilität. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 27 (3): 273-276.
- BÜHNE, J.-A., D. GRUSCHWITZ, J. HÖLSCHER, M. KLÖTZKE, U. KUGLER und C. SCHIMECZEK (2015): How to promote electromobility for European car drivers? Obstacles to overcome for a broad market penetration. In: *European Transport Research Review* 7 (3).
- CAETANO, N.S., T.M. MATA, A.A. MARTINS and M.C. FELGUEIRAS (2017): New trends in energy production and utilization. In: *Energy Procedia* 107: 7-14.
- CANSINO, J., A. SÁNCHEZ-BRAZA und T. SANZ-DÍAZ (2018): Policy Instruments to Promote Electro-Mobility in the EU28: A Comprehensive Review. In: *Sustainability* 10 (7): 2507.
- CAVALLO, E., E. FERRARI, L. BOLLANI und M. COCCIA (2014): Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. In: *Agricultural Systems* 130: 44-54.
- DÜTSCHKE, E., A.-G. PAETZ und J. WESCHE (2013): Integration Erneuerbarer Energien durch Elektromobilität – inwieweit sind Konsumenten bereit, einen Beitrag zu leisten? In: *uwf UmweltWirtschaftsForum* 21 (3-4): 233-242.
- EGBUE, O. und S. LONG (2012): Barriers to widespread adoption of electric vehicles: an analysis of consumer attitudes and perceptions. In: *Energy Policy* 48: 717-729.
- EGBUE, O., S. LONG und V.A. SAMARANAYAKE (2017): Mass deployment of sustainable transportation: evaluation of factors that influence electric vehicle adoption. In: *Clean Technologies and Environmental Policy* 19: 1927-1939.

- ERICKSON, B., J. LOWENBERG-DEBOER und J. BREADFORD (2017): 2017 Precision Agricultural Service Dealership Survey. <http://agribusiness.purdue.edu/files/file/croplife-purdue-2017-precision-dealer-survey-report.pdf>, Abruf: 21.09.2020.
- FAR, S.T. und K. REZAEI-MOGHADDAM (2017): Determinants of Iranian agricultural consultants' intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. In: *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16 (3): 280-286.
- FENDT (2020): Fendt hat die Zukunft fest im Visier. <https://www.fendt.com/de/11364.html>, Abruf: 03.07.2020.
- FRANKE, T., J. KREMS und F. SCHMALFUß (2013): Adapting to the range of an electric vehicle – the relation of experience to subjectively available mobility resources. In: Brandenburg, E. (Hrsg.): *Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion*. 10. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, 10.-12. Oktober 2013, Berlin = Foundations and applications of human machine interaction. Univ.-Verl. der TU, Berlin: 95-103.
- GLÄSER, J. und G. LAUDEL (2012): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Lehrbuch. VS, Verl. für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- GLOBISCH, J., U. SCHNEIDER und E. DÜTSCHKE (2013): Acceptance of electric vehicles by commercial users in the electric mobility pilot regions in Germany. In: *ECEEE Summer Study Proceedings*: 973-983.
- GNANN, T. und P. PLÖTZ (2011): Status Quo und Perspektiven der Elektromobilität in Deutschland. Fraunhofer ISI, Karlsruhe. <http://hdl.handle.net/10419/54753>, Abruf: 22.10.2018.
- GÖMANN, H., A. BENDER, A. BOLTE, W. DIRKSMEYER, H. ENGLERT, J.-H. FEIL, C. FRÜHAUF, M. HAUSCHILD, S. KRENGEL, H. LILIENTHAL, F.-J. LÖPMEIER, J. MÜLLER, O. MUBHOFF, M. NATKHIN, F. OFFERMANN, P. SEIDEL, M. SCHMIDT, B. SEINTSCH, J. STEIDL, K. STROHM und Y. ZIMMER (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Klima-und-Umwelt/Klimaschutz/AbschlussberichtProjektExtremwetterlagen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Klima-und-Umwelt/Klimaschutz/AbschlussberichtProjektExtremwetterlagen.pdf?__blob=publicationFile), Abruf: 03.06.2019.
- GÖTZ, K., G. SUNDERER, B. BIRZLE-HARDER und J. DEFFNER (2011): Attraktivität und Akzeptanz von Elektroautos. Arbeitspaket 1 des Projekts OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen, ISOE – Institut für sozialökologische Forschung, Frankfurt am Main.
- GRÄBENER, S. (2017): Methodische Entwicklung und Bewertung von Elektrifizierungskonzepten für innerstädtische Nutzfahrzeuge. Dissertation. Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme, Technische Universität Berlin, Berlin.
- GRAHAM-ROWE, E., B. GARDNER, C. ABRAHAM, S. SKIPPON, H. DITTMAR, R. HUTCHINS und J. STANNARD (2012): Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations, In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46 (1): 140–153.
- HARDMAN, S., E. SHIU und R. STEINBERGER-WILCKENS (2016): Comparing high-end and low-end early adopters of battery electric vehicles. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 88: 40-57.
- HERLITZIUS, T. (2018): Szenarien der Systemkonfiguration elektrifizierter Arbeitsmaschinen. In: *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.* (Hrsg.): *In Zukunft elektrisch – Energiesysteme im ländlichen Raum*, Darmstadt: 75-85.
- HEYMANN, E. (2013): Evolution statt Revolution – die Zukunft der Elektromobilität. *IW-Analysen*, Nr. 84. IW Medien, Köln.
- HOLTZ, G., C. XIA-BAUER, M. ROELFES, R. SCHÜLE, D. VALLENTIN und L. MARTENS (2018): Competences of local and regional urban governance actors to support low-carbon transitions – development of a framework and its application to a case-study. In: *Journal of Cleaner Production* 177: 846-856.
- HÜSING, B., R. BIERHALS, B. BÜHRLIN, M. FRIEDEWALD, S. KIMPELER, K. MENRAD, J. WENGEL, R. ZIMMER und P. ZOCHE (2002): Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil. Abschlussbericht. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Karlsruhe.
- JEINSEN, T. v., H. HEPPE und L. THEUVSEN (2018): Determinanten der Akzeptanz technischer Innovationen in der Landwirtschaft. In: Ruckelshausen, A. et al. (Hrsg.): *GI Edition Proceedings Band 278 Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft*. 38. GIL-Jahrestagung 26.-27. Februar 2018, Kiel. GI-Edition. Proceedings, Heft 278. Köllen, Bonn: 127-130.
- JOHN DEERE (2020): Kabelgeführter mobiler und autonomer Maschinenverband – GridCON2 führt eine Vielzahl von Einzelentwicklungen zusammen. <http://www.gridcon-project.de/Beschreibung.html>, Abruf: 03.06.2019.
- KAHN, M.E. (2007): Do greens drive Hummers or hybrids? Environmental ideology as a determinant of consumer choice. In: *Journal of Environmental Economics and Management* 54: 129-145.
- KAINE, G., J. LEES, V. WRIGHT und B. MALCOLM (2007): An Approach to Predicting Demand for an Agricultural Innovation. In: *Australasian Agribusiness Review* 15: 94-107.
- KAIRIES, B. (2013): Marketing für Elektroautos. Akzeptanz als notwendige Bedingung für die Marktdurchdringung. *Diplomica*, Hamburg.
- KEMFERT, C. (2018): Die Hitzewelle zeigt: Höchste Zeit für einen konsequenten Klimaschutz! In: *DIW-Wochenbericht* 85 (32): 689ff.
- KIHM, A. und S. TROMMER (2014): The new car market for electric vehicles and the potential for fuel substitution. In: *Energy Policy* 73: 147-157.
- KOLLMANN, T. (1998): Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen. *Reihe Neue betriebswirtschaftliche Forschung* 239. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- KRAMER (2020): KL25.5e – Der Kramer KL25.5e – eine Fahrzeugklasse für sich. <https://www.kramer-online.com/de/branchen-produkte/landwirtschaft/radlader/radlader-4t/model/kl255e/>, Abruf: 03.07.2020.

- KRUPA, J.S., D.M. RIZZO, M.J. EPPSTEIN, D. BRAD LANUTE, D.E. GAALEMA, K. LAKKARAJU und C.E. WARRENDER (2014): Analysis of a consumer survey on plug-in hybrid electric vehicles. In: *Transportation Research Part A: Policy Practice* 64: 14-31.
- LANE, B. und S. POTTER (2007): The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude-action gap. In: *Journal of Cleaner Production* 15 (11-12): 1085-1092.
- LONG, T.B., V. BLOK und I. CONINX (2016): Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. In: *Journal of Cleaner Production* 112 (1): 9-21.
- MAYRING, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz Pädagogik, Weinheim.
- MELENHORST, A.-S. und D.G. BOUWHUIS (2004): When do older adults consider the internet? An exploratory study of benefit perception. In: *Gerontechnology* 3 (2): 89-101.
- MISERIOR (2018): *Rohstoffe für die Energiewende*. Bischöfliches Hilfswerk MISEREOR e.V, Aachen. <https://www.misereor.de/fileadmin/publikationen/studie-rohstoffe-fuer-die-energiewende.pdf>, Abruf: 12.2.2019.
- MOONS, I. und P. DE PELSMACKER (2012): Emotions as determinants of electric car usage intention. In: *Journal of Marketing Management* 28 (3-4): 195-237.
- NPE (2018): *Fortschrittsbericht 2018 – Markthochlaufphase*. [http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/NPE\\_Fortschrittsbericht\\_2018\\_barrierefrei.pdf](http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_Fortschrittsbericht_2018_barrierefrei.pdf), Abruf: 10.4.2019.
- PATTON, M.Q. (2015): *Qualitative research & evaluation methods: integrating theory and practise*. SAGE, Los Angeles.
- PIERPAOLI, E., G. CARILI, E. PIGNATTI und M. CANAVARI (2013): Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. In: *Procedia Technology* 8: 61-69.
- PETERS, A. und E. DÜTSCHKE (2010): *Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht*. Fraunhofer Institut, Karlsruhe.
- PETERS, A. und J. HOFFMANN (2011): *Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Eine empirische Studie zu attraktiven Nutzungsvarianten, Fahrzeugkonzepten und Geschäftsmodellen aus Sicht potenzieller Nutzer*. Fraunhofer Institut, Karlsruhe.
- PETERS, A., C. DOLL, P. PLÖTZ, A. THIELMANN, A. SAUER, C. ZANKER, M. WIETSCHEL und W. SCHADE (2013): *Konzepte der Elektromobilität. Ihre Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Baden-Baden.
- PICKEL, P. (2018): *Elektrifizierung in der Landwirtschaft - wo und wofür?* In: *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (Hrsg.): In Zukunft elektrisch – Energiesysteme im ländlichen Raum*. Darmstadt: 56-74.
- (2019a): *Electricity for tractors and tractor-implement systems*. Club of Bologna, 29th Members Meeting, Hannover 10.-11.11.2019. [https://www.clubofbologna.org/ew/ew\\_proceedings/2019\\_KNR\\_S2.1\\_Pickel\\_origin.pdf](https://www.clubofbologna.org/ew/ew_proceedings/2019_KNR_S2.1_Pickel_origin.pdf), Abruf: 03.07.2020.
- (2019b): *Es ist schwierig den Strom auf die Maschine zu bringen*. Interview vom 31.10.2019. <https://www.deere.de/de/blog/articles/technik/elektrifizierung-landwirtschaft-john-deere-tractor/>, Abruf: 21.09.2020.
- QUIRING, O. (2006): *Methodische Aspekte der Akzeptanzforschung bei interaktiven Medientechnologien*. In: *Münchener Beiträge zur Kommunikationswissenschaft* Nr. 6, Dezember 2006. Elektronische Publikation der Universität München. Kommunikations- und Medienforschung.
- RENN, O. (2005): *Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels*. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 3/14: 29-37.
- REZVANI, Z., J. JANSSON und J. BODIN (2015): *Advances in consumer electric vehicle adoption research: a review and research agenda*. In: *Transportation Research Part D: Transport Environment* 34: 122-136.
- RIEDEMANN, P. (2011): *Kundenakzeptanz von Innovationen im Produktentwicklungsprozess*. Dissertation. Freie Universität Berlin, Berlin.
- RIEDNER, L., C. MAIR, M. ZIMEK, T. BRUDERMANN und T. STERN (2018): *E-mobility in agriculture: differences in perception between experienced and non-experienced electric vehicle users*. In: *Clean Technology and Environmental Policy* (2019) 21: 55-67.
- SCHÄFER, M. und D. KEPPLER (2013): *Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung. Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer Energieeffizienz-Maßnahmen*. Discussion paper Nr. 34/2013, Technische Universität Berlin.
- SCHIMMELPFENNIG, D. und R. EBEL (2016): *Sequential Adoption and Cost Savings from Precision Agriculture*. In: *Journal of Agricultural and Resource Economics* 41 (1): 97-115.
- SCHNEIDER, U., E. DÜTSCHKE und A. PETERS (2014): *How Does the Actual Usage of Electric Vehicles Influence Consumer Acceptance?* In: HÜLSMANN, M. und D. FORNAHL (Hrsg.): *Evolutionary Paths towards the Mobility Patterns of the Future*, Berlin, Heidelberg, Springer.
- SKIPPON, S. und M. GARWOOD (2011): *Responses to battery electric vehicles: UK consumer attitudes and attributions of symbolic meaning following direct experience to reduce psychological distance*. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 16 (7): 525-531.
- SILOKING (2020): *Siloking e.0 – Produktprospekt*. <https://www.siloking.com/de/siloking-produktuebersicht/fu-ttermischwagen-truckline#downloads>, Abruf: 03.07.2020.
- STOHR, M., S. GIGLMAIER und R. BERLET (2015): *Folgenabschätzung zum Einsatz batteriebetriebener vollelektrifizierter Landmaschinen*. B.A.U.M. Consult GmbH. [https://www.baumgroup.de/fileadmin/interface/files/HD\\_SAVATEVA-142016151526-CJTYIRXHHM.pdf](https://www.baumgroup.de/fileadmin/interface/files/HD_SAVATEVA-142016151526-CJTYIRXHHM.pdf), Abruf: 03.07.2020.
- STÖHR, M. und B. HACKENBERG (2018): *Enhancing Synergy Effects Between The Electrification Of Agricultural Machines And Renewable Energy Deployment With Semi-Stationary Energy Storage In Rural Grids*. In: *Energy Procedia* 155: 179-187.

- THOMPSON N.M., C. BIR, D.A. WIDMAR und J.R. MINTERT (2018): Farmer Perceptions of Precision Agriculture Technology Benefits. In: Journal of Agricultural and Applied Economics 51 (1): 142-163.
- VOSS, J., C. SCHAPER, A. SPILLER und L. THEUVSEN (2008): Innovationsverhalten in der deutschen Landwirtschaft – Empirische Ergebnisse am Beispiel der Biogasnutzung. In: BERG, E., M. HARTMANN, T. HECKELEI, K. HOLM-MÜLLER und G. SCHIEFER (Hrsg.): Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der GEWISOLA 44, Münster: 379-391.
- WEIDEMANN (2020): Weidemann 1160 eHoftrac. <http://www.weidemann.de/de/hoftrac/model/1160-ehoftrac/>, Abrufdatum: 03.07.2020.
- YAY, M. (2012): Elektromobilität. Theoretische Grundlagen, Herausforderungen sowie Chancen und Risiken der Elektromobilität, diskutiert an den Umsetzungsmöglichkeiten in die Praxis. Lang Peter GmbH Internationaler Verlag der Wissenschaften, Frankfurt.

Kontaktautor:

FRIEDRICH RÜBCKE VON VELTHEIM

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5, D-37073 Göttingen  
E-Mail: veltheim@uni-goettingen.de

## Anhang

**Tabelle A1. Demografische und betriebliche Daten der Interviewpartner**

Landwirt	Geschlecht	Alter	Ausbildung	Landkreis	Erwerbsform	Betriebszweig	Fläche in ha
1	männlich	24	Landwirt	Hildesheim	Haupterwerb	Direktvermarktung	30
2	männlich	43	Studium	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau	190
3	männlich	55	Meister	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau und Schweinehaltung	200
4	männlich	58	keine	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau	85
5	männlich	35	Agrarbetriebswirt	Hannover	Haupterwerb	Ackerbau und Milchvieh	175
6	männlich	50	Studium	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau	140
7	männlich	28	Studium	Vorpommern-Greifswald	Haupterwerb	Ackerbau	1 000
8	männlich	29	Studium	Hildesheim	Nebenerwerb	Ackerbau	175
9	männlich	64	Studium	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau	400
10	männlich	29	Agrarbetriebswirt	Hannover	Haupterwerb	Ackerbau und Milchvieh	135
11	männlich	40	Agrarbetriebswirt	Northeim	Haupterwerb	Ackerbau	95
12	männlich	35	Agrarbetriebswirt	Hannover	Nebenerwerb	Ackerbau	44
13	männlich	36	Meister	Heidekreis	Haupterwerb	Ackerbau	260
14	männlich	52	Agrarbetriebswirt	Hildesheim	Haupterwerb	Ackerbau	525
15	männlich	43	Agrarbetriebswirt	Holzminde	Nebenerwerb	Ackerbau und Milchvieh	137
Mittelwert							239,4

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A2. Ergebnisse für den Faktor Offenheit**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Aufgeschlossene Gruppe	- Offenheit wichtig, um Verbesserungen für den Betrieb wahrzunehmen - höhere Offenheit wird als wichtig für Wahrnehmung von Informationen gewertet - Wahrnehmung der Informationen als Voraussetzung für wichtige betriebliche Entscheidungen
Abwartende Gruppe	- Wahrnehmung von Informationen wird nicht aktiv betrieben - eLM kein Schwerpunkt - Abwarten der technischen Entwicklung und spätere Adoption
Weitere Einflüsse auf die Offenheit	- andere berufliche Tätigkeit - Alter - Ausbildungsgrad
Kosten-Nutzen-Relation	- subjektiv wahrgenommener Nutzen und Kosten beeinflussen die Offenheit für eLM - Offenheit abhängig von betrieblichen Strukturen/ Einsatzbereichen und Finanzierungsmöglichkeiten - über die Finanzierungsmöglichkeiten hat Preis der Technik Einfluss auf die Offenheit - Ausprobieren eLM steigert wahrgenommenen Nutzen und führt zu höherer Offenheit

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A3. Ergebnisse für den Faktor Informationen**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Kontakt mit Informationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig Informationen vorhanden aus Sicht der Landwirte und wird negativ bewertet</li> <li>- unterschiedliche Wahrnehmung der Medien bezüglich Informationen</li> <li>- Messen erfordern eigenes Interesse zur Informationssuche</li> <li>- Fachzeitschriften: Informationen werden dargeboten, keine aktive Suche notwendig</li> <li>- Faktor Offenheit beeinflusst Wahrnehmung von Informationen</li> </ul>
Informationsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abhängig von wahrgenommenen Nutzen und betrieblichen Einsatzbereichen</li> <li>- Faktor Offenheit für Aufbau eines Wissensstandes wichtig</li> <li>- bisher keine umfassenden Informationen angeboten bekommen, sondern nur Wissen über einzelne Aspekt von eLM vorhanden</li> <li>- besserer Informationsstand über konventionelle Antriebe</li> </ul>
Wichtige Informationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Handlungsaufforderung das Gesamtkonzept von eLM besser darzulegen</li> <li>- Vergleichstests zu konventionellen Landmaschinen</li> <li>- Einschätzungen von Experten aus der Technikbranche</li> <li>- praxisbezogene Informationen</li> <li>- Aufzeigen eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses, vor allem technische Aspekte/ Vorteile und Kaufpreise, wichtig für eine subjektive Einschätzung</li> <li>- eigenes Ausprobieren wichtige Quelle von Informationen, teilweise Voraussetzung für den Kauf einer Landmaschine</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A4. Ergebnisse für den Faktor Technik**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leistung, bessere Kraftübertragung, weniger Energieverluste, Energieeffizienz; auch im Vergleich zu konventionellen Landmaschinen</li> <li>- geringere Wartung, einhergehend mit geringerem Verschleiß der Maschinen und weniger Arbeitsaufwand</li> <li>- einfacherer technischer Aufbau, vor allem Wegfall des Getriebes und Ersatz von Öl- und Hydraulikbauteilen</li> <li>- Einsparungen durch Nutzung von Strom gegenüber Diesel</li> <li>- Nutzung elektrifizierter Anbaugeräte, bessere Steuer- und Dosierbarkeit, Optimierung von Aufwandsmengen bei Dünger und Pflanzenschutzmitteln</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- allgemeine technische Reife; mitunter Vergleich zu elektrischen Automobilen</li> <li>- Kontakt zu Werkstätten und Reparaturen, Personenschutz beim Arbeiten mit einem Hochspannungsbordnetz an eLM</li> <li>- Batteriespeicher bezüglich Reichweite und Energiedichte als unzureichend wahrgenommen, geforderte Einsatzzeit zwischen 8 und 14 Stunden</li> </ul>
Anwendung in der Landwirtschaft / Einsatzbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- breites Einsatzspektrum und ähnliche Flexibilität wie herkömmlich Landmaschinen gefordert</li> <li>- Ackerbau weniger als Einsatzbereich wahrgenommen; Potential wird aber beim Einsatz für Pflegemaßnahmen gesehen</li> <li>- Viehhaltende Betriebe erscheinen den Befragten geeigneter aufgrund des Entwicklungsstandes eLM</li> <li>- vor allem Bereiche mit täglicher Routine und kurzen Einsatzzeiträumen</li> <li>- Emissionsfreier Betrieb in Ställen und Gebäuden positiv wahrgenommen</li> </ul>
Ladeinfrastruktur und Ladezyklen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzung einer Ladeinfrastruktur an der Hofstelle mehrheitlich unproblematisch wahrgenommen, teilweise aber Unsicherheit über Kostenaufwand und Leistung der verfügbaren Stromnetze</li> <li>- kritische Sicht auf das Ladungsmanagement in Arbeitsspitzen, unter Zeitdruck oder bei Wettereinflüssen</li> <li>- Übernacht-Laden als Präferenz</li> <li>- Verhältnis von Einsatz- und Aufladezeit bei aktuellen technischen Stand kritisch wahrgenommen, kürzere Aufladezeiten gefordert</li> </ul>
Weitere Einflüsse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfügbarkeit am Markt beeinflusst Wahrnehmung der technischen Reife und bietet Möglichkeit eLM zu testen</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A5. Ergebnisse für den Faktor Umwelt**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- emissionsfreier Betrieb der Maschinen</li> <li>- Lärmreduktion, gerade in Nähe zu bewohnten Gebieten</li> <li>- Unabhängigkeit von Diesel, Kostenreduktion und Ressourcenschonung durch Nutzung von Strom</li> <li>- Nutzung eigen erzeugten Stromes aus erneuerbaren Energien inkl. Kostenvorteilen und attraktiv bei zukünftigem Wegfall von Einspeisevergütungen</li> <li>- aber Vorteile kritisch betrachtet, besonders aufgrund der Herstellung, Unklarheiten über Umweltbilanzen und Weiterentwicklungen bei konventioneller Technik</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unklare Umweltbilanz von eLM, besonders Produktion und Herstellung der Batteriespeicher kritisch betrachtet</li> <li>- überregionale Emissionen, wenn Betrieb der Maschinen nur mit konventionellen Strom möglich ist</li> <li>- regenerative Energien ebenfalls nicht unkritisch gesehen, z.B. Herstellung von Photovoltaikanlagen und Energiebilanz von Biogasanlagen</li> </ul>
Image der Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bessere Darstellung des Konzeptes der E-Mobilität für die Landwirtschaft in der Öffentlichkeit</li> <li>- Emission- und Lärmreduktion in der Nähe von bewohnten Gebieten positiv wahrgenommen</li> <li>- aber einige Landwirte sehen bisher keine Imageverbesserung, da andere Themenbereiche für die Öffentlichkeit wichtiger bzw. der Einsatz von eLM bisher öffentlich nicht wahrgenommen wird</li> </ul>
Nutzung zugunsten der Umweltvorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einige Landwirte bereit für Umweltvorteile in einem gewissen Rahmen höhere Kaufpreise zu akzeptieren</li> <li>- mehrheitlich Preis bzw. Wirtschaftlichkeit wichtiger</li> <li>- Viehbetriebe: technische Aspekte für die betrieblichen Einsatzbereiche im Vordergrund</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A6. Ergebnisse für den Faktor Preis**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Akzeptanz höherer Kaufpreise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nur von wenigen Landwirten oder unter bestimmten Umständen akzeptierbar, Preis ist aber nicht alleiniges Bewertungskriterium</li> <li>- Bewertung anhand der Wirtschaftlichkeit der Maschine und im Vergleich zu konventionellen Landmaschinen</li> <li>- genannt werden Betriebsgröße, Liquidität des Betriebes, Unterhaltskosten</li> <li>- technische Leistung der Maschine ebenfalls Ursache für Bewertung des Kaufpreises</li> <li>- allgemeine Konkurrenz am Markt zu konventionellen Landmaschinen beeinflusst Bewertung des Preises</li> <li>- äußere Einflüsse: fehlende Einnahmen, angespannte Marktsituationen wirken negativ auf Akzeptanz höherer Preise</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A7. Ergebnisse für den Faktor Politik**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Aktuelle Wahrnehmung der Politik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eLM kein Schwerpunkt in der Politik</li> <li>- grundsätzlich aber wichtige Rolle für Verbreitung eLM</li> <li>- Politik wichtig für betriebliche Planungssicherheit im Hinblick auf Investitionen in eLM</li> </ul>
Politische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung eines Gesamtkonzeptes für die E-Mobilität in der Landwirtschaft mit Ausbau der Infrastruktur zur Sicherung des Strombedarfes</li> <li>- Senkung bei Kfz-Steuern aufgrund der Steuerbefreiung landwirtschaftlichen Maschinen unattraktiv</li> <li>- andere steuerliche Bewertung in Finanzierungssystem positiv wahrgenommen</li> <li>- Förderungen beim Maschinenkauf besonders positiv aufgefasst, da wirtschaftlicher Vorteil entsteht, Ausgleich der höheren Kaufpreis eLM</li> <li>- bei Förderungen aber auch negative Erfahrungen berichtet und teilweise kritisch gesehen</li> <li>- Förderung der Forschung im Bereich eLM positiv wahrgenommen</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle A8. Ergebnisse für den Faktor Einstellung**

Merkmalsausprägung	Ergebnisse der Befragung
Aktuelle Einstellung zu E-Mobilität	- technische Reife, Umweltvorteile und Kosten wichtig für eine positive Einstellung - Politik und Umweltnachteile als Gründe für eine negative Einstellung zu eLM
Entwicklungen im Bereich der Landmaschinen	- Digitalisierung und „Precision Farming“ aus Sicht der Landwirte wichtigere Themen - Größen- und Leistungszuwachs bei Landmaschinen
Erfahrungen mit E-Mobilität	- Erfahrungen bringen Informationen für die Landwirte und erleichtern Bewertung - besonders Erfahrungen mit elektrischen Komponenten in Anbaugeräten fördert Akzeptanz - Fehlen von Erfahrungen drückt sich in Unsicherheit aus und ist besonders für die Bewertung der Technik und des Preises entscheidend
Umstieg	- Faktor Technik und betriebliche Strukturen entscheidend - fehlende Informationen und Unsicherheit erschweren die Abschätzung eines konkreten Umstiegs

Quelle: Eigene Darstellung

## Interviewleitfaden

### Einstellung

- Beschreiben Sie bitte, wie in Zukunft der Einsatz von Landmaschinen Ihrer Meinung nach aussehen könnte.
  - Ggf. Nachfrage: Wo sehen Sie da die Elektromobilität/ elektrische Landmaschinen?
- Wie ist ihre persönliche Einstellung zum Thema der elektrischen Landmaschinen?
- Wie stellen Sie sich in 5 oder 10 Jahren eine attraktive Nutzung oder Nutzungsmöglichkeiten von elektrischen Landmaschinen vor?
- Welche Erfahrungen haben Sie schon mit elektrischen Landmaschinen gemacht?

### Treiber und Hemmnisse

- Welche Faktoren begünstigen die Verbreitung elektrischer Landmaschinen? // Welche Vorteile sehen Sie bei elektrischen Landmaschinen?
- Welche Faktoren stehen der Verbreitung elektrischer Landmaschinen im Weg? // Welche Nachteile sehen Sie bei elektrischen Landmaschinen?
- Was muss sich ändern, damit elektrische Landmaschinen für Sie als Kunde/ Nutzer attraktiv werden?

### Offenheit für Innovation

- Wie schätzen Sie generell Ihre Offenheit gegenüber neuen Innovationen ein?
- Wie innovativ schätzen Sie Ihren Betrieb anhand der Skala ein?

1	2	3	4	5
Gar nicht innovativ	Eher nicht innovativ	Teils/ teils	Eher innovativ	Sehr innovativ
<input type="checkbox"/>				

- Wie innovativ schätzen Sie sich im Vergleich zu Ihren Kollegen ein?

1	2	3	4	5
Gar nicht innovativ	Eher nicht innovativer	Teils/ teils	Eher innovativer	Sehr innovativer
<input type="checkbox"/>				

- Wie schätzen Sie Ihr Interesse am Thema elektrischer Landmaschinen ein, wenn es um Innovationen geht?

### Information

- Kommen Sie häufig in Kontakt mit Informationen zu elektrischen Landmaschinen, z.B. in landwirtschaftlichen Zeitschriften oder auf Messen?
- Fühlen Sie sich ihrer Meinung nach gut informiert über elektrische Landmaschinen?
  - Ggf. Nachfrage: Wie empfinden Sie das im Vergleich zu dieselbetriebenen Landmaschinen?
- Welche Informationen bezüglich der elektrischen Landmaschinen sind für Sie wichtig, um eine Einschätzung vorzunehmen?
  - Ggf. Nachfrage: Würden Vorführungen oder eigenes Ausprobieren dabei helfen?

### Technik

15. Welche Vorteile von elektrischen Landmaschinen sehen Sie speziell aus technischer Sicht?
  - a. Wie bewerten Sie die genauere Steuer und Regelbarkeit?
  - b. Wie bewerten Sie den höheren Wirkungsgrad des Antriebstranges > 90%?
  - c. Wie bewerten Sie die geringere Wartung?
16. Wo sehen Sie hinsichtlich der technischen Ausreifung Verbesserungsbedarf bei elektrischen Landmaschinen?
  - a. Batterieleistung?
17. Halten Sie die Technik grundsätzlich für geeignet, um Anwendung in der Landwirtschaft zu finden?
  - a. Wo sehen Sie hauptsächlich Einsatzbereiche?
18. Aktuelle elektrische Landmaschinen haben eine Einsatzzeit und Ladezeit von ca.5 Std. Wie bewerten Sie das für Ihren Betriebsablauf?
  - a. Würden Sie ihren Betriebsablauf an technische Gegebenheiten anpassen?
19. Empfinden Sie das Aufladen der elektrischen Landmaschinen auf Ihrem Betrieb ohne größeren Aufwand für machbar?
  - a. Ggf. Nachfrage: Was sind Probleme, die sich für Sie ergeben?

### Umwelt

20. Wie bewerten Sie das Thema Umweltschutz und Nachhaltigkeit für Sie und Ihren Betrieb?
21. Welche Vorteile sehen Sie speziell in Bezug auf die Umwelt beim Einsatz von elektrischen Landmaschinen?
  - a. Wie bewerten Sie die Reduktion/ Unabhängigkeit von Diesel?
  - b. Wie bewerten Sie die Lärmreduktion?
  - c. Wie bewerten Sie den emissionsfreien Betrieb der Maschinen?
22. Welche Nachteile für die Umwelt sehen sie durch den Einsatz von elektrischen Landmaschinen?
  - a. Wie bewerten Sie es, wenn der Strom zum Laden nicht aus erneuerbaren Energie kommt?
  - b. Wie bewerten Sie den Rohstoffbedarf zur Herstellung der elektrischen Maschinen?
23. Wie bewerten Sie den Einsatz elektrischer Landmaschinen in Bezug auf das Image der Landwirtschaft, z.B. bei Umweltverbänden oder in der Bevölkerung?
24. Elektrische Maschinen ermöglichen auch eigen produzierten Strom zum Aufladen zu verwenden. Wie schätzen Sie dies für Ihre Akzeptanz der elektrischen Landmaschinen ein?
25. Gibt es Nachteile der elektrischen Landmaschinen, die sie zugunsten der Umweltvorteile in Kauf nehmen würden?
  - a. Mehrkosten?
  - b. Technische Reife der Landmaschinen?

### Preis

26. Elektrofahrzeuge sind in der Regel teurer als vergleichbare Fahrzeuge mit Dieselmotor. Wie schätzen Sie das in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit Ihres landwirtschaftlichen Betriebes ein?
27. Wären Sie bereit für einen geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß höhere Kaufpreise zu akzeptieren?
  - a. Gibt es technische Vorteile für den Sie höhere Kaufpreise akzeptieren?

### Politik

28. Welche Rolle spielt für Sie die Politik bei der Verbreitung der elektrischen Landmaschinen?
29. Was sollte die Politik ihrer Meinung nach unterstützen, um elektrische Landmaschinen für die Landwirte attraktiver zu machen?
  - a. Wie würden Sie steuerliche Vorteile, z.B. bei Kfz-Steuern, für Ihren Betrieb bewerten?
  - b. Wie würden Sie Prämien oder Subventionen beim Kauf von elektrischen Maschinen für Ihren Betrieb bewerten?

### Nachbereitung

30. Welche der angesprochenen Faktoren sind Ihnen am wichtigsten?
31. Was müsste noch erfüllt werden, damit ein Umstieg in Betracht käme?