



Smart-Farming-Welt

Herstellerübergreifende Vernetzung
von Maschinen im landwirtschaftlichen
Pflanzenbau mithilfe einer Serviceplattform

Hrsg.: Günther Schuh, Volker Stich



Smart-Farming-Welt

Herstellerübergreifende Vernetzung von
Maschinen im landwirtschaftlichen Pflanzenbau
mithilfe einer Serviceplattform

Herausgegeben von
Günther Schuh, Volker Stich



Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh,
Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich, Geschäftsführer des
FIR e. V. an der RWTH Aachen

Autoren:

Volker Brandt, CLAAS KGaA mbH;

Alexander Decker, FIR e. V. an der RWTH
Aachen;

Jana Frank, FIR e. V. an der RWTH Aachen;

Mandy Galkow-Schneider, Deutsche Telekom
AG, Telekom Innovation Laboratories;

Andreas Hermes, GRIMME
Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG;

Dr.-Ing. Sabine Janzen, Deutsches
Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
GmbH;

Dr. Andreas Kipp, CLAAS E-Systems GmbH;

Sergius Klassen, CLAAS Service and Parts GmbH;

Arndt Kritznier, Logic Way GmbH;

Dr. Martin Leinker, CLAAS KGaA mbH;

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Maaß, Deutsches
Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
GmbH;

Reinhold Mähler, CLAAS E-Systems GmbH;

Sven Marquardt, GRIMME Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG;

Frank Mildner, Deutsche Telekom AG, Telekom
Innovation Laboratories;

Benedikt Moser, FIR e. V. an der RWTH Aachen;

Marcus Pier, GRIMME Landmaschinenfabrik
GmbH & Co. KG;

Henning Pohlhausen, CLAAS KGaA mbH;

Dr. Max Reinecke, CLAAS E-Systems GmbH;

Christian Schaeperkoetter, CLAAS Service and
Parts GmbH;

Norman Schaffer, FIR e. V. an der RWTH Aachen;

Hannah Stein, Deutsches Forschungszentrum
für Künstliche Intelligenz GmbH

© 2019, FIR e. V. an der RWTH Aachen

Campus-Boulevard 55

52074 Aachen

Telefon: +49 241 47705-0

Fax: +49 241 47705-199

E-Mail: info@fir.rwth-aachen.de

Internet: www.fir.rwth-aachen.de

Alle Rechte vorbehalten.

**Bibliographische Information der
Deutschen Bibliothek:**

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

**Smart-Farming-Welt –
Herstellerübergreifende Vernetzung von
Maschinen im landwirtschaftlichen
Pflanzenbau mithilfe einer Serviceplattform**

FIR-Edition Forschung, Band 25, 1. Auflage 2019

ISBN: 978-3-943024-38-8

Druck und Bindung:

AWD Druck + Verlag GmbH

Bildnachweise:

Titelfoto: © CLAAS KGaA mbH

Grafiken: © siehe Abbildungen

Zuwendung aus dem Bundeshaushalt, Einzelplan 09, Kapitel 0901, Titel 68321, Haushaltsjahr 2016, für das „Verbundprojekt: Smart Farming – Entwicklung einer herstellerübergreifenden Serviceplattform für landwirtschaftliche Anwendungen. Teilvorhaben: Bedarfsanalyse, Geschäftsmodelle und Nutzerakzeptanz“.

Die Autoren sind für den Inhalt der Veröffentlichung verantwortlich.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DLR Projektträger

GENDER-ERKLÄRUNG

In der vorliegenden Edition Forschung haben wir uns entschieden, zur Vereinfachung und wegen der besseren Lesbarkeit eine generische Form, die des generischen Maskulinums, zu verwenden. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung dieser Form geschlechterunabhängig gilt und verstanden werden soll.

VORWORT

Die digitale Vernetzung hält seit Jahren in der Industrie Einzug, unter anderem auch in der Landtechnik. Für die Landwirtschaft als Gesamtes ergibt sich daraus ein enormes Potenzial, um landwirtschaftliche Produktionsprozesse zu optimieren und eine steigende Weltbevölkerung bei gleichbleibendem Ressourceneinsatz zu ernähren. Um dies zu erreichen, ist eine vermehrte Nutzung von Daten und daraus gewonnenen Informationen notwendig, um den Gesamtprozess zu optimieren.

Auf dieser Basis wurde im Rahmen des durch das *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)* geförderten Forschungsprojekts ‚Smart-Farming-Welt‘ untersucht, wie eine digitale Vernetzung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Akteure über eine Plattform gestaltet werden muss und wie konkrete Anwendungsfälle aussehen können, um allen beteiligten Akteuren einen konkreten Nutzen durch die Vernetzung aufzuzeigen. Im Rahmen des Projekts wurden sowohl die technische als auch die digitale Infrastruktur entwickelt und getestet, um herstellerübergreifende intelligente digitale Dienstleistungen auszuführen. Insgesamt wurden vier Smart Services entwickelt, die im Bereich der verbesserten Optimierung von technischen Dienstleistungen durch Remote-Anwendungen und der datengetriebenen Optimierung von Erntevorgängen angesiedelt sind.

Dieser Abschlussbericht entstand im Rahmen des Forschungsprojekts ‚Smart-Farming-Welt‘, das gemeinsam von den Projektpartnern *Logic Way GmbH*, *FIR e. V. an der RWTH Aachen*, *Telekom Innovation Laboratories der Deutschen Telekom AG*, *CLAAS E-Systems GmbH*, *DFKI GmbH* und *GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG* von 2016 bis 2019 bearbeitet wurde. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer Smart-Farming-Plattform für die Landwirtschaft. Neben der technischen Umsetzung der Plattform und der Anwendungsfälle wurden für diese Anwendungsfälle unterschiedliche tragfähige Geschäftsmodelle entwickelt und mit Landwirten und Landtechnikhändlern validiert, um deren reale Umsetzung im Nachgang des Projekts sicherzustellen.

Für die Unterstützung und die erfolgreiche Bearbeitung des Forschungs- und Veröffentlichungsvorhabens möchten wir allen Partnern herzlich danken. Zum einen richtet sich unser Dank an das *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)* für die Förderung und an den Projektträger *DLR* für die Betreuung dieses Projekts. Zum anderen danken wir allen Konsortialpartnern, ohne deren außerordentlich hohen Einsatz während der Projektlaufzeit das Projekt nicht mit einem so großen Erfolg abgeschlossen worden wäre. Die Zusammenarbeit ist für alle Beteiligten außerordentlich erfolgreich gewesen.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	III
1 Einleitung und Motivation	1
1.1 Relevanz und Einordnung des Themenfeldes Smart Farming	1
1.2 Aktuelle Situation, Ziele und Fördermaßnahmen	3
1.3 Zielsetzung und Gliederung des Bandes	4
2 Digitalisierung in der Landwirtschaft	7
2.1 Herausforderungen in der Landwirtschaft	7
2.2 Entwicklungsrichtungen in der Landwirtschaft	14
2.2.1 Szenario 1: „Auf in die Zukunft“	14
2.2.2 Szenario 2: „Alles entwickelt sich weiter wie bisher“	17
2.2.3 Szenario 3: „Jeder für sich“	19
3 Stand der Forschung und Technik	23
3.1 Grundlagen von Smart Services	23
3.2 Plattformen und digitale Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft	25
3.3 Existierende software-technische Plattformen	32
4 Vorgehensmodell	37
4.1 Vorgehensbeschreibung der technischen Entwicklung und Validierung	37
4.1.1 Security, Softwarekomponenten und herstellerübergreifende Entwicklungen	39
4.1.2 Plattform-Architektur und Komponenten	43
4.1.3 Felddomäne	48
4.2 Vorgehensbeschreibung der Geschäftsmodellentwicklung	56
4.2.1 Entwicklung des morphologischen Kastens	56
4.2.2 Typologiebildung für Geschäftsmodelle industrieller Smart Services	69
4.2.3 Typisierung von Geschäftsmodellen	70
4.2.4 Grundstruktur der Geschäftslogiken	72

5	Technische Umsetzung der Usecases und Beschreibung der Geschäftsmodellvarianten	75
5.1	Business-Usecase <i>Tele-Expert</i>	75
5.1.1	Technische Entwicklung.....	76
5.1.2	Geschäftsmodellentwicklung.....	77
5.1.3	Validierung.....	86
5.2	Business-Usecase <i>Connected Update</i>	89
5.2.1	Technische Entwicklung.....	90
5.2.2	Geschäftsmodellentwicklung.....	91
5.2.3	Validierung.....	101
5.3	Business-Usecase <i>nPotato</i>	105
5.3.1	Technische Entwicklung.....	106
5.3.2	Geschäftsmodellentwicklung.....	110
5.3.3	Validierung.....	118
5.4	Business-Usecase <i>Fleet-Set-Connect</i>	123
5.4.1	Technische Entwicklung.....	124
5.4.2	Geschäftsmodellentwicklung.....	127
5.4.3	Validierung.....	130
5.5	Reifegrade der digitalen Geschäftsmodellstrategie.....	133
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	135
7	Literaturverzeichnis	141

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Bild 1: Entwicklung der Landtechnik	2
Bild 2: Anbauflächenverteilung und durchschnittlicher Jahresertrag	7
Bild 3: Entwicklung der Betriebsstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Hektar in Deutschland	10
Bild 4: : Befragung von Bitkom zur Digitalisierung in der Landwirtschaft	13
Bild 5: Vorgehensweise Szenarioanalyse	15
Bild 6: Tableau des Szenarios 1	16
Bild 7: Tableau des Szenarios 2	18
Bild 8: Tableau des Szenarios 3	20
Bild 9: Schichtenmodell digitaler Infrastrukturen	23
Bild 10: Übersicht über die erhobenen Fallstudien	27
Bild 11: Beschreibungslogik zur Analyse untersuchter Plattformen I/II	28
Bild 12: Beschreibungslogik zur Analyse untersuchter Plattformen II/II	29
Bild 13: Vergleich zwischen branchenübergreifenden, Smart-Production- und Smart-Farming-Plattformen	30
Bild 14: Spannungsfeld zur Entwicklung von Plattform-Geschäftsmodellen	31
Bild 15: Zusammenfassung der Architekturanalyse	33
Bild 16: Requirements-Engineering-Vorgehensmodell	37
Bild 17: Softwarekomponenten-Schichtenmodell	39
Bild 18: Multikonnekter Datenaustausch auf dem Feld	40
Bild 19: Zielbild der herstellerübergreifenden Kommunikation und Architektur	44
Bild 20: Umsetzung der Architektur mit <i>Microsoft Azure</i>	45
Bild 21: Technische Architektur-Plattform	46
Bild 22: Prinzip 'Virtual Device und Envelope Routing'	47
Bild 23: Software-Komponentenmodell des Kommunikationsmoduls	50
Bild 24: Softwareschichten und deren Ökosystem	51
Bild 25: Smart-Farming-Installation am Teststand	52
Bild 26: Kommunikationsmodul-Hardware	54
Bild 27: Area-Network Landmaschinenkomplex	55
Bild 28: Ausprägungen des Merkmals ‚Leistungsangebot‘	57
Bild 29: Aufbau von Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsökosystemen	59
Bild 30: Ausprägungen des Merkmals ‚Fokus der Leistungserbringung‘	60
Bild 31: Ausprägungen des Merkmals ‚Kundenfokus‘	61
Bild 32: Ausprägungen des Merkmals ‚Kundeninteraktion‘	62
Bild 33: Data-driven Services: Produkte werden zur (Dienst-)Leistung	63
Bild 34: : Ausprägungen des Merkmals ‚Erlösmodell‘	64
Bild 35: Ausprägungen des Merkmals ‚Datenquelle‘	65

Bild 36: Ausprägungen des Merkmals ‚Einbeziehung von Nutzungsdaten‘	65
Bild 37: Zusammenhänge der Schlüsselaktivitäten	67
Bild 38: Ausprägungen des Merkmals ‚Schlüsselaktivität‘	68
Bild 39: Ausprägungen des Merkmals ‚Grad der Kooperation‘	69
Bild 40: Typologie des Ordnungsrahmens von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services	70
Bild 41: Typen von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services	71
Bild 42: Geschäftslogiken Smart Services in der Landwirtschaft	72
Bild 43: Einordnung der vier Usecases in die landwirtschaftliche Wertschöpfungskette....	75
Bild 44: Prozess ‚Tele-Expert‘	76
Bild 45: Pilotaufbau herstellerübergreifender ‚Tele-Expert‘	78
Bild 46: Screenshot-Anzeige des Implement-Terminals für Servicemitarbeiter	79
Bild 47: Lean-Business-Model-Canvas, Tele-Expert, Entscheidungsunterstützer	82
Bild 48: Lean-Business-Model-Canvas, Tele-Expert, Lösungsanbieter	85
Bild 49: Tele-Expert, Einfache Smart Services, Herstellerübergreifendes Smart Services, Plattformansatz.....	86
Bild 50: Tele-Expert – ökonomische Bewertung	87
Bild 51: Validierung Tele-Expert im Gespräch.....	88
Bild 52: Prozess Connected Update.....	91
Bild 53: Pilotaufbau herstellerübergreifendes Connected Update	92
Bild 54: Connected Update – Website des Servicemitarbeiters.....	93
Bild 55: Lean-Business-Model-Canvas, Connected-Update-Bug-Fixing, Mehrwertzeuger.....	95
Bild 56: Lean-Business-Model-Canvas, Connected-Update-Funktionsupdate, Mehrwertzeuger.....	98
Bild 57: Lean-Business-Model-Canvas, Connected Update, Plattformansatz.....	101
Bild 58: Connected Update, Einfache Smart Services, Herstellerübergreifende Smart Services, Plattformansatz	102
Bild 59: Bewertung Usecase Connected Update	103
Bild 60: Validierung Connected Update im Gespräch	104
Bild 61: TUCANA-Plattform	104
Bild 62: Anbindung nPotato	111
Bild 63: Lean-Business-Model-Canvas, nPotato, Entscheidungsunterstützer	112
Bild 64: Lean-Business-Model-Canvas, nPotato, Lösungsanbieter	117
Bild 65: nPotato, Einfache Smart Services	118
Bild 66: Validierung nPotato im Gespräch	118
Bild 67: Vorgehen Feldexperiment	120
Bild 68: Impressionen Feldexperiment	121

Bild 69: Bedingungen und Prognoseergebnisse	121
Bild 70: MAE-, RMSE-Feldexperiment	122
Bild 71: Bewertung Usecase <i>nPotato</i>	122
Bild 72: <i>Fleet-Set-Connect</i> -Visualisierung	124
Bild 73: Verteilungsarchitektur in der Cloud-Lösung	125
Bild 74: Software-as-a-Service am Beispiel des <i>Fleet-Set-Connect</i>	125
Bild 75: Verwendete „Managed Services“ der <i>Microsoft Azure</i>	126
Bild 76: Design der Bedienoberfläche	127
Bild 77: Lean-Business-Model-Canvas, <i>Fleet-Set-Connect</i>	129
Bild 78: <i>Fleet-Set-Connect</i> , Einfache Smart Services, Herstellerübergreifende Smart Services	130
Bild 79: Bewertung Usecase <i>Fleet-Set-Connect</i>	131
Bild 80: Gesamtaufbau des Prototyps für BUC 6.....	132
Bild 81: Sicherheitsarchitektur	132
Bild 82: Reifegrad digitaler Geschäftsmodellstrategien.....	133
Bild 83: Smart-Farming-Abschlussveranstaltung bei Gastgeber <i>Grimme</i>	138

1 EINLEITUNG UND MOTIVATION

Arndt Kritzner, Benedikt Moser

Die heutige Landwirtschaft sieht sich kontinuierlich steigenden Anforderungen ausgesetzt und muss gleichzeitig im globalen Wettbewerb kostendeckend wirtschaften. Immer effizienter und präziser arbeitenden Maschinen kommt dabei eine zentrale Rolle zu. Elektronik und digitale Technologien gehören seit über 30 Jahren zur Ausstattung moderner Landmaschinen, wobei deutsche Hersteller international die Spitze mitbestimmen. Die bisherige Entwicklung hatte hauptsächlich die Optimierung der Arbeitsprozesse der einzelnen Maschine durch Informationstechnik zum Ziel.

„Smart Farming“ ist der weiterführende Ansatz, produzierende Maschinen auf übergeordneter Ebene zu vernetzen und darüber weitere Optimierungspotenziale für den landwirtschaftlichen Produktionsprozess zu erschließen. Zwangsläufig muss diese Integration herstellerübergreifend betrachtet werden, um eine möglichst vollständige, sachliche Abdeckung zu erreichen. Mit Smart-Farming-Technologien kann der Basisfunktionsumfang landwirtschaftlicher Maschinen durch vernetzte Softwarekomponenten flexibel erweitert werden. Mit „Smart Farming“ werden generelle Entwicklungen der Web-Technologien, Computernetzwerke, IoT-Systeme (IoT = Internet of Things, dt. Internet der Dinge) und Cloud-Anwendungen für die landwirtschaftliche Industrie angewendet und erschlossen.

1.1 Relevanz und Einordnung des Themenfeldes Smart Farming

Seit jeher dient die Landwirtschaft dem Zweck, die Weltbevölkerung zu ernähren. Während nach aktuellem Stand rund 7,5 Milliarden Menschen auf der Welt leben, wird das Bevölkerungswachstum in den kommenden Jahren weiter rasant ansteigen. Ergebnisse von Studien der Vereinten Nationen lassen die Annahme zu, dass bis 2050 etwa 10 Milliarden Menschen auf der Erde leben werden (s. UNITED NATIONS 2015, S. 7). Um diese rapide steigende Zahl an Menschen auch in Zukunft zuverlässig ernähren zu können und deren wachsendes Bedürfnis nach Wohlstand zu befriedigen, müssen bis zur Mitte des Jahrhunderts 50 Prozent mehr Lebensmittel auf der gleichen Anbaufläche produziert werden (s. FAO 2017).

Vor dem Hintergrund stetig anwachsender Weltbevölkerung und der gleichzeitigen Begrenztheit der verfügbaren Ressourcen kommt der Landwirtschaft eine entscheidende Rolle zu. Um weiterhin die Ernährung der Weltbevölkerung zu gewährleisten und eine funktionierende natürliche Umwelt zu erhalten, sind große Herausforderungen zu meistern. Die dabei stattfindenden Prozesse sind in vielen Fällen sehr komplex und haben häufig Auswirkungen, die erst langfristig zutage treten (s. SHANKAR ET AL. 2016, S. 9).

Während eine Produktivitätssteigerung in den vergangenen Jahren vor allem durch größere und leistungsstarke Maschinen erzielt wurde, um eine effizientere Bestellung der Felder zu ermöglichen, stoßen die modernen Landmaschinen heute an die Grenzen ihrer physischen Möglichkeiten (s. HORSTMANN 2017, S. 2). In Zukunft kann die Landwirtschaft vor allem von einer zunehmenden digitalen Vernetzung der beteiligten Unternehmen und Maschinen profitieren (s. DRESSLER ET AL. 2015, S. 2; SCOTT 2015, S. 67).

Die digitale, logische Vernetzung und interdisziplinäre Informationsintegration in Produktionsprozessen können dabei einen wesentlichen Beitrag leisten, Zusammenhänge während des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses besser zu verstehen, Trends frühzeitig zu erkennen, Kompromisse harmonischer zu finden und in der Folge Abläufe besser zu beherrschen. Mit Smart Farming wird diese allgemeine Entwicklung in den Bereich der landwirtschaftlichen Produktion und der Landtechnik umgesetzt. Das Smart-Farming-Konzept beinhaltet alle Aspekte in der industriellen Landwirtschaft und betont das Zusammenwirken der Bereiche ‚Datenerhebung durch Sensorik‘, ‚Datenverarbeitung‘ und die ‚Visualisierung der erhobenen Daten‘ (s. BERNDT ET AL. 2015). Die praktische Ausgestaltung der Ebenen vom physischen Produkt bis zur Plattform sind im nachfolgenden Bild 1 am Beispiel der Landwirtschaft dargestellt:



Bild 1: Entwicklung der Landtechnik (i. A. a. PORTER u. HEPELMANN 2014, S. 12)

Für eine effektive Nutzung dieser neuen Möglichkeiten ist die Entwicklung einer Plattform zur Verknüpfung der unterschiedlichen Elemente der nächste Schritt. Resultierend daraus entstehen entscheidungsunterstützende Services, die branchenübergreifend mit dem Begriff Smart Services bezeichnet werden (s. PORTER u. HEPELMANN 2014, S. 12).

1.2 Aktuelle Situation, Ziele und Fördermaßnahmen

Vor diesem Hintergrund der globalen Herausforderungen auf der einen Seite und noch nicht genutzten Potenzialen auf der anderen Seite wurde das Forschungsvorhaben ‚Smart-Farming-Welt‘ initiiert. Die hersteller- bzw. maschinenübergreifende Vernetzung von Sensoren in den Schlägen, Maschinen und beidem untereinander im Sinne einer softwaredefinierten Plattform ermöglicht einen dynamischen Datenaustausch. Diese wiederum begünstigt eine weitere Automatisierung bis hin zu autonomen Arbeitsabläufen. Damit wird die Produktivität landwirtschaftlicher Betriebe zusätzlich verbessert und die Resilienz des Gesamtprozesses hinsichtlich der gewünschten Ausbringungsqualität und -quantität erheblich gesteigert. Durch Schaffung der Voraussetzungen für ein durchgängiges Qualitätsmanagement und die Generierung sowie kontextsensitive Bereitstellung eines digitalen „Produktgedächtnisses eines Feldes“ mit einem angeschlossenen Rechte- und Rollenkonzept ergeben sich weitere Optimierungspotenziale für den Gesamtprozess; zudem wird so bspw. eine Prognostizierbarkeit von Erträgen und deren Qualität geschaffen.

Gerade in der Pflanzenproduktion bilden das „Wissen“ um Zustand und Ziele im Prozess sowie die Vernetzung und intelligentes Abstimmen mit anderen beteiligten Entitäten (Schlägen, Maschinen etc.) Kernaussgangspunkte für die Optimierung des Ressourceneinsatzes. Eine herstellerübergreifende softwaredefinierte Plattform, die Daten aggregiert und analysiert und dem Nutzer aus diesen Daten kontextsensitive Informationen über eine Service-Plattform bereitstellt und dadurch die Basis für neue Dienste generiert, bietet einen essenziellen Mehrwert. Auf der softwaredefinierten Plattform, die cloudbasiert eine hohe Skalierbarkeit garantiert, wird eine Vielzahl von Daten aus verschiedenen Quellen, dem sogenannten Smart Space (hier: Feld, Schlag), den intelligent vernetzten Maschinen und weiteren externen Datenquellen wie Wetter- oder Standortinformationen aggregiert. Kombiniert man diese an die Plattform übermittelten Daten mit weiteren Datenquellen bspw. aus dem laufenden Ernteprozess und historischen Daten des Schlags (z. B. Fruchtfolge, Düngezyklen etc.), entsteht ein komplexes Datengerüst, aus dem durch Verdichtung und Analyse neue Mehrwertdienstleistungen wie bspw. optimale Dünge- und Erntestrategien abgeleitet werden können. Somit existieren nicht einzelne „Apps“ nebeneinander, sondern die Verknüpfung und der multidirektionale Austausch von Daten über die sichere Plattform-Architektur bilden die notwendige Innovation. Die entwickelten Mehrwertdienste auf der Plattform können prozessspezifisch oder rechte- und rollenspezifisch ausgerichtet sein.

Mit dem Vorhaben ‚Smart-Farming-Welt‘ wird ein Beitrag zur Bekanntmachung des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*, „Smart-Service-Welt

– Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft“, geleistet. Primäres Ziel ist die Entwicklung und Etablierung neuartiger Plattformökosysteme für IKT-gestützte Dienstesysteme und Dienstleistungen in der deutschen Wirtschaft, um die globale Wettbewerbsfähigkeit und Systemkompetenz zu erhöhen. Insbesondere die Stärkung mittelständischer Unternehmen steht im Vordergrund der Bekanntmachung. Die inter- und transdisziplinären Projekte, die Leuchtturmcharakter aufweisen sollen, haben den klaren Auftrag, die Attraktivität des Wirtschaftsstandorts Deutschland nachhaltig zu steigern. Dies soll insbesondere durch die in den Projekten entwickelten Lösungen (Plattformen, Dienste, Dienstleistungen) für Anbieter und Anwender erfolgen.

1.3 Zielsetzung und Gliederung dieses Bandes

Mit diesem Band wird das Ziel verfolgt, die Ergebnisse des Forschungsvorhabens ‚Smart-Farming-Welt‘ zu dokumentieren und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Hier bietet sich die Möglichkeit, die verschiedenen Arbeitsbereiche der unterschiedlichen Konsortialpartner und Schwerpunkte des Projekts in einem Dokument zusammenzuführen und der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Vor diesem Hintergrund wird in Kapitel eins zunächst in den Kontext des Werks eingeführt und es werden Informationen über Ursprung, Ziele und die organisatorischen Fördermaßnahmen gegeben. Gleichzeitig wird thematisch in das Themenfeld eingeführt und gesellschaftliche Treiber und Motive des Forschungsvorhabens werden dargestellt.

Das zweite bietet einen Überblick über die aktuelle Situation in der Landwirtschaft und darüber, inwieweit die Digitalisierung dort bereits Einzug erhalten hat. Durch eine hohe Innovationskraft getrieben, werden hier verschiedene Entwicklungsrichtungen identifiziert und erläutert.

Dem Stand der Technik und der Forschung in diesem Themenfeld wird sich im dritten Kapitel gewidmet. Speziell werden digitale Plattform und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft analysiert und die Verbreitung von Smart Services untersucht.

Nachdem die Bedeutung des Forschungsvorhabens aufgezeigt wurde und aktuelle Entwicklungsrichtungen geschildert wurden, werden im Hauptteil, Kapitel vier, die Entwicklung und anschließende Validierung der vier Usecases *Tele-Expert*, *Connected Update*, *nPotato* und *Fleet-Set-Connect* beschrieben. Dabei wird auf die Geschäftsmodellentwicklung, die Architektur der Softwarekomponenten und deren herstellerübergreifende Entwicklung sowie auf die Sicherheits- und Plattformarchitektur eingegangen.

Schließlich werden im fünften Kapitel die Arbeiten des Konsortiums zusammengefasst und die Fragen beantwortet, die zu Beginn gestellt wurden. Dabei wird das gesamte Forschungsvorhaben abschließend in seinen Forschungs- und Förderungsrahmen eingeordnet. Auf dieser Grundlage wird ein kritischer Ausblick in die Zukunft des Smart Farmings gegeben; abschließend werden weitere Handlungsfelder aufgezeigt.

2 DIGITALISIERUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT

Dieses Kapitel dient dazu, die vielerorts breit diskutierte Digitalisierung in einen direkten Zusammenhang mit der Landwirtschaft zu stellen. Im Besonderen wird hier auf die sich ergebenden Herausforderungen für die Branche eingegangen und erläutert, welche Stoßrichtungen in der aktuellen Entwicklung zu identifizieren sind.

2.1 Herausforderungen in der Landwirtschaft

Martin Leinker, Sven Marquardt, Benedikt Moser, Max Reinecke

Wesentlicher Treiber des technischen Fortschritts ist der Ersatz von Arbeit durch „Kapital“ – so oder in ähnlicher Form wird es seit vielen Jahren im Grundstudium gelehrt. Die bessere Ausnutzung des knappen Faktors „Arbeit“ war der Erfolgsfaktor für immer größere und leistungsfähigere Maschinen und Geräte in der Landwirtschaft (s. FAO 2017, S. 4).

Seit Jahren ist deutlich spürbar, dass sich die Schwerpunkte verschieben und andere knappe Faktoren in den Vordergrund treten, die die Entwicklung der Landwirtschaft prägen. Die Produktionsbasis, bestehend aus Regionen mit fruchtbaren Böden, ist weltweit zum überwiegenden Teil ausgenutzt und lässt sich nicht vermehren (s. Bild 2). Vielmehr werden in entwickelten Staaten jährlich Tausende von Hektar

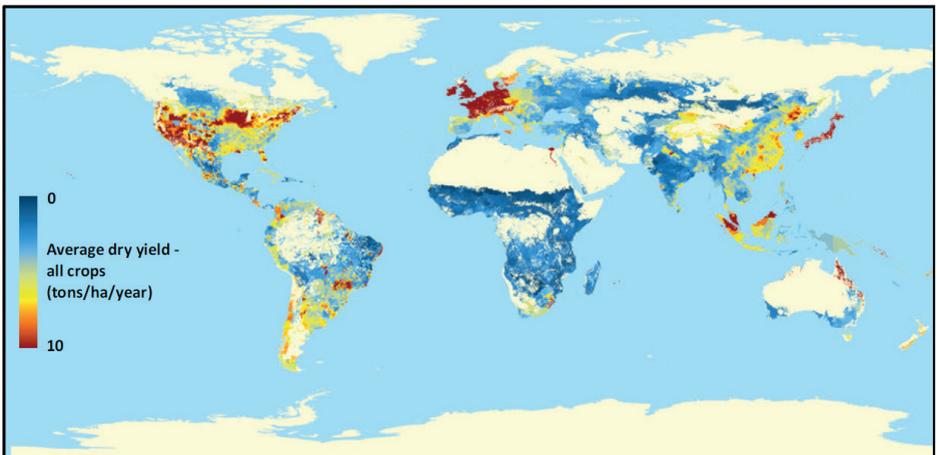


Bild 2: Anbauflächenverteilung und durchschnittlicher Jahresertrag
(Quelle: <https://www.pnas.org/content/107/46/19645>)

unwiederbringlich der Landbewirtschaftung entzogen, indem wertvolle Ackerflächen in Straßen, Wohngebiete oder Industriegebiete umgewandelt werden (s. BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E. V. (BUND) 2015, S. 30 f.). Angesichts einer stetig steigenden Weltbevölkerung müssen die verbleibenden Ackerflächen immer produktiver genutzt werden, um eine Zunahme des Hungers zu vermeiden. Wachsender Wohlstand in weiten Teilen der Welt führt darüber hinaus zu immer höheren Erwartungen an die Nahrungsmittelvielfalt (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2018, S. 20).

„Wasser“, d. h. Regen zum richtigen Zeitpunkt, und „Wärme“ sind weitere knappe Faktoren, die die Produktivität der Landwirtschaft entscheidend prägen. Die Folgen des Klimawandels führen dazu, dass extreme Niederschläge oder extreme Trockenheit nicht nur ganze Ernten vernichten, sondern auch Bodenerosion durch Wind oder Wasser die Fruchtbarkeit der weltweiten Böden nachhaltig beeinträchtigen (s. FAO 2017, S. 66). Zunehmend treten auch indirekte Knappheitsfaktoren in den Vordergrund. Regional führen aufkommende Resistenzen von Pflanzen zu einem Mangel an wirksamen Pflanzenschutzmitteln und die agrochemische Industrie steht vor großen Herausforderungen, die Gesundheit der Pflanzen sicherzustellen (s. FAO 2017, S. 129).

Die Landwirtschaft unterscheidet sich somit von den meisten anderen Industriebranchen durch die zusätzliche Herausforderung, dass sie in einer nicht standardisierbaren Natur abläuft und sich Witterungsverläufe weder langfristig vorhersagen noch ändern lassen (s. Gömann 2015). Dies gilt, obwohl die Maschinen schon heute so mit Sensorik und Technik ausgestattet sind, dass sie mit Flugzeugen vergleichbar sind.

Ganzheitliches Denken ist daher eine Fähigkeit, die bereits von Beginn an in der Landwirtschaft eine wichtige Rolle spielte. Doch sie dürfte durch die Digitalisierung der Landwirtschaft eine völlig neue Ausprägung erhalten. Mit zunehmender Digitalisierung wächst sogar die Chance, dass bereits bestehendes, aber zwischenzeitlich in Vergessenheit geratenes Wissen wiederentdeckt, wiederauffindbar gemacht und so wiederbelebt wird, da Unternehmen und Mitarbeiter es in dieser Form erinnern oder kennenlernen, durchdenken und künftig besser anwenden können und nun erstmals in der Lage sind, knappe Ressourcen zielgerichtet unter Beachtung der vielfältigen Wirkungszusammenhänge managen zu können (s. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2016).

Die Nutzung von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien in Wirtschaft und Gesellschaft ist inzwischen zur Selbstverständlichkeit geworden. Die deutschen Leitbranchen, wie z. B. der Maschinen- und Anlagenbau, stehen derzeit vor großen Umbrüchen, die mit der Nutzung von digitalen Technologien einhergehen.

Die Schlagwörter Digitalisierung, Industrie 4.0 und Smart Services bestimmen diesen Umbruch und stehen für aktuelle Entwicklungen, die die angesprochenen Branchen derzeit transformieren (s. MCKINSEY & COMPANY 2015, S. 11). Die Transformation führt insbesondere zu Veränderungen in den jeweiligen Wertschöpfungsketten einer Branche. Wertschöpfungsketten werden durch integrative Netzwerke ersetzt und führen nicht nur zu Veränderungen von Abläufen und Prozessen, sondern auch ganzen Organisationsstrukturen. Durch die Digitalisierung ändern sich die Arbeitsteilung von Produzenten, Zulieferern und Dienstleistern sowie deren jeweilige Geschäftsmodelle grundlegend. Die Veränderungen der Zusammenarbeit und der steigende Austausch von Informationen mit anderen Beteiligten führen zu einem kollaborativen Wertschöpfungsnetzwerk und einer steigenden Produktivität für das gesamte betroffene System (s. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 48).

Gemäß aktuellen Studien ist davon auszugehen, dass dazu die aktuellen landwirtschaftlichen Produktionskapazitäten um bis zu 60 Prozent gesteigert werden müssen. Diese Steigerung der Kapazitäten wird jedoch nicht über herkömmliche landwirtschaftliche Methoden erreicht werden können. Anbauflächen und landwirtschaftliche Produktionsmaschinen können nicht beliebig vergrößert werden; im Gegenteil ist bereits heute eine gewisse Begrenzung erreicht (s. SHANKAR ET AL. 2016, S. 5). Um dennoch die benötigten Produktivitätssteigerungen zu erreichen, wird der Einsatz von digitalen Technologien unabdingbar sein (s. BITTNER ET AL. 2016, S. 1). Im Bereich der Landwirtschaft hat sich für diese digitale Transformation der Begriff ‚Smart Farming‘ etabliert. Darunter versteht man alle Aspekte der industriell geführten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Produktionsflächen mit der integrativen Betrachtung und dem Zusammenwirken der Bereiche *Datenerhebung durch Sensorik, Datenverarbeitung in digitalen Systemen und Visualisierung der erhobenen Daten für den Endanwender* (s. SEIFFERT 2015, 225 f.).

Aktuell arbeiten in Deutschland etwa eine Million Menschen in 285.000 Betrieben im Bereich der Landwirtschaft. Die Betriebe bewirtschaften mit einer Fläche von ca. 17 Millionen Hektar etwa die Hälfte der Fläche der Bundesrepublik Deutschland (s. STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) 2018, S. 489).

Während die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe in den vergangenen 60 Jahren stark gesunken ist, hat sich die Fläche pro Hof deutlich erhöht. Diese Prozesse sind in Bild 3 für den Zeitraum von 1955 bis 2015 dargestellt. Hintergrund dieser Entwicklung sind der zügige technische Fortschritt und der zunehmende Einsatz von hocheffizienten Maschinen, wodurch die Landwirte in der Lage sind, größere Flächen effizienter zu bewirtschaften. Häufig können sich jedoch gerade kleinere Betriebe die dafür notwendigen kapitalintensiven Maschinen nicht leisten. In der Folge übernehmen wachstumsorientierte und deutlich größere Höfe deren Flächen und bauen somit

ihre eigenen Betriebe weiter aus (s. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2018).

Dieser Effekt begünstigt den aktuellen Trend, da die immer größer werdenden Betriebe eher in der Lage sind, die teuren Maschinen gewinnbringend einzusetzen und ausreichend Kapital zur Anschaffung aufzubringen.

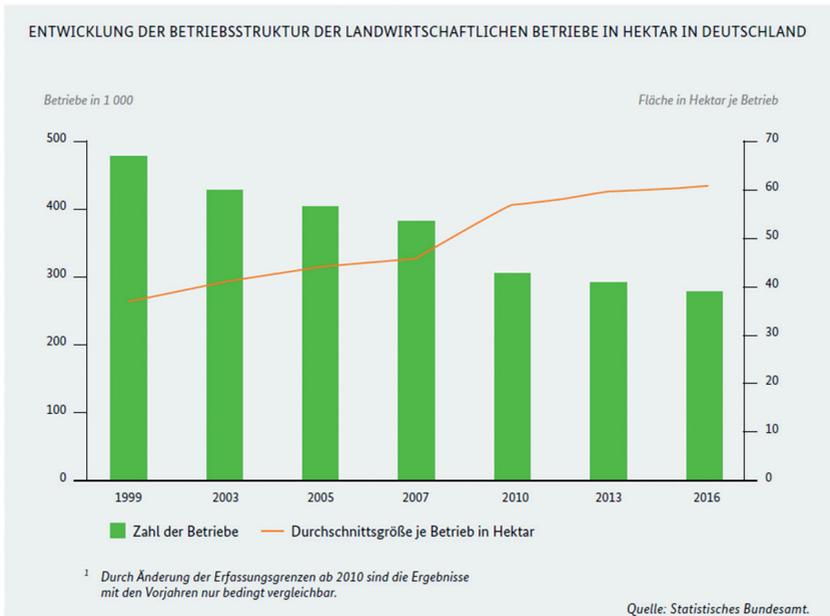


Bild 3: Entwicklung der Betriebsstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Hektar in Deutschland (STATISTISCHES BUNDESAMT 2017, zit. n. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2017, S. 7)

Resultat dieser Entwicklung ist ein starker struktureller Wandel in der Landwirtschaft. Während nach dem Ende des zweiten Weltkriegs jeder Landwirt durchschnittlich zehn Menschen ernährte, hat sich diese Zahl bis heute weit mehr als verzehnfacht, sodass aktuell jeder Landwirt gut 150 Menschen ernährt (s. DEUTSCHER BAUERNVERBAND E. V. 2015).

Dieses Produktivitätssteigerung wurde in den letzten Jahrzehnten über eine stetige Vergrößerung der Maschinen realisiert. Diese Vergrößerung kommt jedoch zunehmend

zunehmend an ihre Grenzen, da Maschinen aufgrund von Gesetzen und Vorschriften nicht größer und schwerer können werden, da sie sonst nicht mehr im öffentlichen Straßenverkehr bewegt werden dürften oder aber auch schlicht eine zu hohe Belastung für die Böden darstellen würden.

Demzufolge sind Verbesserungen in anderen Bereichen notwendig, sodass dennoch genug Nahrungsmittel produziert werden können. Zu diesem Zweck haben Elektronik und Computer Einzug in landwirtschaftliche Produktionsmaschinen erhalten. Die moderne Landtechnik ist bereits durch einen hohen Automatisierungsgrad charakterisiert. Durch GPS-Technik können Maschinen zentimetergenau gesteuert und der Ressourceneinsatz optimiert werden. Die Landmaschinen werden zu vernetzten Produktionsmaschinen, Softwarelösungen helfen bei der Entscheidungsunterstützung. Gleichzeitig führt die zunehmende Komplexität der Produkte zu einer steigenden Kapitalintensität (s. ROHLER U. KRÜSKEN 2016a, S. 12).

Der Einsatz digitaler Technologien birgt enorme Potenziale. Die in den nächsten Jahren durch Digitalisierung und Vernetzung von Infrastrukturen in Deutschland erzielbare Effizienzgewinne werden jährlich auf bis zu 39 Mrd. Euro geschätzt (s. BMWi 2014, S. 5). Diese Entwicklung ist bereits in der Landwirtschaft angekommen; langfristig ist allerdings eine Transformation der Geschäftsprozesse notwendig (s. BOVENSIEPEN ET AL. 2016, S. 21; s. ZOLLENKOP U. LÄSSIG 2016, S. 87). Diese digitale Transformation firmiert unter dem Begriff ‚Smart Farming‘. Darunter versteht man alle Aspekte der industriell geführten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Produktionsflächen mit der integrativen Betrachtung und dem Zusammenwirken von Datenerhebung durch Sensorik, Datenverarbeitung und der Visualisierung der erhobenen Daten (s. BERNDT ET AL. 2015, 225f.). Eine Vernetzung der Maschinen untereinander und eine durchgängige Integration in das Internet der Dinge werden erschwert durch die heterogenen Maschinenparks der Betriebe. Die Maschinen müssen herstellerunabhängig in einer zentralen Lösung vernetzt werden. Eine Plattform zur Integration jener wird benötigt. Diese Smart-Service-Plattform kann gleichzeitig alle beteiligten Akteure untereinander verbinden, die unternehmensübergreifende Kollaboration verbessern und liefert schließlich die Basis für neue, datenbasierte Services. Durch eine Vernetzung bestehender Plattformen in der Landwirtschaft sowie einen Datenaustausch zwischen den Akteuren des Plattformökosystems kann ein offenes System geschaffen werden, von dem alle Beteiligten profitieren können.

Die Potenziale von Smart Services und intelligenten Netzen werden in Deutschland bisher nur in Ansätzen ausgeschöpft (s. BITKOM 2015b). Gerade in der Landwirtschaft müssen von den Landtechnikherstellern sowie landwirtschaftlichen Dienstleistungsunternehmen zahlreiche Kundentypen, vom Nebenerwerbslandwirt bis hin zur Agrarholding, bedient

werden (s. SIEGERS ET AL. 2015, S. 11). Über den gesamten Produktionsprozess von der Saatbettvorbereitung über Aussaat, Pflege, Ernte, Transport und Lagerung bis hin zu Verkauf sind zahlreiche Prozessbeteiligte einzubinden. Die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit kann durch IKT optimiert und der Mensch in seinen Entscheidungen unterstützt werden. Die große Heterogenität der Maschinenparks der Landwirte erschwert die Vernetzung der Maschinen(-teile) und eine Interoperabilität der vom Kunden eingesetzten Maschinen. Weitere Herausforderungen kommen durch den hohen Anteil überbetrieblicher Arbeitserledigung (z. B. durch Lohnunternehmer) sowie die mangelnde Standardisierung in Sicherheitsfragen bei der Verbindung von Maschinen mit dem Internet, aber auch durch den Mangel eines Rechte- und Rollenkonzepts für die Verbindung unterschiedlicher Anspruchsgruppen auf einer gemeinsamen Service-Plattform hinzu. Die moderne Landtechnik ist mit den derzeit verfügbaren Produkten dennoch bereits von einem hohen Grad an Konnektivität gekennzeichnet und bietet deshalb einen zukunftsweisenden Ausgangspunkt, weitere Entwicklungen hin zur vollständig vernetzten Landwirtschaft anzugehen (s. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014). Zur Optimierung des Ressourceneinsatzes (u. a. Saatgut, Düngemittel, Kraftstoff, Arbeits- und Wegezeiten) und des Ertrags dienen heutzutage bereits Fahrzeuge und Maschinen als Datenlieferanten. Sie liefern Informationen über die Boden- und Ertragsqualität oder die Beschaffenheit der Maschinen selbst. Gleichzeitig dienen sie auch als Datenempfänger.

Bereits heute kann ein deutliches Interesse der Landwirte an intelligenten Maschinen, Drohnen, Farm-Management-Software und analytischen Informationssystemen festgestellt werden. PricewaterhouseCoopers hat hierzu eine Studie durchgeführt, nach der im Jahr 2016 bereits über die Hälfte der befragten Landwirte Investitionen in neue Technologien getätigt haben. Demnach planen zudem 40 Prozent der Landwirte, innerhalb der nächsten fünf Jahre entweder weitere Investitionen durchzuführen oder erstmals in Smart-Farming-Technologien zu investieren (s. BOVENSIEPEN ET AL. 2016, S. 10). Dies verdeutlicht noch einmal die enorme Gestaltungsmacht der Digitalisierung in der Landwirtschaft welche sich aktuell durch das Aufkommen von Smart Services und digitalen Plattformen auszeichnet. Den Letztgenannten wird dabei in Zukunft immer mehr Bedeutung beigemessen.

Der Ausbau und die Entwicklung von Plattformen stellen eine grundlegende Voraussetzung dar, um in Zukunft dem Anwender unterstützende Dienstleistungen zur Verfügung stellen zu können.

Plattformen allein können dabei noch keinen Nutzen für die Landwirte oder andere Akteure innerhalb der Landwirtschaft generieren. Erst durch die Verfügbarkeit und Anwendungen von Smart Services auf ebenjenen Plattformen kann ein Mehrwert

geschaffen werden. Die genannten Smart Services und die dazugehörigen Plattformen werden branchenspezifisch unter dem Begriff Smart Farming zusammengefasst.

Maschinen und Geräte verarbeiten die Informationen selbständig und treffen (teil-) autonome Entscheidungen. Auch außerhalb der Europäischen Union werden verstärkt vor dem Hintergrund der umfangreicheren Dimensionen der bewirtschafteten Flächen bereits Techniken und Elemente des Smart Farmings eingesetzt. So lautet das Ergebnis einer Studie aus den USA, in der über 1 000 Landwirte befragt wurden, dass bisher 22 Prozent der Teilnehmer Satellitenbilder oder Drohnen zur Überwachung der Felder nutzen (s. FARMLOGS 2017, S. 16). Aber auch in der Bundesrepublik nutzen gemäß einer durch Bitkom (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien e. V.) durchgeführten Studie bereits über die Hälfte der befragten Betriebe Anwendungen des Smart Farmings (s. Bild 4).

Innerhalb der nächsten zehn Jahre erwartet Bitkom ein zusätzliches Wert-

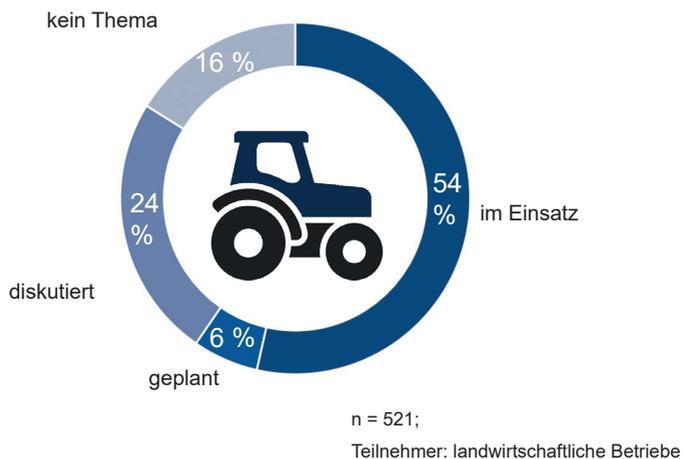


Bild 4: Befragung von Bitkom zur Digitalisierung in der Landwirtschaft
(eigene Darstellung i. A. a. ROHLEDER u. KRÜSKEN 2016b, S. 6)

schöpfungspotenzial von drei Milliarden Euro durch den Einsatz digitaler Anwendungen in der Landwirtschaft. Dies entspricht 1,2 Prozent pro Jahr, die als zusätzliche Bruttowertschöpfung erzielt werden können (s. ROHLEDER u. KRÜSKEN 2016b, S. 8).

2.2 Entwicklungsrichtungen in der Landwirtschaft

Jana Frank, Benedikt Moser

Bereits heute werden vielfach digitale Technologien in der Landwirtschaft genutzt. Rund ein Fünftel der landwirtschaftlichen Betriebe nutzt regelmäßig digitale Anwendungen bei der Produktion von Agrargütern. Eine genauere Betrachtung der Untersuchung zeigt jedoch ein Problem der Branche auf: Bei großen landwirtschaftlichen Unternehmen mit über 100 Mitarbeitern sind digitale Technologien zwar bereits fest etabliert; kleinere Unternehmen mit bis zu 10 Mitarbeitern jedoch scheuen den Einsatz und planen die Nutzung von digitalen Technologien auch nicht in den nächsten Jahren (s. BITKOM 2015b, S. 1). Mit dieser Entwicklung wird ein Trend fortgesetzt, der bereits seit einigen Jahrzehnten als struktureller Wandel der Landwirtschaft bezeichnet wird. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe nimmt seit Jahrzehnten stetig ab, während die Größe der Betriebe gleichzeitig in entsprechendem Maße zunimmt.

Mit Blick in die Zukunft wurden mithilfe einer Szenarioanalyse zur digitalen Landwirtschaft verschiedene Zukunftsbilder entwickelt. Diese ergeben sich je nach Ausprägung und Entwicklung verschiedener Einflussfaktoren. Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, eine Szenarioanalyse durchzuführen. Im Laufe der Zeit hat sich jedoch ein Muster etabliert, das ähnliche Schritte aufweist (s. BEA u. HAAS 2013, 297f.). In der Literatur wird hierfür jedoch eine unterschiedliche Anzahl von Schritten genannt, die davon abhängt, wie ausführlich und mit welchem Ziel die Analyse durchgeführt werden soll. In der Veröffentlichung von Reibnitz, die mittlerweile als Standardwerk und als Basis für Szenarioanalysen verwendet wird, werden acht Schritte aufgeführt (s. REIBNITZ 1992, S. 30). Die Autoren BEA u. HAAS benennen für alle Szenarioanalysen die drei Phasen Analyse, Projektion und Auswertung als wichtige Schritte (s. BEA u. HAAS 2013, S. 298). In Bild 5 (s. S. 15) sind die Ausführungen der Basisliteratur von REIBNITZ mit den Ergänzungen von BEA u. HAAS zusammenfassend abgebildet; das Vorgehen wird hier schematisch dargestellt. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der in Bild 5 dargestellten Vorgehensweise detailliert erläutert.

2.2.1 Szenario 1: „Auf in die Zukunft“

Das erste Szenario trägt den Titel „Auf in die Zukunft“. Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt die jeweils gewählten Projektionen eines jeden Schlüsselfaktors. Zunächst erfolgt eine Beschreibung des Szenarios. Das erste Szenario beschreibt ein vollständig digitalisiertes und kollaborierendes Landwirtschaftsökosystem. Der strukturelle Wandel verändert sich hin zu einer

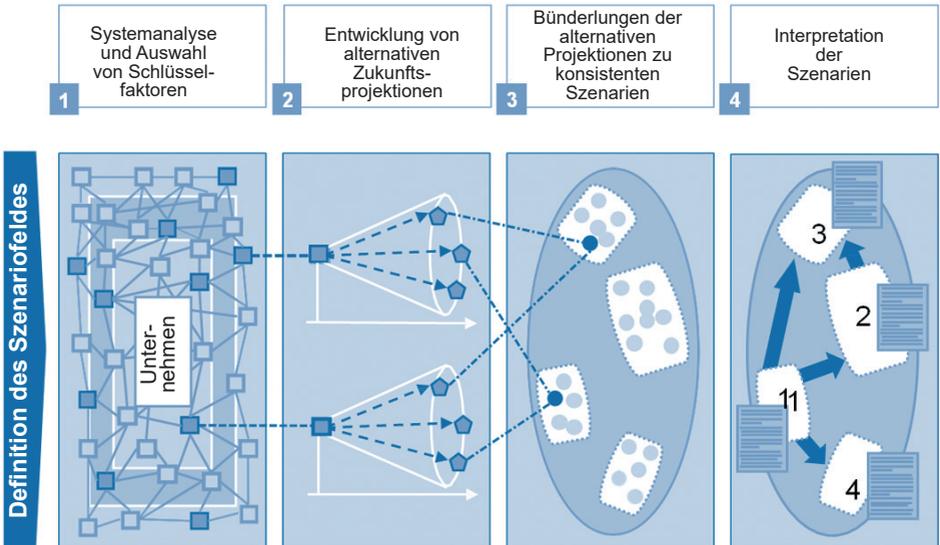


Bild 5: Vorgehensweise Szenarioanalyse (i. A. a. FINK 2015, S. 128)

verteilten Wissensgesellschaft, in der sowohl kleine als auch große Betriebe moderne Landmaschinen und digitale Technologien sinnvoll einsetzen können. Die Subventionspolitik zeichnet sich durch Transparenz und Nachvollziehbarkeit aus und unterstützt somit ausschließlich Betriebe, die ihre gesamte Wertschöpfungskette und Produktionsprozesse nachweisen können. Die Produktivität der Betriebe wird in diesem Szenario durch eine Vielzahl neuer, disruptiver Technologien enorm gesteigert. Die Grundlage für den Einsatz dieser Technologien sind ein gut ausgebautes Mobilfunknetz mit guten Bandbreiten und geringen Latenzen in allen Gebieten. Die Sicherheit der digitalen Systeme gegen Angriffe von außen ist gewährleistet und durch geschickte Rechte- und Rollenkonzepte wird auch die Datenhoheit von allen Beteiligten geregelt. Die Marktkonzentration der Plattformen ist ausgeglichen, es stehen mehrere Plattformen mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen miteinander im Wettbewerb und können über Innovationen Marktanteile gewinnen. In diesem Szenario bewegen sich alle Akteure dieses Wirtschaftsökosystems von Produktanbietern zu Anbietern digitaler Lösungen, die ihre Kunden optimal in deren Prozessen unterstützen zu können. Darüber hinaus herrscht weltweit Einigkeit darüber, dass alle Daten und Informationen ausgetauscht werden sollen, um somit die Gesamtproduktivität des Systems zu steigern. Dieser Austausch wird durch die Schaffung einheitlicher Standards unterstützt. Alle relevanten Unternehmen sind in den entsprechenden Standardisierungsgremien vertreten und einigen sich zügig auf einheitliche Hard- und Softwarestandards. Die sich auf dem Markt befindlichen digitalen Dienste und Systeme stoßen auf großes Vertrauen und Akzeptanz

bei den Landwirten und werden umfassend eingesetzt, da ihr Nutzen allen Beteiligten ersichtlich ist und die Landwirte über das nötige Wissen verfügen, die Systeme produktiv einzusetzen. Die Technologieanbieter bieten ihre Dienstleistungen kostenlos an, da sie davon profitieren, über eine große Datenmenge als Grundgerüst zu verfügen. Daher bieten sie ihre Technologien auch kleineren Betrieben kostenlos oder vergünstigt an. Bild 6 enthält eine Übersicht der Ausprägungen der Schlüsselfaktoren des Szenarios. In diesem optimistischen Szenario ist das Geschäftsmodell der Anbieter einer Smart-Farming-Plattform also darauf ausgelegt, ihre Dienstleistungen auch für kleinere Betriebe

Szenario 1: „Auf in die Zukunft“			
Schlüsselfaktor	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
Struktureller Wandel	vollständige Automatisierung	Fortsetzung des Wandels	verteilte Wissensgesellschaft
Subventionspolitik	Transparenz und Nachverfolgbarkeit	Fortsetzung bestehende Politik	rein politisch motiviert
Wettbewerbsintensität	steigende Überkapazität	bestehende Überkapazität	keine Überkapazitäten
Technologieentwicklung	disruptive Entwicklung	evolutionäre Entwicklung	keine Entwicklung
Netzverfügbarkeiten und Bandbreiten	vollständige Netzabdeckung	teilweise werden Lücken geschlossen	Status quo
Datensicherheit und -hoheit	absolute Sicherheit und Hoheitskonzepte	vereinzelte Zwischenfälle	keine Sicherheit
Marktkonzentration der Plattform	Wettbewerb durch Innovation	Fortsetzung Status quo	Oligopolbildung
Wandel zum Lösungsanbieter	alle Akteure werden Lösungsanbieter	einige Akteure bieten Lösungen	viele verpassen den Wandel
Kollaborationsbereitschaft	vollständige Kollaboration	teilweise Kollaboration	keine Kollaboration
Standardisierung	vollständige Standardisierung	teilweise Standardisierung	keine Standardisierung
Vertrauen in Assistenzsysteme	vollständiges Vertrauen	vereinzelte Nutzung	keine Nutzung
Kosten-Nutzen-Verhältnis	kostenlose Dienstleistungen	Technik auch für kleine Betriebe	Technik nur für Großbetriebe

Bild 6: Tableau des Szenarios 1

erschwinglich zu gestalten. Dadurch arbeiten auch diese effizient und der Anbieter sammelt eine breite Datenmenge, die über standardisierte Schnittstellen mit Mitbewerbern geteilt wird, um die Produktivität des gesamten Systems zu steigern. Durch diese Bereitschaft, Informationen auszutauschen, und die damit verbundene Produktivitätssteigerung werden Überkapazitäten auf dem Weltmarkt reduziert. Die breite Informationslage ermöglicht es den Landwirten, ihr Angebot optimal auf die Nachfrage einzustellen. Die Politik hat die Möglichkeit, Subventionen transparent denjenigen zu gewähren, die über die gesamte Wertschöpfungskette produktiv wirtschaften und ganz im Sinne des Verbraucherschutzes ihre gesamten Produktionsprozesse nachweisen können. Neue, disruptive Technologien führen zu einer vollständigen Mobilfunkabdeckung und machen die datenbasierten Dienstleistungen auf den sich immer wieder innovierende Plattformen in allen Gebieten verfügbar.

Zusammenfassend lässt sich dieses Szenario als digitale Utopie beschreiben. Fast alle Schlüsselfaktoren haben den optimistischen bzw. trendverstärkenden Wert angenommen und bewegen somit das Gesamtszenario hin zu einer vollständig digitalisierten Landwirtschaft.

2.2.2 Szenario 2: „Alles entwickelt sich weiter wie bisher“

Das zweite Szenario trägt den Titel „Alles entwickelt sich weiter wie bisher“. Das folgende Bild zeigt die jeweils gewählten Projektionen eines jeden Schlüsselfaktors. An Bild 7 (s. S. 18) schließt sich eine ausführliche Beschreibung des Szenarios an.

Das zweite Szenario zeigt die Zukunftsvision, die zur Realität wird, wenn sich der aktuelle Trend über die nächsten Jahre fortbewegt. Einzelne Bestrebungen entwickeln sich hin zu einem digitalen und kollaborierenden System. Der strukturelle Wandel führt dazu, dass die Zahl der großen Betriebe steigt, da nur diese sich moderne Maschinen leisten können. Die Subventionspolitik wird fortgesetzt wie bisher, teilweise müssen die Betriebe ihre gesamte Wertschöpfungskette nachweisen, teilweise werden Subventionen auch politisch bestimmt, um strukturschwache Regionen zu stärken. Die Wettbewerbsintensität ist ausgeglichen und Überkapazitäten werden nur in einigen Agrarprodukten produziert. Technologien für die Landwirtschaft entwickeln sich evolutionär und führen zu geringen Produktivitätssteigerungen. Der Trend der letzten Jahre entwickelt sich über die Jahre weg von der Hardwareentwicklung hin zur Softwareentwicklung. Die Netzverfügbarkeiten sind nicht flächendeckend sichergestellt, einzelne Löcher in der Netzabdeckung werden zwar erkannt und der Ausbau dort forciert, jedoch kann die Verfügbarkeit von guten Bandbreiten nicht in allen Gebieten sichergestellt werden. Die Weiterentwicklung der Systeme führt zu einer

Szenario 1: „Alles weiter wie bisher“			
Schlüsselfaktor	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
Struktureller Wandel	vollständige Automatisierung	Fortsetzung des Wandels	verteilte Wissensgesellschaft
Subventionspolitik	Transparenz und Nachverfolgbarkeit	Fortsetzung bestehende Politik	rein politisch motiviert
Wettbewerbsintensität	steigende Überkapazität	bestehende Überkapazität	keine Überkapazitäten
Technologieentwicklung	disruptive Entwicklung	evolutionäre Entwicklung	keine Entwicklung
Netzverfügbarkeiten und Bandbreiten	vollständige Netzabdeckung	teilweise werden Lücken geschlossen	Status quo
Datensicherheit und -hoheit	absolute Sicherheit und Hoheitskonzepte	vereinzelte Zwischenfälle	keine Sicherheit
Marktkonzentration der Plattform	Wettbewerb durch Innovation	Fortsetzung Status quo	Oligopolbildung
Wandel zum Lösungsanbieter	alle Akteure werden Lösungsanbieter	einige Akteure bieten Lösungen	viele verpassen den Wandel
Kollaborationsbereitschaft	vollständige Kollaboration	teilweise Kollaboration	keine Kollaboration
Standardisierung	vollständige Standardisierung	teilweise Standardisierung	keine Standardisierung
Vertrauen in Assistenzsysteme	vollständiges Vertrauen	vereinzelte Nutzung	keine Nutzung
Kosten-Nutzen-Verhältnis	kostenlose Dienstleistungen	Technik auch für kleine Betriebe	Technik nur für Großbetriebe

Bild 7: Tableau des Szenarios 2

Verbesserung der Datensicherheit; eine vollständige Sicherheit sowie die Hoheit der Daten können jedoch nicht garantiert werden. Die Marktkonzentration der Plattformen bleibt ungefähr bestehen. Der Markteintritt neuer, vor allem offener Plattformen steht im Gleichgewicht mit der Übernahme kleinerer Anbieter durch größere Unternehmen, die eine herstellerzentrierte Lösung anbieten.

In diesem Szenario bieten einige Akteure, z. B. Landmaschinenhersteller, zusätzlich zu ihren Produkten zunehmend digitale Dienstleistungen und Lösungen an. Zudem

sind einige Akteure bereit, Kollaborationen einzugehen, um so gemeinsam Teile der Wertschöpfungskette zu optimieren. Dabei bestehen regional große Unterschiede: Während in den USA zunehmend Anbieter kollaborieren, besteht in Europa noch Skepsis gegenüber Kollaborationsmodellen. Die Umsetzung Letzterer scheitert unter anderem am Fehlen einheitlicher Standards. In Standardisierungsgremien wird zwar an Standards gearbeitet, jedoch dauert eine Einigung mehrere Jahre und wird nicht von allen Unternehmen mitgetragen. Ebenso werden auch Assistenzsysteme nur vereinzelt genutzt. Die Nutzer müssen vor allem von dem monetären Mehrwert überzeugt werden und behalten am Ende die Entscheidungshoheit darüber, ob sie den Empfehlungen der Systeme folgen, da gerade ältere Generationen nicht von dem Mehrwert der Assistenten überzeugt werden können. Moderne Landtechnik bleibt weiterhin nur für Großbetriebe wirklich erschwinglich. Kleinere Betriebe erhalten zwar teilweise Zugriff auf die Technologie, sind in vielen Teilen aber produktiv weit abgeschlagen und sind weiterhin auf Subventionen angewiesen.

In diesem Trendszenario ist das Geschäftsmodell der Anbieter einer Smart-Farming-Plattform zwiespältig zu beurteilen: Zum einen gibt es große herstellerzentrierte Lösungen, die eine optimale Lösung für ganze Flotten eines Herstellers anbieten. Zum anderen werden kleine, offene Plattformen angeboten, die versuchen, über innovative Dienste kleine Betriebe mit herstellerübergreifenden Lösungen zu gewinnen. Der Umfang dieser Dienstleistungen kann teilweise beschränkt sein, da die kleinen Betriebe nicht den vollen und umfassenden Zugriff auf die Daten, wie sie eine herstellerzentrierte Lösung bietet, erhalten. Große Hersteller nutzen ihre Marktmacht, um Zugriff auf umfangreiche Daten zu erhalten und integrieren diese in ihre Systeme. Dadurch, dass nicht alle Akteure des Wertschöpfungsnetzwerks miteinander kollaborieren und Informationen austauschen, bleiben Überkapazitäten auf den Weltmärkten teilweise bestehen.

Zusammenfassend lässt sich dieses Szenario also als Fortsetzung des bestehenden Trends beschreiben. Fast alle Schlüsselfaktoren haben die Trendausprägung angenommen und bewegen somit das Gesamtszenario weiter auf den Pfaden des heutigen Trends.

2.2.3 Szenario 3: „Jeder für sich“

Das dritte Szenario trägt den Titel „Jeder für sich“. Das folgende Bild zeigt die jeweils gewählten Projektionen eines jeden Schlüsselfaktors. Nach Bild 8 (s. S. 20) folgt eine ausführliche Beschreibung des Szenarios.

Das dritte Szenario entspricht einer Zukunftssituation, die entstünde, wenn fast alle Schlüsselfaktoren eine trendabschwächende Ausprägung annähmen. Digi-

Szenario 1: „Jeder für sich“			
Schlüsselfaktor	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
Struktureller Wandel	vollständige Automatisierung	Fortsetzung des Wandels	verteilte Wissensgesellschaft
Subventionspolitik	Transparenz und Nachverfolgbarkeit	Fortsetzung bestehende Politik	rein politisch motiviert
Wettbewerbsintensität	steigende Überkapazität	bestehende Überkapazität	keine Überkapazitäten
Technologieentwicklung	disruptive Entwicklung	evolutionäre Entwicklung	keine Entwicklung
Netzverfügbarkeiten und Bandbreiten	vollständige Netzabdeckung	teilweise werden Lücken geschlossen	Status quo
Datensicherheit und -hoheit	absolute Sicherheit und Hoheitskonzepte	vereinzelte Zwischenfälle	keine Sicherheit
Marktkonzentration der Plattform	Wettbewerb durch Innovation	Fortsetzung Status quo	Oligopolbildung
Wandel zum Lösungsanbieter	alle Akteure werden Lösungsanbieter	einige Akteure bieten Lösungen	viele verpassen den Wandel
Kollaborationsbereitschaft	vollständige Kollaboration	teilweise Kollaboration	keine Kollaboration
Standardisierung	vollständige Standardisierung	teilweise Standardisierung	keine Standardisierung
Vertrauen in Assistenzsysteme	vollständiges Vertrauen	vereinzelte Nutzung	keine Nutzung
Kosten-Nutzen-Verhältnis	kostenlose Dienstleistungen	Technik auch für kleine Betriebe	Technik nur für Großbetriebe

Bild 8: Tableau des Szenarios 3

talisierungs- und Kollaborationsbestrebungen werden fast vollständig aufgegeben und die verschiedenen Akteure des Landwirtschaftsökosystems ziehen sich in ihre Informationssilos zurück.

Der strukturelle Wandel verstärkt sich weiter, sodass kleine Betriebe fast vollständig aufgelöst werden. Die großen Betriebe finden auf der anderen Seite fast keine

gut ausgebildeten Fachkräfte zur Führung der Maschinen, sodass die Landtechnik fast vollständig automatisiert wird und die Fahrer nur noch als Beifahrer agieren. Durch die große Problematik bezüglich der kleinen Betriebe ändert sich die Subventionspolitik dahingehend, dass nicht mehr Transparenz und Nachverfolgbarkeit im Fokus stehen, sondern die Subventionen vor allem politisch bestimmt sind, um strukturschwache Regionen zu fördern. Durch Überkapazitäten auf den Weltmärkten und Naturkatastrophen nimmt die Wettbewerbsintensität um Agrarprodukte weiter zu. Technologische Entwicklungen verharren fast ausschließlich auf ihrem aktuellen Stand, da nicht die richtigen Rahmenbedingungen gegeben sind, um evolutionäre oder disruptive Sprünge zu erreichen. Dies liegt vor allem an fehlenden Mobilfunknetzen. Der Status quo bleibt zwar erhalten, jedoch erhöht sich das gesamte Datenvolumen drastisch, sodass die Netze-Infrastruktur zunehmend stärker belastet wird und teilweise bereits zusammengebrochen ist. Datensicherheit und -hoheit können in diesem Szenario kaum bis gar nicht gewährleistet werden. Die Zahl der Angriffe von extern nehmen drastisch zu und haben bereits zu einer Krise des Nahrungsmittelmarkts geführt, da Preise und Daten manipuliert und gestohlen wurden. Die Anzahl der digitalen Plattformen hat sich drastisch reduziert. Wenige Anbieter haben gemeinsam ein Monopol gebildet, das gleiche Marktanteile hält. Dieser Rückgang der Plattformen führt vor allem zu einem Innovationsstopp. Kleine, innovative Anbieter haben kaum Möglichkeiten, die kritische Masse der Nutzer zu erreichen, da die Wechselhürden sehr hoch angesetzt sind.

In diesem Szenario werden fast keine Lösungen angeboten. Dies ergibt sich vor allem daraus, dass keine umfangreichen Daten zur Verfügung stehen, um wirklich mehrwertstiftende Dienstleistungen anzubieten. Dieser Mangel an einem umfangreichen Datengerüst ergibt sich durch die mangelnde Kollaboration zwischen den Akteuren, um Daten über vor- und nachgelagerte Prozessschritte zu erlangen. Die Skepsis gegenüber Kollaboration ergibt sich insbesondere durch fehlende Standards in der Datensicherheit. Keiner traut sich, Daten aus seinem internen System herauszugeben, da die Angst vor Datenverlust zu groß ist. Die fehlenden Standards beziehen sich auch auf Hardware- und Softwareschnittstellen. Unternehmen forcieren ihre eigenen Lösungen und sind nicht an einem herstellerübergreifenden Standard interessiert. Die angebotenen Assistenzsysteme der Hersteller werden fast gar nicht genutzt. Landwirte und Fahrer vertrauen mehr auf ihr Erfahrungswissen und lassen sich nicht von den Vorteilen der Systeme überzeugen. Dies liegt auch daran, dass die Systeme zwar teuer sind, jedoch aufgrund des mangelnden Datengerüsts kaum Mehrwert bieten. Moderne Landtechnik bleibt daher auch weiterhin nur für Großbetriebe wirklich erschwinglich. Kleinere Betriebe erhalten zwar teilweise Zugriff auf die Technologie, sind in vielen Teilen aber produktiv weit abgeschlagen und sind weiterhin auf Subventionen angewiesen. In diesem digitalen Dystopie-Szenario ist das

Geschäftsmodell für Smart-Farming-Plattformen sehr schwer zu gestalten. Wirklich offene und herstellerübergreifende Plattformen werden kaum entwickelt, da alle Akteure versuchen, in ihren eigenen Informationssilos zu verharren. Die großen, herstellerzentrierten Plattformen hingegen bieten digitale Dienstleistungen an, die sehr spezifisch an die jeweiligen Maschinen der Hersteller angepasst sind. Für diese bieten sie zwar einen Mehrwert, jedoch ist dieser geringer als bei offenen Lösungen, da kein umfangreiches Datengerüst für übergreifende Lösungen geboten wird.

Zusammenfassend lässt sich dieses Szenario als negative Entwicklung des bestehenden Trends beschreiben. Fast alle Schlüsselfaktoren haben die trendabschwächende Ausprägung angenommen und bewegen somit das Gesamtszenario weiter in Richtung einer digitalen Dystopie. Diese möglichen Entwicklungen im Fokus, versuchen in den letzten Jahren verschiedenste Anbieter digitaler Plattformen, mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen entsprechende Lösungen anzubieten. Durch den Austausch von Daten und Informationen mit anderen Akteuren des Landwirtschaftsökosystems und den Einsatz von datenbasierten Dienstleistungen und Empfehlungen wird die Produktivität auch kleinster Betriebe gesteigert, sodass auch diese zu wettbewerbsfähigen Preisen produzieren können (s. SENTKER 2015, S. 532).

3 STAND DER FORSCHUNG UND TECHNIK

Mit diesem dritten Kapitel wird ein aktueller Überblick über die Plattformlandschaft im Bereich der Agrarwirtschaft gegeben. Dabei werden existierende Plattformmodelle analysiert und einander gegenübergestellt sowie darauf aufbauende Smart Services identifiziert.

3.1 Grundlagen von Smart Services

Jana Frank, Benedikt Moser

Smart Services sind die digitale Antwort der Dienstleistungsbranche auf die allgegenwärtige Digitalisierung und ihren treibenden Charakter. Im Vergleich zu traditionellen Dienstleistungen unterscheiden sich Smart Services durch ihre hybride Erscheinung in Form eines smarten physischen Produkts in Kombination mit einer datenbasierten Dienstleistung (s. JÜTTNER ET AL. 2017, S. 337). Dies wird zum einen durch die Fähigkeit, Datenverbindungen mit der Umgebung einzugehen, und zum anderen durch die Bereitstellung von eigener Rechenkapazität realisiert (s. PORTER U. HEPPELMANN 2014, S. 67).

Eine einheitliche Definition von Smart Services ist in der Literatur bisher nicht zu finden. Nachdem der Begriff 2005 zum ersten Mal erwähnt wurde, findet er seitdem in der wissenschaftlichen Diskussion branchenübergreifend Anwendung (s. KAMPKER ET AL. 2018; s. JÜTTNER ET AL. 2017, S. 338). Dabei sind Smart Services das Schlüsselement, um das Potenzial durch den Überfluss an Informationen und neu generierten Daten zu nutzen und nachhaltige Geschäftsmodelle zu entwickeln (s. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 15).

Für ein detaillierteres Verständnis von Smart Services werden diese in die von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften entworfene Smart-Service-Welt und deren Schichtenmodell eingeordnet (s. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 17). Dieses stellt einen Ordnungsrahmen für die Smart-Service-Welt im Jahr 2025 dar. Bild 9 zeigt dieses Schichtenmodell in einfachster Form.

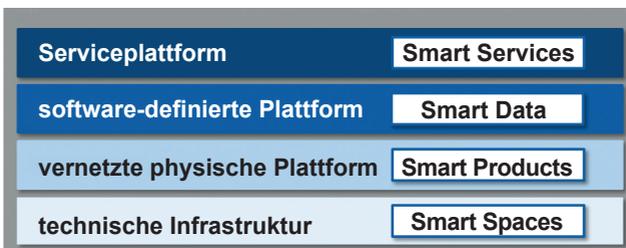


Bild 9: Schichtenmodell digitaler Infrastrukturen (KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 17)

Smart Services bilden die oberste Ebene in dem Modell digitaler Infrastrukturen und damit den Anknüpfungspunkt für Anwendungen in mehreren Bereichen der Wirtschaft und Industrie. Die Grundlage hierfür bilden sogenannte Smart Spaces. Diese beschreiben die technische Infrastruktur. Sie ist dezentral organisiert und nutzt ein leistungsfähiges Cloud-Netzwerk. Nutzer dieser Smart Spaces sind Smart Products. Sie zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, sich mit der eigenen Umgebung zu vernetzen, eigene Rechenleistung bereitzustellen und durch Sensorik Daten zu generieren und zu sammeln. Diese Produkte bilden eine physische Plattform und sind untereinander stark vernetzt. Beispiele für solche Produkte sind Smartphones, Tablets und Smart-Home-Anwendungen für den privaten Bereich, besondere Erwähnung gebührt jedoch der Implementierung von Smart Products in Industrie und Produktion. Über eine softwaredefinierte Plattform können dann aus der unsortierten Menge an Informationen Smart Data generiert werden. Innerhalb dieses Schritts werden aus zunächst unübersichtlichen Datensätzen Informationen, denen eine Bedeutung zugewiesen werden kann. In einem finalen Schritt, in dem durch Smart Services diese Informationen in der realen Welt einem Nutzer angeboten werden, wird ein Mehrwert geschaffen. Die Erkenntnisse, die aus den Smart Data gewonnen werden, werden dazu genutzt, Entscheidungsprozesse zu unterstützen. In diesem Fall wird entweder ein bereits bestehender Service erweitert oder in Form einer Serviceinnovation ein neuer Smart Service entwickelt (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, 16 f.).

Dabei zeichnen sich Smart Services durch verschiedene prägnante Merkmale aus. Neben der digitalen Vernetzung und ihrer Fähigkeit, Daten mit der Umgebung auszutauschen, werden noch weitere Charakteristika identifiziert: Smart Services sind beispielsweise jederzeit verfügbar. Konkret bedeutet das, dass sie zum einen ortsunabhängig einsetzbar sind und zum anderen auch jederzeit und in Echtzeit zur Verfügung stehen. Smart Services können also kontext- und bedarfsorientiert eingesetzt werden (s. JÜTTNER ET AL. 2017, S. 358 ff.). Als entscheidender Vorteil ergibt sich durch die Plattformdefinition von Smart Services, dass die Leistung skalierbar ist und sich nach einem ersten Einsatz weitere Potenziale eröffnen (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 15 f.; s. MOSER ET AL. 2019, S. 604).

Smart Services sind somit Dienstleistungen auf Basis von digitalen Infrastrukturen, intelligenten Produkten mit umfangreicher Sensorik und unterschiedlichen Akteuren, einem Netzwerk aus Plattformen, die als Verbindungselement dienen. Vor diesem Hintergrund können übergreifende Steuerungsaufgaben ausgeführt werden und innovative Managementprozesse werden möglich. Dabei steht der Kunde eines Services im Mittelpunkt der zielorientierten Entwicklung. Die Leistungen werden auf Grundlage der Bedürfnisse des Kunden entwickelt und sind demnach auf den geforderten Nutzen spezifiziert (s. WELLSANDT ET AL. 2017, 237 f.). Die Einführung von Smart Services schafft somit die Grundlage für Anbieter derselben, ihr Leistungsportfolio kurzzyklisch anzupassen und zu erweitern. Damit wird eine hohe Reaktionsschnelligkeit am Markt sichergestellt und neue Wege für Leistungsentwicklungen werden geschaffen (MOSER ET AL. 2019, S. 610).

3.2 Plattformen und digitale Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft

Jana Frank, Benedikt Moser, Norman Schaffer

Der Begriff der Plattform bzw. der Plattformökonomie ist im Zuge der Digitalisierung in aller Munde. Insbesondere in produzierenden Unternehmen werden digitale Plattformen eine wichtige Rolle für die Veränderung bestehender Kunden-Anbieter-Konstellationen und die Erschließung neuer Geschäftsmodelle einnehmen (s. WANGLER ET AL. 2017, III). Allerdings sind deren Definitionen vielfältig und nur unscharf voneinander abgegrenzt.

Im Bauwesen versteht man unter Plattformen eine befestigte ebene Fläche (z. B. eine Bohrplattform). In politischen Auseinandersetzungen meinen Plattformen einen Standpunkt, der für weitere politische Überlegungen oder Handlungen dient (s. DUDEN 2019). Der in Deutschland jährlich stattfindende nationale IT-Gipfel ist eine zentrale Dialogplattform als Anregung für die Zusammenarbeit von Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft für die Gestaltung des digitalen Wandels (s. GONZÁLEZ ET AL. 2016, S. 126). Auch innerhalb der Wirtschaftswissenschaften wird der Begriff unterschiedlich verwendet und definiert. Der Automobilsektor nutzt Plattformen, um Modellreihen auf gemeinsamen technischen Basiskomponenten aufzubauen. Luftfahrtunternehmen nutzen Plattformen, um ihre gesamte Wertschöpfungskette darüber abzubilden (s. GAWER 2016, 5ff.). Verschiedene Unternehmen nutzen sogenannte Innovationsplattformen, um Open-Innovation-Prinzipien anzuwenden. Das Telekom-Creation-Center versteht sich beispielsweise als Innovationsplattform, auf der die verschiedenen am Innovationsprozess beteiligten Akteure zusammenkommen, um Konzepte für neue Produkte und Services zu entwickeln (s. HÖTTGES 2016, S. 80 ff). Komplexe IT-Systeme werden ebenfalls zunehmend als IT-Plattformen bezeichnet (s. WEINREICH 2016, S. 222), wenn auch eine breite Diskussion zu diesem Begriff vorherrscht (s. ENGELS ET AL. 2017).

Digitale Plattformen werden grundsätzlich definiert als „Produkte, Dienstleistungen oder Technologien, die als Basis für eine Vielzahl von Firmen dienen, um komplementäre Produkte, Dienste und Technologien anzubieten“ (BAUMS ET AL. 2015, S. 15). Der *Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)* e. V. erweitert diese Definition im Rahmen der Smart-Service-Welt. Demnach wird unter einer Plattform allgemein eine Kollaborationsumgebung verstanden, die eine offene Laufzeitumgebung bereitstellt und damit den notwendigen Rahmen für die Entwicklung und Ausführung darauf aufsetzender datenbasierter Dienstleistungen, sogenannter Smart Services, bietet (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 20).

Eine Serviceplattform ist eine Ausprägung einer digitalen Plattform. Gemäß FREY stellt diese „eine unternehmens- und branchenübergreifende Kollaborationsplattform dar, auf der Wertschöpfungsketten modular konfiguriert und zu neuen, internetbasierten Geschäftsmodellen zusammengeführt werden können“ (FREY 2015, S. 34). Diese Definition soll zur Beschreibung von Serviceplattformen in diesem Band genutzt werden, die ebenfalls auf dem Schichtenmodell nach der *acatech* aufbaut. Demgemäß handelt es sich um die betriebswirtschaftliche Integrationsschicht, die über Schnittstellen zum Endnutzer und zu Produzenten/Diensteanbietern (meist über Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung, sog. APIs) Dienste zur Verfügung stellt und den Rahmen für die Kollaboration der Akteure im Hinblick auf den Austausch von Daten, Gütern und Smart Services setzt (s. ENGELS ET AL. 2017, S. 12).

In der Literatur (vgl. WANGLER ET AL. 2017) werden zur Klassifikation digitaler Plattformen die Begriffe der transaktionszentrierten und der datenbasierten Plattform eingeführt, die sich durch die angebotenen Leistungsbündel unterscheiden. Transaktionszentrierte Plattformen stellen vor allem Marktplatzfunktionen dar. Von hoher Relevanz sind dafür eine gute Suchfunktion, ein passender Angebotsmechanismus (beispielsweise Auktionen) sowie ein Bewertungsmechanismus für das Angebot. Ein datenzentriertes Plattformökosystem beinhaltet dagegen vielmehr die Bereitstellung von Informationen oder Services auf Basis von Datenanalysen. Qualität und Usability bei der Nutzung der Komponenten sowie eine Interoperabilität der eingebundenen Komponenten stehen hier im Vordergrund. Den beteiligten Akteuren wird eine Aufbereitung und Auswertung von Daten(-strömen) angeboten. Zentrale Aufgabe des Betreibers ist die Koordination eines Usability- und Kundenzufriedenheitsmanagements. Qualität spielt eine sehr wichtige Rolle, entsprechende Zugangsbeschränkungen und Vorgaben durch Software-Development-Kits (SDKs) stellen diese sicher (s. ENGELHARDT ET AL. 2017, S. 4 – 5).

In Endkundenbereich gibt es solche vorwiegend digitalen Plattformen bereits seit längerem. Die wertvollsten Unternehmen der Welt nutzen intensiv Plattformen; teilweise basiert das Geschäftsmodell vollständig darauf, wie beispielsweise Airbnb, Uber, Facebook, Google, Apple, Amazon oder Alibaba zeigen (s. CHOUDARY 2015, 1 ff.). Deren Erfolg lässt sich häufig nicht auf die innovativen Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen zurückführen, sondern auf ein innovatives Geschäftsmodell (s. SCHUH ET AL. 2017, S. 56). Diese plattformbasierten Geschäftsmodelle werden durch digitale Technologien und das Internet ermöglicht und zeichnen sich durch einen hohen Kollaborationsgrad zwischen den Akteuren aus. Das weltweite Marktwertpotenzial von Plattformen wird auf über 4,3 Billionen US-Dollar geschätzt (s. MORVAN ET AL. 2016, S. 6). Insgesamt findet der Wettbewerb heutzutage nicht mehr zwischen Produkten oder Prozessen, sondern vor allem zwischen Geschäftsmodellen statt (s. GASSMANN ET AL. 2017, S. 12). Diese müssen nutzerzentriert gestaltet werden und Mehrwerte für alle beteiligten Teilnehmer erzeugen. Dementsprechend muss das Geschäftsmodell einer zukünftigen Smart-Service-

Plattform in der Landwirtschaft individuelle Wertversprechen für alle potenziellen Nutzer bereithalten und unabhängig von der Unternehmensgröße gleichermaßen Mehrwerte erzeugen (s. MOSER ET AL. 2019, S. 604).

Für die genauere Bestimmung, welche Kriterien bei der Etablierung eines Plattform-Geschäftsmodells eine Rolle spielen, wurde eine Fallstudienanalyse durchgeführt (s. MOSER ET AL. 2019, S. 606ff.). Diese dient dazu, eine wissenschaftlich verwertbare Grundlage zu schaffen, anhand derer praxisnahe Modelle entwickelt werden können. Dieses Vorgehen richtet sich nach der Fallstudienauswertung von Eisenhardt (s. EISENHARDT 1989, S. 532). Bild 10 enthält eine Übersicht über die erhobenen Fallstudien, die die Grundlage für die Ableitung der relevanten Kriterien bilden.

Plattform	Branche	Anzahl Mitarbeiter	Typ		
			Service-Bereitstellung	Komplexität des Service	Umfang Analytics
1	unabhängig	114000	hoch	hoch	hoch
2	unabhängig	600	hoch	hoch	hoch
3	unabhängig	90	mittel	hoch	mittel
4	unabhängig	7300	hoch	hoch	mittel
5	unabhängig	200	mittel	hoch	mittel
6	unabhängig	20000	mittel	hoch	mittel
7	unabhängig	6000	hoch	hoch	hoch
8	unabhängig	-	mittel	hoch	mittel
9	Smart Production	100	hoch	hoch	mittel
10	Smart Production	65	mittel	hoch	mittel
11	Smart Production	-	mittel	hoch	hoch
12	Smart Production	25	mittel	hoch	mittel
13	Smart Production	15000	mittel	hoch	mittel
14	Smart Farming	50	mittel	hoch	hoch
15	Smart Farming	40	niedrig	mittel	mittel
16	Smart Farming	-	niedrig	mittel	niedrig
17	Smart Farming	70	niedrig	niedrig	hoch
18	Smart Farming	50	niedrig	mittel	hoch
19	Smart Farming	500	niedrig	niedrig	hoch
20	Smart Farming	60000	mittel	hoch	mittel
21	Smart Farming	30	mittel	niedrig	hoch
22	Smart Farming	30000	niedrig	hoch	mittel
23	Smart Farming	8000	niedrig	hoch	hoch
24	Smart Farming	8	niedrig	niedrig	hoch
25	Smart Farming	-	niedrig	mittel	hoch

Bild 10: Übersicht über die erhobenen Fallstudien (s. MOSER ET AL. 2019, S. 606 ff.)

Unter den untersuchten Plattformen finden sich Lösungen aus drei unterschiedlichen Bereichen: branchenunabhängige Plattformen, Plattformen mit dem Fokus auf Smart Production und Plattformen mit der Spezialisierung auf Smart Farming. Hinsichtlich der folgenden drei Charakteristika wurden die betrachteten Plattformen analysiert und gegeneinander abgegrenzt: Die Servicebereitstellung, die Komplexität des Service und der Umfang der Data-Analytics werden hierbei als Entscheidungsmerkmale aufgefasst. In der ersten Kategorie, Servicebereitstellung, können unterschiedliche Stakeholder in der Funktion des Service-Anbieters auftreten. Beispiele hierfür sind der Betreiber der Plattform, Partner, Kunden oder Dritte. Durch die zweite Kategorie wird auf den Umfang des Service Rücksicht genommen und die Komplexität, basierend auf den Möglichkeiten für den Anwender, abgebildet. Schließlich kann anhand des Charakteristikums ‚Umfang Analytics‘ die Reichweite einer Plattform festgehalten und verglichen werden. Hier spielt u. a. eine Rolle, ob nur lokale oder unternehmenseigene Daten verwendet werden oder auch ein Austausch von Daten stattfindet. Die Beschreibungslogik, dargestellt in Bild 11, basiert auf der Sichtweise des Betreibers der Plattform. Innerhalb der Kategorie der Distributionskanäle werden das Betreiberkonzept und die Servicebereitstellung berücksichtigt.

Dimension		Beschreibung (Betreibersicht)
Distributionskanäle	Betreiberkonzept	<ul style="list-style-type: none"> Wer ist Betreiber der Plattform? Welche Gesellschaftsform? Wie wird die Plattform betrieben? Als Cloud, on-Premises oder als Hybridlösung?
	Service-Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> Wie werden die Services bereitgestellt? z. B. App-Store Gibt es einen eigenen Store? Front-End/User-Interface: Mobile Apps, Web-Plattform, andere digitale Kanäle Sind diese vollständig modular auswählbar oder gibt es Pakete? Wer kann Services bereitstellen? Wie können Services bereitgestellt werden? Wie sehen Qualitätskontrollen bzw. Zugangsbeschränkungen für die Bereitstellung aus? Gibt es ein Rechte- und Rollenkonzept?
Service-Angebot / Marktleistung		<ul style="list-style-type: none"> Installations- und Konfigurationsaufwand für Services? Ist Hardware notwendig? Gibt es eine Bewertungsmöglichkeit für Services? Erfolgt eine herstellerunabhängige Anbindung von Assets? Welche Arten von Services werden erbracht? Gibt es besonders innovative Services?
Marktzugang	Marktzugang	<ul style="list-style-type: none"> Wie erfolgt(e) der Zugang zum Markt? Wie groß war das Angebot zu Beginn? Wird das Angebot ausgebaut? Gibt es spezielle Angebote, um potentielle Nutzer anzusprechen oder den Einstieg zu erleichtern?
	Kritische Masse	<ul style="list-style-type: none"> Ist eine kritische Kundenmasse notwendig? Ist eine kritische Masse von Produzenten (Anbietern) notwendig? Ist eine kritische Datenmasse notwendig? Wie wurde/wird die kritische Masse erreicht?
Partnerschaften	Art der Partnerschaften	<ul style="list-style-type: none"> Wie ist die Relevanz von Partnerschaften für das Geschäftsmodell? Welche Arten von Partnerschaften gibt es? z. B. Hardwarelieferanten, Technologiepartner, Lösungspartner, Forschungs-/Standardisierungspartner, Betreiber-Partnerschaften
	Schlüssel-partnerschaften	<ul style="list-style-type: none"> Was sind die wichtigsten Partnerschaften für das Geschäftsmodell?
Kunden	Branchenfokus	<ul style="list-style-type: none"> Handelt es sich um eine branchenspezifische oder branchenübergreifende Plattform?
	Kundenbeziehung / Kanäle	<ul style="list-style-type: none"> Über welche Kanäle werden die Kunden erreicht? Wie sieht die Beziehung zum Kunden aus? Wie erfolgt der Vertrieb der Plattform?
Datenhoheit		<ul style="list-style-type: none"> Wer ist Eigentümer der generierten Daten? Kann der Kunde der Services seine eigenen Daten für Analysen nutzen? Werden durch den Betreiber anonymisierte Daten für Mehrwert-Analysen genutzt?

Bild 11: Beschreibungslogik zur Analyse untersuchter Plattformen I/II (s. MOSER ET AL. 2019, S. 607 f.)

„Service-Angebot/Marktleistung“ steht u. a. dafür, welche Nähe zum Kunden besteht und wie groß die Bandbreite des angebotenen Service ist. Durch die Kategorie des Marktzugangs werden die Themen der kritischen Masse an Kunden, Anbietern und Daten adressiert. Entsprechend der Bezeichnung „Partnerschaften“ wird hier der Fokus auf die Anzahl und das Ausmaß an Partnerschaften und ihre Brisanz gelegt. Durch die Dimension des Kunden wird die Zielgruppe von Plattformen berücksichtigt. Die letzte Dimension beschäftigt sich mit der Frage, wer aus der Sicht des Betreibers die Datenhoheit besitzt und damit Eigentümer der Daten ist. Einher geht damit, inwiefern die Daten für Analysezwecke genutzt werden können.

Analog zum ersten Teil der Beschreibungslogik werden im zweiten Teil dessen die Akteure in den Mittelpunkt der Untersuchung gerückt. Die vier Dimensionen Akteurstypen/Segmente, Wertversprechen, Erlösmodell/Einnahmen und Schlüsselressourcen werden auf die drei Akteure Betreiber, Produzent und Kunden angewendet. Das nachfolgende Bild 12 veranschaulicht diese Dimensionen und den Zusammenhang mit den verschiedenen Akteuren.

Der folgende Abschnitt dient dazu, das Ergebnis der Fallstudien und den qualitativen

Dimensionen	Akteure		
	Betreiber	Produzent	Kunden
Akteurstypen / Segmente	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Arten von Akteuren pro Gruppe? • Aus welchen Segmenten kommen die Akteure in den Gruppen? 		
Wertversprechen	<ul style="list-style-type: none"> • Was ist das zentrale Wertversprechen pro Akteur? 		
Erlösmodell / Einnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Aus welchen Quellen und in welchem Umfang werden pro Akteur Einnahmen generiert? • Welche Art von Erlösmodellen kommt dafür zum Einsatz? • Lassen sich Geschäftsmodellmuster erkennen? (Freemium, Add-on etc.) 		
Schlüsselressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Ressourcen sind zur Leistungserstellung pro Akteur notwendig? • Wie finanziell stark ist das Unternehmen? 		

Bild 12: Beschreibungslogik zur Analyse untersuchter Plattformen II/II
(s. MOSER ET AL. 2019, S. 607 f.)

Vergleich der betrachteten Plattformen darzustellen. Konkret werden die Ausprägungen der drei Domänen über acht Kriterien gemittelt ausgewertet und angegeben. Im folgenden Bild 13 (s. S. 30) werden diese Ergebnisse übersichtlich vorgestellt und der Vergleich der drei Ausrichtungen visualisiert.

Mithilfe der Analyse der unterschiedlichen Varianten von Plattformmodellen konnten verschiedene Erkenntnisse erzielt werden. Branchenübergreifende Plattformen haben einen deutlich weiter gefassten Empfängerradius, in dem unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten adressiert werden. Aufbauend auf dieser Eigenschaft sind Modelle dieser Art auf ein höheres Kapitalvolumen angewiesen als im Vergleich

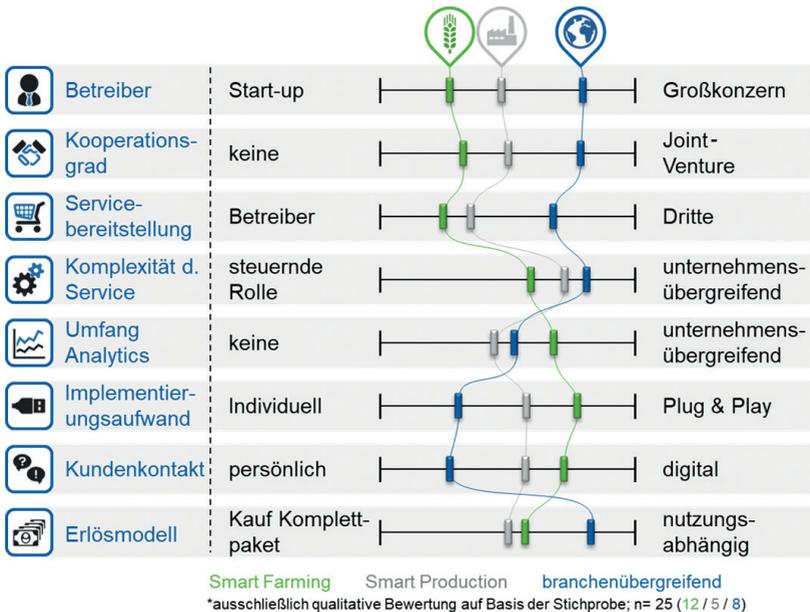


Bild 13: Vergleich zwischen branchenübergreifenden, Smart-Production- und Smart-Farming-Plattformen (s. MOSER ET AL. 2019, S. 609)

zu Smart-Farming- oder Smart-Production-Plattformen. Diese Voraussetzung erfüllen häufig nur Großkonzerne, die gleichzeitig die Ressourcen und das Know-how haben, domänenübergreifende Plattformen zu betreiben.

Demgegenüber bieten Start-ups häufiger kundenspezifischere Lösungen an, mit denen sie in der Lage sind, agil auf die Kundenwünsche im Bereich des Smart Farmings oder der Smart Production einzugehen. Im Ausgleich zur Agilität der kleineren Betreiber wählen Konzerne häufig die Möglichkeit zur Kooperation mit anderen Unternehmen. Ein entscheidender Treiber ist hier die ausgeprägte Konkurrenzsituation, aufbauend auf einem ähnlichen Serviceportfolio der Betreiber von Smart-Farming-Plattformen. Damit einher geht die grundsätzlich stark ausgeprägte Offenheit branchenübergreifender Plattformen im Vergleich zu branchenspezifischen Plattformen. Das Eingehen von Partnerschaften ist innerhalb des Gewerbes der Smart Production mittelmäßig ausgeprägt. Hier ist es bereits gängige Praxis, dass unter verschiedenen Herstellern kooperiert wird, da viele Kunden einen sehr heterogenen Maschinenpark nutzen. Allerdings bleibt festzuhalten, dass in Zukunft von einer kontinuierlichen Öffnung der spezifischen Plattformen ausgegangen werden kann.

In der Komplexität sind zunächst keine signifikanten Unterschiede in der Ausprägung festzustellen. Mit dem Zugang zu anonymisierten Datensätzen und offeneren Plattformen ist der Umfang von Analytics-Anwendungen im Bereich der Smart-Farming-Plattformen am stärksten ausgeprägt. Die Anforderungen an einen branchenübergreifenden Service sind deutlich höher und deren Erfüllung impliziert die Einbindung einer Vielzahl an Assets. Dies rechtfertigt den im Vergleich hohen Implementierungsaufwand. Auf der anderen Seite sind bei spezifischeren Modellen bereits angepasste Plug-and-Play-Lösungen möglich und finden in der Praxis bereits Anwendung.

Im Bereich des Smart Farmings ist es zwar weiterhin üblich, direkten Kontakt zu seinen Kunden zu pflegen, um individuelle Kundengespräche zu Schulungs- und Beratungszwecken führen zu können. Allerdings wird ein Großteil des Kundenkontakts inzwischen über digitale Kommunikation abgewickelt, wie es für branchenspezifische Lösungen die Regel ist. Bei branchenübergreifenden Lösungen wird allerdings der Austausch mit dem Kunden weiterhin möglichst persönlich und individuell gehalten. Auch bei den Einnahmequellen lassen sich Unterschiede aufzeigen: Finden bei branchenübergreifenden Angeboten häufig Pay-per-Use-Modelle Einsatz, so haben sich im branchenspezifischen Bereich Abonnement-Modelle durchgesetzt, die die Möglichkeit bieten, um Add-ons erweitert zu werden.

Mit der Auswertung innerhalb der acht verschiedenen Kriterien zeichnet sich ein Spannungsfeld zwischen sechs grundlegenden Kategorien ab, die für die Entwicklung von Plattform-Geschäftsmodellen von besonderer Bedeutung sind. Diese sind im nachfolgenden Bild 14 in ihrer Wechselwirkung dargestellt.



Bild 14: Spannungsfeld zur Entwicklung von Plattform-Geschäftsmodellen
(MOSER ET AL. 2019, S. 611)

Es ist zu erkennen, dass digitale Plattformen ihre Vorteile im Sinne von Wachstumspotenzialen, Schnelligkeit und Agilität erfolgreich ausspielen können. Dabei liegt die Herausforderung in der konkreten Umsetzung und im Speziellen darin, drei zentrale Elemente eines Geschäftsmodells, die Qualität, die Zuverlässigkeit und das Vertrauen, in gleicher Weise zu garantieren. Unter Einhaltung dieser Kriterien kann ein ausreichend großer Pool an Nutzern generiert werden. Parallel dazu muss sich die Plattform einer stetigen Weiterentwicklung unterziehen, die eine nachgelagerte Skalierung mit sich bringt. Dabei ist entscheidend darauf zu achten, dass dabei weder die Qualität des Angebots leidet noch das Vertrauen der Nutzer nicht ausreichend berücksichtigt wird.

3.3 Existierende softwaretechnische Plattformen

Mandy Galkow-Schneider, Sabine Janzen, Wolfgang Maaß, Frank Mildner, Hannah Stein

Als Grundlage für die Definition einer zu verwendenden Architektur wurden im Smart-Farming-Projekt bestehende Architekturen im industriellen bzw. landwirtschaftlichen Umfeld auf ihre Anwendbarkeit und Verwertbarkeit untersucht. Zu diesen Architekturen gehörten: *Industrial Internet Reference Architecture (IIRA)* des *Industrial Internet Consortiums (IIC)*, *Siemens MindSphere*, *iGreen*, *AGATA*, *SOLIAssist*, *M2M-Teledesk*, *oneM2M* und die *Industrie-4.0-Architektur*. Als Bewertungsgrundlage diente ein speziell im Projekt entwickeltes Analyse-Schema, welches die folgenden Grundanforderungen umfasste:

- Konformität der Architektur mit dem Schichtenmodell der Smart-Service-Welt (BMW i 2017)
- Abbildbarkeit der im Projekt definierten Service-Usecases
- Modifizierbarkeit und Erweiterbarkeit, zur flexiblen Anpassung an veränderte Projektkontexte
- Berücksichtigung von herstellerübergreifenden Verteilungsaspekten
- Integrierbarkeit unterschiedlicher Hardwarekomponenten
- Thematisierung von Datenmanagementaspekten im Sinne einer zentralen/dezentralen Datenhaltung o. ä.
- Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten auf allen Architekturebenen
- Integration eines Service-Stores für Drittanbieter
- Verfügbarkeit einer umfassenden Dokumentation (sowie ggf. einer Testinstanz)

Die Ergebnisse der Architekturanalyse sind in Bild 15 (s. S. 33) zusammengefasst.

Aufgrund des höheren Abstraktionslevels der *Industrial Internet Reference Architecture (IIRA)* thematisiert diese zwar die Modifizierbarkeit einer Architektur, Verteilungs- und

Parameter/ Architekturen	Komfort Schichtenmodell Smart-Service-Weit	Service-Usecases abbildbar	Modifizierbarkeit (Erweiterbarkeit)	Verfügbarkeit (Dokumentation)	Abbildung von Verteilungsaspekten	Integrierbarkeit von HW-Komponenten	Thematisierung Umgang mit Daten (zentral, dezentral, etc.)	Abbildung von Sicherheitsaspekten	Möglichkeit der Einbindung eines „Modul-Store“
Industrial Internet Reference Architecture	+	n/a	+	+	+	+	+	+	-
Siemens MindSphere	++	0	+	-	+	+	0	-	++
iGreen Architektur	-	0	+	++	++	+	++	++	-
AGATA – Architektur (Projekt)	--	+	0	0	0	n/a	+	0	0
SOILAssist – Architektur (Projekt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2M-Teledesk – Architektur (Projekt)	++	-	0	-	-	+	+	0	-
Industrie 4.0	-	-	++	-	-	++	+	++	+
oneM2M	+	+	+	++	+	++	++	++	++

Bild 15: Zusammenfassung der Architekturanalyse

Sicherheitsaspekte, das Datenmanagement sowie die Integrierbarkeit von Hardware-Komponenten, dies aber, ohne eine konkrete Ausgestaltung vorzuschlagen (s. LIN ET AL. 2015, S. 13 ff.). Die Abbildbarkeit der domänenspezifischen Service-Usecases des Projekts ist deswegen nicht anwendbar. Die Kernideen der IIRA zur Entwicklung von *Industrial Internet Systems (IIS)* gehen aber mit der konzeptuellen Vorstellung von Smart Services konform bzw. stehen nicht in Konflikt dazu, auch wenn die Idee einer Entwicklung von zusätzlichen Services für das IIS durch Drittanbieter nicht thematisiert wird.

Anhand der Spezifikation der *MindSphere*-Plattform lässt sich ableiten, dass Aspekte der Modifizierbarkeit, der Integrierbarkeit von Hardware-Komponenten und der Verteilung thematisiert werden. Diese beziehen sich jedoch darauf, dass lediglich in der untersten Schicht (techn. Infrastruktur) beliebige und lokal verteilte industrielle Assets hinzugefügt werden können. Die Modifizierbarkeit der Architektur selbst ist kein Thema, wird in diesem Rahmen aber in Bezug auf die Spezifikation individueller Services in der obersten Schicht als zutreffend bewertet (s. KREUZER 2016, S. 16 f.). Die Daten fallen auf diversen Assets an und werden in der *MindSphere*-Cloud verarbeitet und analysiert. Inwieweit sich dies zentral oder dezentral gestaltet, ließ sich nicht konkret bestimmen. Ebenso wurde eine verschlüsselte Kommunikation zwischen Schicht zwei und drei erwähnt, aber nicht detailliert erläutert (s. SIEMENS 2016, S. 1 ff.). Aus genannten Gründen konnte eine Abbildbarkeit der definierten Service-Usecases nicht bewertet

werden. Zutreffend ist, dass die MindSphere-Architektur mit der Kernidee von Smart Services konform geht und Möglichkeiten zur Einbindung eines „Modul-Stores“ bietet.

Aspekte der Verteilung, der Sicherheit im Sinne von verschlüsselten Kommunikationsmechanismen sowie des zentralen bzw. dezentralen Umgangs mit Daten werden im Rahmen der iGreen-Architektur bzw. der Spezifikation der Nodes zutreffend thematisiert. Hinsichtlich der Modifizierbarkeit wurden keine spezifischen Aussagen getroffen, auf Basis der Dokumentation kann man aber davon ausgehen, dass diese in der Struktur der Nodes und auch der ontologischen Datenschemata möglich ist. Die Integrierbarkeit von Hardware-Komponenten ist gegeben, bezieht sich aber eher auf eine Kommunikation, z. B. mit Smartphones der Fahrer. Eine Auslagerung von Node-Funktionalitäten auf Maschinen und deren anschließende Integration als „vollwertige“ Komponente im System war nicht zu erkennen (s. BERNARDI & IGREEN PARTNER 2014, S. 20 ff.). Dem Grundgedanken von Smart Services wird im Rahmen der Architektur nicht Rechnung getragen. Das Angebot eines Modul-Stores zur Entwicklung von additiven Services ist nicht vorgesehen und durch das Node-Konzept auch nicht wirklich praktikabel (s. BERNARDI & IGREEN PARTNER 2014, S. 1 ff.). Ein Teil der spezifizierten Service-Usecases wäre somit abbildbar, wohingegen andere außerhalb des Fokus der betrachteten Architektur liegen.

Im Rahmen der Analyse wurde deutlich, dass die AGATA-Architektur zu große inhaltliche Unterschiede zur Smart-Farming-Welt-Plattform aufweist. Daher konnten hier keine architektonischen Impulse für die Smart-Farming-Welt-Plattform eruiert werden (s. NIGGEMANN 2015, S. 1). Zum gleichen Ergebnis führte die Untersuchung vom SOILAssist. In diesem Fall lag der Grund jedoch in den fehlenden Spezifikationen der Architektur.

In M2M-Teledesk wurden bereits Vorstellungen entwickelt, Drittanbieter-Geschäftsanwendungen sowohl auf Maschinensteuergeräten als auch im Cloud-Backend ausführbar zu machen. Zu einer praktischen Umsetzung dieses Funktionsumfangs ist es allerdings innerhalb der Projektlaufzeit nicht mehr gekommen. Viele für die Smart-Farming-Welt-Plattform erforderliche Teilaspekte wurden in M2M-Teledesk noch offengelassen bzw. nur identifiziert.

Die Plattform Industrie 4.0 ist das zentrale Netzwerk für nationale und internationale Aktivitäten zur digitalen Transformation in Deutschland. Ein zentrales Ergebnis der Zusammenarbeit in diesem Netzwerk ist die Entwicklung und Definition des einheitlichen „Referenzarchitekturmodells der Industrie 4.0“, RAMI 4.0. RAMI 4.0 führt erstmals die wesentlichen Elemente von Industrie 4.0 in einem dreidimensionalen Schichtenmodell zusammen. Anhand dieses Gerüsts kann Industrie-4.0-Technologie

systematisch eingeordnet und weiterentwickelt werden. Es fehlte in RAMI 4.0 die für die Smart-Service-Welt wichtige Ebene „Nutzer/Operator“. RAMI 4.0 war noch zu „Smart Factory“-zentriert, sollte aber im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem IIC in Richtung „nutzerzentriert“ überarbeitet werden (s. BANGEMANN ET AL. 2016, S. 5 ff.). OPC-Unified Architecture (OPC-UA) als Datenaustausch-Standard für eine sichere, zuverlässige hersteller- und plattformunabhängige industrielle Kommunikation benötigt aufgrund der beschriebenen Master/Slave-Vorgehensweise sehr viele Schritte für den initialen Verbindungsaufbau und das Auslesen der Konfigurationen. Insgesamt ist der Kommunikationsaufwand bei OPC-UA groß (s. DAMM 2016, S. 3 ff.). Eine OPC-UA-Kommunikation über Mobilfunk bedarf daher sehr stabiler Netzabdeckungen. Ein weiteres Problem ist, dass die Verbindungen im Mobilfunk nur vom mobilen Endgerät aus initialisiert werden können (nur in Ausnahmen durch den Mobilfunkbetreiber) – damit ist ein OPC-UA-Server im mobilen Endgerät nur mit Aufwand zu erreichen.

Mittels *oneM2M* lassen sich im Smart-Service-Welt-Schichtenmodell digitale Infrastrukturen abbilden. Die funktionale Architektur von *oneM2M* erfüllt die Anforderungen an eine autonome agierende Feld-Domain, aber auch an äquivalente Services, Schnittstellen und Applikationen in Feld- und Infrastruktur-Domain, wie z. B. Kompatibilität der Daten und einheitliche Benutzeroberflächen (auch auf Maschine und Cloud), Architektur, API usw. Daher wurde *oneM2M* in Kombination mit dem MQTT-Protokoll für die Umsetzung der Service-Usecases als geeignet bewertet. *oneM2M* ist weitgehend spezifiziert (s. ONEM2M 2016, S. 22 ff.). Bild 15 (s. S. 33) stellt die analysierten Plattformen und ihre Möglichkeiten vor.

4 VORGEHENSMODELL

Kern des Forschungsvorhabens ‚Smart-Farming-Welt‘ war es, ganzheitliche neue Usecases zu entwickeln, ohne sich von bisherigen Produktzyklen oder Prozessroutinen beeinflussen zu lassen. Gleichzeitig wurde stark darauf geachtet, den jeweiligen Endnutzer so eng wie möglich in den Entwicklungsprozess mit einzubeziehen und dessen Probleme und Forderungen direkt anzusprechen und zu lösen. Dieses Kapitel dient dazu, die einzelnen Usecases während ihrer technischen Entwicklung und in ihrer geschäftsdienlichen Konzeption zu begleiten und anschließend die Ergebnisse in der Praxis mithilfe von Feldversuchen und Anwendersgesprächen zu validieren und wissenschaftlich auszuwerten.

4.1 Vorgehensbeschreibung der technischen Entwicklung und Validierung

Mandy Galkow-Schneider, Andreas Hermes, Sabine Janzen, Andreas Kipp, Arndt Kritznier, Wolfgang Maaß, Frank Mildner, Max Reinecke, Hannah Stein

Die Herausforderung im Rahmen des Projekts bestand in der Entwicklung und Umsetzung eines herstellerübergreifenden Ansatzes für ausgewählte Business-Usecases innerhalb der technischen Architektur.

Zum Start des Projekts wurde im Rahmen der klassischen Vorgehensweise ein Lasten- und Pflichtenheft erstellt. Das Lastenheft definiert die wirtschaftlichen und konzeptuellen Erwartungen an die zu entwickelnde Smart-Farming-Service-Plattform, die im Sinne von Basisanforderungen vom Projektkonsortium unter Einsatz von Interviews mit potenziellen End-Anwendern in der Landwirtschaft spezifiziert wurden. Im Lastenheft sind die Ergebnisse des ersten Teils der Anforderungsanalyse zusammengefasst, die auf Basis eines vom Projektkonsortium entwickelten und auf die Bedürfnisse des Projekts abgestimmten Requirements-Engineering-Vorgehensmodells erarbeitet wurden (s. Bild 16).



Bild 16: Requirements-Engineering-Vorgehensmodell

Zunächst wurde die zu entwickelnde Lösung definiert und relevante Stakeholder des Projekts sowie die technischen Rahmenbedingungen für die zu entwickelnde Serviceplattform wurden identifiziert. Des Weiteren wurden im Lastenheft im Rahmen von Geschäftsanforderungen der *Business-Kontext*, *Business-Events*, *Business-Usecases* (BUCs) sowie *Service-Usecases* (SUCs) definiert. Durch die Darstellung des erwarteten Nutzens und die Bestimmung von Geschäftsanforderungen wurde zunächst eine Grundlage für Anforderungvalidierung und -Management geschaffen. Die definierten BUCs sowie SUCs stellen die Grundlage für die Determinierung der funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen im Pflichtenheft dar.

Basierend auf dem Lastenheft wurden durch das Pflichtenheft die Realisierungsvorgaben formuliert (DIN 69901-1). Dazu wurden Geschäftsvorfälle (Business-Events) beschrieben, die durch Beschreibungen von Geschäftsanforderungen (Business-Usecases) aus Sicht der jeweiligen Anspruchsgruppen konkretisiert wurden. Die Geschäftsanforderungen wurden auf Dienstleistungsbeschreibungen (Service-Usecases) abgebildet. Service-Usecases beschreiben die Geschäftsvorfälle aus einer Dienstleistungsperspektive, ohne auf technische Anforderungen einzugehen.

Die definierten Service-Usecases wurden in einem weiteren Schritt auf Nutzeranforderungen abgebildet. Hierbei werden funktionale, nichtfunktionale und sicherheitsorientierte Anforderungen unterschieden. Weiterhin wurden technische Anforderungen vorgestellt. Einleitend wurden dazu bestehende technische Architekturen diskutiert, auf deren Basis Eckpunkte der Architektur für Smart Farming definiert wurden. Besonders wurde hierbei die Smart-Service-Architektur (s. KAGERMANN u. RIEMENSPERGER 2014, S. 17) als Leitlinie verwendet. Gleichfalls wurden Brücken zu bestehenden Architekturansätzen vorgestellt, um einen proprietären, inkompatiblen Ansatz zu vermeiden. Da die Landwirtschaft durch den Einsatz heterogener Maschinenparks geprägt ist, wurde insbesondere der Aspekt der Interoperabilität sowie Verteilung und Sicherheit berücksichtigt und eine konkrete technische Architekturbeschreibung wurde abgeleitet.

Das Pflichtenheft dient technischen und nichttechnischen Anspruchsgruppen als Zielvorgabe für das Projekt ‚Smart Farming‘. Es ist somit das Bindeglied zwischen Nutzern einer Smart-Farming-Plattform, wie insbesondere Landwirten, und Anbietern von Smart-Farming-Services, wie u. a. Herstellern landwirtschaftlicher Maschinen und Dienstleistungsanbietern. Aufbauend auf der definierten technischen Architekturbeschreibung im Pflichtenheft wurde die technische Architektur begleitend zur technischen Umsetzung der Plattform und des Kommunikationsmoduls durch agile Arbeitsweise im Konsortium weiterentwickelt. Die technischen Arbeitspakete wurden verzahnt, um eine schrittweise Entwicklung während der technischen Umsetzung, der

Integrationstests, der Pilotierung sowie im Rahmen der durchgeführten Workshops zu ermöglichen. Aufgrund technologischer Weiterentwicklungen im Bereich Data-Analytics und neuer Erkenntnisse im Projekt wurde auch eine Verschiebung hin zu dezentraler Intelligenz im Stil von Edge-Computing-Mechanismen erforderlich. Die Ergebnisse der technischen Entwicklung sind kontinuierlich durch die verantwortlichen Parteien des Projekts dokumentiert worden.

4.1.1 Security, Softwarekomponenten und herstellerübergreifende Entwicklungen

Die Systemarchitektur des Smart-Farming-Systems ist anwendungsfallneutral ausgelegt, bündelt allerdings Komponenten, die im landwirtschaftlichen Kontext grundlegend bzw. mehrfach wiederverwendbar sind. Ein wesentlicher Teil der Systemintelligenz ist dabei bereits im Kommunikationsmodul der Landmaschine angeordnet, um lokale Aufgabenstellungen auch vollständig lokal abbilden zu können. Insgesamt werden hauptsächlich zwei unterschiedliche Kommunikationscharakteristiken angeboten: asynchron mit gewährleisteter Datenvollständigkeit und synchron in Interaktionssituationen (ohne lückenlose Abdeckung). Die Aufteilung des Software-Komponentenmodells ist im nachfolgenden Bild 17 dargestellt:

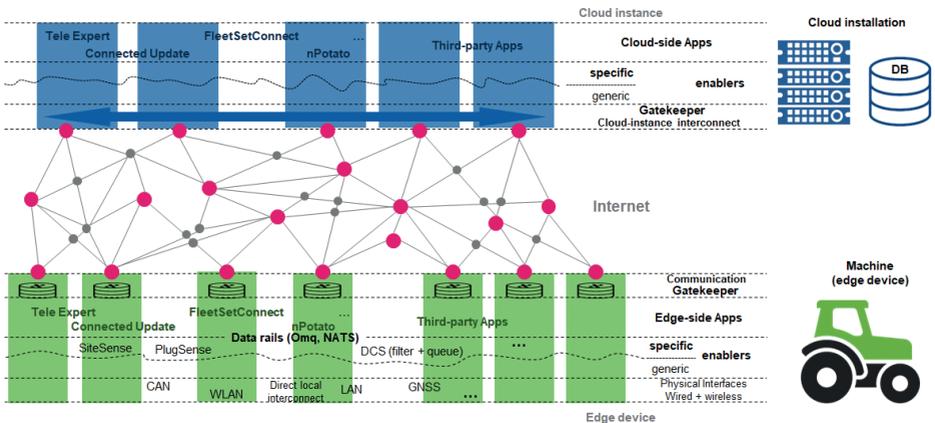


Bild 17: Softwarekomponenten-Schichtenmodell

Sowohl auf der Seite des Kommunikationsmoduls (Edge Device) als auch der Cloud-Seite wird ein vierschichtiges Software-Komponentenmodell angewendet, das neben Apps, allgemeineren und spezielleren Diensten (Enablern) jeweils eine Informationsrouting-Komponente (Gatekeeper) beinhaltet. Die Gatekeeper-Komponente setzt auf der

Kommunikationsmodul-Seite die vorgegebenen Kommunikationsregeln um und sorgt auf der Cloud-Seite für die Verteilung und Abrechenbarkeit der Informationsinhalte. Im Kommunikationsmodul ist eine zusätzliche Treiberschicht für die Anbindung der konkreten Hardwareschnittstellen verantwortlich. Die Cloud-Seite kann aus mehreren Installationsinstanzen bestehen und somit als Meta-Cloud ausgelegt sein.

Für die Umsetzung der Anforderungserfordernisse ist ein multikonnekter Betrieb des Kommunikationsmoduls notwendig, der sowohl eine globale als auch eine lokale Kommunikation über unterschiedliche verdrahtete und drahtlose Schnittstellen abwickelt. Die Beziehungen unter den Komponenten und ihre diversen Datenaustauschmöglichkeiten sind im nachfolgenden Bild 18 dargestellt.

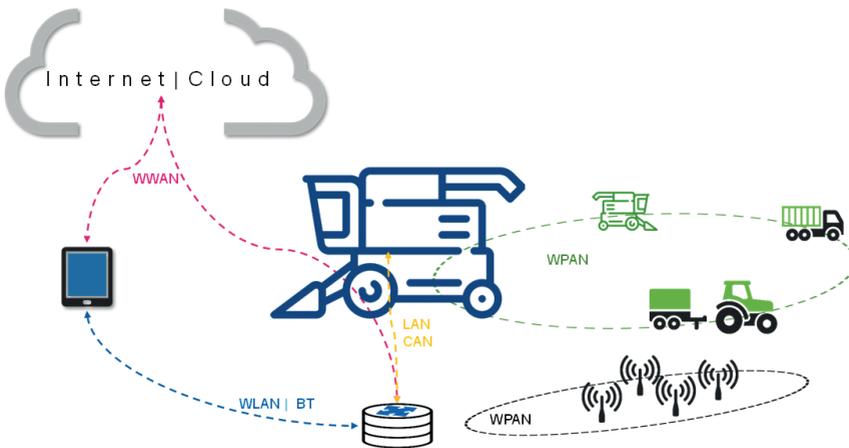


Bild 18: Multikonnekter Daten austausch auf dem Feld

Sicherheitstechnische Relevanz

IT-Sicherheit ist ein wesentliches Element der Smart-Farming-Vernetzung. Große Mengen von Nutzer- und Produktionsdaten werden dabei zwischen Geräten auf dem Feld und den Cloud-Infrastrukturen großer und kleiner Anbieter im IoT-Markt ausgetauscht.

Der Fokus einer Sicherheitsarchitektur für Smart Farming muss dabei nicht nur auf den Schutz der personen- und betriebsbezogenen Daten abzielen, sondern auch Elemente der Verfügbarkeit und Unverfälschbarkeit in die Betrachtung mit einbeziehen. Manipulationen und Angriffe haben unmittelbare Auswirkungen auf die betrieblichen Abläufe, können die Sicherheit der Mitarbeiter gefährden und sogar die Existenz von landwirtschaftlichen Betrieben bedrohen.

Aus diesem Grunde sind Sicherheitsmechanismen für das Smart Farming ein integraler Bestandteil einer Smart-Farming-Gesamtarchitektur; Sicherheitsanforderungen sollten den gleichen hohen Stellenwert wie die funktionalen Anforderungen genießen. Im Folgenden werden Anforderungen an eine Sicherheitsarchitektur aufgezeigt, die im weiteren Projektverlauf konkret umgesetzt wurden.

Sicherheitsarchitektur

Der Betrieb von Smart-Farming-Installationen ist in verschiedener Hinsicht sicherheitskritisch und berührt Aspekte der Gerätesicherheit, Datenintegrität, Kommunikationssicherheit und des Datenschutzes. Notwendige Absicherungsmaßnahmen betreffen sowohl das maschinenseitige Kommunikationsmodul (Edge-Device) als auch die cloudseitige Plattforminstallation.

Auf Seite des Kommunikationsmoduls wird ein sicherer Gerätebetrieb durch ein Maßnahmenbündel aus Public-Key-Infrastruktur, kryptografisch abgesicherten Kommunikationsverfahren, geräteunikaten Sicherheitsmerkmalen, einem strukturierten Software-Komponentenmodell und asynchronen Übertragungsmechanismen hergestellt. Plattformseitig stützt sich die Systemsicherheit hauptsächlich auf verschlüsselnde Kommunikationskanäle und Zugangstokens für die Anmeldung von Kommunikationsmodulen.

Insgesamt ist durch die Summe der angewendeten sicherheitstechnischen Maßnahmen davon auszugehen, dass ein gegen netzwerkseitige Angriffe und Störungen solide abgesicherter Betrieb stattfindet. Jedes Kommunikationsmodul generiert in einem Sicherheits-Bootstrap seine geheimen Sicherheitsmerkmale selbst. Alle geheimen Schlüssel sind dadurch individuell erzeugt und unterscheiden sich von Gerät zu Gerät. Dadurch bleibt ein eventuell erfolgreicher Einbruch – möglicherweise mit direktem physischem Zugang zum Gerät – auf das jeweils betroffene Exemplar beschränkt und offenbart keine geheimen Informationen, die für Angriffe auf weitere Systeme nützlich sein könnten.

Das angewandte Software-Komponentenmodell trägt maßgeblich zur Systemsicherheit bei. Die Softwarestruktur setzt sich dabei aus wiederholt verwendeten, detailliert reglementierbaren und separat testbaren Bausteinen zusammen.

Als Basis verwendet der Kommunikationsmodul-Softwarestack eine minimalistische Linux-Installation, die mit aktuellen quelloffenen und erprobten Komponenten bestückt ist. Dadurch sind alle aktuellen Sicherheitsmechanismen bis zum Edge-Device (Kommunikationsmodul) verfügbar und zwischen Cloud-Installation und Kommunikationsmodul kann ein einheitlich hohes Sicherheitsniveau abgebildet werden.

Betriebssystemssicherheit

Generell sollten Smart-Farming-Steuergeräte auf der IP-Ebene (WAN oder WLAN) nicht über offene Netzwerk-Ports verfügen, die von Angreifern ausgenutzt werden könnten.

Die Kommunikation sollte immer vom Gerät in die Cloud erfolgen. Eine weitergehende Sicherheitsmaßnahme speziell für Linux-basierte Steuergeräte ist die Implementierung von SE (Security-enhanced) Linux oder App Armour zur Absicherung und Abgrenzung von Diensten, die auf dem Steuergerät laufen.

Cloud-Sicherheit und -Datenschutz

Zunächst gilt auch für die Cloud, dass die in der Cloud implementierten kundenspezifischen Dienste (also diejenigen, die nicht bereits vom Cloud-Anbieter bereitgestellt werden) Best Practices für sicheren Software-Entwurf und sichere Software-Implementierung folgen müssen. Sobald die Datenverarbeitung in der Cloud stattfindet, hat der Auftraggeber der Datenverarbeitung keine direkte Kontrolle mehr über Hardware und Software. Um z. B. der Gefahr durch Insider-Angriffe durch Angestellte des Cloud-Anbieters zu begegnen, muss dieser Background-Checks der Mitarbeiter durchführen. Zudem muss der Anbieter ein Monitoring zur Erkennung von verdächtigen Vorgängen implementieren. Der Cloud-Anbieter betreibt normalerweise multi-mandantenfähige Systeme, wobei Daten verschiedener Auftraggeber auf einer Hard- und Softwareplattform gespeichert und verarbeitet werden. Ein Cloud-Anbieter muss ein effizientes Sicherheitsmanagement implementieren, um Bedrohungen proaktiv zu begegnen und ggf. in Echtzeit zu erkennen.

In Deutschland sind die rechtlichen Vorgaben für die Auftragsdatenverarbeitung zu berücksichtigen – insbesondere bei der Datenverarbeitung zu Cloud-Anbietern aus dem Ausland (z. B. *Microsoft*, *Google* oder *Amazon*).

Besonders sensitiv sind Daten im Allgemeinen dann, wenn sie personenbezogen sind. Gemäß §3 Absatz 1 BDSG (Bundesdatenschutzgesetz) lautet die Definition personenbezogener Daten wie folgt: „Einzelangaben über persönliche und sachliche Verhältnisse einer bestimmten oder bestimmbarer Person“. Es ist davon auszugehen, dass technische Daten über Landmaschinen im Allgemeinen über keinen direkten Personenbezug im Sinne des BDSG verfügen, sodass der Datenverarbeitung in der Cloud weniger rechtliche Hürden im Weg stehen.

Kommunikationssicherheit

Für die Kommunikation zwischen den Daten-Centern der Landmaschinenhersteller und den Landmaschinen selbst wurde das IoT-Messaging-Protokoll MQTT verwendet, da die Cloud-Lösung der Microsoft Azure IoT-Hub zum Einsatz kam. Für spezielle Anwendungsfälle, für die Messaging-Protokolle nicht geeignet sind, ist zudem der Einsatz von REST-basierter Kommunikation vorgesehen.

Für die Absicherung der MQTT-Kommunikation zwischen Steuergerät in der Landmaschine und dem Microsoft IoT-Hub kommen folgende Sicherheitsmaßnahmen zum Einsatz:

-
- Das Steuergerät (Kommunikationsmodul in der Landmaschine) baut die Verbindung in Richtung Cloud auf. Dadurch bietet das Steuergerät selbst keine Angriffsfläche für Attacken aus dem Internet.
 - Die Absicherung der Kommunikation erfolgt mit TLS und ist somit nicht abhörbar. Das Steuergerät überprüft das Zertifikat bzw. die Zertifikate der Cloud-Plattform, um Angriffe durch DNS-Attacken, bösartige Serversysteme oder Mittelsmannangriffe abzuwehren.
 - Das Steuergerät authentisiert sich mit Sicherheits-Credentials, die dem Gerät bei der Erstregistrierung beim IoT-Hub zugewiesen worden.

Die Kommunikation zwischen den Daten-Centern (Cloud-Instanzen) der Landmaschinenhersteller erfolgt über TLS (REST-APIs über HTTPS). Die gegenseitige Authentisierung erfolgt dabei zertifikatsbasiert. Da es nur ca. 10 – 15 Kommunikationspartner gibt, kann die Einrichtung der Kommunikationsbeziehungen jeweils bilateral geschehen. Hierzu werden für jede Kommunikationsbeziehung die technischen und Sicherheitsparameter (Zertifikatsname der Gegenseite, ggf. Zertifikats-Pinning) definiert und fest konfiguriert.

Die Benutzung der Schnittstelle muss auf jeden Fall durch weiteres Monitoring sowie nachvollziehbares und manipulationssicheres Logging abgesichert werden, um mögliche Angriffe auf dieser sicherheitskritischen Schnittstelle erkennen und nachvollziehen zu können.

Die Kommunikation zwischen den Landmaschinen und Anbaugeräten selbst erfolgt über den standardisierten ISO-Bus. Über diese Strecke ist es ebenfalls möglich, dass das Anbaugerät die Zugmaschine in begrenztem Ausmaß steuern kann.

Sicheres Firmware-Update

Die für das Firmware-Update für Landmaschinen im Feld geforderte Transportsicherheit auf Basis von TLS ist nicht ausreichend, um den Firmware-Update-Prozess hinreichend abzusichern. Der Grund hierfür ist, dass das Firmware-Image möglicherweise nicht direkt von einem gesicherten Server des Maschinenherstellers heruntergeladen werden kann, sondern über mehrere Zwischenstellen. Viele beteiligte Systeme erhöhen die Angriffsfläche in einem solchen Maße, dass weitere Sicherheitsmaßnahmen für das Firmware-Update notwendig werden. Das einfachste Verfahren zur Absicherung von Firmware-Updates ist dabei die elektronische Signatur von Firmware-Images.

4.1.2 Plattform-Architektur und Komponenten

Die Herausforderung besteht in der Entwicklung und Umsetzung eines herstellerübergreifenden Ansatzes für alle Business-Use-cases (BUCs) innerhalb der technischen Architektur. Diese Innovation ermöglicht einen herstellerübergreifenden service-

orientierten durchgehenden Informations- und Kommunikationsfluss. Die Lösung für die herstellerübergreifende Kommunikation soll in Anlehnung an die Smart-Service-Welt in Form von generischen Enablern entwickelt werden, die auch in anderen Domänen wie der Energiebranche und dem Maschinen- und Anlagenbau wiederverwendet werden können.

Zielbild zur technischen Umsetzung

Die durchgängige herstellerübergreifende Kommunikation ist in Bild 19 dargestellt. Der jeweilige Schlepper und das Implement (z. B. Kartoffelroder) sowie auch Selbstfahrer (Spezialmaschinen, die über einen eigenen Antrieb verfügen) werden über die Smart-Farming-Plattform technisch miteinander verbunden.

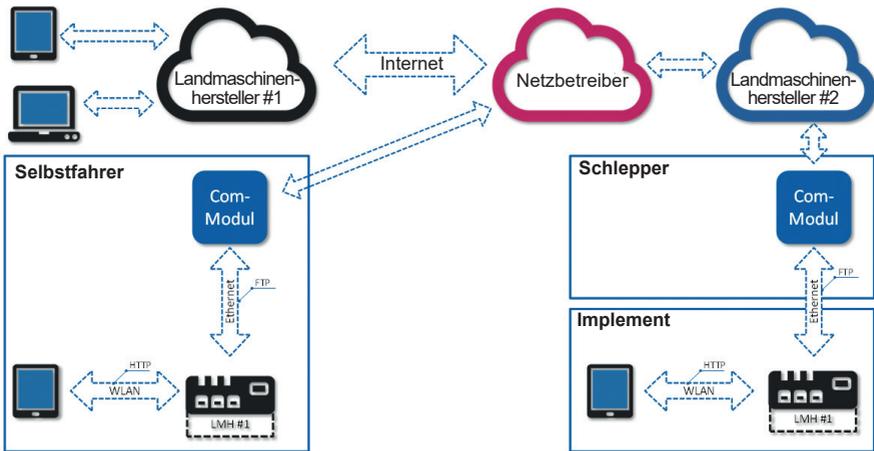


Bild 19: Zielbild der herstellerübergreifenden Kommunikation und Architektur

Diese grundlegende Pilotarchitektur einer Smart-Farming-Plattform stellt sicher, dass die realisierten Anwendungsszenarien herstellerübergreifend verwendbar sind. Der Fokus der Architektur liegt auf den Sicherheitsaspekten der Lösung, um zu gewährleisten, dass Datenintegrität und Datenschutz sichergestellt werden. Die entworfene Architektur ist leicht um weitere Anwendungsszenarien erweiterbar und ermöglicht dabei die Wiederverwendbarkeit bereits existierender Komponenten (*preconfigured solution*), um den Entwicklungsaufwand neuer Smart Services so gering wie möglich zu halten. Das bedeutet, dass primär Plattform-as-a-Service(PaaS)-Dienste genutzt werden, bevor eine eigene Lösung entwickelt wird. Dennoch notwendige Eigenentwicklungen werden service-orientiert und API-zentriert aufgebaut. Schnittstellen basieren auf industrieweit akzeptierten Standards und Open-Source-Software wird gegenüber Closed-Source-Software bevorzugt. Das nachstehende Bild 20 (s. S. 45) zeigt, wie eine exemplarische Umsetzung mithilfe von *Microsoft Azure* aussehen kann.

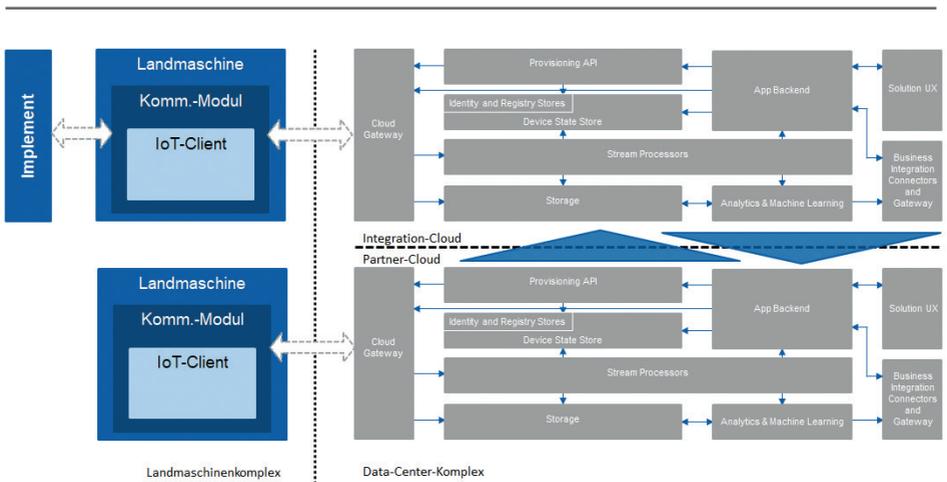


Bild 20: Umsetzung der Architektur mit Microsoft Azure

Die beiden Azure-Instanzen spiegeln dabei die Integration-Cloud für die Zugmaschine (CLAAS) und die Partner-Cloud für das Implement (Grimme) wider. Im Folgenden wurden einige Kommunikationsregeln für die Umsetzung definiert:

1. Die Kommunikation zwischen Modul und Plattform erfolgt über das Protokoll MQTT.
2. Der Usecase *Connected Update* nutzt aus sicherheitstechnischen Gründen davon abweichend https REST.
3. Es wird zwischen Administrationsdaten (*desired properties*), die vom Backend angelegt werden (Device ID, Desired, Eigenschaften der virtuellen Repräsentation eines am IoT-Hub registrierten Devices) und *reported properties*, die vom Gerät an die Cloud gesendet werden, unterschieden.
4. Das Device kann lesend auf *desired properties* und schreibend auf *reported properties* zugreifen.
5. Das Backend kann lesend auf *reported properties* und schreibend auf *desired properties* zugreifen.

Darauf basierend erfolgt die konkrete Umsetzung der technischen Architektur durch die Wiederverwendung bzw. Weiterentwicklung vorhandener Komponenten (*preconfigured solution*) und weiterhin durch die Neuentwicklung weiterer Komponenten. Die gesamte technische Architektur der Plattform ist in Bild 21 (s. S. 46) dargestellt.

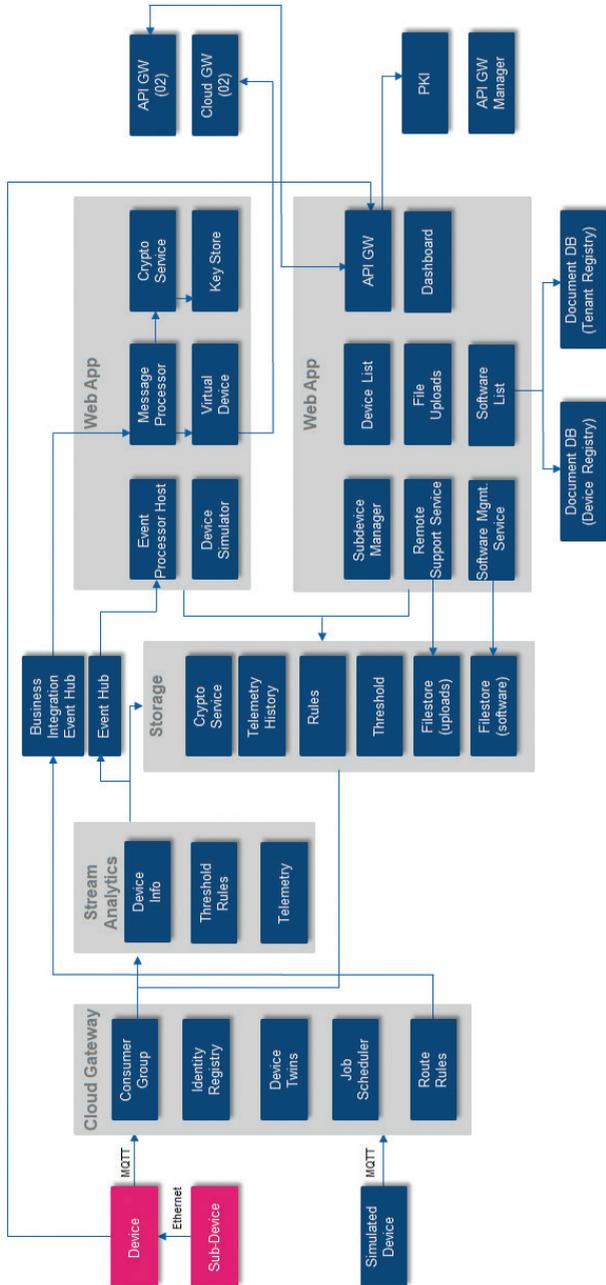


Bild 21: Technische Architektur-Plattform

Die Weiterleitung der Daten zu der Implement-Plattform erfolgt im IoT-Hub der Zugmaschinen-Plattform (Integration-Cloud). Die Übertragung der Daten erfolgt über das Kommunikationsmodul der Zugmaschine. Das Kommunikationsmodul des Implements wird als virtuelles Device im IoT-Hub der Implement-Plattform (Partner-Cloud) abgebildet.

Zur Realisierung der herstellerübergreifenden Kommunikation vom Implement über Zugmaschine, über Integration-Cloud zur Partner-Cloud werden die Ideen des Virtual Device und des Envelope-Routings genutzt. Die nachfolgende Bild 22 zeigt den prinzipiellen Ablauf und Aufbau. Dabei werden Daten vom Implement (Subdevice) im

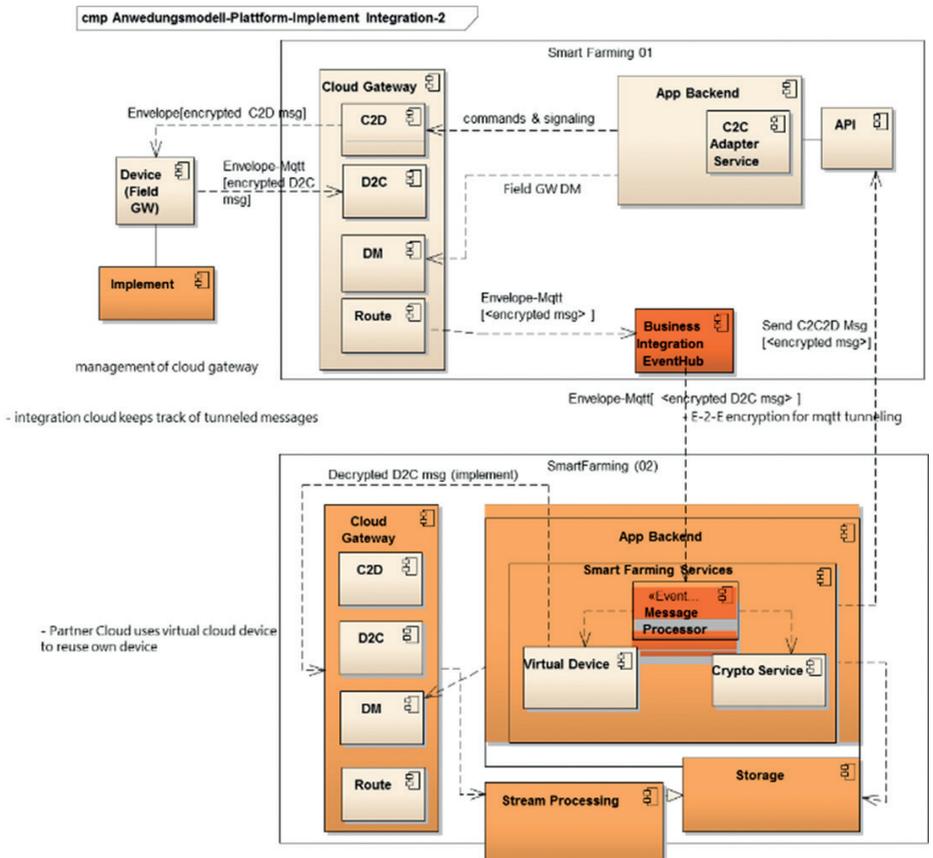


Bild 22: Prinzip 'Virtual Device und Envelope Routing'

Field-Gateway (Kommunikationsmodul) in ein Envelope-Format gepackt. Im IoT-Hub der Integration-Cloud (Farming 01) leitet der Redirect-Service die Daten an den Smart-Farming-Service der Partner-Cloud weiter. Das Kernelement dieses Service ist das Virtual Device, welches die Daten an den IoT-Hub der Partner-Cloud weiterleitet und die Daten den Smart-Farming-Services zur Verfügung stellt.

Durch die Idee des *Virtual Device* ergeben sich Vorteile, z. B. können *Subdevice (Implement)* und *Devices (Selbstfahrer)* in der Partner-Plattform gleich behandelt werden, die Partnerplattform kann einfach skalieren, wenn ein Implement z. B. ein eigenes Kommunikationsmodul bekommt. Zudem ist eine gute Bedienbarkeit gegeben, denn *Virtual Devices (Subdevices)* werden vom Device-Management des IoT-Hubs wie reale Devices behandelt.

4.1.3 Felddomäne

Im Smart-Farming-Kontext müssen die Softwarebestandteile des Maschinen-Kommunikationsmoduls umfangreiche Aufgaben abbilden und breitbandige Datenströme bewältigen. Kommunikationstechnisch finden aus stationären Installationen bekannte Technologien wie Ethernet und Webschnittstellen immer mehr Anwendung auf mobilen Maschinen (s. BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2016, 8 ff.). Um den spezifizierten Anforderungen herstellerübergreifend, flexibel und sicher gerecht zu werden, ist die Anwendung einer strukturierten Softwareumgebung mit für den landwirtschaftlichen Anwendungsfall optimierten Eigenschaften vorteilhaft (s. KRITZNER u. TEICHMANN 2019, S. 116).

Vom Maschinen-Kommunikationsmodul wird eine lokale Netzwerkzelle aufgebaut, in die über verschiedene verdrahtete und drahtlose Schnittstellen unterschiedliche Peripheriekomponenten und Teilnehmer der lokalen Umgebung auf dem Feld einbezogen werden. Im realen Praxisbetrieb kann von einer lückenlosen Mobilfunkabdeckung für die Kommunikation zu zentralen Cloud-Instanzen nicht ausgegangen werden. Deshalb muss ein wesentlicher Teil der Systemintelligenz lokal direkt vom Kommunikationsmodul bereitgestellt werden, um eine kontinuierliche Systemfunktion zu gewährleisten (s. HEIDRICH ET AL. 2016, S. 19 ff.).

Aus den Verwendungszwecken der Daten ergeben sich zwei abzubildende Bereitstellungscharakteristiken:

- verzögerungsarme Bereitstellung von Momentanwerten als kontinuierliche Datenstrom für mitlaufende Prozessinformationen. Aktualität hat Vorrang vor der Lückenlosigkeit der Übertragung.

-
- asynchrone Datenbereitstellung für nachlaufende Dokumentations-, Analyse- und Abrechnungszwecke. Die Lückenlosigkeit der übertragenen Daten ist maßgeblich und muss auf Empfängerseite überprüfbar sein.

Trotz eventuell momentan ausreichender Übertragungsbandbreite kommt der adaptiven Filterung von Dateninhalten eine entscheidende Bedeutung zu, um Übertragungsbandbreite, Datenverarbeitungsleistung und Kommunikationskosten sinnvoll zu begrenzen. Die Klassifikation der Relevanz bestimmter Datentelegramme ist dafür die Grundlage (s. TSENG ET AL. 2018, 6 ff.).

Software-Komponentenmodell

Das Software-Systemkonzept eines herstellerübergreifenden Maschinen-Kommunikationsmoduls ist so ausgelegt, dass sowohl Dokumentationszwecke als auch Momentanbelange wie Fahrerinformation und -interaktion, kooperative Mehrmaschinenarbeit und maschinentechnische Unterstützung abgebildet werden können. Die Softwarekomponenten decken anwendungsneutral alle technischen Erfordernisse der Datenerfassung und -kommunikation ab und stellen ebenfalls eine repräsentative Auswahl an logischen Bausteinen für typische Aufgabenstellungen im landwirtschaftlichen Technikeinsatz zur Verfügung. Das Softwarekomponentenmodell des Kommunikationsmoduls ist in Bild 23 (s. S. 50) dargestellt.

Die Aufteilung der Softwarekomponenten ist in vier Schichten unterteilt, die über ZeroMQ-Datensammelschienen untereinander verknüpft sind, was in dem nachfolgenden Bild 24 (s. S. 51) detailliert beschrieben wird.

Die Basisfunktion des nachlaufenden Datentransfers wird bereits in der Sachdienste-Schicht abgebildet und ist nicht auf zusätzliche Apps angewiesen. Die Softwareinstallation des Kommunikationsmoduls basiert auf einem speziell konfektionierten Linux-Grundsystem mit einer Zusammenstellung generischer Komponenten, auf die eine Schicht speziell für den landwirtschaftlichen Kontext entwickelter anwendungsübergreifender Bausteine aufsetzt. Die darüber liegende Schicht der anwendungsfallbezogenen „Apps“ wird über eine Struktur aus ZeroMQ-Datensammelschienen und Sockets mit Maschinendaten versorgt. Für die Globalkommunikation zu Cloud-Instanzen wird eine Kommunikationskomponente („Gatekeeper“) eingesetzt, die die Gesamtkommunikation über als zulässig vorgegebene Verbindungen abwickelt. Für die Fahrerinformation und -interaktion über ein Smart Terminal wird ein lokaler Webserver mit serverseitigem Lua- und clientseitigem *Javascript* und dem Web-Framework *JQuery* bereitgestellt. Webfähige Peripheriekomponenten greifen über REST-Schnittstellen auf die gleiche Serverinstanz zu. Über den vom Kommunikationsmodul bereitgestellten DNS-Nameservice wird für mehrere virtuelle Hosts ein einheitlicher URL-Namensraum aufgespannt.

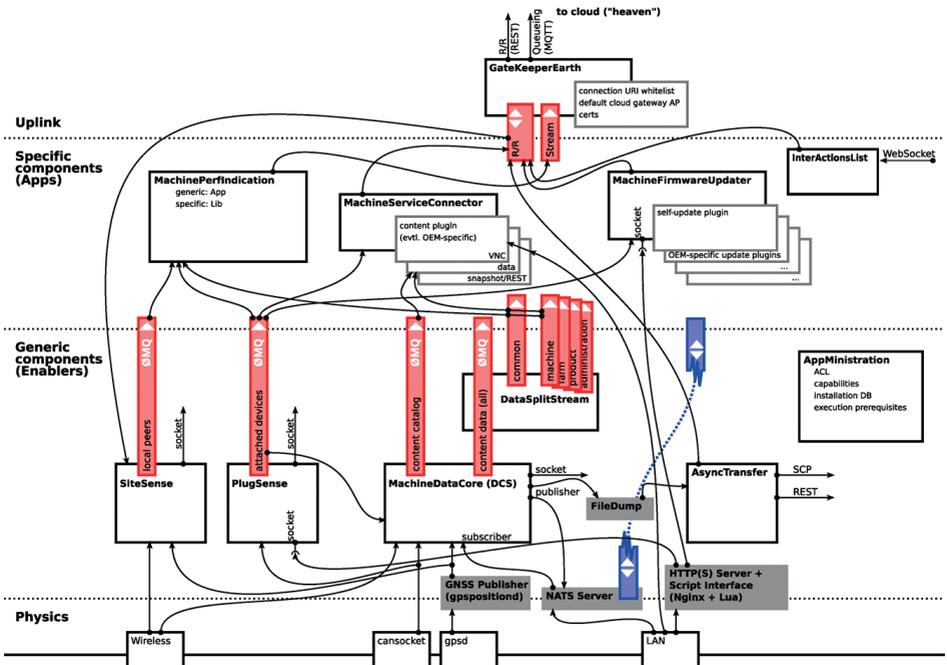


Bild 23: Software-Komponentenmodell des Kommunikationsmoduls

Die Kommunikationskomponente *GateKeeper* kommuniziert über HTTP/REST bzw. MQTT mit Zugangspunkten in der Cloud. Für Microsoft Azure-Instanzen stellt die *GateKeeper-AZ*-Komponente diesen Funktionsumfang zur Verfügung und beherrscht zusätzlich das Transportverfahren AMQP. Die *GateKeeper*-Kommunikation kann per Konfiguration auf eine Liste von erlaubten cloudseitigen Kommunikationsendpunkten eingeschränkt werden. In dieser weißen Liste nicht vorgesehene Kommunikation wird über den hinterlegten Standard-Kommunikationsendpunkt umgeleitet und kann dort weiterverteilt und ggf. abgerechnet werden.

Smart Terminal

Aus verschiedenen Anwendungsfallkontexten ergibt sich die Notwendigkeit zur Interaktion mit dem Maschinenfahrer. Dabei werden hauptsächlich die drei Themen Fahrerinformation, Aktionsstart und Aktionsbestätigung vom Smart Terminal abgebildet. Der Fahrer kann sich über momentane Betriebszustände der Maschine – beispielsweise Drehzahlen, Geschwindigkeiten, Ernteguteigenschaften oder Position und Bewegungsrichtung auf der Karte – informieren lassen oder sich den historischen Verlauf

Logische Schicht	Funktionalität	Komponenten (Auswahl)
Systemdienste	Bereitstellung und Vereinheitlichung des Zugangs zu technischen Schnittstellen (CAN, GNSS, LAN, WLAN, WAN etc.)	cansocket, gpsd, Nginx, sshd, DNS, DHCP, NATS Server, Azure SDK, Sqlite, libCurl etc.
Sachdienste	Bereitstellung wiederverwendbarer Basisfunktionalität mit logisch-dateninhaltlichem Bezug zum eigentlichen Produktivprozess (Datenkonzentration, Filterung, Warteschlangenmanagement, digitales Umgebungsmodell, Authentifikation, asynchroner Datentransfer)	DCS (Datenkonsolidierungsdienst), PlugSense/ISOplug (Anbaugeräteerkennung), SiteSense (Umfeldabbildung), AsyncTransfer, SmartTerminal, SiFiLib (Situations-Fingerprinting) etc.
Sachanwendungen (Apps)	anwendungsfallbezogene Programmbestandteile (z. B. Logistik, Abrechnung, Nachverfolgung, Firmware-Management, Service-Zugang, Parametrierung)	
Datenlink	Management der Verbindungen zwischen Apps und Cloud-Instanzen unter Berücksichtigung der vorgegebenen Kommunikationsreglementierung	Gatekeeper

Bild 24: Softwareschichten und deren Ökosystem

dieser Größen im Diagramm darstellen lassen. In der Kategorie *Aktionsstart* stehen dem Maschinenfahrer unterschiedliche Handlungsstränge zur Verfügung, die er initiieren kann. Er kann dort beispielsweise Werte eingeben, die von den Maschinensensoren nicht erfasst werden, wie z. B. getankte Kraftstoffmenge oder angekoppeltes Gerät ohne Elektronikausstattung. Ebenso können in dieser Rubrik *Teleservice-Aktivitäten* gestartet und betreut werden. Unter *Aktionsbestätigung* fallen hauptsächlich Ereignisse, die die Zustimmung oder Kenntnisnahme des Maschinenfahrers erfordern. Dazu zählen etwa



Bild 25: Smart-Farming-Installation am Teststand –
 links oben: Smart Terminal, darunter Maschinen-ISObus-Terminal,
 Mitte: Kommunikationsmodul, rechts: Plattform mit Teleservice-„App“

Freigaben zum Firmware-Update an Maschinen-Steuergeräten oder die Bestätigung von über Maschinensensoren festgestellten Betriebsproblemen (z. B. Beschädigungen am Erntegut). Bild 25 zeigt die Installation eines Teststands.

Technisch gesehen ist das Smart Terminal eine als Kioskanwendung laufende Webapplikation, die vom Kommunikationsmodul bereitgestellt wird und auf einem geeigneten Web-Tablet dargestellt wird. Die Kommunikation zwischen Kommunikationsmodul und Smart Terminal erfolgt HTTPS-verschlüsselt. Zu diesem Zweck stellt das Kommunikationsmodul in seiner eigenen Kommunikationszelle den DNS-Namensdienst mit den passenden Zertifikaten bereit. Die Zertifikatsausstellung für das Kommunikationsmodul findet im Rahmen des Gerätebootstraps statt. Als Zertifikatsautorität für die Ausstellung der Serverzertifikate wird im vorgefertigten Prozess eine von Logic Way betriebene Zwischen-CA genutzt. Das Logic-Way-Root-CA-Zertifikat wird bereits im Systeminstallationsprozess aufgespielt. Die Verwendung von Zertifikaten aus alternativen Quellen ist ebenfalls möglich.

Anwendungsübergreifende Funktionalität

Die Vielfalt der umsetzbaren Anwendungsfälle im landwirtschaftlichen Produktionsprozess nutzt in hohem Maße dieselben Mechanismen und deshalb zweckmäßigerweise auch dieselben Softwareressourcen. Die im Software-Komponentenmodell angeordneten wiederverwendbaren Funktionsblöcke für Datentransport, -aggregation, -filterung, Umgebungsmodellbildung und ein Interaktionsterminal können deshalb einen

wesentlichen Teil fast aller Anwendungsfall-Lösungen bilden, der dann jeweils nur noch um eine spezielle, vergleichsweise leichtgewichtige Anwendungslogik ergänzt werden muss. Dadurch können nutzerprofilabhängige Datenströme effizient erzeugt werden. Um redundante Datenkommunikation zu vermeiden, sind in grundlegenden Datenaggregationsdiensten in der vom Modul bereitgestellten Mobile-Edge-Cloud bereits relevanzadaptive Filtermechanismen für Geo- und Sachdaten verfügbar, die die wiederholte Übertragung gleicher oder zu ähnlicher Dateninhalte wirksam reduzieren. Über unterschiedliche Kommunikationsmechanismen werden Prozesse mit unterschiedlichen Echtzeitanforderungen bedient.

Codeeffizienz

Die Umsetzung einer strukturierten Softwareumgebung mit definierten Schnittstellen und Interprozess-Kommunikationsmechanismen führt, solange nur ein einziger Anwendungszweck verfolgt wird, zu erhöhtem Programmieraufwand und Codeumfang. Durch die Wiederverwendbarkeit der Funktionsbausteine für unterschiedliche Anwendungsaufgaben kehrt sich dieser Nachteil allerdings schnell um. Einzelne Codesegmente werden besser ausgelastet und vorhandener Funktionsumfang wird parallel für unterschiedliche Anwendungszwecke genutzt (s. GÖHNER 1998).

Für den Datenfluss von der physischen Schnittstelle – beispielsweise CAN-Bus – bis zur Übertragung der Daten zum Cloud-Service werden in der gewählten Architektur 3 bis 5 Interprozess-Schnittstellen passiert. Auf die Einzelanwendung betrachtet entfallen ca. 10 – 20 Prozent des Funktionsumfangs auf Schnittstellenfunktionalität. Bereits durch die Verwendung desselben Funktionsbausteins für zwei Anwendungsaufgaben wird eine kompaktere Umsetzung gegenüber durchgehender Implementierung innerhalb einer Anwendung erreicht.

Sicherheit, Testbarkeit

Die Zerlegung der Gesamtfunktionalität in logische Blöcke, die über definierte Schnittstellen kommunizieren (ZeroMQ, Sockets, MQTT, REST), ermöglicht die feingranulare Reglementierung von Anwendungsberechtigungen bereits mit Betriebssystemmitteln (SE-Linux). Die klar abgegrenzte Funktionalität pro Block bietet andererseits die Möglichkeit, den Funktionsumfang mit hoher Abdeckung separat zu testen und dadurch das regelkonforme Funktionieren zu gewährleisten. Die im planmäßigen Betrieb genutzten Schnittstellen bilden dabei auch die Einleitungs- und Abgreifpunkte für Teststimulation und Ergebnisüberprüfung.

Die Gerätesicherheit der Datenverarbeitung auf dem Kommunikationsmodul stützt sich auf eine X509-Public-Key-Infrastruktur und die grundsätzliche Verwendung verschlüsselter Verbindungen in der IP-Kommunikation über Gerätegrenzen hinweg. Alle sicherheitsrelevanten Merkmale werden dabei im Inbetriebnahme-Ablauf vom Modul selbst erzeugt und sind einzigartig.

Für die Durchsetzung von Datensicherheit und gleichzeitige sachbezogene automatisierte Authentifikation von Datenabgabe-Anfragen wird Situations-Fingerprinting als Bibliothek zur Verfügung gestellt (s. KRITZNER u. TEICHMANN 2018, S. 145). Die Modellierung des Zusammenwirkens unterschiedlicher Akteure und Geräte auf dem Feld kann dadurch in hohem Maße automatisiert stattfinden, wobei durch feingranulare Datenportionierung auch nur der tatsächlich sachbezogen veranlasste Datenausschnitt ausgetauscht wird.



Bild 26: Kommunikationsmodul-Hardware

Kommunikationsmodul-Hardware

Als Smart-Farming-Kommunikationsmodul wird ein Linux-Bordcomputer mit ARM-Prozessor, CAN-Bussen, Ethernet und LTE-Mobilfunk eingesetzt.¹ Besondere Bedeutung für den Einsatz auf mobilen Maschinen kommt dabei den integrierten Komponenten *Latentenergiespeicher* und *Platinensteuerung* zu. Von der *Platinensteuerung* werden die internen und externen Bedingungen für den Gerätebetrieb permanent überwacht. Durch den *Latentenergiespeicher* kann in jedem Falle ein kontrolliertes Herunterfahren des Systems auch bei abruptem Versorgungsspannungsverlust abgesichert werden. Für den Einsatz in Entwicklungsprojekten hat sich der Systemansatz mit Open-Source-Stack und weitreichender Beeinflussbarkeit aller Systemeigenschaften als sehr vorteilhaft herausgestellt. Das nachfolgende Bild 26 zeigt ein solches Kommunikationsmodul.

Area-Network Landmaschinenkomplex

Die Entwicklung von Pilotszenarien und der Pilotarchitektur haben zu neuen Anforderungen an die Kommunikation im Landmaschinenkomplex geführt. Hierzu gehören z. B. die Anbindung von Sensoren, die Kommunikation von Sensoren mit weiteren Plattformen, eine Ethernet-Schnittstelle zum Implement-Terminal, die Kommunikation zum Smart Terminal sowie weiterer User-Terminals (z. B. zur Konfiguration der Sensoren oder Darstellung der Sensorwerte für den Landwirt). Diese Anforderungen machen ein Umdenken in der Herangehensweise an die Kommunikation im Landmaschinenkomplex notwendig. Die Entwicklung eines Area-Networks stellt hierfür eine Lösung dar. Dieses

¹ <https://www.logicway.de/pages/datenerfassungsgeraete.shtml?bordcomputer#bordcomputer>

besteht aus den folgenden Komponenten: LTE-Modul mit externem Antennenanschluss (u. a. zur Verbesserung der Netzabdeckung des Landmaschinenkomplexes), Router mit DHCP, DNS zur Namensauflösung der Services, Geräte und Apps und WLAN-Mesh-Network zur maschinenübergreifenden Kommunikation.

Das Area-Network ermöglicht eine kostengünstige Anbindung weiterer Komponenten des Landmaschinenkomplexes via standardisierter IP-/Ethernet-/WLAN-Kommunikation an das Kommunikationsmodul. Eine Anbindung an das Internet via Mobilfunk und die Kommunikation zwischen den Komponenten des Landmaschinenkomplexes (Terminals, Sensoren) und mobilen Geräten der Fahrer und Landwirte (Tablets, Smartphone) wird ebenfalls durch das Area-Network ermöglicht. Durch die offenen Schnittstellen des Area-Networks können schnell weitere kommerzielle Geräte eingebunden werden.

Die Verwendung eines leistungsfähigen LTE-Routers mit externer LTE-Antenne verbessert indirekt die Mobilfunkabdeckung auf dem Feld. Das bedeutet, dass auch für weitere Nutzer (z. B. andere Landwirte, Lohnunternehmer oder Fahrer aus demselben Betrieb) im Area-Network eine bessere Mobilfunkversorgung gegeben wäre. Das WLAN-Mesh-Network ermöglicht ebenfalls die Aufrechterhaltung wichtiger Services innerhalb des Landmaschinenkomplexes bei fehlender Mobilfunkabdeckung.

Das Area-Network Landmaschinenkomplex ist standardkonform zum Area-Network des one-M2M-Standards. Das nachfolgende Bild 27 zeigt das Area-Network eines Landmaschinenkomplexes.

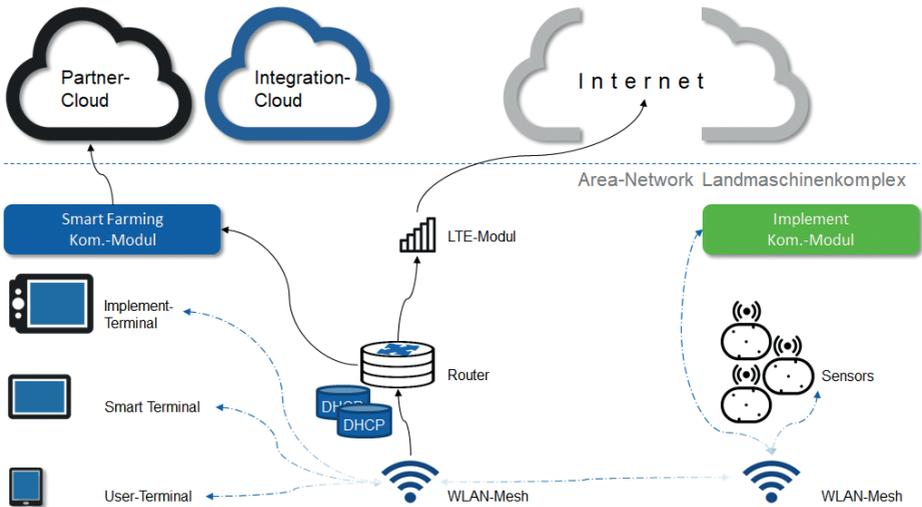


Bild 27: Area-Network Landmaschinenkomplex

4.2 Vorgehensbeschreibung der Geschäftsmodellentwicklung

Jana Frank, Mandy Galkow-Schneider, Benedikt Moser, Alexander Decker

Im Sinne der praktischen Nutzbarkeit eines Smart Service bedarf dieser neben seiner technischen Ausgestaltung auch einer fundierten wirtschaftlichen Basis in Form eines tragfähigen Geschäftsmodells. In diesem Sinne wurden in diesem Projekt parallel zu der technischen Entwicklung bedarfsgerechte Geschäftsmodelle entwickelt und mit Experten validiert. In diesem Abschnitt wird die Entwicklung der Geschäftsmodelle für die Usecases des Forschungsvorhabens dargestellt. Hierzu wurde neben der bereits beschriebenen Analyse bestehender Geschäftsmodelle in Kapitel 3.2 (Plattformen und digitale Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft) ein morphologischer Kasten entwickelt, auf dessen Basis konsistente Typen von Geschäftsmodellen für industrielle Smart Services abgeleitet wurden. Im letzten Schritt wurden die vielversprechendsten Geschäftsmodelle mithilfe des Lean-Business-Model-Canvas weiter ausdetailliert und mit Experten validiert. Diese Beschreibung folgt in den einzelnen Unterkapiteln zu den Usecases.

4.2.1 Entwicklung des morphologischen Kastens

Als zentrales Element der Entwicklung der Geschäftsmodelle dient der Ordnungsrahmen für Geschäftsmodelle industrieller Smart Services. Auf der Grundlage einer Literaturrecherche zum Thema der Geschäftsmodelle von industriellen Smart Services konnten spezifische Merkmale identifiziert werden. Anhand dieser Ergebnisse konnten mehrere relevante Ausprägungen hergeleitet werden, die für Geschäftsmodelle von tragender Bedeutung sind.

Nachfolgend werden die einzelnen Merkmale industrieller Smart Services hergeleitet und ihre Ausprägungen jeweils beschrieben.

Leistungsangebot

Eine erfolgreiche Positionierung eines industriellen Dienstleisters am Markt bedarf einer Outside-in-Betrachtung zur Ableitung des passenden Dienstleistungsangebots (s. SCHUH ET AL. 2004, S. 56). Dies bedeutet, dass ein Unternehmen die Wünsche und Erwartungen des Kunden identifiziert und analysiert, um schließlich ein passendes Leistungsversprechen abzuleiten. Das Leistungsangebot ist die Komponente des Geschäftsmodells, die der Kunde als erstes wahrnimmt (s. ANSORGE 2014, S. 82). Transformiert sich ein Unternehmen zum industriellen Dienstleister, rückt das Produkt als traditionelles Leistungsangebot mehr und mehr in den Hintergrund.

Daten bilden die Grundlage und Schlüsselressource von industriellen Smart Services. Intelligente Objekte, wie beispielsweise einzelne Maschinen, sind in der Lage, Daten zu generieren, können diese aber auch empfangen und selbst aktiv

werden (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 17). Das Dienstleistungsangebot von Smart Services kann entweder virtuell oder physisch sein. Zu den virtuellen Leistungsangeboten zählt zum einen die Bereitstellung von Daten, zum anderen die Bereitstellung von Information oder Wissen (s. BITKOM 2015a, S. 16f.).

Bei der Bereitstellung von Daten zeichnet das Leistungsangebot den Verkauf von Daten aus. In diesem Fall sammelt ein Unternehmen die Daten von seinen eigenen Maschinen oder bezieht fremde Daten, um diese schließlich anderen Akteuren zur Verfügung zu stellen. Dieses Konzept wird auch als „Sensor as a Service“ bezeichnet (s. FLEISCH ET AL. 2014, S. 822). Die gesammelten Daten werden nicht mehr nur für die einzelne Maschine verwendet, die sie generiert hat, sondern für weitere Anwendungen bereitgestellt. Daher ist dieses Konzept von „hoher Mächtigkeit“ (s. FLEISCH ET AL. 2014, S. 822). Dabei stiftet allein die Generierung und Bereitstellung der Daten für den Kunden bereits einen Nutzen (s. BITKOM 2015a, S. 17; MATYSSEK 2017, S. 167). Weitere Verarbeitungsschritte dieser Rohdaten werden von dem Kunden selbst erbracht.

Die zweite Variante des virtuellen Leistungsangebots ist die Bereitstellung von Information oder Wissen. Verarbeitet ein Unternehmen Daten weiter und verdichtet diese, indem es sie mit Bedeutung versieht, interpretiert und mit Umfeldwissen ergänzt, werden diese zu Information bzw. Wissen (s. BITKOM 2015a, S. 17; HARTMANN ET AL. 2016, S. 1388).

Ein Unternehmen kann auch eine physische Dienstleistung erbringen. In diesem Fall werden physische Produkte und digitale Dienstleistungen zu einem hybriden Bündel verknüpft (s. FLEISCH ET AL. 2014, S. 822). Dabei wird dem Kunden eine umfassende und integrierte Gesamtlösung angeboten (s. SCHÄFER ET AL. 2015, S. 397). Die Basis eines solchen Geschäftsmodells sind nach wie vor Daten, es beinhaltet jedoch stets die Beteiligung eines physischen Objekts bei der Leistungserbringung. Für eine beispielhafte Darstellung wird der Energiesektor verwendet. Auf Basis von Datenanalysen wird durch den Anbieter festgestellt, dass die Verbrauchswerte einer Maschine nicht optimal sind. Entgegen einer Handlungsempfehlung gegenüber dem Kunden werden die Maschinenparameter nun direkt verändert. Es findet also eine Veränderung an einem physischen Objekt statt. Dies kann auch einen Lastabwurf beinhalten, bei dem automatisch verschiedene Verbraucher ausgeschaltet werden,

Leistungsangebot	Bereitstellung von Daten	Bereitstellung von Information / Wissen	Erbringung einer physischen Dienstleistung	
			DL selbst erbracht	DL durch Dritte erbracht

Bild 28: Ausprägungen des Merkmals ‚Leistungsangebot‘

um den Energieverbrauch zu optimieren. Eine Unterscheidung der Erbringung von physischen Dienstleistungen wird durch den Akteur, der sie erbringt, getroffen. Ein Unternehmen kann die Dienstleistung selbst erbringen oder durch Dritte erbringen lassen (s. FLEISCH ET AL. 2014, S. 822). Durch die Digitalisierung steigt die Anzahl der vernetzten Akteure. Dies ermöglicht das Outsourcing von Teilleistungen im Prozess der Leistungserbringung. Wird eine Leistung durch Fremde erbracht, wächst die notwendige marktliche Koordination (s. LEIMEISTER 2012, S. 286). Digitale Plattformen vereinfachen für diesen Zweck die Kommunikation und ermöglichen eine effiziente Abwicklung der Leistungserbringung durch Dritte. Dies hat zur Folge, dass Marktbeziehungen zunehmend spontan sind (s. LEIMEISTER 2012, S. 286).

In Bild 28 sind die Ausprägungen des Merkmals *Leistungsangebot* zusammenfassend dargestellt.

Fokus der Leistungserbringung

Für das Angebot von Smart Services ist es für Unternehmen notwendig, strategische Positionierungsfragen zu beantworten (s. KAMPKER 2017, S. 11). Der Fokus der Leistungserbringung bezieht sich auf die Positionierung des Smart-Service-Angebots. Eine Dienstleistung wird an einem Objekt erbracht (s. FORSCHNER 1988, S. 40f.; ANSORGE 2014, S. 16). Diese Objekte werden im Zuge der Digitalisierung smart, kennen also die Herstellungs- und Nutzungsgeschichte und können von sich aus aktiv werden (s. KAGERMANN u. RIEMENSPERGER 2014, S. 17). Im Jahr 2020 wird es etwa 20 Milliarden solcher intelligenten, vernetzten Objekte geben (s. GARTNER 2017). Dadurch erweitert sich auch der Fokus der Leistungserbringung, da Einschränkungen aufgehoben werden. Der Fokus vergrößert sich von diskreten Produkten hin zu Systemen sowie Systemen von Systemen (s. PORTER u. HEPPELMANN 2014, S. 12).

Die Begrifflichkeiten für die Reichweite der Leistungserbringung sind in der Literatur nicht einheitlich. So werden beispielsweise die Begriffe Wertschöpfungs-system, Wertschöpfungsarchitektur, Rollen in Unternehmens- und Wirtschaftsökosystemen, Kollaborationsplattformen oder Interaktionsbeziehungen in engen Zusammenhängen benutzt, ohne dass sie streng voneinander abgegrenzt werden (s. SCHÄFER ET AL. 2015, S. 388). Die Autoren ZOLLENKOP u. LÄSSIG geben für die Struktur der Wertkette die drei Ausprägungen „voll integriert“, „Fokus auf einzelne Wertschöpfungsstufen“ und „Wertschöpfungsnetzwerk“ an (s. ZOLLENKOP u. LÄSSIG 2016, S. 72). Wird der Geltungsbereich also klein gewählt, gilt die Dienstleistung folglich nur für einzelne Wertschöpfungsstufen. Vergrößert sich der Fokus, so wird ein gesamtes Wertschöpfungsnetzwerk angesprochen. Die Ausprägung „voll integriert“ wird von den Autoren nicht detailliert erläutert. Von KAMPKER wird die strategische Positionierung von Smart Services in objektorientierte Ansätze, wertschöpfungskettenorientierte Ansätze und Ökosystem-Ansätze eingeteilt (s. KAMPKER 2017, S. 11). Dieser Argumentation wird für die Ausprägungen des Merkmals ‚Fokus der

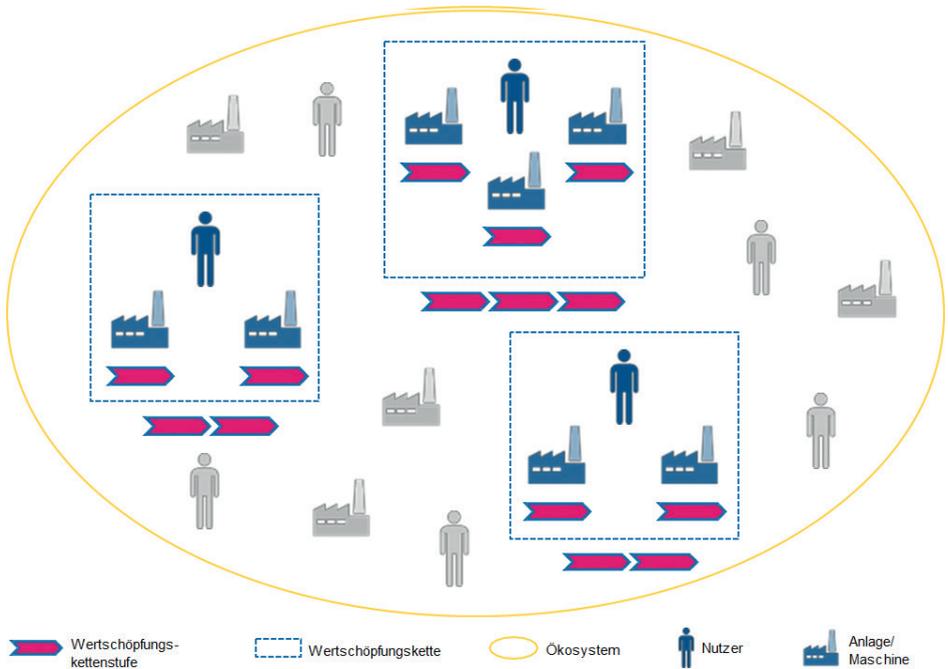


Bild 29: Aufbau von Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsökosystemen
(eigene Darstellung i. A. a. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 52)

Leistungserbringung' gefolgt, sodass die Ausprägungen „objektorientiert“, „wertschöpfungskettenorientiert“ und „ökosystemorientiert“ sind. Anhand des Bildes 28 (s. S. 57) werden die Ausprägungen erläutert.

Bild 29 (s. S. 59) zeigt den Aufbau von Wertschöpfungsketten und -ökosystemen. Anlagen oder Maschinen, also einzelne Objekte, bilden eine Wertschöpfungskettenstufe ab (s. KAMPKER 2017, S. 11; ZOLLENKOP U. LÄSSIG 2016, S. 72). Ist der Smart Service also auf ein solches Objekt ausgerichtet, handelt es sich um einen objektorientierten Fokus der Leistungserbringung. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Hersteller einer Maschine dem Nutzer eine Echtzeit-Visualisierung der Maschinenparameter, wie Temperatur und Output, anbietet. Eine Wertschöpfungskette besteht aus mehreren Wertschöpfungskettenstufen.

Beschränkt sich die Echtzeit-Visualisierung der Maschinenparameter nicht bloß auf die Maschine des Anbieters, sondern werden auch Maschinenparameter anderer Hersteller innerhalb des Betriebs sowie weitere externe Daten aus der Wertschöpfungskette einbezogen, hat sich der Fokus der Leistungserbringung erweitert. Der Fokus ist wert-

schöpfungskettenorientiert. Gelingt es einem Unternehmen, die Wertschöpfungskette zu adressieren und verschiedene Elemente zu verknüpfen, so werden dadurch neue Geschäftsmodelle ermöglicht (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 40).

Mehrere Wertschöpfungsketten bilden ein Wertschöpfungsökosystem. Der Vergleich von Geschäftsumfeldern mit Ökosystemen ist nicht neu und wurde bereits von CARROLL, HANNAN u. FREEMAN sowie Moore angestellt (CARROLL 1988; HANNAN u. FREEMAN 1989). Es handelt sich um Wertschöpfungsnetzwerke, die an die Stelle klassischer Wertschöpfungsketten treten (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 85). Fokussiert der Smart Service ein solches Ökosystem, so ist der Fokus der Leistungserbringung ökosystemorientiert. Dabei werden Daten aus dem gesamten Ökosystem verknüpft, um dem Nutzer den größtmöglichen Mehrwert bieten zu können. Die Daten können dabei nicht nur dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden, sondern auch anderen beteiligten Unternehmen innerhalb des Ökosystems (s. HERTERICH ET AL. 2015, S. 326).

In Bild 30 sind die Ausprägungen des Merkmals „Fokus der Leistungserbringung“ zusammenfassend dargestellt.

Fokus der Leistungserbringung	objektorientiert	wertschöpfungskettenorientiert	wirtschaftsökosystemorientiert
-------------------------------	------------------	--------------------------------	--------------------------------

Bild 30: Ausprägungen des Merkmals ‚Fokus der Leistungserbringung‘

Kundenfokus

Kunden bilden das Zentrum eines jeden Geschäftsmodells (s. OSTERWALDER ET AL. 2010, S. 20). Jedes Unternehmen fokussiert mit seinem Angebot bestimmte Kunden (s. HARTMANN ET AL. 2016, S. 1389). Um Kundenwünsche besser ansprechen und erfüllen zu können, werden Kunden in verschiedene Segmente eingeteilt (s. OSTERWALDER ET AL. 2010, S. 20). Die generischste Klassifikation, die diesbezüglich Anwendung findet, unterscheidet zwischen Geschäftskunden (B2B – business to business) und Endkunden (B2C – business to customer) (s. HARTMANN ET AL. 2016, S. 1389). Die Autoren OSTERWALDER ET AL. zählen weitere Kundensegmente auf, die von einem Unternehmen adressiert werden können (s. OSTERWALDER ET AL. 2010, S. 21). So kann ein Unternehmen beispielsweise den Massenmarkt oder eine Nische ansprechen. Die Möglichkeiten der Unterscheidung sind an dieser Stelle zahlreich und können daher nicht als Ausprägungen für dieses Merkmal herangezogen werden.

In die Ausprägungen des Merkmals *Kundenfokus* sollen insbesondere die Entwicklungen der Digitalisierung einfließen. Aufgrund des Verschwimmens von Industrien und der zunehmenden Vernetzung der Akteure beziehen sich die Leistungsversprechen gegenüber dem Kunden nicht mehr bloß auf eine Branche. Unternehmen sind vernetzt und haben die Möglichkeit, auf diese Weise neue Kundengruppen zu erschließen (s. KOLLMANN u. SCHMIDT 2016, S. 58). Verharrt ein Unternehmen in einer Branche, spricht also ausschließlich Kunden innerhalb dieser

Branche an, so handelt es branchenfokussiert. Das Unternehmen Google zeigt anschaulich dar, dass Kunden auch branchenübergreifend angesprochen werden können. Es ist beispielsweise in den Branchen Kommunikation, Mobilität, Energie und Produktion tätig. Es verfügt über eine Vielzahl an Daten aus den verschiedenen Branchen und kann auf dieser Basis gezielte Services anbieten. Agiert ein Unternehmen branchenübergreifend, hat dies enormes Potenzial und bringt Veränderungen in Bezug auf Führung, Kultur, Zusammenarbeit und Geschäftsmodelle mit sich (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 23). Bild 31 (s. S. 61) zeigt zusammenfassend die Ausprägungen des Merkmals Kundenfokus:

Kundenfokus	branchenfokussiert	branchenübergreifend
-------------	--------------------	----------------------

Bild 31: Ausprägungen des Merkmals Kundenfokus

Kundeninteraktion

Die Kundeninteraktion und der Handel von Waren auf Marktplätzen befinden sich in stetigem Wandel. Heute werden beispielsweise Bücher und Waren aller Art online bei Amazon bestellt, während diese Möglichkeit vor Jahrzehnten noch gar nicht bestand (s. LINNHOFF-POPIEN ET AL. 2015, S. 22). Dabei sind Desktop-PC und Laptop die klassischen Zugangsgeräte. Daneben gibt es eine wachsende Anzahl an mobilen Endgeräten wie Smartphones und Tablets (s. LINNHOFF-POPIEN ET AL. 2015, S. 29). In Bezug auf den virtuellen Vertrieb von Produkten und Leistungen liegt eine hohe Bereitschaft auf Nutzerseite vor (s. SPIETZ 2015, S. 89). Erfolgt die Interaktion mit dem Kunden über einen Kanal, der keine weiteren Akteure mit einbezieht oder in Besitz des Anbieters ist, wie die eigene Website, so erfolgt die Kundeninteraktion über einen eigenen Kanal.

Die moderne Art der Kommunikation über digitale Kanäle umfasst jedoch auch häufig mehrere Akteure, die sich auf einer Plattform vernetzen. Eine Plattform ermöglicht die Kollaboration von Akteuren und den Austausch von Daten, Wissen, Gütern und Dienstleistungen (s. KAGERMANN u. RIEMENSBERGER 2014, S. 17). Es ist eine Ebene der Koordination mit einer für alle Endkunden gleichen und überall verfügbaren Schnittstelle (s. SAMULAT 2017, S. 115). Ein Unternehmen hat die Möglichkeit, eine solche Plattform selbst aufzubauen und anderen Akteuren die Kommunikation über die Plattform zu ermöglichen (s. GASSMANN 2016, S. 22). Schaltet sich ein Unternehmen jedoch auf die Plattform eines anderen Betreibers auf, um so seinen Kunden Dienstleistungen anzubieten, handelt es sich um einen Partnerkanal. In diesem Fall muss das Unternehmen den Plattformbetreiber häufig für die Bereitstellung der Plattform bezahlen (s. SAMULAT 2017, S. 115).

Für das Merkmal *Kundeninteraktion* ist jedoch noch eine weitere Dimension relevant: Durch die Vernetzung physischer Objekte in der virtuellen Welt können Dienstleistungen automatisiert angeboten werden. Aufgrund der technischen

Möglichkeiten muss sich der Dienstleistungsanbieter nicht mehr am selben Ort der Erbringung aufhalten, wodurch sich die Dienstleistungserbringung ändert.

Dadurch ermöglicht die Automatisierung eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle (s. LEIMEISTER 2012, S. 37) Automatisierung wird durch die Autoren WECK u. BRECHER definiert als „alle Maßnahmen zum völlig oder teilweise selbstständigen Ablauf von Prozessen, die nach einem vorher erstellten Programm ohne Eingreifen des Menschen selbstständig gesteuert werden“ (s. WECK u. BRECHER 2006, S. 2). Insbesondere kann die Kundeninteraktion automatisiert ablaufen. Durch das Internet der Dinge vollbringt die Automatisierung an dieser Stelle Aufgaben, die zuvor menschlicher Arbeit vorbehalten waren (s. MATYSSEK 2017, S. 171). Der Grad der Automatisierung fließt somit als Ausprägung in das Merkmal *Kundeninteraktion* ein. Dieser kann in die Ausprägungen *teilautomatisiert* und *vollautomatisiert* eingeteilt werden (s. DEINDL 2013, S. 79). Im Falle einer Teilautomatisierung der *Kundeninteraktion* sind manuelle Arbeitsschritte mit menschlicher Beteiligung erforderlich. Bei der Vollautomatisierung findet die Kundeninteraktion ohne menschliche Beteiligung statt. Kann ein Kunde beispielsweise eine Dienstleistung über eine App buchen, und jene wird direkt erbracht, ohne dass auf Anbieterseite ein menschliches Zutun erforderlich ist, so ist die Kundeninteraktion vollautomatisiert.

Die Ausprägungen für das Merkmal *Kundeninteraktion* sind daher *teilautomatisiert – eigener Kanal*, *teilautomatisiert – Partnerkanal*, *vollautomatisiert – eigener Kanal* und *vollautomatisiert – Partnerkanal*. In Bild 32 sind die Ausprägungen des Merkmals *Kundeninteraktion* zusammenfassend dargestellt.

Kunden- interaktion	teilautomatisiert		vollautomatisiert	
	eigener Kanal	Partnerkanal	eigener Kanal	Partnerkanal

Bild 32: Ausprägungen des Merkmals ‚Kundeninteraktion‘

Erlösmodell

Im Verlauf der Arbeit wurde bereits dargelegt, dass ein Wandel vom Verkauf von Produkten hin zu einem zunehmenden Dienstleistungsangebot besteht. Dies wurde insbesondere durch die These „Nutzen statt Besitzen“ gezeigt. Dies hat auch einen Einfluss auf das Erlösmodell. Anhand des Bildes 33 (s. S. 63) werden die Ausprägungen des Merkmals hergeleitet und erläutert. Wie Bild 33 zeigt, wurden in der Vergangenheit Dienstleistungen häufig einzeln, zusätzlich zum Produkt, angeboten. Meist wird die Dienstleistung in diesem Fall als kostenloses Add-on verstanden, um das Produkt besser absetzen zu können (s. PESCHL 2010, S. 140 f.; ANSORGE 2014, S. 100). Dieser Fall stellt die erste Ausprägung für das Merkmal *Erlösmodell* dar. Zu dieser Ausprägung zählen auch

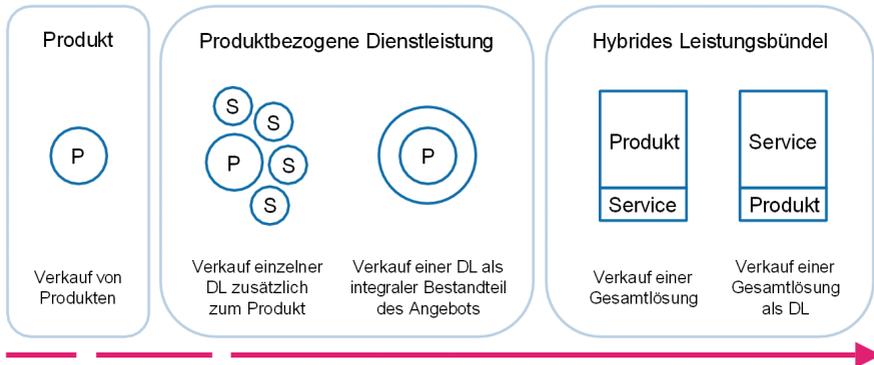


Bild 33: Data-driven Services: Produkte werden zur (Dienst-)Leistung
(eigene Darstellung i. A. a. SAMULAT 2017, S. 72)

die sogenannten „Freemium“-Erlösmodelle. Bei dieser Art des Erlösmodells werden Basisleistungen kostenfrei bereitgestellt mit dem Ziel, Nutzer später in kostenpflichtige Erlösmodelle einzubinden (s. HOLM u. GÜNZEL-JENSEN 2017, S. 16; ELING ET AL. 2016, S. 1487). Bietet ein Unternehmen eine Dienstleistung kostenpflichtig an, so können zwei Arten unterschieden werden (s. ANSORGE 2014, S. 100). Zum einen kann das Unternehmen die Dienstleistung einzeln abrechnen. In diesem Fall wird die Leistung analog zum klassischen Verkauf von Sachgütern einmalig verkauft. Klassische Anwendungsfälle sind diesbezüglich produktbezogene Dienstleistungen, bei denen einzelne Dienstleistungen zusätzlich zum Produkt oder die Dienstleistung als integraler Bestandteil des Produkts vertrieben werden.

Zum anderen kann eine leistungsbezogene Abrechnung erfolgen. In diesem Fall zahlt der Kunde nicht mehr für die einzelne Leistung, sondern für den Mehrwert, den die Leistung mit sich bringt (s. ANSORGE 2014, S. 101). Dabei lassen sich drei wesentliche Nutzenangebote unterscheiden: Nutzungsverhalten, Leistungsniveau und Leistungsergebnis (s. ANSORGE 2014, S. 101; BURIANEK ET AL. 2007, S. 12). Bei der Verrechnung der Leistung nach Nutzungsverhalten, auch „Pay per Use“ genannt, bemisst sich die Vergütung an dem Nutzungsverhalten. Dies kann am Beispiel von Carsharing beschrieben werden. Bei Carsharing-Diensten erfolgt die Abrechnung üblicherweise pro Minute oder pro gefahrenen Kilometer. Der Umfang der Nutzung bestimmt somit den zu zahlenden Preis für den Kunden. Dies ist ein Beispiel für den Verkauf einer Gesamtlösung als Dienstleistung, da eine Lösung zur Mobilität angeboten wird. Wird durch den Anbieter einer Dienstleistung ein bestimmtes Leistungsniveau angeboten, handelt es sich um eine leistungsbezogene Abrechnung nach Leistungsniveau (s. ANSORGE 2014, S. 101). Erfüllt das Unternehmen das garantierte Leistungsniveau nicht, so muss es Pönalen zahlen (s. WILDEMAN 1998, S. 26ff.). Auf Basis von vernetzten

Sensoren ist es für den Dienstleistungsanbieter sogar möglich, Verantwortung für das Ergebnis zu übernehmen und Leistungen erfolgsbasiert abzurechnen (s. MATYSSEK 2017, S. 167). In diesem Fall handelt es sich um die Ausprägung Leistungsergebnis. Ein Beispiel dafür ist das Unternehmen Rolls-Royce, welches „Power by the Hour“ anbietet.² Das Unternehmen verkauft einer Fluggesellschaft durch dieses Geschäftsmodell keine Triebwerke, sondern die Leistung der Triebwerke. Die Fluggesellschaft bezahlt Rolls-Royce folglich pro Stunde, in der das Triebwerk läuft. Rolls-Royce übernimmt die Garantie, dass das Triebwerk auch funktioniert.

In Bild 34 sind die Ausprägungen des Merkmals *Erlösmodell* zusammenfassend dargestellt:

Erlösmodell	Service als kostenloses Add-on	einzelne Abrechnung	Leistungsbezogene Abrechnung		
			Nutzungs- verhalten	Leistungs- niveau	Leistungs- ergebnis

Bild 34: Ausprägungen des Merkmals ‚Erlösmodell‘

Datenquelle

Das Merkmal *Datenquelle* beschreibt die Herkunft der Daten, welche die Basis von Smart Services bilden. Bestehende Klassifikationen aus den Bereichen Data-Warehousing (s. RANJIT u. KAWALJEET 2010), Data-Mining (s. HAN u. KAMBER 2012) und Big Data (s. SCHROECK ET AL. 2012) lassen sich konsolidiert in der Einteilung nach HARTMANN ET AL. wiederfinden (s. HARTMANN ET AL. 2014, S. 7 f.). Durch die Autoren wird eine Unterscheidung in interne und externe Datenquellen vorgenommen. An dieser Vorgehensweise wird sich im Folgenden orientiert.

Bei internen Daten handelt es sich um Daten, die im Unternehmen bereits existieren. Sie werden eigens für den Zweck der Weiterverarbeitung durch Produkte und Dienstleistungen genutzt und können auch durch Crowd-Sourcing generiert sein (s. HARTMANN ET AL. 2014, S. 8). Somit umfasst die Datenquelle interner Daten eigene Datenbanken, Produkte und Dienstleistungen. Beispiele für interne Daten im industriellen Kontext sind Daten aus ERP- und CRM-Systemen (s. HARTMANN ET AL. 2014, S. 8) sowie Sensor- und Nutzungsdaten industrieller Maschinen (s. HERTERICH ET AL. 2016, S. 11 ff.). Als externe Daten gelten erworbene Daten, vom Kunden bereitgestellte Daten sowie frei zur Verfügung stehende Daten (s. HARTMANN ET AL. 2014, S. 11). Mögliche Quellen sind demzufolge spezialisierte Datenanbieter, Soziale Netzwerke, Partnerunternehmen oder Anbieter frei zugänglicher Wetterdaten. Ein Charakteristikum datenbasierter Dienstleistungen ist die Kombination unterschiedlicher Datenquellen (s. BITKOM, S. 16).

¹ <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/discover/2017/discover-power-by-the-hour.aspx>

Daher stellt die Verwendung von internen und externen Daten die dritte Ausprägung des Merkmals *Datenquelle* dar. Ein Smart Service, der diese Ausprägung annimmt, basiert beispielsweise auf internen Maschinendaten sowie auf Maschinendaten von Fremdunternehmen, die sich entlang der Wertschöpfungskette befinden. In Bild 35 sind die Ausprägungen des Merkmals *Datenquelle* zusammenfassend dargestellt.

Datenquelle	eigene Daten	externe Daten	eigene und externe Daten
-------------	--------------	---------------	--------------------------

Bild 35: Ausprägungen des Merkmals ‚Datenquelle‘

Einbeziehung von Nutzungsdaten

Aufgrund der Anbindung der Produkte an das Internet entsteht für Unternehmen ein direkter Kanal zum Kunden. Der Informationsfluss endet nicht mehr, nachdem ein Produkt verkauft wird, da es fähig ist, Daten über die Nutzung zu generieren (s. HOLLER ET AL. 2016, S. 480). Dies ermöglicht ein tieferes Verständnis der Hersteller in Bezug auf die Nutzung ihrer Produkte, darauf, welche Leistung in welchem Umfeld erbracht wird und welche Probleme bei der Erbringung auftreten (s. MATYSSEK 2017, S. 172). Für Unternehmen bietet die Digitalisierung an dieser Stelle die Chance, neue Arten der Kundenbeziehung aufzubauen. Sie haben die Möglichkeit, die Nutzungsdaten in die Entwicklung der Dienstleistung einzubeziehen und letzten Endes ihr Leistungsversprechen gegenüber dem Kunden zu verbessern (s. PORTER u. HEPPELMANN 2014, S. 15). Verfügt ein Unternehmen über keine Nutzungsdaten oder bezieht diese nicht in die Leistungsentwicklung ein, so nimmt das Merkmal die Ausprägung ‚keine Einbeziehung‘ an. Gegenteilig dazu nimmt es Einbeziehung in die Entwicklung an, falls ein Unternehmen Nutzungsdaten zur Optimierung des Leistungsversprechens verwendet. Der Dienstleistungsnehmer fungiert dabei gewissermaßen als Co-Produzent der Leistung (s. GASSMANN 2016, S. 30; WUENDERLICH ET AL. 2015, S. 444). Für den Kunden kann der Mehrwert dabei sehr hoch sein, da sein Nutzen fokussiert wird. Ein Unternehmen positioniert sich auf diese Weise näher am Kunden und seinen Bedürfnissen.

In Bild 36 sind die Ausprägungen des Merkmals *Einbeziehung der Nutzungsdaten* zusammenfassend dargestellt:

Einbeziehung von Nutzungsdaten	keine Einbeziehung	Einbeziehung in Entwicklung
--------------------------------	--------------------	-----------------------------

Bild 36: Ausprägungen des Merkmals ‚Einbeziehung von Nutzungsdaten‘

Schlüsselaktivitäten

Jedes Geschäftsmodell enthält Schlüsselaktivitäten, welche die wichtigsten Aktivitäten eines Unternehmens darstellen, um erfolgreich wirtschaften zu können (s. OSTERWALDER ET AL. 2010, S. 36). Analog dazu, dass Daten eine Schlüsselressource für industrielle Smart Services sind, bilden Aktivitäten zur Gewinnung und Verarbeitung dieser Daten die Schlüsselaktivitäten (s. HARTMANN ET AL. 2016, S. 1387). Gemäß den Autoren HARTMANN ET AL. und dem BUNDESVERBAND INFORMATIONSWIRTSCHAFT, TELEKOMMUNIKATION UND NEUE MEDIEN E. V. (BITKOM) kann bei datenbasierten Geschäftsmodellen zwischen den Schlüsselaktivitäten Datengenerierung, Datenakquisition, -verarbeitung, -aggregation, -analyse, -visualisierung und -verteilung unterschieden werden (s. HARTMANN ET AL. 2016, S. 1389; BITKOM 2015, S. 16 ff.).

Die Aktivitäten werden nachfolgend kurz dargestellt:

- Datengenerierung: Eigens generierte Daten – entweder manuell oder erhoben durch Sensoren, durch den Einsatz von Tracking-Tools oder durch Crowd-Sourcing;
- Datenakquisition: Erwerb externer Daten;
- Datenverarbeitung: Rohdaten bereinigen, parametrisieren, standardisieren und integrieren, damit sie verwertbar sind;
- Datenaggregation: Sammeln von Daten entlang der Wertschöpfungskette;
- Datenanalyse: Analyse von Daten mittels eines breiten Spektrums von Methoden und Tools;
- Datenvisualisierung: Darstellen von Daten zur besseren Verständlichkeit – setzt Analyse und Interpretation voraus;
- Datenverteilung: Das Ergebnis wird distribuiert und dem Kunden so zur Verfügung gestellt.

Die dargestellten Aktivitäten nach HARTMANN ET AL. und BITKOM dienen als Grundlage für die Erarbeitung der Ausprägungen des Merkmals *Schlüsselaktivitäten*. Sie werden jedoch nicht übernommen, sondern konsolidiert, restrukturiert und mit weiteren Erkenntnissen verknüpft.

Wie Bild 37 (s. S. 67) zeigt, wird das gesamte Thema der Datensammlung zu der Ausprägung ‚Aggregation von Daten‘ zusammengefasst. Die Ausprägung beinhaltet dabei sowohl das eigene Erfassen von Daten durch Sensoren (Datengenerierung) als auch den Zukauf externer Daten (Datenakquisition). Die Aggregation von Daten bildet einen wesentlichen Teil der Big-Data-Wertschöpfungskette (s. BITKOM 2015a, S. 20; DECKER 2017, S. 9).

Die zweite Ausprägung ist die Analyse von Daten. Wie in dieser Arbeit bereits mehrfach dargestellt, wird durch die Analyse von Daten ein echter Mehrwert geschaffen. Ein erster Schritt ist dabei stets die Bereinigung der

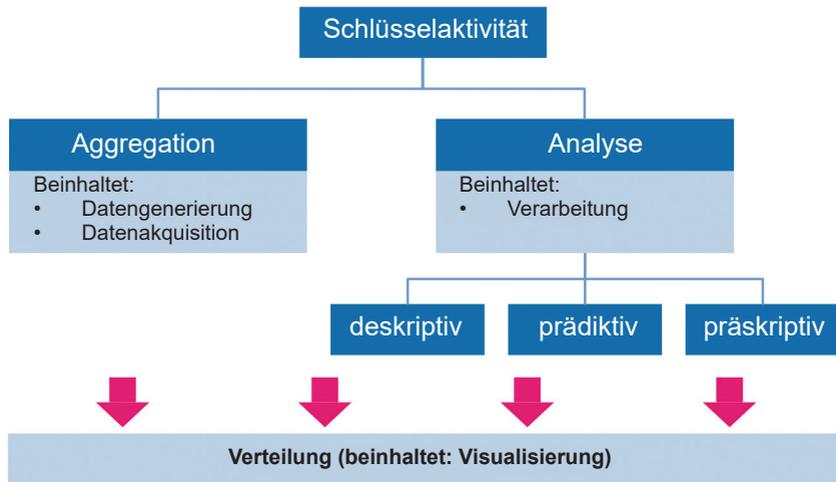


Bild 37: Zusammenhänge der Schlüsselaktivitäten

Rohdaten, um sie verwertbar zu machen (Verarbeitung) (s. BITKOM 2015a, S. 20). Da die Analyse von Daten eine wesentliche Aktivität darstellt (s. BROWNLOW ET AL. 2015, S. 7), wird diese weiter differenziert. Die Datenanalyse kann eingeteilt werden in die Unterausprägungen deskriptiv, prädiktiv und präskriptiv (s. HARTMANN ET AL. 2016, S. 1387ff.; DELEN u. DEMIRKAN 2013, S. 361). Die Ausprägungen werden auf Basis der Arbeit von DELEN u. DEMIRKAN erläutert (s. DELEN u. DEMIRKAN 2013, S. 361).

Die deskriptive Analyse von Daten widmet sich dem Beschreiben. Es wird dargestellt, was in der Vergangenheit geschehen ist oder was aktuell geschieht. Dazu werden Berichte erstellt oder sogenannte Dashboards eingerichtet, auf denen der Nutzer eine Visualisierung der Daten erhält. Die prädiktive Datenanalyse befasst sich mit der Zukunft und beinhaltet Vorhersagen. Das Resultat der Analyse ist also eine prognostische Aussage (s. SAMULAT 2017, S. 119).

Die von den Autoren HARTMANN ET AL. und BITKOM beschriebene Aktivität ‚Verteilung‘ wird nicht als Ausprägung übernommen, da diese das Resultat einer jeden Aktivität ist. Falls beispielsweise die Aggregation von Daten die Schlüsselaktivität eines Unternehmens ist, ist die Datenverteilung an den Kunden wesentlich. Analog ist in Folge einer deskriptiven Analyse von Daten die Visualisierung der Erkenntnisse gegenüber dem Kunden maßgeblich. An diesem Beispiel ist ersichtlich, dass die Visualisierung auch bloß ein Bestandteil, also eine mögliche Ausprägung der Verteilung ist.

In Bild 38 sind die Ausprägungen des Merkmals *Schlüsselaktivität* zusammenfassend dargestellt:

Schlüsselaktivität	Daten aggregieren	Daten analysieren		
		deskriptiv	prädiktiv	präskriptiv

Bild 38: Ausprägungen des Merkmals ‚Schlüsselaktivität‘

Grad der Kooperation

Das Angebot von Smart Services erfordert zahlreiche technologische Kompetenzen, die mitunter über die Qualifikation von Unternehmen hinausgehen (s. HECKER ET AL. 2016, S. 26). Aus diesem Grund werden zunehmend Kooperationen eingegangen und Unternehmen vernetzen sich (s. KAGERMANN U. RIEMENSPERGER 2014, S. 16; PORTER U. HEPELMANN 2015, S. 12). OSTERWALDER ET AL. unterscheiden grundsätzlich zwischen vier Arten von Partnerschaften: Strategische Allianzen zwischen nicht-Wettbewerbern, Kooperationswettbewerb (strategische Partnerschaft zwischen Wettbewerbern), Joint-Venture und Käufer-Verkäufer-Beziehung (s. OSTERWALDER ET AL. 2010, S. 38). Diese Aufteilung bildet die Basis zur Herleitung der Ausprägungen des Merkmals ‚Grad der Kooperation‘. Die Käufer-Verkäufer-Beziehung ist eine bilaterale Beziehung. Obwohl diese Art der Beziehung sich über die vergangenen Jahrzehnte gewandelt hat und dichter geworden ist (s. MAK U. ENRIGHT 2003, S. 1 ff.), ist der Grad der Kooperation gering. Dies ist die erste Ausprägung für das Merkmal.

Die zweite Ausprägung ist die strategische Allianz mit Nicht-Wettbewerbern. Eine solche Kooperation besteht meist, um das fehlende Knowhow bezüglich digitaler Technologien auszugleichen (s. PORTER U. HEPELMANN 2014, S. 12). Wichtige Kooperationspartner sind dabei insbesondere Sensorhersteller, Softwareentwickler, IKT-Unternehmen und Datenanalysten (s. DIJKMAN ET AL. 2015, S. 677; PORTER U. HEPELMANN 2014, S. 12). Zu dieser Ausprägung gehören auch Partnerschaften, bei denen sich ein Akteur des Netzwerks eines anderen bedient (s. TÄUSCHER ET AL. 2017, 195f.). Dies geschieht, wenn er beispielsweise die Vertriebsplattform, etwa einen App-Store, des anderen Unternehmens benutzt. Diese Art von Beziehung wird als „Piggybacking“ bezeichnet.

Ein höherer Grad der Kooperation liegt bei dem Kooperationswettbewerb (engl. *coopetition*) vor. Die Folge der neuen wirtschaftlichen Dynamik durch die Digitalisierung bewirkt, dass Unternehmen verstärkt auch Partnerschaften mit strategischen Wettbewerbern eingehen, um sich optimal am Markt positionieren zu können (s. KREUTZER 2017, S. 36).

Die letzte Ausprägung mit dem höchsten Grad der Kooperation ist das Joint-Venture. Als Joint-Venture wird die Unternehmenskooperation verstanden, bei der zwei oder mehr Unternehmen eine gemeinsame rechtliche Entität schaffen und darin einen Teil ihrer jeweiligen Ressourcen einbringen (s. KOGUT 1988, S. 319). Es liegt der höchste Grad der Kooperation vor, da durch die Einbringung von Ressourcen in ein Unternehmen das finanzielle Risiko gemeinsam getragen wird. In Bild 39 sind die Ausprägungen des Merkmals *Grad der Kooperation* zusammenfassend dargestellt. Anhand dieser Merkmale lassen sich Smart Services identifizieren und in gleicher Weise auch neu entwickeln. Dabei wird zudem auf folgende Ordnung verwiesen.

Grad der Kooperation	gering	strategische Allianz mit Nicht-Wettbewerbern	Kooperationswettbewerb	Joint-Venture
----------------------	--------	--	------------------------	---------------

Bild 39: Ausprägungen des Merkmals „Grad der Kooperation“

4.2.2 Typologiebildung für Geschäftsmodelle industrieller Smart Services

Auf Basis der zuvor beschriebenen Merkmale wurde der nachstehend in Bild 40 (s. S. 70) dargestellte morphologische Kasten entwickelt. In der Merkmalsausprägung können konstituierende und detaillierende Merkmale unterschieden werden. Konstituierend bedeutet, dass ein Merkmal grundlegend ist und es etwas begründet. Es handelt sich also um solche Merkmale, die Geschäftsmodelle industrieller Smart Services begründen (s. WELTER 2006, S. 115). Die konstituierenden Merkmale sind das Leistungsangebot, der Fokus der Leistungserbringung und die Schlüsselaktivität. Diese Merkmale begründen Geschäftsmodelle industrieller Smart Services. Detaillierende Merkmale hingegen dienen der weiteren Ausgestaltung. In Bild 40 (s. S. 70) ist die Typologie des Ordnungsrahmens von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services zusammenfassend dargestellt. Das entwickelte Modell ermöglicht die Beschreibung von Smart-Service-Geschäftsmodellen.

Dazu werden unterschiedliche Geschäftsmodelle für die Usecases des Projekts erarbeitet und systematisch bewertet. Für die vier entwickelten Usecases *Tele-Expert*, *Connected Update*, *nPotato* und *Fleet-Set-Connect* wurden anhand des Lean-Business-Model-Canvas gemeinsam mit den Projektpartnern umfassende Geschäftsmodelle ausgearbeitet. Dazu wurden die Geschäftsmodelle detailliert beschrieben und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bewertet. Die entwickelten Geschäftsmodelle tragen zur Tragfähigkeit der gesamten Service-Plattform mit ihren angeschlossenen Diensten bei und sichern eine nachhaltige Verwendung derselben.

4.2.3 Typisierung von Geschäftsmodellen

Auf Basis eines entwickelten morphologischen Kastens wurden sechs konsistente Typen von Geschäftsmodellen ermittelt, die im Folgenden kurz erläutert werden. In Bild 40 sind diese Typen übersichtlich dargestellt.

Leistungsangebot	Bereitstellung von Daten	Bereitstellung von Information / Wissen	Erbringung einer physischen Dienstleistung		
			DL selbst erbracht		DL durch Dritte erbracht
Fokus der Leistungserbringung	objektorientiert	wertschöpfungskettenorientiert	wirtschaftsökosystemorientiert		
Schlüsselaktivität	Daten aggregieren	Daten analysieren			
		deskriptiv	prädiktiv	präskriptiv	
Kundenfokus	branchenfokussiert		branchenübergreifend		
Kundeninteraktion	teilautomatisiert		vollautomatisiert		
	eigener Kanal	Partnerkanal	eigener Kanal	Partnerkanal	
Erlösmodell	Service als kostenloses Add-On	einzelne Abrechnung	leistungsbezogene Abrechnung		
			Nutzungsverhalten	Leistungsniveau	Leistungsergebnis
Datenquelle	eigene Daten	externe Daten	eigene und externe Daten		
Einbeziehung von Nutzungsdaten	keine Einbeziehung		Einbeziehung in Entwicklung		
Grad der Kooperation	gering	strategische Allianz mit Nicht-Wettbewerber	Kooperationswettbewerb	Joint-Venture	

Bild 40: Typologie des Ordnungsrahmens von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services

Der *Datenproduzent* erfasst mittels Sensorik in den eigenen Maschinen Rohdaten. Seine Kernkompetenzen sind das Sammeln von Daten und der Verkauf an externe Kunden. Er besitzt keine eigenen Fähigkeiten in der Datenanalyse und erhält dadurch nur geringe Erlöse aus dem Verkauf der Daten.

Im Gegensatz dazu aggregiert der *Datenbroker* auch Daten von fremden Maschinen und entlang der Wertschöpfungskette oder des gesamten Datenökosystems. Aufgrund fehlender Kompetenzen analysiert er die Daten ebenfalls nicht, sondern stellt diese auch anderen Akteuren zur Verfügung, die diese zukaufen.

Der *Entscheidungsunterstützer* sammelt und aggregiert nicht nur die Daten, sondern analysiert sie auch, um damit dem Kunden Informationen oder Wissen bereitzustellen. Die Daten können je nach Dienstleistung deskriptiv, prädiktiv oder präskriptiv analysiert werden. Damit möchte er seine eigenen Maschinen und Anlagen durch datenbasierte Dienstleistungen veredeln, um den Kunden die Nutzung der Maschine zu erleichtern (s. Bild 41).



Bild 41: Typen von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services

Der *Mehrwert-erzeuger* analysiert die Daten mit dem gleichen Leistungsangebot und denselben Schlüsselaktivitäten. Der Unterschied liegt darin, dass er nicht nur die eigenen Maschinen, sondern Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette adressiert. Dadurch entsteht ein deutlich höherer Mehrwert für den Kunden, da Prozesse hersteller- und unternehmensübergreifend betrachtet und analysiert werden.

Der *Lösungsanbieter* bietet dem Kunden Gesamtlösungen, bestehend aus physischem Produkt und digitaler Dienstleistung, an. Dazu analysiert er eigene und fremde Daten, um Wissen aufzubauen, das zur Erbringung einer physischen Dienstleistung, wie beispielsweise einer Maschinenoptimierung, genutzt werden kann. Letztendlich kann der Lösungsanbieter so ganze Prozesse des Kunden übernehmen und dem Kunden das Ergebnis des Prozesses versprechen.

Den letzten Typ stellt der *Orchestrator* dar. Dieser bietet den Kunden eine Gesamtlösung, bestehend aus physischem Produkt und digitaler Dienstleistung, an. Jedoch erbringt der Anbieter nur noch einzelne Leistungen selbst. Der Großteil der Leistungen wird

durch Dritte erbracht. Dadurch erhält er eine zunehmend koordinierende Rolle im Unternehmensökosystem, um Kunden immer die bestmögliche Leistung, egal ob eigene oder fremde, anzubieten.

4.2.4 Grundstruktur der Geschäftslogiken

Ziel dieses Abschnitts ist es, die beteiligten Akteure und deren Zusammenspiel innerhalb von Smart-Service-Geschäftsmodellen zu erläutern. Das nachfolgende Bild 42 zeigt, in welchen Formen die beteiligten Akteure miteinander interagieren können.

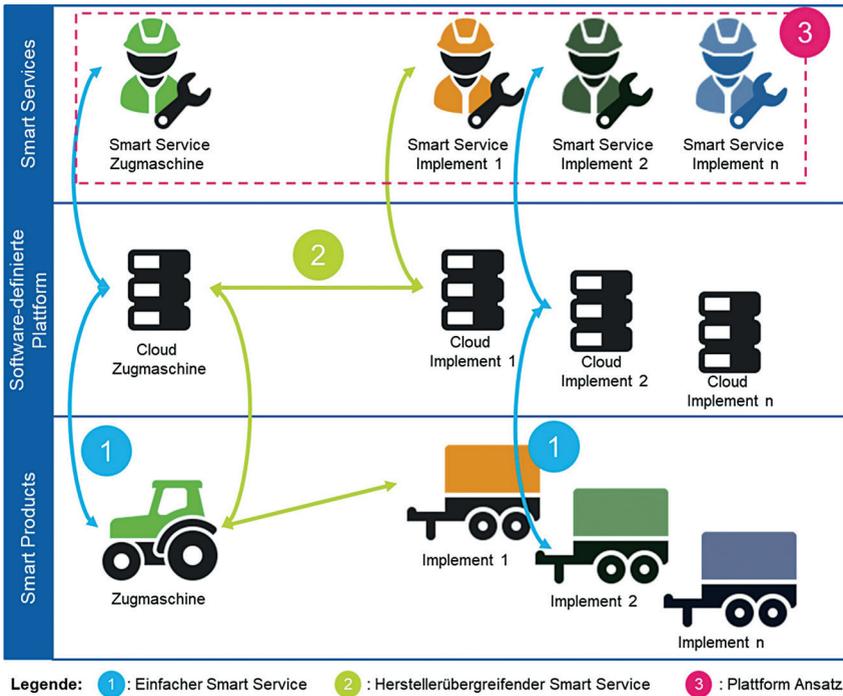


Bild 42: Geschäftslogiken Smart Services in der Landwirtschaft

Grundsätzlich können drei verschiedene Stufen unterschieden werden: einfache Smart Services, herstellerübergreifende Smart Services und Smart Services, die auf einem Plattform-Ansatz beruhen. Im Einzelnen beinhalten die verschiedenen Entwicklungsstufen die nachfolgenden Eigenschaften.

Einfache Smart Services

Diese Kategorie bildet die Grundlage für die Anwendung von Smart Services und hat den geringsten Integrationsrahmen. Die Entwicklung und das Angebot der Services finden in einem geschlossenen Rahmen statt und es werden keine Schnittstellen für Dritte zur Verfügung gestellt. Dabei bietet der Hersteller über seine Cloud-Infrastruktur Services für seine eigenen Maschinen an. Diese unterstützen den Anwender und liefern dem Hersteller gezielt Daten, die zur Verbesserung der Services und der Landmaschinen selbst genutzt werden können. Dabei werden lediglich im Vorfeld der Erbringung der Services externe Daten zur Unterstützung der Services eingebunden.

Herstellerübergreifende Smart Services

Herstellerübergreifende Smart Services bilden die nächste Ausbaustufe, in der sich die Geschäftsmodelle bewegen können. Dabei baut diese Kategorie zunächst auf der ersten auf, beinhaltet allerdings einige Erweiterungen. Der grundlegende Unterschied besteht darin, dass Services nicht nur über die eigene Cloud-Infrastruktur angeboten werden, sondern gleichzeitig über Dritte dem Kunden zur Verfügung gestellt werden können. Voraussetzung dafür ist ein reibungsloser Informationsfluss zwischen den Landmaschinen verschiedener Hersteller. Ist diese Voraussetzung erfüllt, kann z. B. die Zugmaschine als Kommunikationsmodul für die angehängten Maschinen (*Implements*) dienen. Dadurch wird es möglich, dass ein Hersteller remote auf *Implements* zugreifen kann, ohne dass der Hersteller des *Implements* ein eigenständiges Kommunikationsmodul integriert hat. Auch in diesem Fall besteht die Möglichkeit, dass externe Daten zur Unterstützung der eigenen Services miteingeschlossen werden.

Plattform-Ansatz

Mit dem Plattform-Ansatz wird die höchste Integrationsstufe der Smart Services erreicht. Innerhalb dieses Modells sind Smart-Service-Anbieter in der Lage, über eigene Cloud-Infrastrukturen oder die von Dritten angebotenen Services für eigene oder auch Maschinen von anderen Herstellern anzubieten. Das bedeutet, dass eine Plattform existiert, die von mehreren Akteuren parallel genutzt wird und als übergeordnete Verteilerposition dient. Daten verschiedener Hersteller müssen in diesem Szenario bis zu einem gewissen Grad fremden Akteuren zugänglich gemacht werden, sodass ein offener Austausch stattfinden kann.

5

TECHNISCHE UMSETZUNG DER USECASES UND BESCHREIBUNG DER GESCHÄFTSMODELLVARIANTEN

Das Ergebnis der Entwicklung auf der technischen und der Geschäftsmodellebene stellen die vier Usecases, *Tele-Expert*, *Connected Update*, *nPotato* und *Fleet-Set-Connect* dar. Jeder einzelne Case deckt dabei unterschiedliche Bereiche innerhalb der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette ab (s. Bild 43). Diese reichen dabei vom Prozessschritt der Bodenbearbeitung bis hin zur Ernte und Transport bzw. Lagerung des Ernteguts.

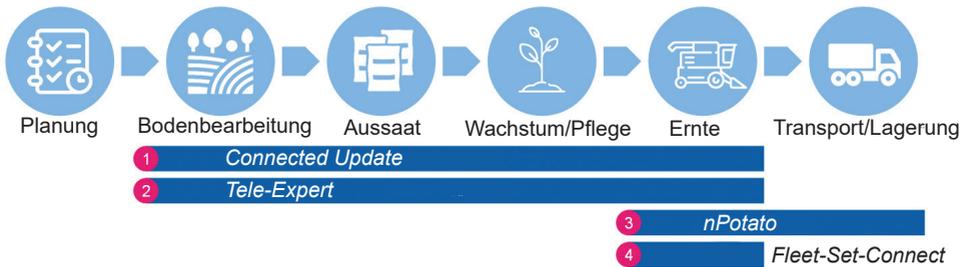


Bild 43: Einordnung der vier Usecases in die landwirtschaftliche Wertschöpfungskette

Jeder der Usecases wird dabei in verschiedenen Ausführungen mit unterschiedlicher Tiefe und Komplexität entwickelt. Sie unterscheiden sich dabei im Umfang des angebotenen Services sowie in der Interoperabilität zwischen mehreren Herstellern. Jeder der Usecases wird im Folgenden in seiner technischen Spezifität im Detail erläutert und seine Ausarbeitung im Sinne des Geschäftsmodells dargelegt. Schließlich folgt eine abschließende Validierung sowohl mit praktischem Bezug als auch auf Kriterien der aktuellen Geschäftsmodellentwicklung industrieller Smart Services.

5.1 Business-Usecase *Tele-Expert*

Volker Brandt, Jana Frank, Mandy Galkow-Schneider, Andreas Hermes, Sabine Janzen, Andreas Kipp, Sergius Klassen, Arndt Kritznier, Wolfgang Maaß, Reinhold Mähler, Sven Marquardt, Frank Mildner, Benedikt Moser, Marcus Pier, Henning Pohlhausen, Max Reinecke, Christian Schaeperkoetter, Hannah Stein

Die einzelnen Usecases werden zunächst in ihrer technischen Ausgestaltung ausführlich dargestellt und schließlich in einem zweiten Teil mit dem unterstützenden Hintergrund eines Geschäftsmodells versehen.

Dabei handelt es sich beim *Tele-Expert* um den folgenden Anwendungsfall: Wird auf einer Landmaschine eine Fehlermeldung ausgelöst, die nicht bekannt ist und oder

das weiterführende Bedienen der Maschine nicht erlaubt, wird meist telefonisch Kontakt mit dem Serviceteam des entsprechenden Herstellers der Maschine aufgenommen. Im Service-Einsatz wird währenddessen die Fehlerdiagnose vor Ort durch einen geschulten Servicetechniker durchgeführt. Anschließend beschafft der Servicetechniker die Ersatzteile und installiert diese nach einer erneuten Anfahrt.

Mit einer herstellerübergreifenden Plattform werden die Servicetechniker in der Lage versetzt, Fehler der Maschinen aus der Ferne zu diagnostizieren. Je nach Ursache kann das Problem direkt über einen Remote-Zugriff auf die Maschine gelöst werden oder aber zumindest genauer analysiert werden, um eine kostenintensive Anfahrt, die einzig der Problemfindung dient, einzusparen.

5.1.1 Technische Entwicklung

Ausgehend von den Anforderungen wurde folgender prinzipieller Ablauf des Services *Tele-Expert* als Basis für die technischen Entwicklungen von Felddomäne und Cloud abgestimmt (s. Bild 44).

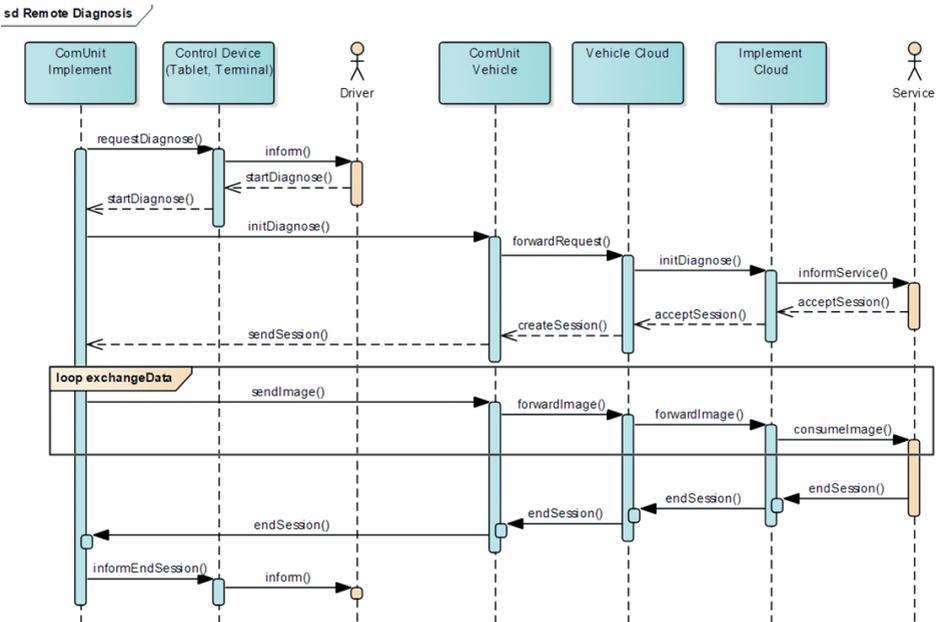


Bild 44: Prozess, *Tele-Expert*

(1) Ein Fehler läuft am Implement auf, damit erfolgt eine (2) Information an den Fahrer via Control-Terminal (3). Der Fahrer startet eine Diagnoseanfrage an den Service via Phone oder SMS (4). Der Service schickt eine Anfrage an das Smart Terminal der Zugmaschine mit der Aufforderung an den Fahrer zum Bestätigen der Übertragung des Screens des Control-Terminals (5). Der Screen des Implement-Control-Terminals wird an den Service übermittelt (6). Die Kommunikation zwischen Service und Fahrer steht. Die Fehlerbehebung wird durchgeführt (7). Der Service beendet die Sitzung oder die Verbindung vom Service zum Grimme-Terminal auf dem Traktor verfällt, wenn seitens des Service keine Anfrage mehr gestellt wird (ca. nach 1 Min).

Der Service *Tele-Expert* wurde in der Felddomäne und Cloud hardware- und softwareseitig funktional und technisch auf den Plattforminstanzen Integration-Cloud und Partner-Cloud umgesetzt. Das folgende Bild 45 (s. S. 78) zeigt die vereinfachte Architektur des Pilotaufbaus und der beteiligten Komponenten.

Im Pilot konnte dieser Service erfolgreich getestet werden. Das folgende Bild 46 (s. S. 79) zeigt die Webseite des Servicemitarbeiters, auf der der Screenshot des Implement-Terminals und die Position der Landmaschine zu sehen ist.

Tele-Expert, *Connected Update* und *nPotato* können nutzerfreundlich und kostengünstig implementiert werden, da sie auf einer gemeinsamen Smart-Farming-Architektur/-Komponenten aufsetzen und darüber hinaus auch die Entwicklung künftiger Servicepakete ermöglichen.

5.1.2 Geschäftsmodellentwicklung

Der Usecase *Tele-Expert* bietet auf drei Ausbaustufen verschiedene Möglichkeiten, Geschäftsmodelle zu entwickeln. Diese werden im Folgenden erläutert und deren Ergebnisse in Form des Lean-Business-Model-Canvas festgehalten.

Der Usecase *Tele-Expert* in seiner einfachsten Ausbaustufe, Typ *Datenproduzent*, beinhaltet die Sammlung der Daten der Landmaschine aus der Ferne. Dabei greift der herstellereigene Serviceanbieter über die eigene Cloud auf die Fahrzeugdaten der betroffenen Maschine zu. Jene können in Echtzeit gelesen und gespeichert werden. Da dieses Modell bereits aktuell Teil des Geschäftsmodells der Konsortialpartner ist, wird im Weiteren nicht im Detail darauf eingegangen, sondern es soll hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

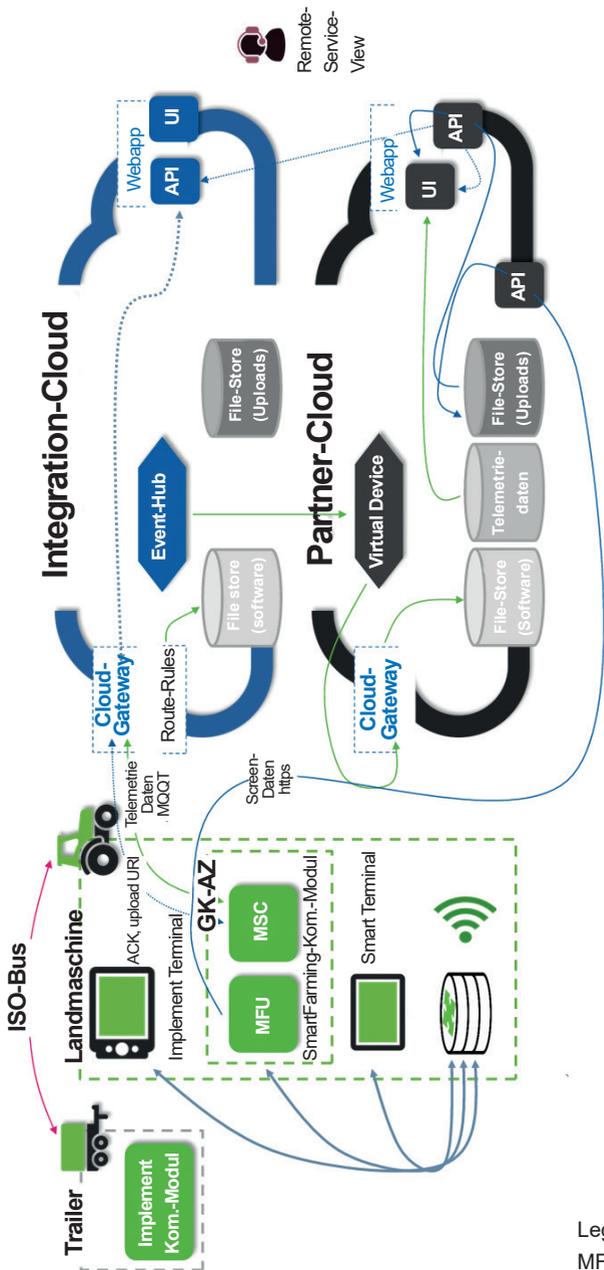


Bild 45: Pilotaufbau herstellerübergreifender ‚Tele-Expert‘

Legende:

MFU: Machine-Firmware-Updater

MSC: Machine-Service-Connector

GK-AZ: Gatekeeper für Azure Services

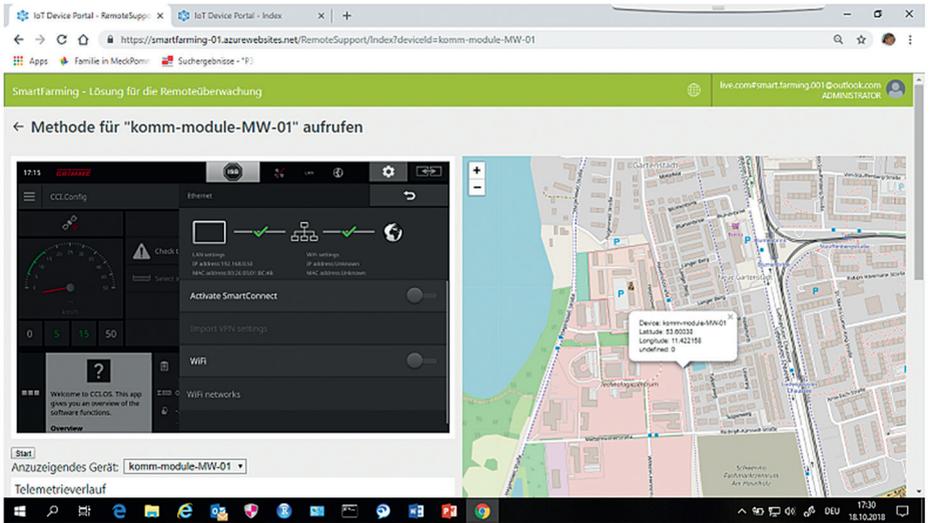


Bild 46: Screenshot-Anzeige des Implement-Terminals für Servicemitarbeiter

Einfacher Smart Service

I. Entscheidungsunterstützer

Der Hersteller tritt als Entscheidungsunterstützer auf, in dem er z. B. in einem ersten Schritt (kurzfristig umsetzbar) dem Servicepartner oder Landwirt selbst Handlungsempfehlungen aufgrund der gesammelten Daten seiner Maschine zur Verfügung stellt. Durch den Hersteller findet eine Analyse der Daten statt, sodass Fehlerursachen erkannt werden. Dem Servicepartner oder Landwirt gegenüber werden Handlungsempfehlungen ausgesprochen, die der Behebung des Fehlers dienen.

1. Problem- and Customer-Segments

Durch die Umsetzung dieses Usecase wird das Problem adressiert, dass im Defektfall der Landmaschine die Beschaffung der notwendigen Daten zur Behebung viel Zeit in Anspruch nimmt bzw. einen unbedingten Einsatz an der Landmaschine vor Ort notwendig macht. Dieses Problem ist z. T. technischer Natur, liegt zum anderen aber auch an fehlenden Zugangsrechten der Servicepartner zu den notwendigen Datenquellen. Entsprechende Remote-Freigaben sind durch den Hersteller bzw. den Kunden bisher oft nicht vorgesehen bzw. nicht flexibel genug umgesetzt. Dahingehend betrifft dieser Usecase im Speziellen das Netzwerk aus Herstellern, Servicepartnern (oft die Rolle eines Händlers) und der Landwirte selbst.

2. *Value-Proposition*

Als Ergebnis dieser neuen Anwendungsmöglichkeit ist der schnelle und direkte Zugang zum betreuenden Fuhrpark durch den Remote-Zugang zu Live-Daten von großer Bedeutung. Die Datenweitergabe soll optimal ausgestaltet sein, sodass der Servicepartner über eine ausreichende Informationsgrundlage verfügt. Zusätzlich soll eine Datenbank gefüttert werden, sodass Muster erkannt werden können und diese bei der Prävention zukünftiger Fehler helfen können. Davon profitiert der Servicepartner und unterstützt langfristig den OEM dabei, die Qualität seiner Produkte langfristig zu erhöhen.

3. *Solution and unfair Advantage*

Für die Lösungsumsetzung sind ein zuverlässiger Zugang zu den Live-Daten sowie ein Remote-Service-Dashboard und/oder ein entsprechendes Webinterface zur einfachen Darstellung notwendig. Für diesen Anwendungstyp kann in der Kategorie des Unfair-Advantage die Monopolstellung bei der Ausführung der Services durch den Servicepartner auf der einen und das umfassende Wissen des Herstellers zu den Fahrzeugdaten auf der anderen Seite herausgestellt werden.

4. *Costs and Revenues*

Basis für den beschriebenen Usecase sind eine ausgewogene Kostenstruktur und ein fundiertes Erlösmodell. Grundlegend relevant für die Einrichtung dieses Service ist es, die entsprechende Infrastruktur zu entwickeln. Dies beinhaltet die herstellerinternen Prozesse sowie die Schaffung der technischen Grundlage für den Serviceausbau. Für einen flächendeckenden Einsatz des Case ist zudem das Nach- und Aufrüsten der Landmaschinen zwingend notwendig. Ein angemessenes Budget muss hierfür berücksichtigt werden.

Ziel bei der Ausführung des Usecase *Tele-Expert* ist nicht die Erwirtschaftung eines direkten Erlöses. Vielmehr soll durch dieses Modell die eigene Servicesparte der Landmaschinenhersteller entlastet werden. Gleichzeitig ist vorgesehen, dass das neu entwickelte Service-Tool an den Händler/Servicepartner, der den Service letztendlich ausführt, veräußert wird. Neben der einmaligen Zahlung für die dauerhafte Benutzung des Tools kann die Leistung auch einzeln pro Serviceeinsatz abgerechnet werden.

Die Kosten für die Nachrüstung der bereits eingesetzten Maschinen kann je nach Kundengruppe entweder der Kunde selbst oder der Hersteller/Servicepartner tragen. Neue Maschinen werden direkt ab Werk mit der benötigten Konnektivität ausgestattet, um keine umständlichen Nachrüstungen vornehmen zu müssen.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Zusätzlich soll es möglich sein, die Verfügbarkeiten der Flotte einzusehen und Wartungszeiträume zu organisieren. Etwaige Muster in der Fehleranalyse können identifiziert und bereitgestellt werden. Durch die Auswertung des Serviceergebnisses

und der dafür aufgewendeten Zeit kann eine Händlerbewertung integriert werden. Dieses Geschäftsmodell betrifft in der Ausführung die Bereiche des Service, des direkten Vertriebs, des After-Sales- und des Produktmanagements. Abhängig von der Form des Vertriebs sind die betreffenden Kundensegmente die Händler der Landmaschinen, die Servicepartner oder bei direktem Vertrieb die Landwirte selbst. Das nachfolgende Bild 47 (s. S. 82) zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der durchgeführten Workshops und gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Gebiete des Case.

II. Lösungsanbieter

In einer weiteren Ausbaustufe des *Tele-Experts* soll es möglich sein, dass die Maschinenparameter direkt durch den Dienstleister nicht nur gelesen, sondern auch aus der Ferne verändert werden können. Das bedeutet, dass Fehler ohne das Einwirken eines Service-Technikers vor Ort oder des Landwirts behoben werden können. Damit stellt dieser Service die Funktion eines Lösungsanbieters dar. Ob für den einzelnen Eingriff auf die Maschine individuelle Zugriffsrechte erteilt werden müssen oder übergeordnete Rechte verteilt werden, steht weiterhin zur Diskussion.

1. *Problem- and Customer-Segments*

Ziel dieser Anwendung ist es, dem zunehmenden Verlust aus dem traditionellen Geschäft mit dem Verkauf von Landmaschinen entgegenzuwirken. Gleichzeitig gilt es, den Anschluss an die Digitalisierung nicht zu verpassen und dabei neue Geschäftsfelder zu erschließen. Parallel ist zu beobachten, dass die Kosten für den konventionellen Service steigen und die Wirtschaftlichkeit des Segments unter Druck gerät. Dabei richtet sich dieses Produkt vornehmlich an die Servicepartner der Landmaschinen und soll keinen Kontakt zum Endkunden, dem Landwirt, herstellen. Innerhalb dieses Anwendungsfalls werden die Probleme adressiert, dass, sobald ein Fehler bei einer Maschine auftritt, die Maschine zunächst ausfällt und nicht mehr für die Ernte bereitsteht.

2. *Value-Proposition*

Als Alleinstellungsmerkmal soll dieser Usecase als eigenständiges Element eine Basis für zukünftig interessante digitale Geschäftsfelder werden. Diese werden sich besonders auch im Bereich des Servicegeschäfts (z. B. durch Einsparungen) bewegen. Das Marketing für diesen neuen Bereich wird eine zentrale Rolle einnehmen. Durch die Anwendung des *Tele-Expert* in dieser spezifischen Ausbaustufe werden diverse Leistungsversprechen realisiert. Zunächst entsteht durch den Remote-Zugriff ein direkter Zeitvorteil beim Beheben des Defekts. Detaillierte Informationen über die Ursache des Ausfalls können ohne Einschränkung digital übermittelt werden. Daraus

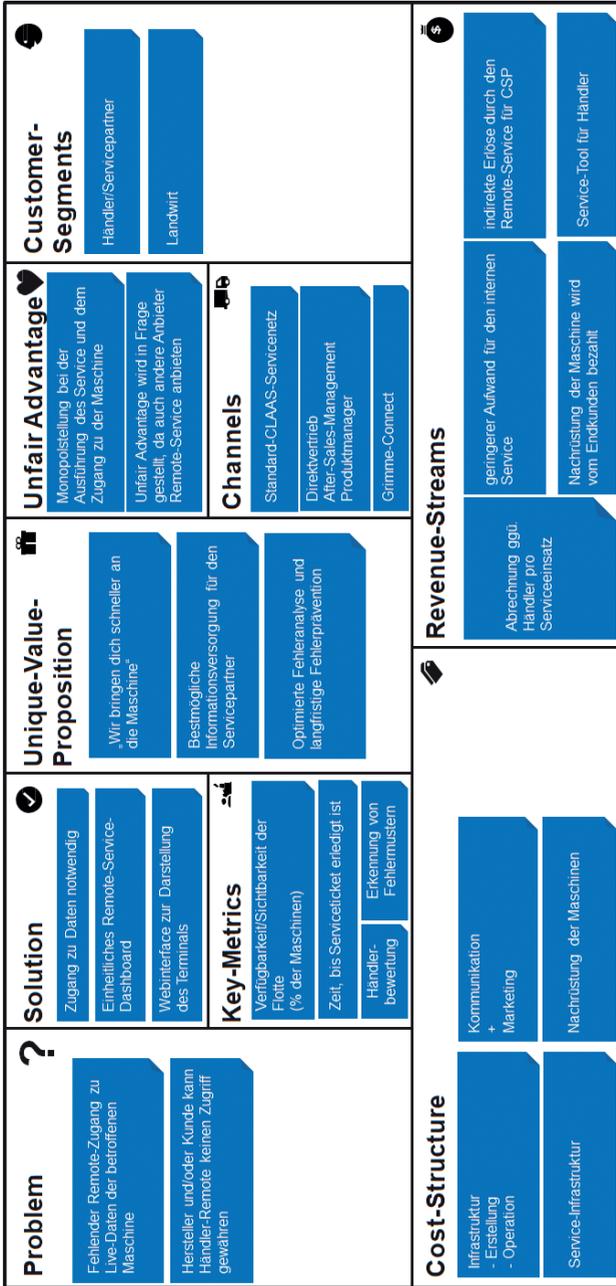


Bild 47: Lean-Business-Model-Canvas, Tele-Expert, Entscheidungsunterstützer

ergibt sich zunächst die Chance, dass aus den gesammelten Fehlerinformationen eine Datenbank gefüttert werden kann, mithilfe derer Präventivmaßnahmen abgeleitet werden können und einen lernenden Optimierungsprozess in Gang setzen. Letztendlich kann mittels dieses Service die zeitliche Verfügbarkeit der Maschine erweitert und gleichzeitig die Ressource der Servicetechniker geschont werden.

3. *Solution and unfair Advantage*

Als Antwort auf diese Herausforderungen konnten wie im vorangegangenen Szenario ein zuverlässiger Zugang zu Daten, ein Remote-Service-Dashboard und effiziente Connected-Service-Tools identifiziert werden. Durch den alleinigen Zugang zu den Daten und das einzigartige Wissen über die Funktionsweise und Anwendung des breiten Maschinenfuhrparks entsteht für den OEM ein entscheidender Wettbewerbsvorteil. Die Marken der Landmaschinenhersteller werden durch diese besondere Qualität der Services gestärkt. Als Lösung für das beschriebene Problem soll ein Webinterface etabliert werden, das in das Terminal integriert werden kann, sodass Maschinenführer und Servicepartner darüber kommunizieren können. Letztendlich liegt es in der Verantwortung des Maschinenführers, ob die vorgeschlagenen Einstellungsänderungen auf der Maschine durch den Servicepartner remote vorgenommen werden sollen. In Abgrenzung zu anderen Serviceanbietern liegt der offensichtliche Vorteil im Zugang zu den Informationen über die Fehlerquellen und das einzigartige Know-how über die technischen Details der Maschinen selbst.

4. *Costs and Revenues*

Die Kostenstruktur beinhaltet dieselben Elemente, die bereits aus dem Geschäftsmodell des Entscheidungsunterstützers bekannt sind; es wird um die notwendige Anbindung an das DMS (Dealer-Management-System) erweitert. Die Umsatzerlöse werden prozentual aus denen des Service-Einsatzes des Servicepartners ermittelt oder können individuell nach Serviceeinsatz abgerechnet werden. Das Erlösmodell nach dem Prinzip einer Flatrate für das Tool-Set und ein entsprechendes Training für die erfolgreiche Anwendung sind vorgesehen.

Die Kostensimulation berücksichtigt die Kosten für die Entwicklung sowie solche, die für die Kommunikationsinfrastruktur notwendig sind. Ein weiterer Posten wird für die Bereitstellung des Terminals mit integrierter Diagnosemöglichkeit bereitgehalten. Schließlich muss die gesamte Flotte mit der neuesten Technik nachgerüstet werden, was Zusatzkosten nach sich zieht. Diese sollen zunächst durch den Endkunden gedeckt werden.

Für das Erlösmodell stehen verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl. Zunächst wird die traditionelle Methode, nach der pro Serviceeinsatz gezahlt wird, berücksichtigt. Da sich der Smart Service vor allem beim Händler durch Zeitersparnis auswirken wird, sind weitere Kosten von dessen Seite zu tragen.

5. Key-Metrics and -Channels

Harte Zahlen, wie der Umsatz, der sich aus diesem Usecase erzielen lässt, und die damit angestrebte Kostenreduktion, sind die Gesichtspunkte, unter denen die neuen Anstrengungen bewertet werden. Über die interne Ausbildungsplattform und die bereits etablierten Dienste, die Händler und Regionen betreuen, kann diese Anwendung weite Verbreitung finden.

Bewertbar wird der Smart Service durch die First-Fix-Rate, die sich dadurch entsprechend erhöhen soll. Parallel sollen Muster in den gemeldeten Fehlern erkannt werden. Durch die Sichtbarkeit der Fehleranalyse können Händler anhand ihrer Ergebnisse sinnvoll bewertet und verglichen werden.

Zur Etablierung des Smart Services sind der direkte Vertrieb, After-Sales- und die jeweiligen Produktmanager mit einzubeziehen. Über ein Portal der Landmaschinenhersteller wird der Service schließlich den Händlern zur Verfügung gestellt.

Das nachfolgende Bild 48 (s. S. 85) zeigt die Ergebnisse der durchgeführten Workshops und gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Gebiete des Case.

Herstellerübergreifender Service

Der Geschäftsmodelltyp der herstellerübergreifenden Smart Services stellt keine Veränderung im Geschäftsmodell, sondern lediglich auf Prozessebene dar. Denn bei diesem Typ kann der Service der gezogenen Landmaschine (*Implement*) über die Cloud des Herstellers der Zugmaschine und die verbauten Kommunikationsmodule und -protokolle durch den Hersteller direkt und remote aus der Cloud heraus durchgeführt werden. Ein Unterschied ergibt sich lediglich dadurch, dass die Prozesskosten geringfügig steigen, da der Hersteller der Zugmaschine für die Nutzung der Infrastruktur und den Datenverkehr entlohnt werden möchte. Hierfür ergeben sich unterschiedliche Verrechnungsmethoden:

- **Kostenlos:** Hersteller der Zugmaschine möchte bewusst als offener Hersteller wahrgenommen werden
- **One-Time-Fee:** Hersteller des Implements zahlt einmal pro Zugmaschine für die Verfügbarkeit des Service
- **Pay-per-Service:** Hersteller des Implements zahlt pro durchgeführten Serviceeinsatz
- **Pay-per-Use:** Hersteller des Implements zahlt für die verbrauchte Datenmenge
- Da sich hier die Unterscheidung rein im Erlösmodell hinsichtlich der Abrechnung gegenüber dem Hersteller der Zugmaschine ergibt, werden diese Geschäftsmodelle an dieser Stelle nicht weiter ausdetailliert.

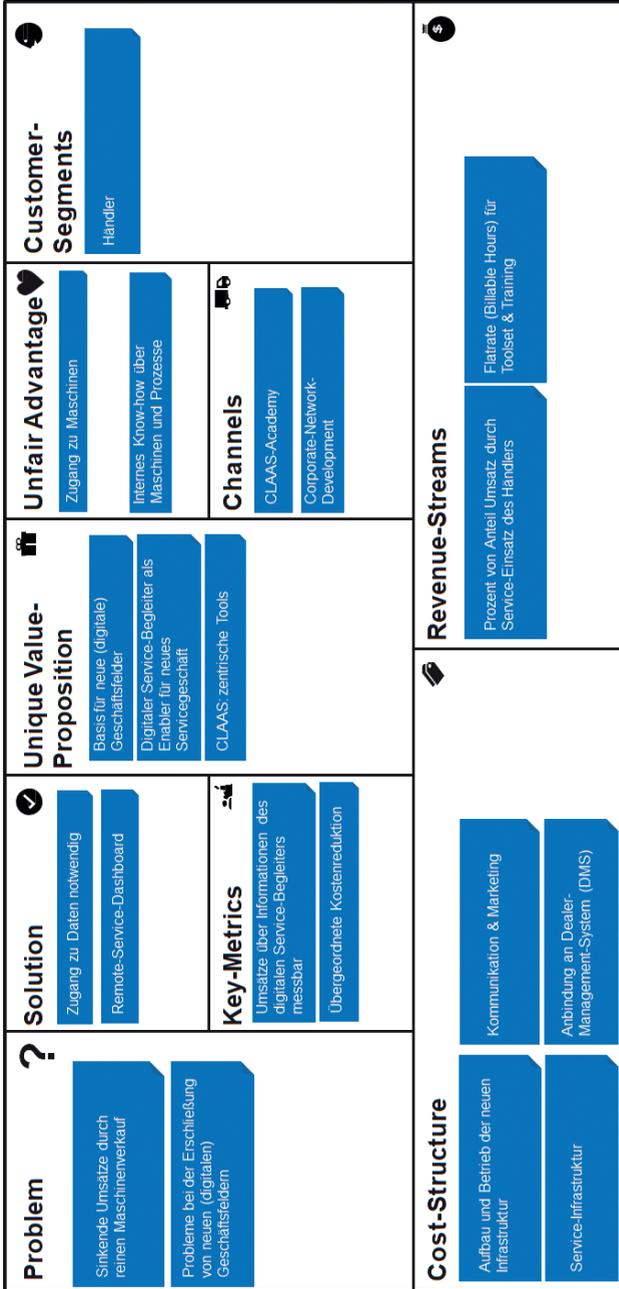


Bild 48: Lean-Business-Model-Canvas, Tele-Expert, Lösungsanbieter

Plattformansatz

Der Case des *Tele-Expert* kann von Landmaschinenherstellern innerhalb ihrer digitalen Geschäftsambitionen noch weitergedacht werden, bis zur Rolle eines Orchestrators. Ein wesentliches Differenzierungsmerkmal ist die Einbindung von weiteren Herstellern in das digitale Dienstleistungsgeschäft. Dabei soll eine herstellerinterne Plattform als Ausgangspunkt dienen und herstellereigene Tools als Basisanwendungen anbieten.

Herstellerübergreifend sollen gemeinsam digitale Dienstleistungen entwickelt werden. Diese werden dann über das digitale Service-Tool den Händlern und Landwirten zur Verfügung gestellt und in eine einheitliche Plattform integriert. Damit einher geht die flächendeckende Ausbreitung des Händlernetzwerkes. Durch die Umsetzung des *Tele-Expert* als Plattformlösung soll darüber hinaus das Händlernetzwerk stark erweitert werden.

Für die kooperative Entwicklung von digitalen Dienstleistungen mit 3rd-Party-Maschinenherstellern ist eine angemessene Kosten- und Finanzierungsstruktur vorzusehen. Gleichzeitig kann durch den Service des Drittherstellers anteilig von dessen Umsatz profitiert werden, da der auf die Verfügbarkeit der übergeordneten Plattform angewiesen ist.

Das nachfolgende Bild 49 stellt die Varianten des Usecase noch einmal gegenüber und fasst die Kernelemente zusammen.



Bild 49: *Tele-Expert*, Einfacher Smart Service, Herstellerübergreifender Smart Service, Plattformansatz

5.1.3 Validierung

Der Usecase *Tele-Expert* wurde im Anschluss an die technische und unternehmerische Entwicklung sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf praktischer Grundlage validiert. Dies hat abhängig von seiner Ausbaustufe unterschiedliche Ergebnisse hervorgebracht. Im nachfolgenden Bild 50 (s. S. 87) können die Ergebnisse der differenzierten ökonomischen Bewertung entnommen werden.

Die Auswertung der Ergebnisse lässt erkennen, dass sich der Usecase *Tele-Expert* als einfacher Smart Service leicht umsetzen lässt (geringe interne Umsetzungsaufwände, geringe Plattform-Abhängigkeit). Hier ist ein klarer Vorteil dieser Art der Umsetzung zu erkennen. Dem steht ein mittleres Potenzial bezüglich der Reichweite gegenüber.

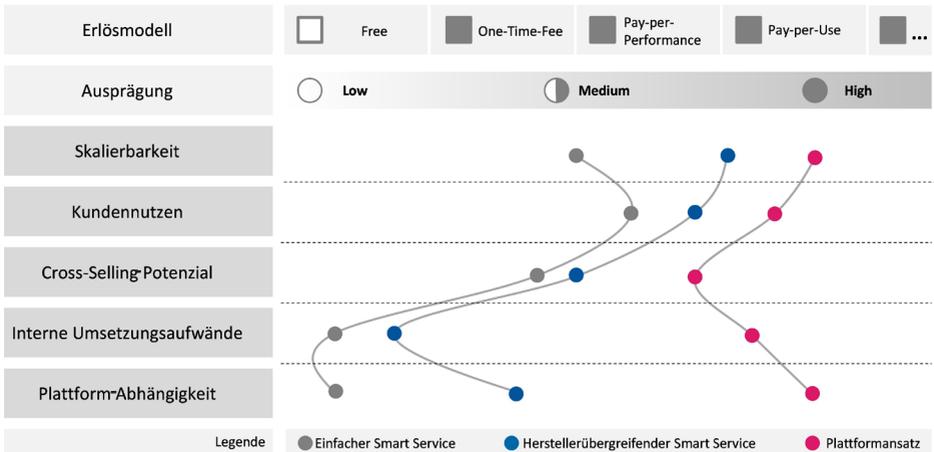


Bild 50: Tele-Expert – Ökonomische Bewertung

Sowohl Kundennutzen als auch Skalierbarkeit befinden sich im mittleren Bereich. Das Cross-Selling-Potenzial ist sogar etwas unterhalb der Mitte angesiedelt.

Findet der Usecase als herstellerübergreifender Service Anwendung, sind ähnliche Ausschläge wie im zuvor genannten Fall zu beobachten. Signifikante Unterschiede sind in der Skalierbarkeit und in der Plattform-Abhängigkeit zu erkennen. Aufgrund der Herstellerunabhängigkeit ist es einfach möglich und aus Sicht des Geschäftsmodells sinnvoll, die Anwendung schnell und breit zu skalieren. Skaleneffekte können genutzt werden und Kosten werden langfristig sinken. Gleichzeitig ist der Kundennutzen bei diesem Modell höher angesiedelt. Der Nutzer ist in der Lage, unabhängig von Maschine und Hersteller, die in dem Betrieb verwendet/frequentiert werden, den Service zu nutzen und von Einsparungen zu profitieren.

Die Betrachtung des Plattformansatzes grenzt sich hingegen davon entscheidend ab. Durch die Möglichkeit des Vertriebs des Service über eine übergeordnete Plattform ist die Skalierung in neuen Maßstäben möglich. Dies bezieht sich sowohl auf die Geschwindigkeit als auch auf die Reichweite dessen. Gleichzeitig besteht großes Potenzial, dass sich der Kundennutzen erhöht, da sich über die Plattform eine Vielzahl an Anbietern ergänzen können und dem Kunden Mehrwert bieten. Auch das Cross-Selling-Potenzial ist hier ausgeprägt. Der Tele-Expert-Service als Plattform-Ausgestaltung bietet weitreichende Möglichkeiten, andere Produkte, besonders Services, zu unterstützen und

den Umsatz pro Auftrag zu erhöhen. Sind die Vorteile auf der einen Seite klar ersichtlich, so ist auf der anderen Seite der entstehende Mehraufwand zu berücksichtigen. Für den Betrieb einer solchen Plattform sind essenzielle interne Aufwendungen notwendig, um eine erfolgreiche Etablierung am Markt zu gewährleisten. Diese Aufwendungen können eingeschränkt werden, indem der Betrieb und Aufbau einer Plattform von externer Seite durchgeführt werden. Unter diesen Bedingungen steigt dagegen die Abhängigkeit gegenüber dem jeweiligen Anbieter der Plattform.

„Ein Fernzugriff mit der Möglichkeit, z. B. Sensoren neu zu kalibrieren, wäre wünschenswert und praktisch.“

– Servicetechniker, Wettrup, Mai 2019

Neben der wissenschaftlichen Untersuchung des Usecase wurde darauf Rücksicht genommen, die Stakeholder aus der Praxis mit in den Validierungsprozess zu integrieren. Vor diesem Hintergrund wurden mehrere Interviewtermine mit Landwirten und Servicetechnikern vereinbart. Diesen konnten anhand des intern entwickelten Demonstrationskoffers die verschiedenen Usecases vorgestellt werden.

Bild 51 zeigt einzelne Ergebnisse dieser Befragungen. Dabei konnten verschiedene Statements in unterschiedlichen Ausprägungen bei den Teilnehmern abgeleitet werden.

Validierung Tele-Expert im Gespräch

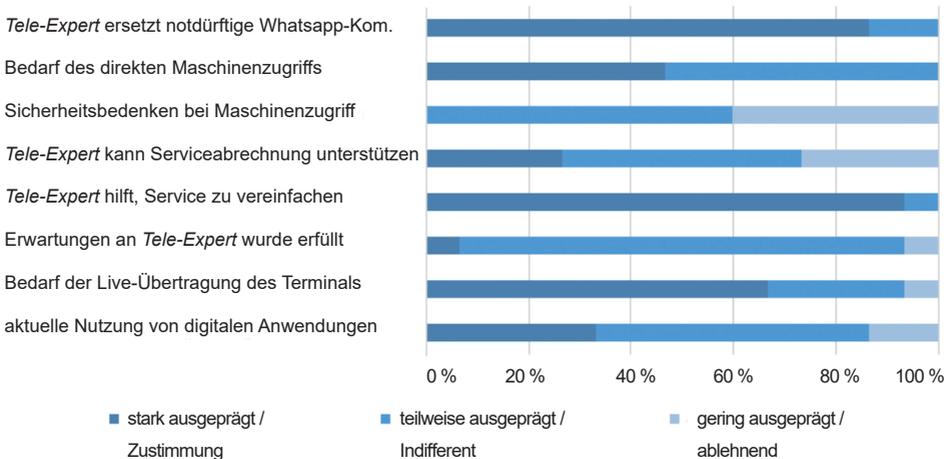


Bild 51: Validierung Tele-Expert im Gespräch (Teilnehmer: n = 15)

Die Ausprägungen der unterschiedlichen Kategorien spiegeln den hohen Bedarf an einer digitalen Umsetzung des landwirtschaftlichen Servicebereichs wider. Gleichzeitig ist erkennbar, dass die Erwartungen an den Service mehrheitlich nur mittelmäßig ausgeprägt sind. Daraus lässt sich der Wunsch nach einem umfangreicheren Angebot an Serviceleistungen nach Vorbild des *Tele-Expert* ableiten. Die Möglichkeiten dieses Angebots werden durchaus positiv aufgenommen. Der Bedarf eines direkten Remote-Zugriffs auf die Maschine ist sogar bei fast der Hälfte der Befragten stark und bei der anderen Hälfte teilweise ausgeprägt. Damit stellt dieses spezielle Feature ein wichtiges Merkmal im Angebotsportfolio des *Tele-Expert* dar. Das Potenzial dieser Anwendung wird durch das Ergebnis gestärkt, dass die Sicherheitsbedenken bei Maschinenzugriff höchstens teilweise oder nur gering ausgeprägt sind. Weiterführend bestätigt die Umfrage die Erwartungen des Konsortiums, mithilfe des *Tele-Expert* den Landmaschinenservice zu erleichtern. Über 90 Prozent der Teilnehmer teilen diese Aussage. Damit wird es den Anwendern möglich, auf die bisherige Entwicklung prozessuale Kommunikation über den Chat-Anbieter *WhatsApp* laufen zu lassen, wieder verzichten zu können und strukturierteren Abläufen folgen zu können. Es ist zu erkennen, dass eine Möglichkeit, die zukünftigen Prozesse zu optimieren und zu erweitern, in einer Live-Übertragung des Terminals gesehen wird. Die Mehrheit der Befragten teilt diese Einschätzung. In der erweiterten Ausprägung des Smart Service *Tele-Expert* die Servicestelle in der Abrechnung der Leistungen zu unterstützen, findet eine durchschnittliche Resonanz. Wenngleich dies in der Zukunft ein entscheidendes Element darstellen wird, wird aktuell von den Anwendern mehrheitlich noch keine Funktion dieser Art primär gefordert. Grundsätzlich ist die Anwendung von digitalen Leistungen mittelmäßig ausgeprägt. Einzelne Betriebe oder Servicestellen haben bereits ihre Arbeitsabläufe digitalisiert, andere setzen weiterhin auf analoge oder teilanaloge Lösungen. Hierbei wurde auch mehrfach darauf hingewiesen, dass eine praktikable Lösung für ein ganzheitliches Management-System nicht verfügbar sei, die leicht auf einen heterogenen Maschinenpark und Mitarbeiter mit verschiedenen Anforderungen anzuwenden ist.

5.2 Business-Usecase Connected Update

Volker Brandt, Jana Frank, Mandy Galkow-Schneider, Andreas Hermes, Sabine Janzen, Andreas Kipp, Sergius Klassen, Arndt Kritznier, Wolfgang Maaß, Reinhold Mähler, Sven Marquardt, Frank Mildner, Benedikt Moser, Marcus Pier, Henning Pohlhausen, Max Reinecke, Christian Schaeperkoetter, Hannah Stein

Dieser Usecase sieht folgendes Szenario vor: Für die Funktionstüchtigkeit und die Sicherheit der Landmaschinen sind regelmäßige Software-Updates der Systeme notwendig. Bisher wird eine langwierige Kommunikationskette vom Service der Hersteller über die Händler zum Landwirt genutzt, um das Update auf der Maschine zu installieren.

Über eine herstellerübergreifende Plattform sind die Hersteller nun in der Lage, neue Versionen der Software freizugeben und insbesondere auch über die Kommunikationsinfrastruktur anderer Hersteller zu übertragen. Die Updates können somit direkt und ohne Umwege über die Serviceplattform auf den Landmaschinen installiert werden.

5.2.1 Technische Entwicklung

Ausgehend von den Anforderungen wurde folgender prinzipieller Ablauf des *Services Connected Update* als Basis für die technischen Entwicklungen von Felddomäne und Cloud abgestimmt.

(1) Das Kommunikationsmodul des Herstellers A fragt über Kommunikationsmodul der Zugmaschine nach Software-Update (routinemäßig und immer nach erfolgreichem Anschließen des Implements an ein Zugfahrzeug). (2) Das Kommunikationsmodul fragt die Plattform nach einem SW-Update (asynchron), bei Vorliegen eines Software-Updates (3) lädt das Kommunikationsmodul die Software in den Cache, bis das Hersteller-A-Kommunikationsmodul erneut anfragt. (4) Das Hersteller-A-Kommunikationsmodul lädt das Software-Update vom Kommunikationsmodul herunter. (4) Das Hersteller-A-Kommunikationsmodul erzeugt einen Task für die Freigabe. (5) Der Fahrer erteilt die Freigabe für das Hersteller-A-Kommunikationsmodul durch ein „Okay“ auf dem Smart Terminal. (5) Die Quittierung erfolgt nach Software-Update (5.1) durch die Quittung seitens Fahrer des Zugfahrzeugs auf dem Smart-Terminal (außer bei Abschaltung). (5.2) Der aktuelle Software-Stand der jeweiligen Module ist in den jeweiligen Device-Listen der Integration-Cloud wie auch der Partner-Cloud dokumentiert. Bild 52 (s. S. 91) zeigt den schematischen Ablaufprozess.

Im Laufe der Arbeiten im Projekt wurde der *Service Connected Update* in der Felddomäne und Cloud hardware- und softwareseitig funktional und technisch auf den Plattforminstanzen der Integration-Cloud und Partner-Cloud umgesetzt. Das Bild 53 (s. S. 92) zeigt die vereinfachte Architektur des Pilotaufbaus der beteiligten Komponenten.

In der Pilotanwendung konnte dieser Service erfolgreich getestet werden. Das Bild 54 (s. S. 93) zeigt die Webseite des Servicemitarbeiters vor dem Start der Installation der Updates.

Tele-Expert, *Connected Update* und *nPotato* können nutzerfreundlich und kostengünstig implementiert werden, da sie auf einer gemeinsamen Smart-Farming-Architektur/-Komponenten aufsetzen und darüber hinaus auch die Entwicklung künftiger Servicepakete ermöglichen.

sd Remote Update

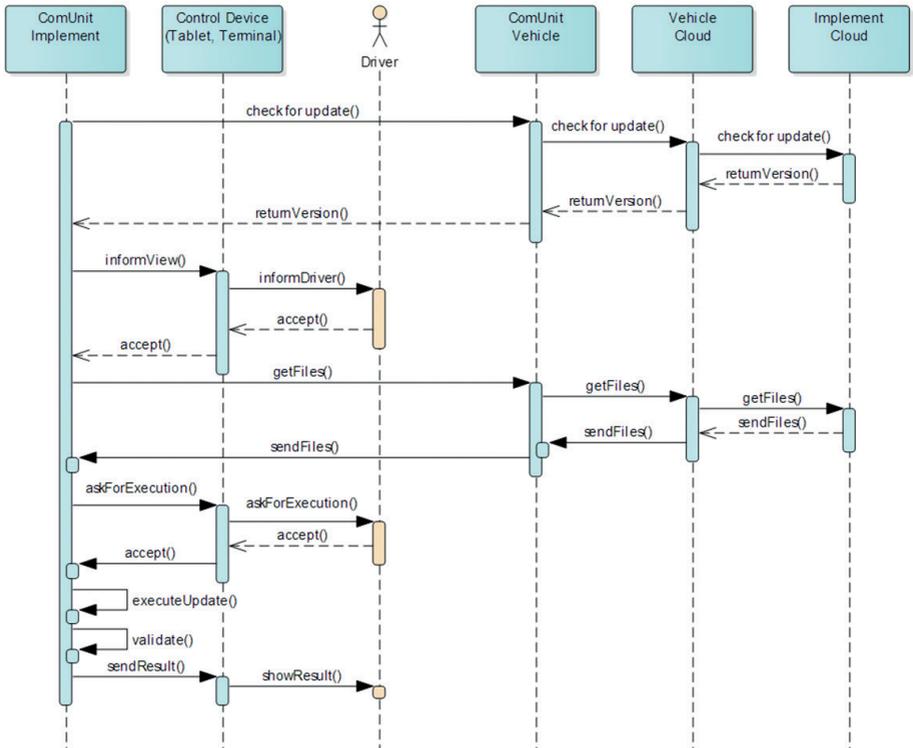


Bild 52: Prozess Connected Update

5.2.2 Geschäftsmodellentwicklung

Der Usecase *Connected Update* bietet in den drei Ausbaustufen verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung. Die Ergebnisse sind in Form des Lean-Business-Model-Canvas festgehalten (s. Bild 55, S. 95).

Einfacher Smart Service

Für den Smart Service *Connected Update* konnten innerhalb der Zusammenarbeit mit den Konsortialpartnern zwei Kategorien innerhalb des Mehrwerterzeugers voneinander unterschieden werden. Zum gleichen Zeitpunkt stellt sich eine klare Trennung der beiden Typen 4 und 5 in dieser Situation als nicht zielführend heraus und wird entsprechend behandelt.

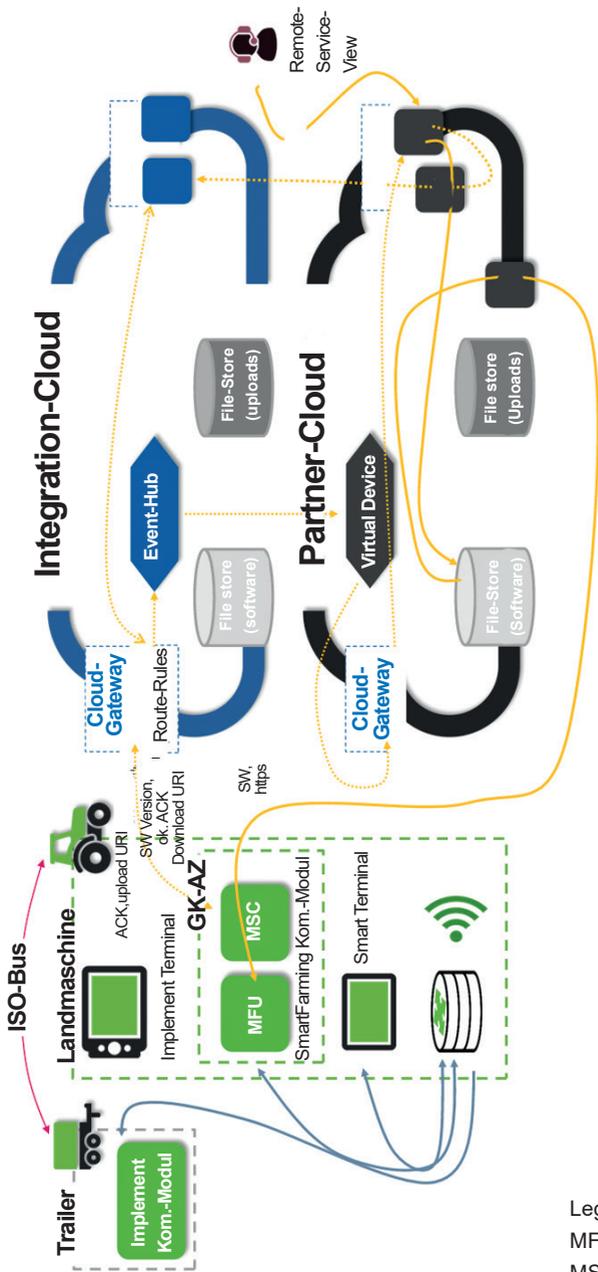


Bild 53: Pilotaufbau hersteller-übergreifendes Connected Update

- Legende:
- MFU: Machine-Firmware-Updater
 - MSC: Machine-Service-Connector
 - GK-AZ: Gatekeeper für Azure Services

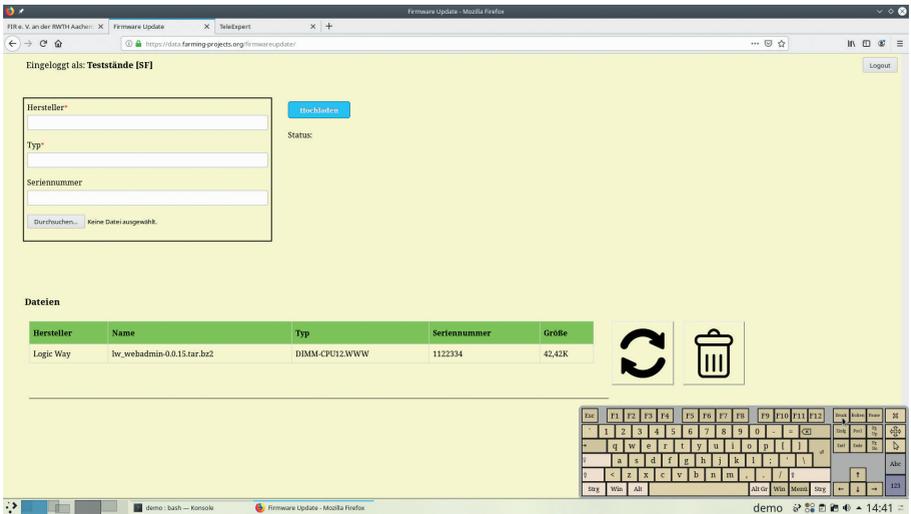


Bild 54: Connected Update – Website des Servicemitarbeiters

I. Mehrwerterzeuger – Bug-Fixing

Die erste Kategorie des Mehrwerterzeugers stellt die des Bug-Fixings dar. Hierbei geht es grundlegend um das Beheben von kleineren Softwarefehlern.

1. Problem- and Customer-Segments

Innerhalb der ersten Kategorie wird das Geschäftsmodell des Bug-Fixings entwickelt. Dieses Konzept bildet einen technischen Lösungsansatz für die Probleme, die sich aus fehlerhafter Maschinensoftware und den daraus resultierenden Lieferungsverzögerungen und etwaigen Haftungsansprüchen im Schadensfall ergeben. Das Geschäftsmodell wird herstellerintern umgesetzt. Daher ist unter den direkten Kunden die Produktgesellschaft der Landmaschinenhersteller zu finden.

2. Value-Proposition

Im Sinne des direkten Nutzenversprechens wird durch die Umsetzung des Usecase ein Weg gefunden, wie Updates zur Behebung von Softwarefehlern remote und dadurch deutlich schneller verteilt werden können. Damit kann ein hohes Sicherheitsversprechen eingelöst werden. Dem Nutzer kann garantiert werden, dass seine Landmaschinen zu jedem Zeitpunkt mit der aktuellsten Software ausgestattet sind.

3. Solution and unfair Advantage

Das dafür vorgesehene Lösungskonzept beinhaltet die Entwicklung einer Kommunikationsstruktur auf der Maschine selbst und des Prozesses, der für die

Fehleranalyse notwendig ist. Dieser reicht von der Datenbank, die die Updates zur Verfügung stellt, bis hin zum Steuergerät auf der auszuliefernden Maschine. Dabei ist das Ziel, aktualisierte Softwareversionen *over the air* auf die Landmaschine aufspielen zu können. Eine finale Abnahme kann bei Bedarf zusätzlich durch fachkundiges Personal durchgeführt werden, das die Verantwortung für die Funktionstüchtigkeit und die Sicherheit übernehmen kann. Der Konkurrenzsituation muss innerhalb dieser Ausbaustufe nur geringe Beachtung geschenkt werden. Systemrelevante Updates werden grundsätzlich nur durch den Hersteller selbst durchgeführt. Der Zugang zu den entsprechenden Daten obliegt nur ihm, sodass eine Monopolstellung für diesen Service vorliegt. Einzig die Adaption des Konzepts durch andere Anbieter mit einer herstellerunabhängigen Reichweite muss unter Umständen berücksichtigt werden.

4. *Costs and Revenues*

Für die erfolgreiche Umsetzung des Usecase müssen verschiedene Aufwendungen berücksichtigt werden. Darunter fällt die Entwicklung des Service bezüglich Software, aber auch der Hardware. Die notwendigen Kommunikationsmodule müssen bereitgestellt und installiert werden. Nach der Implementierung fallen Kosten für den Betrieb und die Betreuung des Service an. Als direkte Konsequenz ist eine Kostenreduktion in verschiedenen Bereichen zu erwarten. Aufwendungen durch den flächendeckenden Einsatz von Servicetechnikern im Innen- und Außendienst können reduziert werden. Dies ermöglicht eine interne Kostenreduktion für den entsprechenden Dienstleister. Parallel profitiert der Händler/Servicepartner durch die Umsetzung von *Connected Update*, indem weniger Kapazitäten innerhalb des Service des Händlers vorgehalten werden müssen. Ein Servicefall ist dadurch in kürzerer Zeit abzarbeiten. Langfristig können mögliche Risiken, die sich aus Gewährleistungsansprüchen ergeben, reduziert und damit Kosten gesenkt werden. Als Vergütungsmodell wird damit gerechnet, dass die Leistungen entsprechend dem analogen Service- und Fehlerbehebungsmodell abgerechnet werden können.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Diese Maßnahmen sollen sich direkt in der Kostenreduktion je Fehlerbehebung widerspiegeln, indem wertvolle Kapazitäten von Arbeitskräften geschont werden. Parallel können über die neue Kommunikationsstruktur Informationen schneller ausgetauscht werden und es kann eine Übersicht über die gesamte Flotte während eines Update-Roll-outs erstellt werden. Direkter Wert wird dadurch geschaffen, indem garantiert wird, dass jede Maschine zu jedem Zeitpunkt über die aktuellste Software verfügt. Dadurch kann Fehlern vorgebeugt werden und potenzielle Folgekosten aufgrund von Ausfällen können reduziert werden. Neue Prozesse hinsichtlich der Verteilung der Software sind dafür erforderlich. Das Bild 55 (s. S. 95) zeigt das Business-Model-Canvas des Typs *Mehrwertwerterzeuger*.

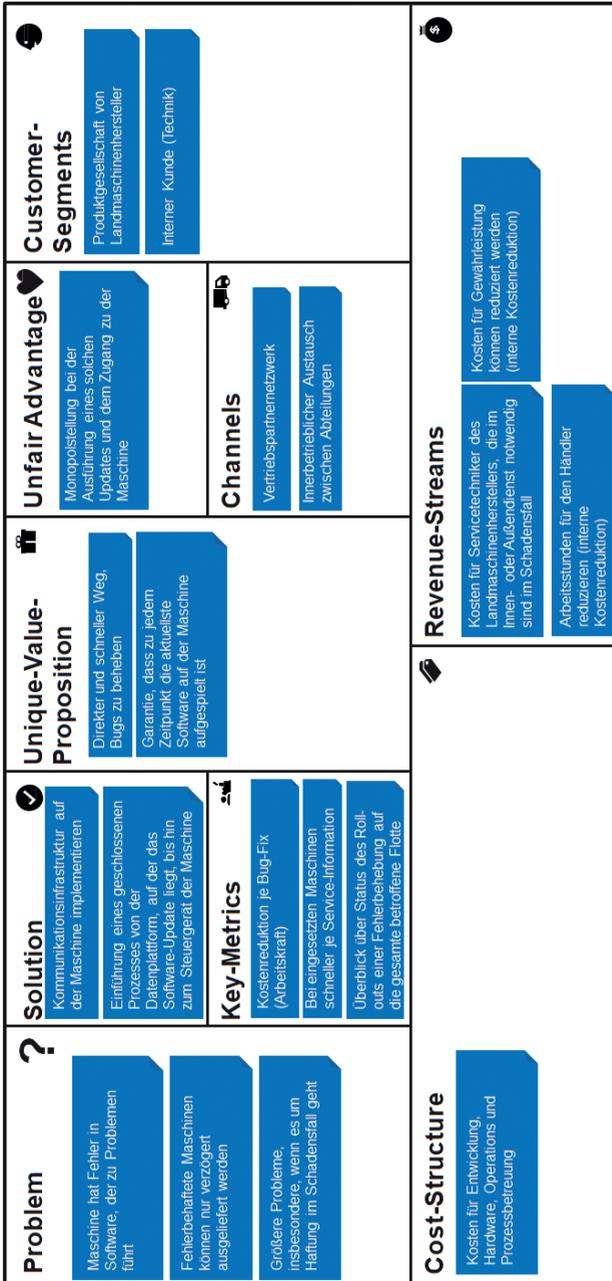


Bild 55: Lean-Business-Model-Canvas, Connected-Update-Bug-Fixing, Mehrwerterzeuger

II. Mehrwerterzeuger – Funktionsupdate

Der Usecase *Connected Update* umfasst neben dem Bug-Fixing mit dem Funktionsupgrade noch eine weitere Entwicklungsstufe. Diese basiert grundsätzlich auf denselben Grundpfeilern, stellt aber einige weitere Features in Aussicht. Hierbei steht nicht das Beheben eines Problems im Vordergrund, sondern die schnelle und direkte Einführung von neuen Funktionen. Damit stellt dieses Geschäftsmodell weiterhin den Typen des *Mehrwerters* dar.

1. *Problem- and Customer-Segments*

Die Erfahrung der Landmaschinenhersteller hat gezeigt, dass beim Kunden das Interesse besteht, neue Funktionen testen zu wollen. Damit soll der Mehrwert für den eigenen Betrieb sinnvoll abgeschätzt werden können. Zudem besteht ein Interesse daran, dass die neuen Funktionen auf bereits vorhandenen Landmaschinen des Fuhrparks zur Verfügung gestellt werden, sodass keine umfangreichen Neuinvestitionen geleistet werden müssen. Im Fokus dieses Usecase stehen deshalb bevorzugt Kunden mit erhöhter Technik-Affinität. Diese nehmen zunehmend führende Positionen in den Betrieben ein und entscheiden über neue Investitionsstrategien.

2. *Value-Proposition*

Durch die Umsetzung des Usecase erhöht sich für den Kunden sein ROI für jede einzelne Landmaschine, da ihm mehr Funktionen und mehr Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Damit kann direkter Mehrwert für die Bestandskunden geschaffen werden. Der Kunde erhält damit stets den maximal möglichen Funktionsumfang. Durch die Bereitstellung des Dienstes *over the air* wird dabei die TTM (*time to market*) von neuen Funktionen reduziert. Dies erhöht dabei nicht nur die Zufriedenheit des Kunden, sondern steigert parallel das Sicherheitsniveau, indem sicherheitsrelevante Lücken in der Software geschlossen werden können. Außerdem kann mittels dieses Geschäftsmodells individuell und schnell auf schwankende Leistungsspektren Rücksicht genommen werden.

3. *Solution and unfair Advantage*

Als Reaktion auf erhöhten Bedarf nach neuen Funktionen bietet der Online-Vertrieb mit einem Remote-Zugang eine schnelle und einfache Möglichkeit, diese Ambitionen umzusetzen und die Bedürfnisse des Kunden zu stillen. Analog zum zuvor beschriebenen Anwendungsfall entsteht für den Landmaschinenhersteller eine Monopolstellung beim Angebot dieser Services. Die Einführung der neuen Features soll nach dem Prinzip „try-n-buy“ erfolgen. Somit können neue Funktionen erst kostenfrei und unverbindlich getestet werden und schließlich den Verkauf unterstützen.

4. *Costs and Revenues*

Für die erfolgreiche Umsetzung des Usecase müssen verschiedene Aufwendungen berücksichtigt werden. Darunter fällt die Entwicklung des Service bezüglich Software, aber auch Hardware. Die notwendigen Kommunikationsmodule müssen bereitgestellt und installiert werden. Nach der Implementierung fallen Kosten für den Betrieb und die Betreuung des Service an. Außerdem bietet der Usecase die Möglichkeit, neue Funktionen over the air freizuschalten und dem Kunden innerhalb einer Testphase zur Verfügung zu stellen. Im Anschluss kann der Kunde bewerten, ob die Investition in dieses neue Feature für den Betrieb wirtschaftlich interessant ist.

Als direkte Konsequenz ist eine Kostenreduktion in verschiedenen Bereichen zu erwarten. Aufwendungen, die durch den flächendeckenden Einsatz von Servicetechnikern im Innen- und Außendienst entstehen, können reduziert werden. Dies beschreibt eine interne Kostenreduktion für den Landmaschinenhersteller. Parallel profitiert der Händler durch die Umsetzung von *Connected Update*, indem weniger Kapazitäten innerhalb des Service des Händlers vorgehalten werden müssen, da die Software nun remote auf die Maschinen aufgespielt werden kann. Sicherheitsrelevante Softwareaktualisierungen können zudem ohne Wartungsverzögerung installiert werden. Langfristig können dadurch mögliche Risiken, die sich aus Gewährleistungsansprüchen ergeben, reduziert und damit Kosten gesenkt werden. Als Vergütungsmodell wird damit gerechnet, dass die Leistungen entsprechend dem analogen Service- und Fehlerbehebungsmodell abgerechnet werden sollten. Für das Erlösmodell ist vorgesehen, dass die Upgrades jeweils einzeln abgerechnet werden und von einem Abonnementmodell Abstand genommen wird.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Für den Hersteller können dabei hilfreiche Informationen gesammelt werden, die gleichzeitig dazu dienen, den Grad der Umsetzung zu untersuchen. Dabei soll die Prozesszeit, die verstreicht, bis dem Kunden die neue Funktion aktiv zur Verfügung steht, gemessen und ausgewertet werden. Strukturelle Abläufe können so verbessert werden, dass der notwendige Zeitaufwand für die Stakeholder schrittweise optimiert werden kann. Die Preisdifferenzierung im Vergleich von Online- bzw. Offline-Modellen wird in das Monitoring aufgenommen und analysiert. Gleichzeitig können für die weitere Entwicklung neuer Services Informationen wie die Take-Rate live abgerufen werden. Dadurch können die Nutzungsstatistiken sinnvoll erweitert werden. Als Grundlage dafür dienen Landmaschinen eigene Web-Shops. Diese sollen zum einen mit dem eigenen Terminal, dem bestehenden Händlernetzwerk und zum anderen mit bereits etablierten Plattformen verknüpft werden, um den Bestellern des Updates einen leichten Zugriff auf die neuen Funktionalitäten zu bieten. Das nachfolgende Bild 56 (s. S. 98) zeigt das Lean-Business-Model-Canvas des Mehrwerterzeugers im Usecase *Connected Update*.

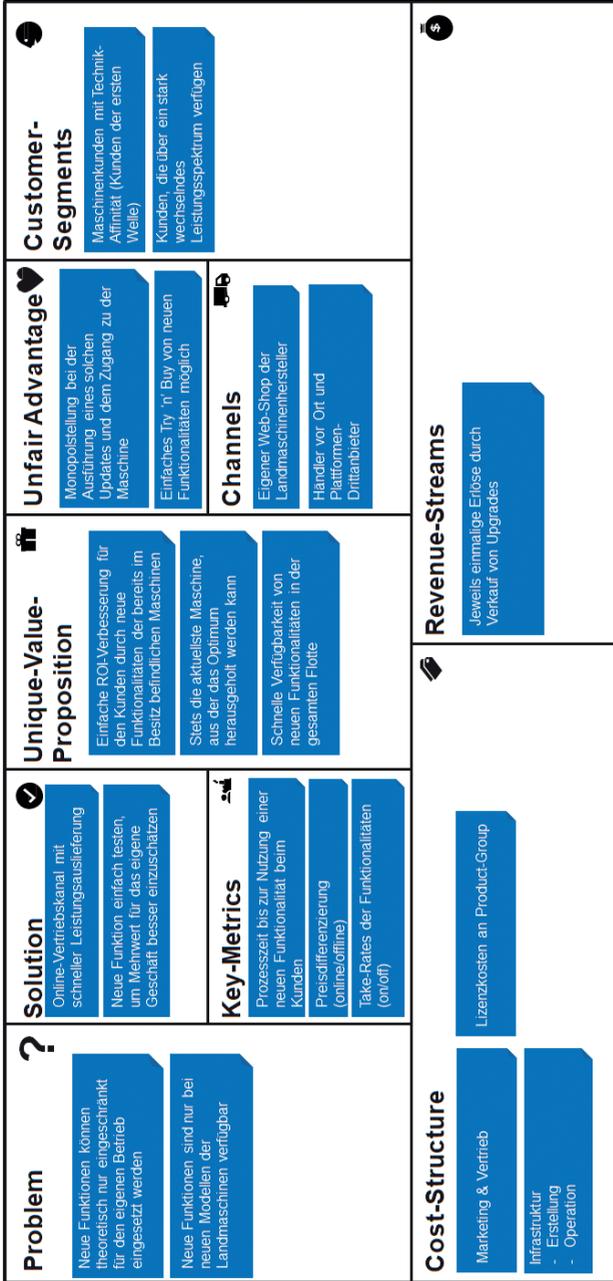


Bild 56: Lean-Business-Model-Canvas, Connected-Update-Funktionsupdate, Mehrwerterzeuger

Herstellerübergreifende Smart Services

Der Geschäftsmodelltyp der herstellerübergreifenden Smart Services stellt keine Veränderung im Geschäftsmodell, sondern lediglich auf Prozessebene dar. Bei diesem kann die Software der gezogenen Landmaschine (*Implement*) über die Cloud des Herstellers der Zugmaschine und die verbauten Kommunikationsmodule und -protokolle durch den Hersteller direkt und remote aus der Cloud heraus angepasst werden. Ein Unterschied ergibt sich lediglich dadurch, dass die Prozesskosten geringfügig steigen, da der Hersteller der Zugmaschine für die Nutzung der Infrastruktur und den Datenverkehr entlohnt werden möchte. Hierfür ergeben sich unterschiedliche Verrechnungsmethoden:

- Kostenlos: Hersteller der Zugmaschine möchte bewusst als offener Hersteller wahrgenommen werden
- One-Time-Fee: Hersteller des Implements zahlt einmal pro Zugmaschine für die Verfügbarkeit des Service
- Pay-per-Update: Hersteller des Implements zahlt pro durchgeführtes Update
- Pay-per-Use: Hersteller des Implements zahlt für die verbrauchte Datenmenge

Da sich hier die Unterscheidung rein im Erlösmodell hinsichtlich der Abrechnung gegenüber dem Hersteller der Zugmaschine ergibt, werden an dieser Stelle diese Geschäftsmodelle nicht weiter ausdetailliert.

Plattformansatz

Der Usecase *Connected Update* bietet des Weiteren die Möglichkeit, eine neue Form des Geschäftsmodells im Bereich des Service zu etablieren. Die Basis für das neue Konzept bietet eine herstelleroffene Plattform für Landmaschinenhersteller und Drittanbieter jeglicher Art, über die der Kunde stets aktuelle Updates seiner Landmaschine und neue Funktionen abrufen und installieren kann. Innerhalb dieses Case sieht das Szenario vor, dass ein unabhängiger Dienstleister seine eigene Plattform als neutral und übergreifend zur Verfügung stellt. Produkte von diesem Hersteller, aber auch von Dritten, können dann über diese Plattform angeboten werden. Der Betreiber der übergeordneten Plattform positioniert sich dadurch als Orchestrator und zentraler Bezugspunkt für Updates jeglicher Art.

1. *Problem- and Customer-Segments*

Durch dieses Modell wird es möglich, bisherige Konkurrenten auf Basis dieser Plattform in ein Verhältnis der Partnerschaft zu führen und in Zusammenarbeit Synergieeffekte zu nutzen. Die Anzahl der elektronischen Komponenten in einer modernen Landmaschine steigt stetig. Eine optimale Wartung dieser Sensorik und Kommunikationsmodule ist daher entscheidend. Die Aktualität der Software auf diesen Geräten stellt eine Schlüsselressource für die Funktionstüchtigkeit der

Maschine dar. Alle Prozessbeteiligten werden in die Lage versetzt, zentral und zügig auf notwendige Daten zuzugreifen und Software-Updates zu fahren. Es können aber auch direkte Missstände der derzeitigen Hersteller- und Händlerbeziehungen aufgezeigt werden.

2. *Value-Proposition*

Dieses Modell stellt sicher, dass eine Vielzahl von Landmaschinen verschiedener Hersteller stets mit der neuesten Software ausgerüstet ist. Dabei gelangt der Plattformbetreiber in die Position, dass er deutlich schneller und zuverlässiger die Aktualität der Software überprüfen kann, da ihm von allen beteiligten Herstellern als zentraler Akteur alle Softwareupdates zur Distribution zur Verfügung gestellt werden. Zentrales Wertversprechen ist, dass sich die Durchlaufzeit bis zur Anpassung der Software auf der Maschine drastisch reduziert, da Zwischenschritte über den Händler/Servicepartner entfallen.

3. *Solution and unfair Advantage*

Die Lösung dieser Probleme stellt eine neutral betriebene Plattform dar, die die Verteilung von verschiedensten Updates der Landmaschinen ermöglicht. Dadurch entsteht für den Betreiber der Plattform die Chance, Standards für die gesamte Landmaschinenbranche zu setzen und übergreifende Dienstleistungen anzubieten. Der Betreiber der Plattform ist in der Lage, die verschiedenen Implements, auch von Drittherstellern, direkt anzusteuern und die Maschinen-Software zu aktualisieren. Die Dritthersteller, Landmaschinenhersteller und andere Anbieter von Software für Landmaschinen fungieren in diesem Zusammenhang als Kunden des Plattformbetreibers.

4. *Costs and Revenues*

Die Kostenstrukturen sind zunächst ähnlich gestaltet wie in den vorangegangenen Ausführungen des Usecase. Parallel profitiert der Händler durch die Umsetzung von *Connected Update*, indem weniger Kapazitäten innerhalb des Service des Händlers vorgehalten werden müssen. Langfristig können mögliche Risiken, die sich aus Gewährleistungsansprüchen ergeben, reduziert und damit Kosten gesenkt werden. Zudem kann das Erlösmodell durch eine optionale Gewährleistungsverlängerung erweitert werden. Im herkömmlichen Fall wird damit gerechnet, dass die Leistungen entsprechend dem analogen Service- und Fehlerbehebungsmodell abgerechnet werden sollten.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Messbare Vorteile bietet dieser Typ des Geschäftsmodells durch die hohe Verfügbarkeit von Kapazitäten, die Entwicklungen in neue Funktionen vorantreiben. Hat

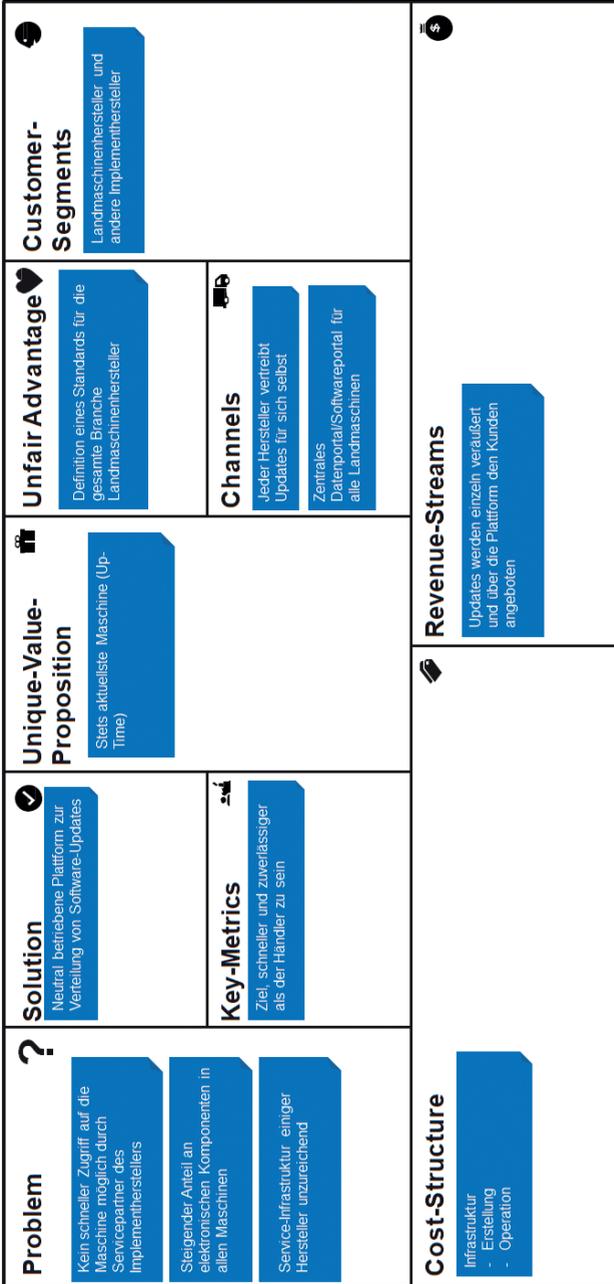


Bild 57: Lean-Business-Model-Canvas, Connected Update, Plattformansatz

ein größerer Pool an Interessenten Zugriff auf die Plattform und die notwendigen Daten, können Entwicklungen, mitunter sicherheitsrelevante, deutlich schneller erkannt und umgesetzt werden. Dadurch kann ein Wandel von statischen Modellen der Funktionsentwicklung hin zu einem dynamischen und flexibleren Prozess entstehen. Bild 57 (s. S. 101) zeigt das Lean-Business-Model-Canvas des Plattformansatzes im Usecase *Connected Update*.

Der Usecase *Connected Update* bildet über die drei Ausbaustufen Einfache Smart Services, Herstellerübergreifende Smart Services bis hin zur Plattform mehrere Anwendungsmöglichkeiten. Diese bringen einen Mehrwert für die Anwenderseite, wie Landwirte, Servicetechniker sowie Landmaschinenhersteller, aber eröffnen auch durch die Möglichkeit, neue Funktionsupdates einfach verfügbar zu machen, ohne dafür vor Ort sein zu müssen, neue Chancen für Drittanbieter. Das nachfolgende Bild 58 zeigt eine Übersicht über die Ausgestaltungen des Usecase.



Bild 58: *Connected Update*, Einfache Smart Services, Herstellerübergreifende Smart Services, Plattformansatz

5.2.3 Validierung

Der Usecase *Connected Update* wurde von den Mitgliedern des forschenden Konsortiums bewertet und hinsichtlich seines Marktpotenzials eingeschätzt. Die strukturelle Ähnlichkeit der beiden Modelle *Connected Update* und *Tele-Expert* führt auch in der nachträglichen Bewertung derselben zu vergleichbaren Tendenzen. In der folgenden Betrachtung fällt auf, dass sich die Trends der drei Kategorien von einfachen Smart Services bis zum Plattformansatz in unterschiedlichen Bereichen zuzuordnen sind. Das nachfolgende Bild 59 (s. S. 103) zeigt die abschließende Bewertung des Usecase.

Die Ausprägung der Bewertung des Typs *Einfache Smart Services* zeichnet sich durch mittlere bis hohe Werte in der Skalierbarkeit und im Kundennutzen aus. Das Cross-Selling-Potenzial ist dabei nur noch in geringerem Maße ausgeprägt. Dem stehen sehr geringe interne Aufwendungen gegenüber, die bei der Umsetzung des Usecase zu berücksichtigen sind. Auch wird die Abhängigkeit von einer Plattform als sehr niedrig eingeschätzt. Damit kann dieser Typ des Geschäftsmodells als schnell und einfach implementierbar beschrieben werden, der ein gutes Erfolgspotenzial mit einer mittleren Reichweite aufweist.

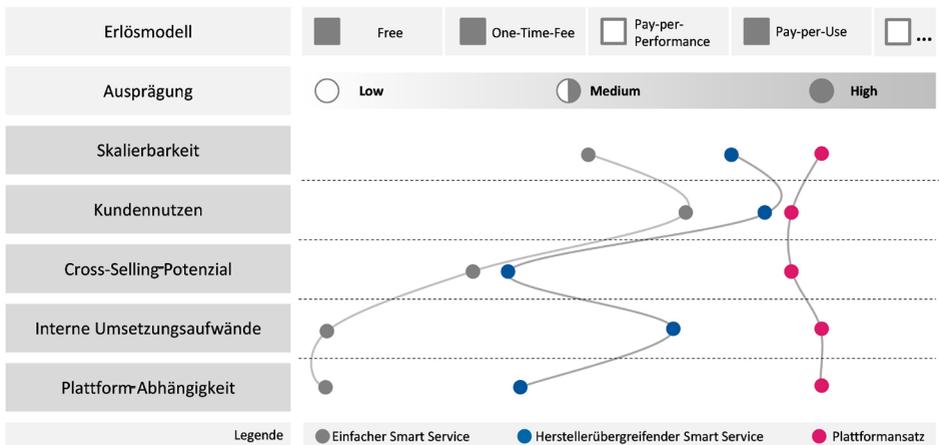


Bild 59: Bewertung Usecase Connected Update

In seiner Ausprägung als herstellerübergreifender Smart Service weist der Usecase weitestgehend die gleichen Tendenzen auf wie in der Stufe des einfachen Smart Service. Dabei können gleichzeitig durchweg höhere Werte in allen fünf Kategorien erzielt werden. Durch die Möglichkeit der herstellerunabhängigen Verwendung des Angebots ist mit einer deutlich höheren Skalierbarkeit zu rechnen. Aus demselben Grund steigt der Nutzen für den Kunden auch signifikant. Die in der Praxis verwendeten Landmaschinen können nun ohne Einschränkung in den neuen Service eingebunden werden. Das Cross-Selling-Potenzial ist im Vergleich zur Vorstufe auch leicht höher einzuschätzen, bleibt dabei aber im mittleren Bereich der Bewertungsskala. Für die Umsetzung eines herstellerübergreifenden Service sind allerdings deutlich gestiegene interne Unternehmensaufwendungen zu erwarten. Diese sind damit zu rechtfertigen, als dass sie es im späteren Vertrieb des Smart Service erleichtern, einen größeren Kundenpool anzusprechen. Die Abhängigkeit von einer Plattform ist weiterhin nur mittelbar vorhanden. Für das Erlösmodell kommen mehrere Möglichkeiten in Betracht, wie zum Beispiel ein kostenloser Zugang zu Over-the-air-Updates, eine einmalige Vergütung oder eine Bezahlung je nach erbrachter Leistung bzw. in Anspruch genommenem Update.

Der Plattform-Ansatz grenzt sich hingegen deutlicher von den beiden vorangegangenen Stufen ab und erzielt in allen Bereichen die höchste Ausprägung. Wird der Connected-Update-Service über eine weit verbreitete Plattform angeboten, lässt sich damit eine sehr hohe Skalierbarkeit erreichen. Durch ebendiese globale Erreichbarkeit ist gleichzeitig mit einem hohen Kundennutzen zu rechnen. Zudem deckt dieses Geschäftsmodell die

Möglichkeit auf, weitere Services von Drittanbietern verfügbar zu machen. Nach dieser Logik ist gleichzeitig ein hohes Cross-Selling-Potenzial zu erwarten. Für diesen erweiterten Optionsumfang sind deutliche höhere interne Umsetzungsaufwendungen einzuplanen. Ebenso ist innerhalb dieses Geschäftsmodell die Abhängigkeit von der Plattform am stärksten ausgeprägt.

Auch dieser Usecase konnte neben der wissenschaftlich-unternehmerischen Bewertung mithilfe von Interviews validiert werden. Im Rahmen von Interview-Gesprächen mit Landwirten und Servicetechnikern wurde der Anwendungsfall anhand eines Demonstrationskoffers vorgestellt. Dabei konnte die Funktionsweise beschrieben und es konnten den Interviewpartnern die verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten nähergebracht werden. Das nachfolgende Bild 60 zeigt einzelne Ergebnisse der Befragungen.

Die Interviews zum Usecase *Connected Update* wurden auch in diesem Fall mit verschiedenen Landwirten und Servicetechnikern geführt, die jeweils unterschiedliche

„Hätte ich die Software online verfügbar gehabt, hätte ich mir und dem Servicetechniker einen Arbeitstag gespart.“
 – Landwirt, Meppen, Mai 2019

Validierung *Connected Update* im Gespräch

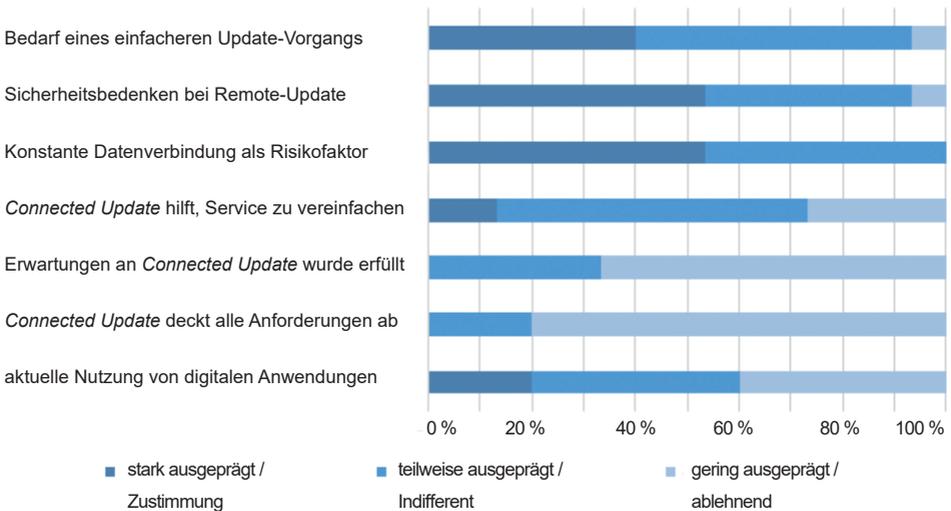


Bild 60: Validierung *Connected Update* im Gespräch (Teilnehmer: n = 15)

Reifegrade der Digitalisierung aufweisen. Eine große Nachfrage nach einem einfacheren Prozess für den Fall, dass ein Softwareupdate notwendig ist, zeichnet sich ab. Viele Maschinen werden mit vielfältigen Softwarefunktionen ausgeliefert, die regelmäßig aktualisiert werden müssen, um Sicherheitsanforderungen und einwandfreie Funktionalität zu gewährleisten. Der damit erhöhte Serviceaufwand erfordert eine schnelle und digitale Lösung.

Gleichzeitig werden mit dem Remote-Zugang zu Software-Updates Bedenken bezüglich der Sicherheit geäußert. Diese sind mitunter stark ausgeprägt. Zum einen sind bei derzeitigen Updates häufig Feinabstimmungen an der Maschine notwendig, die einzeln durch einen Servicetechniker vor Ort durchgeführt werden müssen. Durch diese Einschränkung stehen viele Teilnehmer der Befragung einer alleinigen Anwendung des Connected Updates skeptisch gegenüber. Außerdem werden die derzeitige Netzabdeckung und die damit verbundene Zuverlässigkeit der Datenverbindung als eine kritische Einschränkung für den Einsatz des Connected Updates von einer großen Mehrheit der Teilnehmer wahrgenommen. Gleichzeitig können sich nur wenige klar dafür aussprechen, dass der Usecase *Connected Update* den Maschinenservice deutlich erleichtert. Hier sind die Teilnehmer vermehrt indifferent bzw. nehmen sogar eine ablehnende Haltung ein. Dies wird hauptsächlich auf die Notwendigkeit der Feinabstimmung der Maschine im Anschluss an ein Software-Update zurückgeführt.

Damit einher geht auch die überwiegend geringe Erfüllung der Erwartung an den Usecase und die Rate der Abdeckung der Anforderungen von Anwenderseite. Häufig würden bei Updates individuelle Einstellungen und mehrere Testläufe notwendig. Die Stabilität der aktualisierten Software ist in der Vergangenheit als zunächst fehleranfällig eingeschätzt worden, sodass das Vertrauen für eine digitale Lösung ohne einen persönlichen Ansprechpartner an der Maschine selbst nur gering ausfällt.

Im Allgemeinen ist die Nutzung von digitalen Anwendungen für den notwendigen Fall eines Softwareupdates hauptsächlich mittelmäßig bis gering ausgeprägt. Dies spiegelt wiederum das bisher geringe Vertrauen in die Zuverlässigkeit einer Softwareaktualisierung wider.

5.3 Business-Usecase nPotato

Jana Frank, Mandy Galkow-Schneider, Andreas Hermes, Sabine Janzen, Arndt Kritznier, Wolfgang Maaß, Frank Mildner, Sven Marquardt, Benedikt Moser, Marcus Pier, Hannah Stein

Ausgehend von Business-Usecase 3 wurde am Beispiel des Kartoffelanbaus untersucht, wie Daten über physische Einwirkungen über den Lebenszyklus einer

Feldfrucht während der Saat, der Ernte, des Transports und der Lagerung genutzt werden können, um einen ökonomisch optimalen Ertrag zu erzielen. Kartoffeln erleiden durch zu hohe Geschwindigkeiten in Erntemaschinen Beschädigungen, die später bei der Lagerung durch Fäulnis zu Ausfällen im Ertrag führen. Somit haben Schläge die wirtschaftlich stärksten Auswirkungen bzw. das größte Schadenspotenzial und sind gleichzeitig am einfachsten durch bessere Maschineneinstellungen während der Ernte zu vermeiden (s. PRAEGER ET AL. 2013, S. 7141 f.).

Die intelligente „schmerzempfindliche“ Kartoffel (*nPotato*) ist ein Kunststoffobjekt vom Gewicht und der Größe einer echten Kartoffel, das mit Sensorik ausgestattet Schläge und Rotationen während des Ernteprozesses erfasst. Die *nPotato* wird vor der Ernte auf dem Feld ausgelegt und anschließend im regulären Erntebetrieb durch den Kartoffelroder aufgenommen. Abhängig von der Größe des Feldes, der gepflanzten Kartoffelsorte und weiteren Rahmenbedingungen, wie der Temperatur und Bodenqualität, muss eine unterschiedliche Anzahl von *nPotatoes* auf dem Feld ausgelegt werden, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen.

Die Daten werden in Echtzeit auf der Landmaschine analysiert und die gewonnenen Erkenntnisse dem Landwirt in Echtzeit angeboten. Die Daten werden mittels Methoden des maschinellen Lernens ausgewertet. Dazu gehört, dass Schläge klassifiziert und Beschädigungsverteilungen der Ernte für das Feld fortlaufend auf Basis der gepflanzten Kartoffelsorte und deren Eigenschaften berechnet werden. Ergebnisse werden mit einem zweiten statistischen Verfahren gekoppelt, welches historische Kartoffelpreise der vergangenen Jahre dazu nutzt, um monatliche Durchschnittspreise für die nächsten drei Monate zu prognostizieren.

Die Ergebnisse beider Dienste werden in einen prognostizierten finanziellen Ertragswert integriert. Dadurch kann der Landwirt jederzeit auf den vorhergesagten Ertragswert der aktuellen Ernte im gewünschten Zielmonat zugreifen. Falls die Prognose unterhalb des Zilertrags liegt, kann der Landwirt unmittelbar mit dem Fahrer der Maschine Kontakt aufnehmen, um beispielsweise eine schonendere Einstellung der Erntemaschine vorzunehmen oder gemeinsam mit dem Fahrer einen erweiterten Zeitraum für die Ernte zu vereinbaren.

5.3.1 Technische Entwicklung

Um Mehrwert aus dem oben beschriebenen *nPotato*-Smart-Service zu generieren, müssen im Rahmen der Entwicklung folgende Problemstellungen adressiert werden: (1) Volle Datenkontrolle, (2) unbeständiger Internetzugang und daraus resultierende (3) fehlende Serviceverfügbarkeit.

(1) Im Hinblick auf Datensicherheit sind Daten über Ernteprozesse, optimale Maschineneinstellungen und die Handhabung von Pflanzen sowohl für Landwirte als auch für Maschinenhersteller sensibel und wertvoll. Vergleichbar mit Betriebsgeheimnissen in der Produktion, wollen Datenbesitzer die volle Kontrolle über diese Daten bezüglich Speicherung und Softwareverarbeitung haben; im besten Fall verlassen sie den Produktionsstandort nicht. Das bedeutet, dass die gesammelten und analysierten Daten zu kostbar und empfindlich für die Übertragung in zentralisierte Rechenzentren einschließlich Endbenutzer-Lizenzvereinbarungen sind. (s. SONKA 2014, S. 14 f.; VAN‘T SPIJKER 2014, S. 3 ff.; WOLFERT ET AL. 2017, S. 77)

(2) Ein unbeständiger Internetzugang wird dadurch verstärkt, dass insbesondere in ländlichen (Ernte-)Regionen ein kontinuierlicher und zuverlässiger Hochgeschwindigkeits-Internetzugang nicht gewährleistet ist (s. BEST u. MACLAY 2002, S. 84). Der Datenaustausch kann daher in der Regel nicht ohne erhebliche Latenzzeiten erfolgen.

(3) Der unbeständige Internetzugang führt dazu, dass eine ortsunabhängige 24/7-Verfügbarkeit von Smart Services zur Datenverarbeitung und Generierung von für Landwirte relevanten Ergebnissen nicht gegeben ist.

Um diese Probleme zu adressieren, wurde für die Umsetzung des *nPotato*-Smart-Service die Edge-AI-Plattform *TUCANA* entwickelt. *TUCANA* basiert auf einer komplett webbasierten Architektur, die lokale und dezentrale Datenanalysen ermöglicht. Die Analysen können dabei als verteilte und komplexe Anwendungen auf mobilen Endgeräten ausgeführt werden.

Um dem Benutzer (1) volle Kontrolle über die Daten zu geben, werden verfügbare eingebettete Sensoren auf mobilen Geräten (z. B. Gyroskop) zur lokalen Wahrnehmung sensorischer Daten angewandt und lokal im persistenten Primärspeicher der mobilen Endgeräte gesichert. Mittels lokaler Datenanalysekomponenten, die JavaScript-basiertes maschinelles Lernen ohne zentralisierte Trainingsdaten ausführen, werden die Daten verarbeitet (z. B. unter Nutzung von Federated Learning (s. MCMAHAN u. RAMAGE 2017, S. 2 ff.).

Um (2) zu adressieren, werden Webbrowser als aktive Datenprozessoren zur Realisierung verteilter Datenanalysen verwendet und unabhängig von einem zuverlässigen Internetzugang ausgeführt. Hiermit wird die Grundidee des verteilten und dezentralen Informationssystems „World Wide Web“ (s. BERNERS-LEE 1989, S. 3) mit dem Aspekt der Daten- und Softwaregleichheit, wie sie in der von Neumann-Architektur (s. NEUMANN 1993, S. 33) gegeben ist, zusammengeführt.

Um (3) eine 24/7-Verfügbarkeit des Smart Service *nPotato* zu gewährleisten, werden sogenannte *TUCANA-Environments* (T-ENVs) eingerichtet. Es handelt sich dabei um lokale Umgebungen mit voller Funktionalität, die dem Nutzer den Smart Service lokal anbieten können. T-ENVs repräsentieren selbstadaptive Systeme auf Endgeräten, die lokale Dienste nutzen, um ihr Verhalten in spezifischen Situationen zu adaptieren. Jedes T-ENV ermöglicht einen rollenbasierten, zugriffsgesteuerten Datenaustausch zwischen lokalen Systemen innerhalb eines Browsers auf einem mobilen Endgerät. Darüber hinaus sind T-ENVs in der Lage, einen rollenbasierten, zugriffsorientierten Peer-to-Peer-Austausch von Daten, Software und Modellen zu realisieren.

Die T-ENVs der webbasierten *TUCANA-Plattform* für mobile Smart Services repräsentieren virtuelle Toolboxen, die lokale Smart Services für den Nutzer bereitstellen. T-ENVs können sowohl über Schnittstellen zu anderen T-ENVs als auch Cloud-Infrastrukturen verfügen und z. B. über Sensorik wahrnehmen, was in der Umgebung geschieht (s. Bild 61).

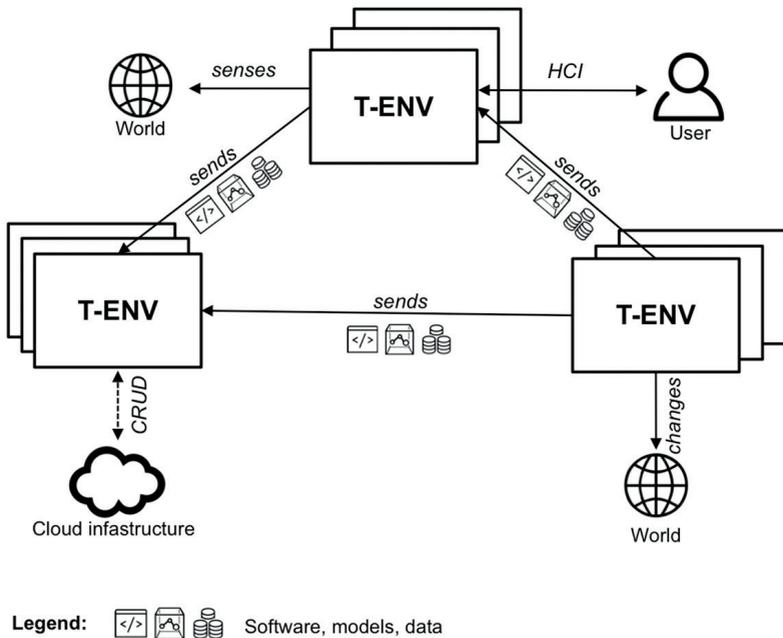


Bild 61: TUCANA-Plattform

Zur Implementierung der Edge-AI-Plattform TUCANA wurden lediglich Web-Technologien angewandt. Der verteilte Charakter mobiler, webbasierter Architekturen und die Plattformunabhängigkeit von Web-Anwendungen unterstützt sowohl die Verbindung der verteilten T-ENVs in einem Peer-to-Peer-Netzwerk als auch das Bereitstellen der T-ENVs auf mobilen und eingebetteten Endgeräten. Die Kernkomponenten der T-ENVs sind sogenannte Minions, die autonome Services repräsentieren und gemeinsam arbeiten, um verschiedene gegebene Tasks innerhalb des verteilten Systems auszuführen. Sie realisieren bei gegebenem (multiplem) Input einen (multiplen) Output über Funktionen. Minions können miteinander kommunizieren und werden in vier verschiedene Typen unterteilt:

- Perceiver-Minion (PMIN): bietet Wahrnehmungsdienst an, versorgt z. B. TENVs mit Daten, die von Sensorik gesammelt werden,
- Thinker-Minion (TMIN): analysiert und verarbeitet vom PMIN gesammelte Daten
- Actuator-Minion (AMIN): ist der Gegenpart zu PMIN und löst ein Ereignis, basierend auf Analysen des TMIN, aus
- Communicator-Minion (CMIN): realisiert Schnittstellen für Mensch-Computer-Interaktion und ermöglicht eine sichere Peer-to-Peer-Kommunikation zwischen T-ENVs.

Aufgrund der Beschränkung der T-ENVs auf die Bereitstellung von Smart Services, die offline laufen können, sind traditionelle Ansätze wie Mobile-Cloud-Computing sowie Mobile-Edge-Computing nicht ausreichend (s. ASRANI 2013, S. 606; FERNANDO ET AL. 2013, S. 85; LIANG 2017, S. 77), da beide Webanwendungen benötigen, um den Hauptteil der Berechnung an Online-Datenspeicher- und Verarbeitungseinrichtungen zu übertragen. Diese Einschränkung webbasierter Architekturen wurde durch den Einsatz von Progressive-Web-Apps (PWA) behoben, die es Webanwendungen ermöglichen, offline in Browserumgebungen zu laufen. Dadurch wird die Ausführung der Datenverarbeitung innerhalb von T-ENVs unter Beibehaltung bewährter Kommunikationsmechanismen verteilter, webbasierter Architekturen ermöglicht.

Anbindung an die Smart-Farming-Plattforminstanzen

Die Daten des *nPotato*-Smart-Service werden auch herstellerübergreifend den Smart-Farming-Plattforminstanzen zur Verfügung gestellt, damit z. B. Landmaschinenhersteller oder Landwirte die Daten auswerten können.

Mit der Einführung und dem Aufbau eines Area-Networks wurde der *nPotato*-Smart-Service an die TUCANA-Plattform, an das Kommunikationsmodul sowie an die Smart-Farming-Plattforminstanzen angebunden (s. Bild 62, S. 109). Dadurch wurde die Möglichkeit geschaffen, weitere Sensoren anzubinden und auch eine Vor-Ort-Kommunikation mit einem Terminal der Landmaschine zur Verfügung zu stellen.

Dies eröffnet weitere Nutzungsmöglichkeiten, wie z. B. IP-Kommunikation mit weiteren Anbaugeräten.

Ausgehend von Bild 62 (s. S. 111) zur *nPotato*-Kommunikation und der damit verbundenen Anbindung der *nPotato* via WLAN an einen LTE-Router wurde die parallele Kommunikation via LTE an die TUCANA-Plattform und via Kommunikationsmodul an die Smart-Farming-Plattform umgesetzt. Es wurde damit ein szenarienübergreifendes Kommunikationsnetz für den Landmaschinenkomplex für den Smart-Farming-Pilot entwickelt.

5.3.2 Geschäftsmodellentwicklung

Mit dem Ziel einer möglichst einfachen Handhabbarkeit in der Anwendung der *nPotato* wurden drei Varianten an Geschäftsmodellen identifiziert. Zusammen mit Grimme wurden als mögliche der *Datenproduzent*, der *Entscheidungsunterstützer* und der *Lösungsanbieter* entwickelt.

Einfache Smart Services

Beim Geschäftsmodelltyp *Datenproduzent* nimmt das Unternehmen, das die Ernte der Kartoffeln durchführt, die Daten der *nPotato* auf und sendet diese in eine Kartoffeldatenbank. Es findet also keine Datenanalyse durch dieses Unternehmen selbst statt. Es positioniert sich lediglich als reiner Zulieferer von Daten. Dieser Typ wird nicht detaillierter betrachtet, da dies kein Business-Case für den Landmaschinenhersteller darstellt. Nach interner Ansicht stellt die *nPotato* einen integralen Bestandteil der Maschine dar und funktioniert nur mit dieser gemeinsam. Allerdings ist die Umsetzung innerhalb eines Geschäftsmodells eines dritten Anbieters durchaus denkbar.

I. Entscheidungsunterstützer

Im Gegensatz zum Datenproduzenten werden beim Entscheidungsunterstützer die Daten auch analysiert, sodass dem Landwirt Informationen über den aktuellen Zustand bereitgestellt werden können. Eine Korrektur der eingestellten Maschinenparameter wird dem Landwirt empfohlen. Das Geschäftsmodell des Entscheidungsunterstützers wurde im Lean-Business-Model-Canvas ausdetailliert (s. Bild 63, S. 113).

1. Problem- and Customer-Segments

Bei der Kartoffelernte tritt das grundlegende Problem auf, dass Kartoffeln den Roder mit Beschädigungen verlassen, wodurch die Qualität des Produkts beeinträchtigt wird. Diese Beschädigungen sind häufig auf ungenau eingestellte Maschinenparameter zurückzuführen. Damit stellen sie eine vermeidbare Fehlerquelle dar. Die Schäden vermindern insbesondere auch die Lagerfähigkeit der Kartoffel. Momentan erhält

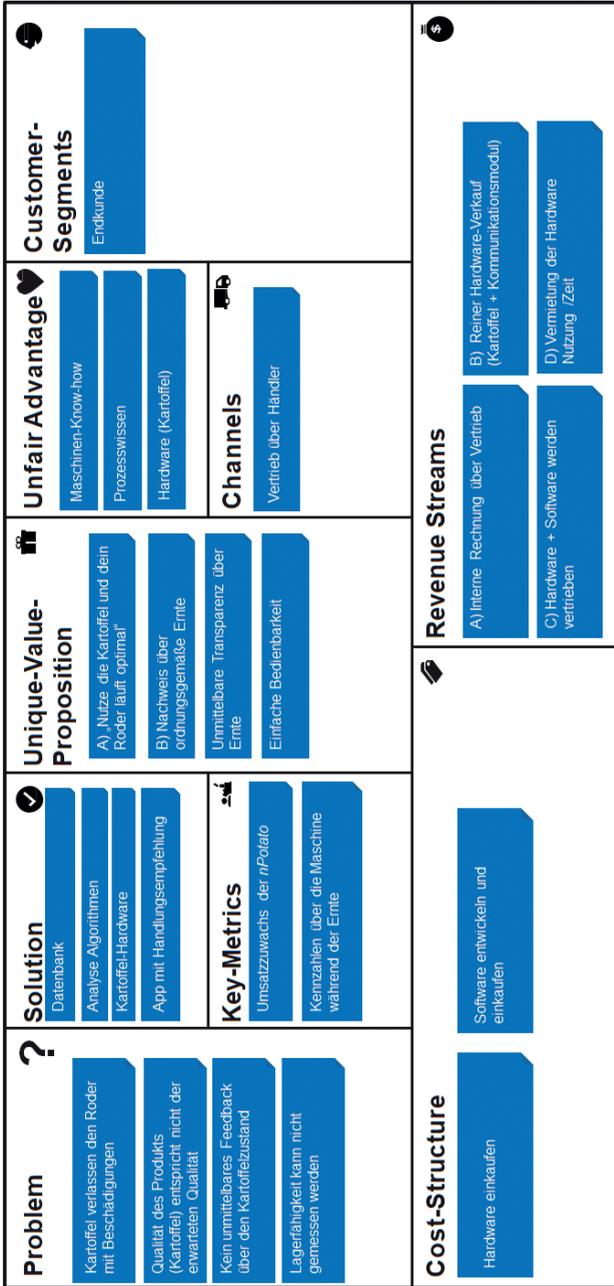


Bild 63: Lean-Business-Model-Canvas, nPotato, Entscheidungsunterstützer

der Fahrer einer Erntemaschine kein unmittelbares Feedback über den Zustand der Kartoffel während des Ernteprozesses. Mit diesem Angebot wird der Landwirt als direkter Kunde identifiziert.

2. *Value-Proposition*

Das gegenüber dem Kunden kommunizierte Wertversprechen ist zum einen eine optimal eingestellte Kartoffelerntemaschine bei Verwendung der *nPotato* und zum anderen ein Nachweis über die ordnungsgemäße Ernte. Beschädigungen des Ernteguts werden minimiert, die Lagerfähigkeit der Kartoffeln deutlich erhöht. Landwirte können somit flexibler auf Marktnachfragen reagieren. Die Verantwortung über die optimale Maschineneinstellung beim Ernteprozess verlagert sich vom Landwirt zum Serviceanbieter der *nPotato*. Durch den digitalen Zwilling der geernteten Kartoffeln entsteht eine unmittelbare Transparenz über die Ernte. Zudem ist die Kartoffel einfach in ihrer Handhabung und ihrer Bedienbarkeit.

3. *Solution and unfair Advantage*

Die über den Sensorknoten der Kartoffel gesammelten Daten werden in einer Kartoffeldatenbank gesammelt, mithilfe von Algorithmen sortiert, analysiert und sequenziell Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese Empfehlungen werden anschließend dem Fahrer in der Umgebung einer App dargestellt. Der entscheidende Vorteil innerhalb dieses Geschäftsmodells eines Landmaschinenherstellers liegt in seinem Knowhow über das Produkt und im Prozesswissen über die Kartoffelernte. Jene können sich Dritte nicht einfach aneignen oder hinzukaufen. Des Weiteren besitzt im speziellen Fall der Landmaschinenhersteller bereits die nötige Hardware einer digitalen Kartoffel für einen solchen Service.

4. *Costs and Revenues*

Das Geschäftsmodell hält vier verschiedene Erlösmethoden bereit: Zunächst kann der Service über interne Rechnungen über den Vertrieb abgewickelt werden. Dabei ändert sich das bisherige Verhältnis zwischen Händler und Landmaschinenhersteller nicht. Das Zusatzmodul ist einzig eine Erweiterung des Produkts *Kartoffelroder* und kann Auswirkungen auf den finalen Verkaufspreis haben.

Als weiteres Erlösmodell dient ein reiner Hardwareverkauf der digitalen Kartoffel in Kombination mit einem Kommunikationsmodul. Dabei ist das Produkt *nPotato* losgelöst vom Produkt *Kartoffelroder* und kann in Ergänzung erworben werden. Bei diesem Modell ist allerdings keine betreuende Software inkludiert. Die Bereitstellung derer kann dann selbst durch die Landwirte oder Dritte geleistet werden.

Die dritte Alternative stellt den Vertrieb der Software in Kombination mit der Hardware dar. Die beiden Produkte werden im Bundle angeboten und können

mit verschiedene Erlösmodellen auf den Markt gebracht werden. Ein Pay-per-Use-Modell oder Pay-per-Performance-Modell ist hier leicht zu etablieren.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass das Produkt nicht in den Besitz des Betreibers übergeht. Stattdessen wird die Hardware inklusive der Software an den Anwender vermietet. Das Risiko für die Funktionstüchtigkeit und die Leistung bleibt in diesem Fall beim Anbieter und entlastet dadurch den Anwender. Dies senkt die etwaige Hürde, sich für die neue Funktion zu entscheiden.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Der Erfolg des Geschäftsmodells kann direkt aus dem Vergleich der Kunden mit und ohne Einsatz der *nPotato* abgeleitet werden. Die Informationen, die aus neu gewonnenen Daten abgeleitet werden können, sind vor allem für den Hersteller der Landmaschinen relevant. Für den Kunden der *nPotato* wird der Einfluss der *nPotato* anhand des reduzierten Ausschusses ersichtlich. Dementsprechend kann der Ertrag der Ernte der entsprechenden Maschine abhängig von der *nPotato* gesteigert werden.

II. **Lösungsanbieter**

Eine zusätzliche Option stellt der Verkauf der Hardware in einem Bundle mit der Software dar. Somit wäre der Landmaschinenhersteller der umfassende Anbieter für den Service der Ernteoptimierung und ein Lösungsanbieter im Sinne des morphologischen Kastens. Der Landmaschinenhersteller stellt dann zum einen die Hardware durch Verkauf bereit und bietet zum anderen die notwendige Software, die entsprechende Handlungsempfehlungen liefert. Dieses Modell erscheint sehr sinnvoll, besonders vor dem Hintergrund, dass der Serviceanbieter aus der Sammlung der Daten verschiedener Kunden große Lerneffekte erzielen kann, die dem Kunden direkten Nutzen bieten. Weiterhin ist es aus Sicht des Landmaschinenherstellers perspektivisch denkbar, das Geschäftsmodell um das Angebot der automatischen Maschineneinstellung auf Basis der Sensorkartoffel weiterzuentwickeln. Dazu werden mittels der *nPotato* in Echtzeit nicht optimale Maschineneinstellungen (z. B. zu aggressiv/zuschonend) der Gesamtmaschine bzw. von Teilen und Baugruppen der Maschine entlang des Gutflusses lokalisiert und an die Maschinensteuerung übertragen. Die Maschinensteuerung kann aufbauend auf diesen Informationen gezielt und unmittelbar Anpassungen entsprechend den individuellen Bedürfnissen des vorliegenden Rodeprozesses vornehmen, indem direkt die entsprechenden Maschineneinstellungen des Roders angepasst oder indirekt die Einstellungen des Zugfahrzeugs (z. B. Fahrgeschwindigkeitsänderung via TIM) beeinflusst werden. Durch einen regelmäßigen Einsatz der *nPotato* während des Rodeprozesses kann das Ergebnis der automatisch angepassten Maschineneinstellungen immer wieder überprüft und situativ automatisch angepasst werden, sodass ein effizienter Maschineneinsatz resultiert.

1. *Problem- and Customer-Segments*

Innerhalb dieses Geschäftsmodells werden dieselben Probleme und Kundensegmente adressiert, wie sie bereits für den Fall des Entscheidungsunterstützers beschrieben wurden. Darüber hinaus sollen hierdurch Kunden angesprochen werden, die einen erhöhten Wert auf die unterstützende Ausbildung der Landmaschinenbediener legen.

2. *Value-Proposition*

Das gegenüber dem Kunden kommunizierte Leistungsversprechen verhält sich zunächst analog zu dem des Entscheidungsunterstützers und wird darüber hinaus erweitert. Damit verlagern sich die Verantwortungen für den Ernteerfolg vom Landwirt zum Serviceanbieter der *nPotato*.

3. *Solution and unfair Advantage*

Entsprechend dem vorangegangenen Geschäftsmodell werden über den Sensorknoten der Kartoffel die Daten in einer Kartoffeldatenbank gesammelt, mithilfe von Algorithmen sortiert, analysiert und sequenziell Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese Empfehlungen werden anschließend dem Fahrer in der Umgebung einer App dargestellt. Jetzt muss der Maschinenführer lediglich seine Zustimmung zu der Empfehlung geben und der Servicedienstleister ist in der Lage, auf die Einstellungen remote Einfluss zu nehmen. Weitere Geschäftscharakteristika sind dem vorangegangenen Modell zu entnehmen.

4. *Costs and Revenues*

Das Geschäftsmodell hält vier verschiedene Erlösmethoden bereit: Zunächst kann der Service über interne Rechnungen über den Vertrieb abgewickelt werden. Dabei ändert sich das bisherige Verhältnis zwischen Händler und Landmaschinenhersteller nicht. Das Zusatzmodul ist einzig eine Erweiterung des Produkts Kartoffelroder und kann Auswirkungen auf den finalen Verkaufspreis haben.

Als weiteres Erlösmodell dient ein reiner Hardwareverkauf der digitalen Kartoffel in Kombination mit einem Kommunikationsmodul. Dabei ist das Produkt *nPotato* losgelöst vom Produkt Kartoffelroder und kann in Ergänzung erworben werden. Bei diesem Modell ist allerdings keine betreuende Software inkludiert. Die Bereitstellung derer kann dann selbst durch die Landwirte oder Dritte geleistet werden.

Innerhalb dieses Modells ist es auch denkbar, anstatt die Hardware zu verkaufen, eine Vermietung der Komponenten in ein Pay-per-Use-Modell zu integrieren. Dies bietet den Vorteil, dass der Kunde bedarfsgerecht den Service in Anspruch nehmen kann. Gleichzeitig eröffnet es dem Anbieter die Möglichkeit, den Kunden langfristig an sich zu binden.

Unabhängig vom Erlösmodell sind für die Entwicklung Kosten einzuplanen. Dies

betrifft sowohl die Hard- als auch die Software. Dabei ist es möglich, dass die beiden Komponenten sowohl selbst entwickelt als auch von Dritten eingekauft werden. Da es sich bei dem Service um keine reine Softwarelösung handelt, findet der Vertrieb über die Händler statt.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Der Erfolg des Geschäftsmodells kann direkt aus dem Vergleich der Kunden mit und ohne Einsatz der *nPotato* abgeleitet werden. Diese Information ist vor allem für den Hersteller der Landmaschinen relevant. Für den Kunden der *nPotato* kann der Einfluss der *nPotato* direkt aus dem Ertrag der Ernte der entsprechenden Maschine abgeleitet werden.

Bild 64 (s. S. 117) stellt das Lean-Business-Model-Canvas für den Usecase *nPotato* in der Form als Lösungsanbieter dar.

Herstellerübergreifender Smart Service

Innerhalb des Usecase *nPotato* wurde in mehreren Workshops die Machbarkeit einer herstellerübergreifenden Anwendung des Sensorknotens diskutiert. Während dieser Herangehensweise wurden zwei Dinge besonders in den Fokus gerückt: Zum einen wurde die technische Machbarkeit eines solchen Smart Service überprüft und der potenzielle Aufwand, den eine Umsetzung in der Realität nach sich ziehen würde, gemessen. In einer zweiten Instanz wurde die wirtschaftliche Ebene näher in Betracht gezogen und im Detail geprüft.

Im Fall der *nPotato* handelt es sich um ein technisches Werkzeug, das für eine zufriedenstellende Funktionstüchtigkeit genau an die Landmaschine, mit der es verwendet wird, angepasst sein muss. Dabei treten die Kartoffelroder mitunter in vielen verschiedenen Varianten und Größen auf. Diese Variabilität würde durch ein herstellerübergreifendes Angebot weiter verstärkt. Damit bestünde die Ausarbeitung eines übergreifenden Service hauptsächlich aus der internen Entwicklung eines Sensorknotens und einer Möglichkeit, diesen mit der Vielzahl an Maschinenvarianten kommunizieren zu lassen. Diese Aufgabe der Produktentwicklung wurde dabei außerhalb des Projektrahmens interpretiert.

Somit ist das Konsortium zu dem Ergebnis gekommen, dass eine weitere Ausführung dieser Strategie zu diesem Zeitpunkt nicht zielführend ist.

Damit lässt sich der Usecase *nPotato* im folgenden Bild 65 (s. S. 118) zusammenfassend in seiner Gestalt als einfacher Smart Service darstellen.

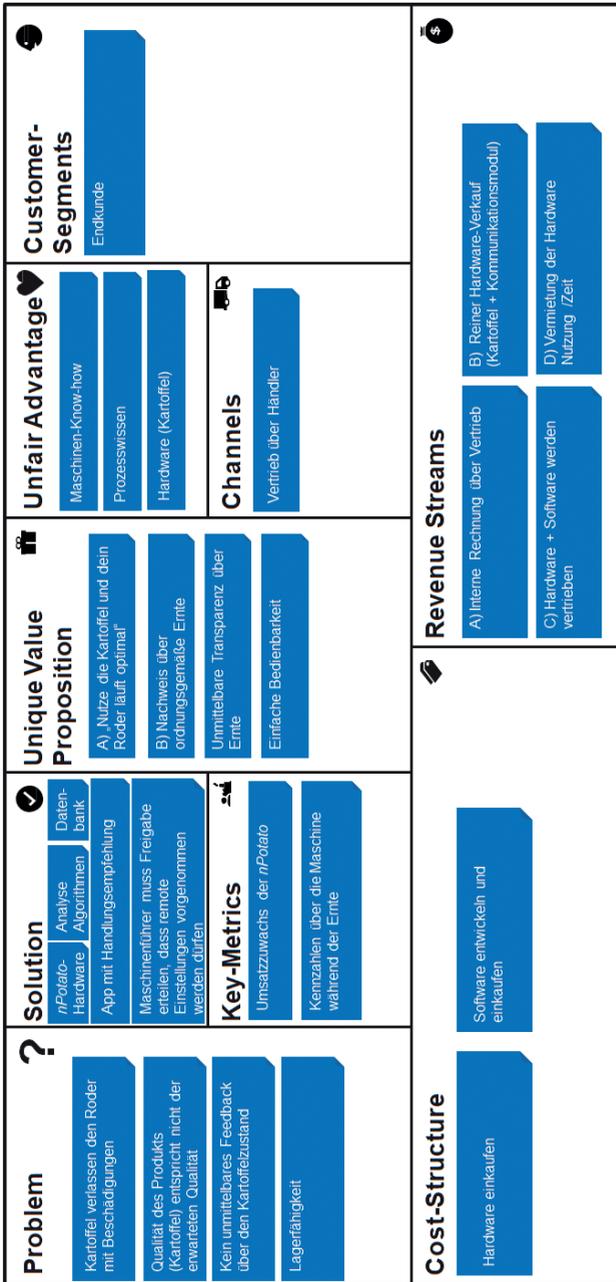


Bild 64: Lean-Business-Model-Canvas, nPotato, Lösungsanbieter



Bild 65: nPotato, Einfacher Smart Service

5.3.3 Validierung

Der nPotato-Smart-Service wurde in zweifacher Hinsicht evaluiert. Die Adoption des nPotato-Smart-Service durch Landwirte, Fahrer und Servicetechniker wurde durch Interviews evaluiert. Dabei wurde den Teilnehmern anhand eines Demonstrationskoffers und der nPotato der Smart Service vorgeführt und die Anwendungsmöglichkeiten dargelegt. Die Interviewpartner konnten sich auf diese Weise selbst ein Bild von der Anwendung der nPotato bilden. Die Ergebnisse dieser ersten Evaluation sind im nachfolgenden Bild 66 in ausgewerteter Form dargestellt.

Innerhalb der Gespräche wurde deutlich, dass ein Großteil der Betriebe schon erste Erfahrungen mit einem tragbaren Sensorknoten zur Optimierung der Ernte sammeln konnte. Von einem regelmäßigen Einsatz einer digitalen Kartoffel, vergleichbar mit der nPotato, wurde jedoch nicht berichtet. Ein flächendeckender Einsatz wird von den

Validierung nPotato im Gespräch

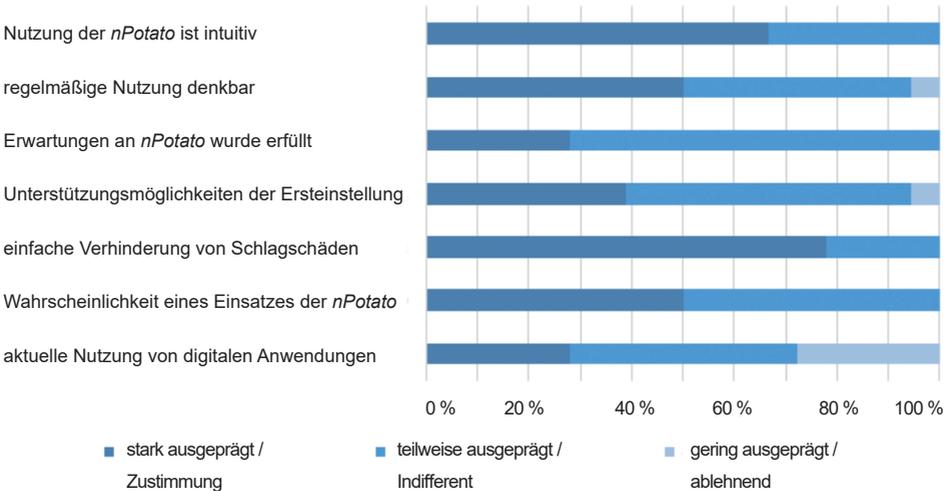


Bild 66: Validierung nPotato im Gespräch (Teilnehmer: n = 18)

Befragten allerdings für denkbar und als wünschenswert eingestuft. Dies geht mit der Einschätzung einher, dass die Nutzung der *nPotato* weitestgehend intuitiv sowohl für den Landwirt zur strategischen Planung als auch für den Maschinenführer einzusetzen ist. Auch die Steigerung der Qualität und die Reduktion des Ausschusses durch den Smart Service *nPotato* werden als realistisch eingeschätzt. Allein einzelne technische Einschränkungen lassen potenzielle Anwender bisher noch davon absehen, dieses häufig neue Gebiet der technischen Entwicklung zu betreten. Wird eine marktreife Version mit entsprechendem Service verfügbar werden, so ist großes Interesse an einer Verwendung sowohl im Subscriptionmodell als auch als einmalige Anschaffung prognostiziert. Die *nPotato* wird dabei sowohl in der Unterstützung zur Ersteinstellung der Maschinen eingesetzt werden können, hierzu gibt fast die Hälfte der Teilnehmer ihre Zustimmung, als auch als einfaches Mittel zur Reduktion von Schlagschäden bei der Ernte. Im letzteren Fall sind sogar fast 80 Prozent der Teilnehmer von dieser Möglichkeit überzeugt.

Somit werden die Erwartungen an den Usecase mehrheitlich teilweise erfüllt und sogar für ein Drittel der Teilnehmer gänzlich erfüllt. Grundsätzlich ist unter den Befragten eine durchschnittliche Verbreitung der Nutzung von digitalen Anwendungen zu verzeichnen.

Neben der Vorstellung und Anwenderevaluierung mit allen potenziellen Stakeholdern wurden zusätzlich technische Testversuche mithilfe von ausgewählten Landwirten in der Praxis durchgeführt.

Die *nPotato* wurde im Rahmen einer Feldstudie hinsichtlich der Güte der Prognose von Schlagschäden evaluiert. Hierzu wurde ein Feldexperiment mit quantitativen und qualitativen Tests zur Beurteilung der Prognosegüte konzipiert.

Im Rahmen der Feldstudie wurde folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wurden vom Partner *Grimme* (1) Fallversuche durchgeführt. Diese führten zu Daten hinsichtlich der prozentualen Beschädigung von drei verschiedenen Kartoffelsorten, die aus drei verschiedenen Fallhöhen auf zwei verschiedenen dicke Bleche fallen gelassen wurden. Auf Basis der (2) Analyse der Daten der Fallversuche wurde ein Machine-Learning-Modell trainiert und das Studiendesign weiter spezifiziert. Anschließend wurde (3) eine Vorstudie in Form eines Funktionstests durchgeführt. Hierzu wurde der *nPotato*-Smart-Service auf einem Feld mit einer Fläche von 2.500 m² bei geringer Netzabdeckung getestet. Bei (4) der Auswertung der Feldstudie konnte eine gute Funktionalität hinsichtlich der Echtzeitauswertung und Güte der Information über die Schlagschäden festgestellt werden. Anschließend wurde die (5) Vorbereitung der Feldstudie eingeleitet, die keine Anpassungen im

Experimentaldesign, Machine-Learning-Modell etc. entsprechend den Ergebnissen der Datenanalyse der Vorstudie erforderte.

Das (6) Feldexperiment zur Evaluierung der Prognosegüte des *nPotato*-Smart-Service wurde bei einem Kunden des Partners Grimme durchgeführt. Das Vorgehen bei dem Feldexperiment setzt sich folgendermaßen zusammen (s. Bild 67).



Bild 67: Vorgehen Feldexperiment

Zunächst werden vier *nPotato*-Prototypen gleichmäßig auf einem Feld von 2.500 m² verteilt. Vor jedem Erntedurchgang werden Experten, d. h. ein Landwirt und ein Landmaschinenhersteller, bezüglich ihrer Einschätzung der prozentualen Beschädigung des kommenden Erntedurchgangs basierend auf den aktuellen Bedingungen befragt. Es werden je drei Erntedurchgänge bei ähnlichen Umweltbedingungen (wie z. B. Bodenbeschaffenheit, Wetter) durchgeführt. Dabei wird pro Durchgang die Geschwindigkeit künstlich variiert (langsam, mittel, schnell). Nach der Entnahme der *nPotato* sowie einer Stichprobe der Ernte wird im Anschluss (ca. 24 – 48 Std. später) die Stichprobe hinsichtlich Schwarzfleckigkeit untersucht. So kann die tatsächliche prozentuale Beschädigung der Ernte festgestellt und mit den Ergebnissen der Prognose des *nPotato*-Service verglichen werden (s. Bild 67).

Bild 68 (s. S. 121) zeigt (a) zwei *nPotato*-Prototypen mit den kommerziellen Smartphones (*nPotato* T-ENVs), weiterhin (b) den *nPotato*-Prototyp beim Einlegen in das Erntefeld sowie (c) *nPotato* im Kartoffelroder.

Zur Evaluation der Prognosegüte werden die quantitativen, statistischen Methoden Mean-Absolute-Error (MAE) und Root-Mean-Squared-Error (RMSE) genutzt, um die Echtzeitvorhersage bzgl. der Ernteschädigung von *nPotato* mit den tatsächlichen Ergebnissen zu vergleichen (s. Bild 70, S. 122). Die Methode MAE stellt dabei den Mittelwert eines absoluten Fehlers dar und die RMSE-Methode den Mittelwert der Quadratwurzel eines absoluten Fehlers.



Bild 68: Impressionen Feldexperiment

Das Feldexperiment fand im Herbst in Norddeutschland mit einem Grimme-SE-290-Kartoffelroder statt. Dabei wurde die Kartoffelsorte Agria verwendet. Da diese Sorte robuster gegenüber Schlagschäden und Schwarzfleckigkeit ist als die Kartoffelsorten aus vorangegangenen Experimenten eines Konsortialpartners, die als Datengrundlage für den nPotato-Ansatz dienten, musste ein Skalierungsfaktor zur Korrektur ergänzt werden. Bild 69 (s. S. 122) zeigt die Wetter- und Bodenbedingungen am Tag der Ernte. Weiterhin zeigt sie die Prognose der prozentualen Beschädigung der Kartoffeln durch die Werte der nPotato (PD_{nPotato}), die Prognose des Fahrers (PD_{farmer}) sowie die Prognose des Landmaschinenherstellers (PD_{manu}) hinsichtlich der prozentualen Beschädigung der Ernte sowie die tatsächliche prozentuale Beschädigung (ED).

Jeder nPotato-Prototyp wurde dafür mit einem Sony-Xperia-Z1-Smartphone, Android-Version 5.1.1 und Google-Chrome-Version 69.0.3497 als Webbrowser für die Ausführung der nPotato-T-ENVs ausgestattet.

Die Boden- und Wetterbedingungen (s. Bild 69) am Tag des Feldexperiments stellten optimale Bedingungen für die Kartoffelernte dar. Dies erklärt die geringe Beschädigungsrate (ED) von 2 Prozent und 1 Prozent.

Durchlauf	Wetter	Boden	Außentemperatur (°C)	Geschwindigkeit (km/h)	PD _{nPotato} (%)	PD _{farmer} (%)	PD _{manu} (%)	ED (%)
#1	sonnig, etwas neblig	trocken, kleine Steine/ Klumpen	8	5	2.13	5.0 - 10.0	3.0	2.0
#2	sonnig	trocken, kleine Steine/ Klumpen	11	4	0.82	7.0 - 12.0	3.0	1.0
#3	sonnig	trocken, kleine Steine/ Klumpen	16	6	0.97	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	1.0

Bild 69: Bedingungen und Prognoseergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnung von MAE und RMSE (s. Bild 70) indizieren eine hohe Performanz und Prognosegüte des nPotato-Smart-Service (s. HERLOCKER ET AL. 2004, S. 21). Außerdem ist aus den Daten zu schließen, dass die lokalen und dezentralen Datenanalysen auf mobilen Geräten nur um +/-0,1 Prozent von der Genauigkeit selbiger Analysen mit traditionellen, zentralisierten Ansätzen abweichen. Durch die Echtzeitübertragung der Information bzgl. Schlagschäden während der Kartoffelernte sind Landwirte und Landmaschinenhersteller in der Lage, in Echtzeit starke Schlagschäden an ihrer Ernte zu identifizieren und diesen entgegenzuwirken. Die Landwirte können direkt ihre Maschineneinstellungen optimieren, um ihre Ernte in guter Qualität einzubringen und so ihren wirtschaftlichen Erfolg zu sichern.

Durchlauf	PD _{nPotato} (%)	ED (%)	MAE	RMSE
#1	2.13	2.0	1.365	2.973
#2	0.82	1.0	0.525	1.211
#3	0.97	1.0	0.253	0.598

Bild 70: MAE-, RMSE-Feldexperiment

Auch der Usecase der nPotato wurde analytisch nach den vorangegangenen Kriterien bewertet. Grundsätzlich bleibt hier im Gegensatz zu den bereits erläuterten Usecases die Betrachtung der herstellerübergreifenden Smart Services und des Plattformansatzes aus. Die Ausarbeitung dieser Optionen ist innerhalb des Konsortiums nicht weiter vertieft worden. Die Ausgestaltung der Bewertungen ist im nachfolgenden Bild 71 dargestellt.

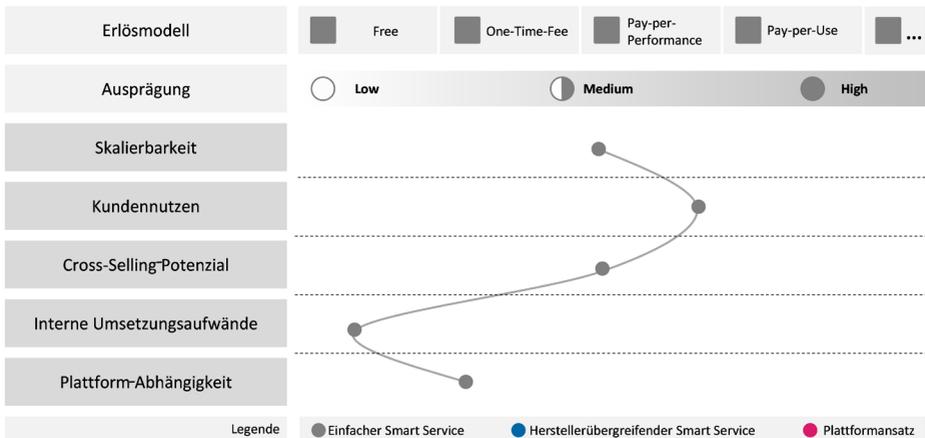


Bild 71: Bewertung Usecase nPotato

In seiner einfachen Ausprägung ist für den Usecase der *nPotato* eine mittlere Skalierbarkeit zu erwarten. Durch seinen einfachen Einsatz ist es zwar schnell möglich, den Service flächendeckend einzusetzen, jedoch bleibt eine Erweiterung des Service zum Zeitpunkt des aktuellen Forschungsstands zunächst aus. Gleichzeitig kann durch die *nPotato* ein direkter Kundennutzen erzielt werden, der sich zudem durch ein breites Nutzerspektrum noch potenzieren lässt. Das Cross-Selling-Potenzial wird durch das Konsortium im mittleren Bereich der Skala angesiedelt, da die *nPotato* im Vergleich zu den üblichen Investitionsvolumina einen eher geringen Anteil darstellt. Daraus abzuleiten ist in gleicher Weise, dass sich die internen Umsetzungsaufwendungen sehr geringhalten. Die Abhängigkeit von einer Plattform ist auch reduziert, jedoch letztlich auch von dieser beeinflusst, was zu einer mittleren Bewertung innerhalb dieses Kriteriums führt.

5.4 Business-Usecase *Fleet-Set-Connect*

Volker Brandt, Jana Frank, Andreas Kipp, Sergius Klassen, Arndt Kritzner, Reinhold Mähler, Benedikt Moser, Henning Pohlhausen, Max Reinecke, Christian Schaeperkoetter

Inhalt des Business-Case *Fleet-Set-Connect* ist die maschinenübergreifende Einstellung von Mähdrescherflotten in der Getreideernte. Die richtige Einstellung der Maschinenparameter hat wesentlichen Einfluss auf Ertrag, Qualität und Durchsatz. Bisher werden diese Einstellungen von den Fahrern individuell vorgenommen, wobei die Erfahrung und die Ausbildung der Fahrer eine große Rolle spielen.

Durch Einsatz des Master-Secondary-Prinzips werden die Maschineneinstellungen einer durch einen erfahrenen Fahrer eingestellten Maschine (Master-Maschine) auf weitere Maschinen des gleichen Bautyps (Secondary-Maschine) drahtlos, bspw. über Mobilfunk, übertragen (s. Bild 72, S. 124). Die Maschineneinstellungen können alternativ von einem externen Experten, beispielsweise vom Feldrand aus, über ein Tablet vorgegeben werden.

Durch die flächendeckende Nutzung der optimalen Einstellungen kann die Ernteleistung optimiert werden und auch unerfahrenere Fahrer erreichen ein besseres Ernteergebnis. Einerseits kann der Ausschuss der Ernte reduziert werden, da die Frucht bei der Ernte schonender behandelt wird. Andererseits bedeutet das auch, dass eine höhere Qualität der Ernte erzielt werden kann. Dies steigert den Ertrag ein weiteres Mal.

Für *Fleet-Set-Connect* müssen mindestens eine Master- und eine Secondary-Maschine miteinander verbunden sein, die beide über geeignete Kommunikationsmodule verfügen. Die Maschinen müssen baugleich und kalibriert sein. Nur so können einzelne Parameter auch sinnvoll auf andere Maschinen übertragen und ein verbessertes Ergebnis erzielt werden.

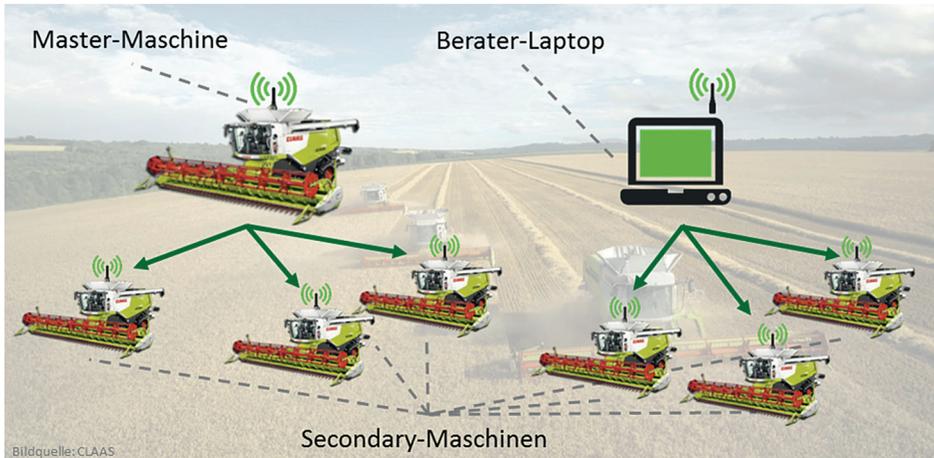


Bild 72: Fleet-Set-Connect-Visualisierung

Für den Erfolg sind weiterhin hauptsächlich die Fahrer der Landmaschinen ausschlaggebend. Die Mitarbeiter, die ein Feld gemeinsam bearbeiten, müssen sich der Mastermaschine oder dem externen Berater unterordnen. Dies kann auch entgegen ihrer Erfahrung und Gewohnheit sein. Daher fällt auf den Master oder Berater eine hohe Verantwortung. Die Hersteller müssen dafür Sorge tragen, dass ihre Geräte auch mit dieser Software ausgestattet werden können.

5.4.1 Technische Entwicklung

Bild 73 (s. S. 125) zeigt die Verteilungsarchitektur für Fleet-Set-Connect. Ziel der Verteilungsarchitektur ist es, die Prozesse so abzubilden, dass auch im Fall von Verzögerung oder Ausfall der Kommunikation zwischen Prozessteilnehmern die Prozessintegrität weiterhin gewährleistet ist. Hierzu verwenden die einzelnen Prozessteilnehmer in sich geschlossene Systeme, die Daten auch im Fall eines Ausfalls nicht verlieren und somit bei einer erneuten Kommunikationsverbindung die Prozesse korrekt fortsetzen können.

In Fleet-Set-Connect interagieren die Maschinen direkt mit der Cloud (s. Bild 74, S. 125). Dabei sendet die Master-Maschine die Maschinenparameter an die Cloud. Eine Information, wie die Parameter weitergeleitet werden, ist nicht nötig. Auf der Seite einer empfangenden Secondary-Maschine ist nur das Empfangen und Verarbeiten von neuen Daten relevant. Ein Feedback an den Versender wird nicht übermittelt. Somit sind die jeweiligen Teilnehmer unabhängig voneinander und kommunizieren nur indirekt. Die für Fleet-Set-Connect umgesetzte Plattform beruht auf Software-as-a-Service-

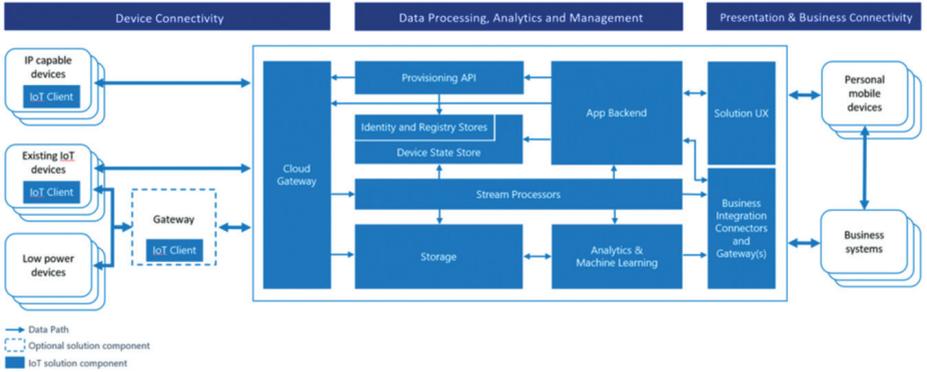


Bild 73: Verteilungsarchitektur in der Cloud-Lösung

Technologien. Es kommen Managed-Services der Microsoft-Cloud (Azure) zum Einsatz, die um sogenannten Custom-Code für tiefere Geschäftslogik erweitert bzw. komplettiert wurden. Durch den Einsatz von Cloud-Technologien werden die nichtfunktionalen Anforderungen bzgl. Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit als integraler Bestandteil der Managed-Services abgedeckt.

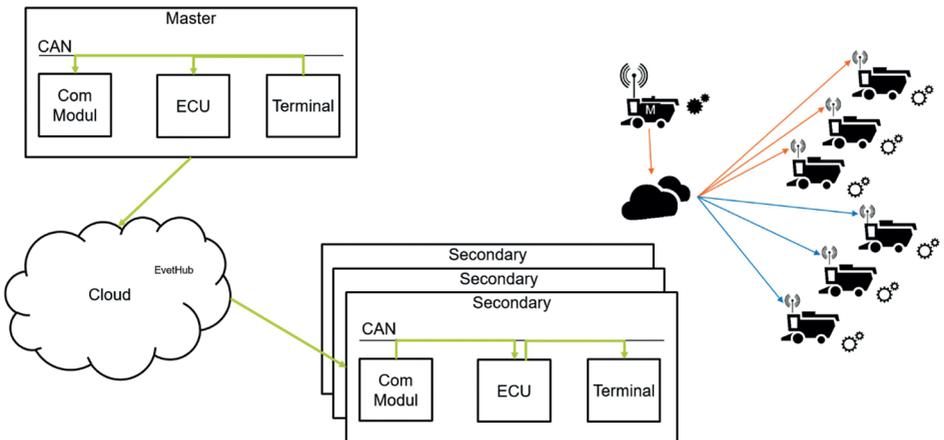


Bild 74: Software-as-a-Service am Beispiel des Fleet-Set-Connect

Als Managed-Services kommen zum Einsatz (s. Bild 75):

- Azure IoT-Hub als zentrale Zugangsinstanz für mobile Arbeitsmaschinen und Fahrzeuge,
- Azure Event-Hub & Service-Bus zur Weiterleitung/Weiterverarbeitung der über den IoT-Hub eingegangenen und ausgehenden Datenströme,
- Azure Storage zur Zwischenspeicherung von Daten bzw. Speicherung von Konfigurationen der „Custom-Code-Services“,
- Azure Service Fabric als Microservice-Cluster Technologie für „Custom-Code-Services“.

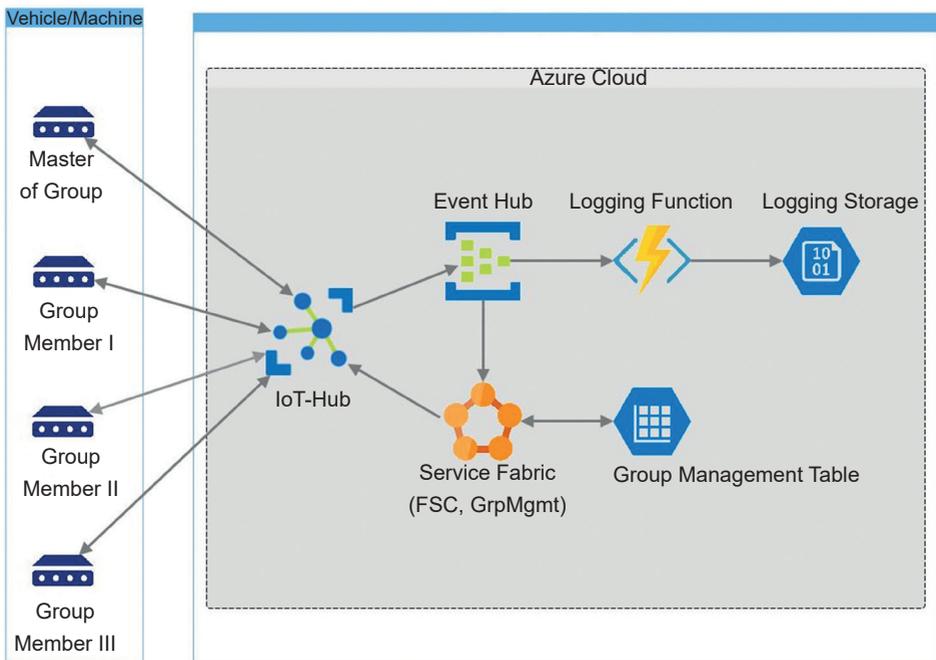


Bild 75: Verwendete „Managed Services“ der Microsoft Azure

Zur Einstellung der Maschinenparameter wurde eine intuitive Darstellung gewählt. Durch die Verwendung einer maschinenähnlichen Silhouette kann sich der Endanwender leicht orientieren. Dabei unterscheidet sich das User-Interface nicht signifikant von herkömmlichen Anbietern, sodass eine hohe Bedienfreundlichkeit erzielt werden kann. Bild 76 (s. S. 127) zeigt ein beispielhaftes Design, ähnlich einer späteren Umsetzung.



Bild 76: Design der Bedienoberfläche

5.4.2 Geschäftsmodellentwicklung

Aus den Geschäftsmodell-Workshops ergab sich, dass neben dem Datenbroker auch der Entscheidungsunterstützer sowie der Lösungsanbieter Anwendung beim Usecase *Fleet-Set-Connect* finden kann. Beim *Datenbroker* werden die Daten der Landmaschinen im lokalen Verbund aggregiert und übertragen. Dieser Typ wird nicht detaillierter betrachtet, da dies dem aktuellen Geschäftsmodell von *Fleet-Set-Connect* eines führenden Landmaschinenherstellers entspricht, der gleichzeitig Teil dieses Konsortiums ist.

Einfacher Smart Service

Unter Anwendung des Geschäftsmodelltyps des *Entscheidungsunterstützers* nutzt der Landwirt die Application „Cemos Advisor“ auf seinem Tablet und kann darüber die Maschineneinstellungen übertragen. Die Daten kommen dabei nicht aus der Cloud, sondern werden dem lokalen Fahrzeugdatenspeicher entnommen.

1. Problem- and Customer-Segments

Durch die Analyse mittels Lean-Business-Model-Canvas wurde als Problem die Verschwendung im Ernteprozess durch falsch bzw. nicht optimal eingestellte Maschinen identifiziert, was den Return on Investment (ROI) des Landwirts gefährdet. Da der Landwirt innerhalb dieses Geschäftsmodells der alleinige Adressat ist, spielt dieser Umstand eine entscheidende Rolle für den Erfolg dieses Konzepts.

2. Value-Proposition

Das zentrale Wertversprechen für den Landwirt ist es, zu jedem Zeitpunkt mit der bestmöglichen Maschineneinstellung während der Ernte zu operieren. Zur Erfüllung dieses Versprechens werden die Einstellungsparameter über die gesamte Flotte hinweg optimiert. Anschließend werden diese Optimalwerte auf die entsprechende Maschine während des Einsatzes übertragen.

3. *Solution and unfair Advantage*

Der Landmaschinenhersteller hat in seiner Position als Landmaschinenhersteller dabei zunächst einen Vorteil gegenüber Dritten, indem sie einmalige Kenntnis über die eigenen Maschinen und Ernteprozesse haben. Zudem besitzt der Landmaschinenhersteller eine umfangreiche Datengrundlage über Erntevorgänge (Data-Lake). Dies stellt für Dritte eine große Markteintrittsbarriere dar.

4. *Costs and Revenues*

Als Erlösmodell würde eine Jahreslizenz dienen, sodass der Landwirt den Service immer für eine volle Erntesaison nutzen kann. Kosten entstehen zum einen für die Infrastruktur an sich und zum anderen für die Service-Infrastruktur. Es muss eine entsprechende App erstellt werden und deren Funktionalität sichergestellt sein. Dabei entstehen zunächst im Vorfeld, aber auch im laufenden Betrieb Kosten für die umfangreichen Big-Data-Analytics, um eine valide Grundlage für die Empfehlungen zu schaffen. Für Fragen der Landwirte muss eine entsprechende Support-Infrastruktur geschaffen werden. Zudem muss der Service umfangreich beworben werden, wodurch Ausgaben in der Kommunikation zu den Kunden und dem Marketing entstehen. Neben dem Kauf als App im Maschinenterminal der Erntemaschine wäre als Kanal auch allgemein ein Online-Shop denkbar.

5. *Key-Metrics and -Channels*

Als Messmetrik ist ein Benchmarking gegenüber allen Maschinen im Besitz bzw. im Einsatz des Betriebs vorgesehen, der die direkten Vorteile der richtig eingestellten Maschinen aufzeigen soll. Das nachfolgende Bild 77 (s. S. 129) zeigt die anhand des Lean-Business-Model-Canvas erzielten Ergebnisse.

Herstellerübergreifende Smart Services

Der Geschäftsmodelltyp *Lösungsanbieter* stellt keine Veränderung im Geschäftsmodell, sondern lediglich auf Prozessebene dar. Denn bei diesem können die Maschinenparameter durch den Dienstleister direkt und remote aus der Cloud heraus angepasst werden. Daher wird dieser Typ hier nicht detaillierter betrachtet.

Im Workshop kam die Idee auf, zu ermöglichen, auch Implements in ferner Zukunft einstellen zu können. Allerdings wurde hierzu kein detailliertes Geschäftsmodell erarbeitet, da dieses Vorhaben zu sehr in die Zukunft greift und fraglich ist, ob derzeit entsprechende Hersteller damit einverstanden wären. Zudem besteht eine hohe Ähnlichkeit zum Usecase für Dritte.

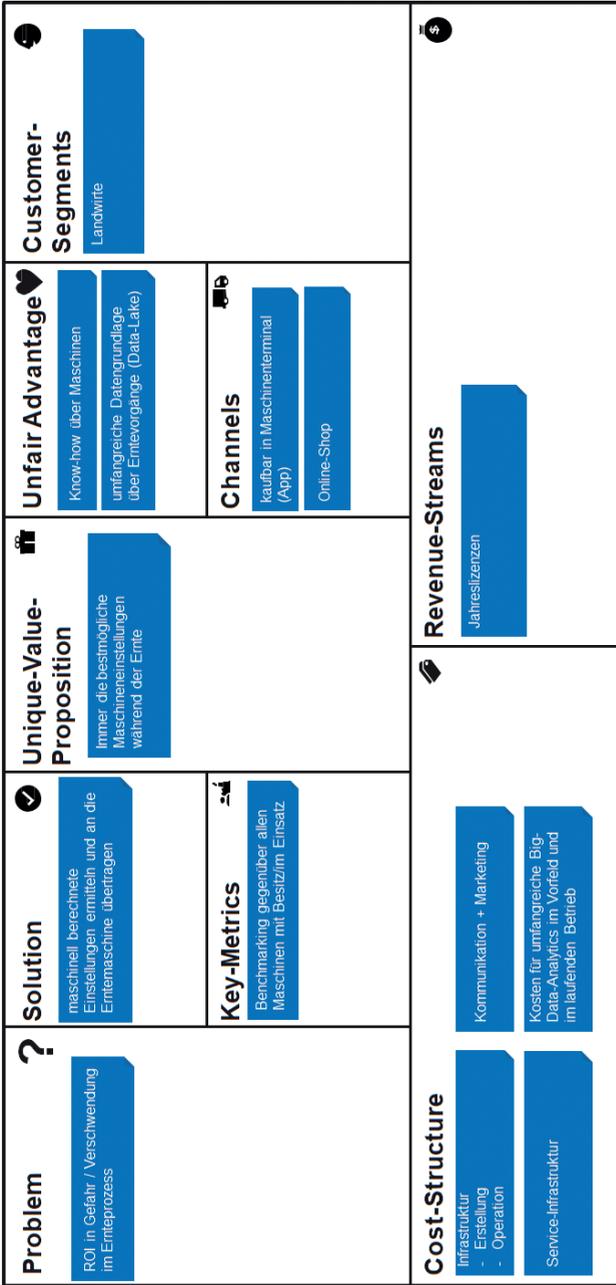


Bild 77: Lean-Business-Model-Canvas, Fleet-Set-Connect

Plattformansatz

Da sich der Usecase *Fleet-Set-Connect* auf den Einsatz von Landmaschinen eines Herstellers beschränkt, ist eine detaillierte Analyse eines Plattformmodells zunächst nicht erforderlich. Jedoch ließe sich leicht ein Modell entwickeln, in dem mehrere Hersteller in eine Flottenführung integriert werden können. Eine enge Zusammenarbeit der einzelnen Hersteller ist dafür eine Grundvoraussetzung. Das nachfolgende Bild 78 zeigt die zwei Ausbaustufen des Usecase *Fleet-Set-Connect*. Die Kernelemente werden jeweils genannt.



Bild 78: *Fleet-Set-Connect*, Einfache Smart Services, Herstellerübergreifende Smart Services

5.4.3 Validierung

Auch der vierte Usecase *Fleet-Set-Connect* wurde hinsichtlich der Bewertungskriterien ausgewertet. Die Trends innerhalb der einzelnen Kategorien der verschiedenen Ausbaustufen sind zunächst ähnlich, weichen jedoch in wenigen Punkten voneinander ab. Eine Übersicht der jeweiligen Ausprägungen ist im nachfolgenden Bild 79 (s. S. 131) zusammengestellt.

Die Skalierbarkeit des einfachen Smart Service ist durchschnittlich ausgeprägt. Eine Anwendung der Flottensteuerung *over the air* bietet zwar die Möglichkeit, mehrere Maschinen untereinander zu synchronisieren, allerdings ist dies auf Modelle eines Landmaschinenherstellers beschränkt. Sofern ein Landwirt allerdings vornehmlich auf einen Hersteller setzt, bringt der Usecase einen hohen Kundennutzen mit sich. Gleichzeitig ist nach Meinung des Konsortiums anzunehmen, dass durch die Funktion des *Fleet-Set-Connect* die Absatzchancen von anderen Produkten des Portfolios gesteigert werden können. Für die Einführung des Geschäftsmodells sind eher geringere interne Umsetzungsaufwendungen einzuplanen, da es sich um die Freischaltung einer Software-Option handelt. Grundlegende Veränderungen im Ernteprozess sind allerdings für die Landwirte zu beachten. Innerhalb dieser Stufe ist die Abhängigkeit als gering einzustufen. Zwar ist auch hier der Betrieb einer internen Plattform notwendig, allerdings ist diese nicht an externe Faktoren gekoppelt, sodass davon Erfolgchancen beeinträchtigt werden würden.

Wird der Usecase als herstellerübergreifender Service angeboten, ist mit einer erhöhten Skalierbarkeit zu rechnen. Dann wird die Dienstleistung auch für Kunden interessant,

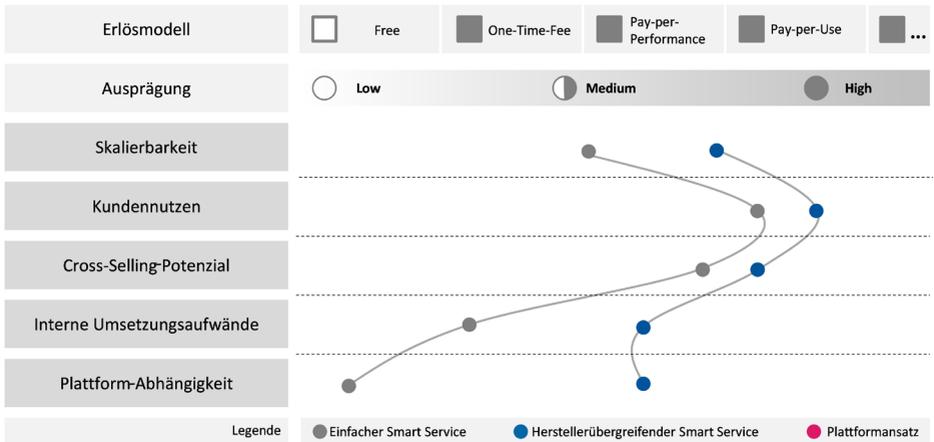


Bild 79: Bewertung Usecase Fleet-Set-Connect

die einen heterogenen Fuhrpark besitzen. Der potenzielle Kundenraum kann damit signifikant erweitert werden. In gleichem Maße steigt mit der herstellerübergreifenden Anwendbarkeit auch der Nutzen für den Kunden. Das Cross-Selling-Potenzial ist gegenüber dem einfachen Smart Service auch leicht erhöht, da hier die übergreifende Funktionalität die Verkaufszahlen anderer Produkte anregen kann. Gleichzeitig stehen diesem Geschäftsmodell erhöhte interne Umsetzungsaufwendungen gegenüber. Die Erreichbarkeit der Funktionen auf Systemen unterschiedlicher Hersteller zu etablieren, ist mit Mehraufwand verbunden. Analog steigt damit auch die Abhängigkeit von der zugrundeliegenden Plattform, die für den reibungslosen Betrieb der Software und die Koordination der Landmaschinen notwendig ist.

Ungeachtet der zwei bereits diskutierten Ausbaustufen sind für den Usecase diverse Erlösmodelle möglich. Die einmalige Freischaltung der Funktion für eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen ist eine mögliche Option. Des Weiteren erscheinen die Bezahlmethoden Pay-per-Performance und Pay-per-Use als realistische Alternativen.

Im Rahmen des Projekts wurde das Konzept zusätzlich anhand eines funktionalen Prototyps validiert (s. Bild 80, S. 132).

Der Prototyp besteht aus einem Kommunikationsmodul (M2M Teledesk), einer Maschinensimulation inkl. CAN-Bus und einem CLAAS CEBIS-Terminal zur Anzeige der



Bild 80: Gesamtaufbau des Prototyps für Usecase Fleet-Set-Connect

Maschinenparameter. Das Kommunikationsmodul observiert die Simulation, sammelt Daten und verteilt diese weiter an die Cloud. Eingaben werden direkt über das Terminal ermöglicht. In der Cloud werden die gesendeten Daten gesammelt und an Teilnehmer einer Gruppe verteilt. Hierzu wurde ein Gruppen-Management erstellt. Jede Maschine kann einer Gruppe zugeordnet werden und dort die Rolle einer Master-Maschine (Sender von Daten) oder einer Secondary-Maschine (Empfänger von Daten) einnehmen. Hierbei implementiert die Cloud neben der Logik auch Sicherheitsfunktionen, definiert durch die Sicherheitsarchitektur. Diese ist im nachfolgenden Bild 81 dargestellt.

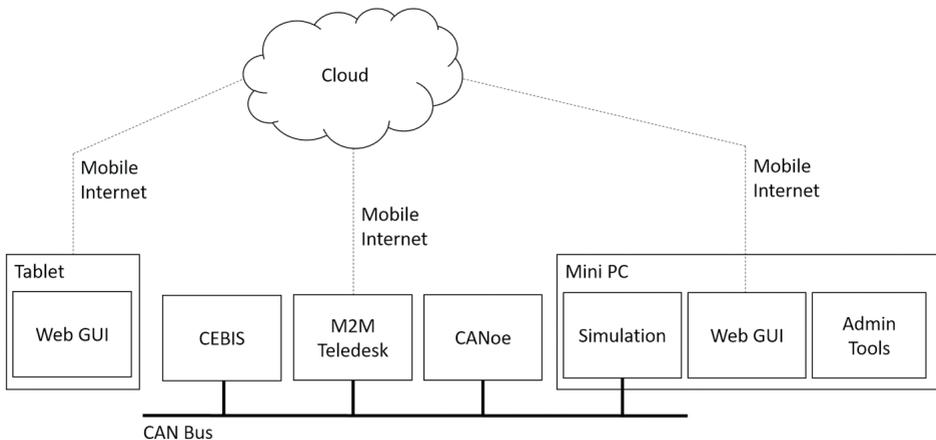


Bild 81: Sicherheitsarchitektur

5.5 Reifegrade der digitalen Geschäftsmodellstrategie

Jana Frank, Benedikt Moser

Der vorangegangene Abschnitt hat die einzelnen Business-UseCases sowohl bezüglich des Geschäftsmodells als auch auf technischer Ebene vorgestellt. Dieser Abschnitt dient dazu, die Cases in einen globalen Zusammenhang zu integrieren. Dahingehend werden die Geschäftsmodelltypen nach ihrem Reifegrad innerhalb einer unternehmerischen Digitalisierungsstrategie eingeordnet. Die entsprechenden Ausprägungen der einzelnen UseCases sind im nachfolgenden Bild 82 dargestellt.

Die Entwicklung von digitalen Geschäftsmodellen kennt mehrere Stufen. Im Einzelnen werden vier Reifegrade terminiert, bei denen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. In der Entwicklung von Geschäftsmodellen steht entweder das Senken der Kosten oder das Steigern des Umsatzes im Vordergrund. Die Stufe der internen Optimierung hat das Senken der bestehenden Kosten im Fokus. Neben der Reduktion von Service- und Entwicklungskosten sollen durch die Anpassung von Geschäftsprozessen an neue digitale Möglichkeiten die bereits bestehenden Abläufe einfacher und besser strukturiert werden.

Der nächste Schritt beinhaltet die Ergänzung bestehender Geschäftsfelder bestehender Produkte und Services durch digitale Leistungen. Diese sollen leicht zu skalieren sein und kurzzyklisch auf den Markt gebracht werden. Ziel ist es dabei, den Umsatz und nachträglich auch den Ertrag des Produkt- und Servicegeschäfts zu steigern.

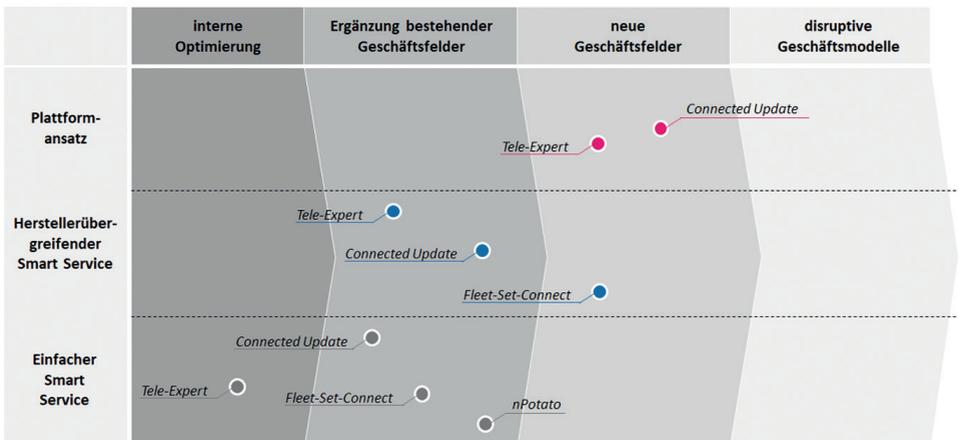


Bild 82: Reifegrad digitaler Geschäftsmodellstrategien

Ausgehend von dieser Ebene stehen in der dritten Ebene neue Geschäftsfelder im Vordergrund. Dies impliziert den Aufbau eines Digitalgeschäfts außerhalb der heute adressierten Märkte und Branchen. Jenes soll soweit möglich unabhängig vom bestehenden Produkt- und Servicegeschäft sein. Digitale Beratungsleistungen oder das Angebot eines online zugänglichen Marktplatzes für smarte Dienstleistungen sind hier als Beispiele zu nennen.

Die finale Stufe ist erreicht, wenn digitale Kontrollpunkte besetzt werden und damit einzelne oder mehrere Schritte in der Wertschöpfung ganzer Geschäftszweige übernommen werden können. In diesem Fall wird nicht nur ein gänzlich neues Geschäftsfeld mit neuen Wertströmen und einer neuen Smart-Service-Plattform etabliert, sondern auch bestehende Geschäftsmodelle verändert und zurückgedrängt. Nach intensiver Analyse der einzelnen Usecases und Gegenüberstellung der vier Ebenen der Digitalisierungsstrategie konnten die verschiedenen Geschäftsmodelle der Usecases innerhalb ihrer Kategorien verortet werden. Im Ergebnis lässt sich ableiten, dass ein Großteil der Geschäftsmodelle im Bereich der internen Optimierung und der Ergänzung bestehender Geschäftsmodelle angesiedelt ist.

Gleichzeitig können einzelne Geschäftsmodelle nach intensiver Prüfung im Bereich der neuen Geschäftsfelder verortet werden. Die Ebene der disruptiven Geschäftsmodelle wird dabei nicht erreicht.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Arndt Kritzner, Benedikt Moser

Der Einfluss der Digitalisierung ist in nahezu allen Bereichen des wirtschaftlichen, aber auch gesellschaftlichen Zusammenlebens zu spüren. Dabei ergeben sich neue Herausforderungen und spannende Möglichkeiten, neue Wege zu beschreiten. Ein interdisziplinäres Konsortium aus Vertretern von Forschung, Wissenschaft und Industrie trägt mit der Initiative ‚Smart-Farming-Welt‘ des BMWi einen Anteil dazu bei, einen dieser neuen Wege gehen zu können.

In enger Zusammenarbeit mit Landwirten, Landmaschinenherstellern, Anbietern von Serviceleistungen und Lohnunternehmen wurde in diesem Projekt eine Bedürfnisanalyse durchgeführt und aktuelle Probleme und Bedürfnisse der Akteure wurden abgeleitet. Mit dieser Grundlage an Informationen konnten verschiedene Szenarien entwickelt werden, die einen möglichen Ausblick in die Zukunft liefern. Im Sinne des ersten Szenarios leistet dieses Forschungsvorhaben seinen Beitrag dazu, die entsprechenden Stellschrauben der Technologieentwicklung, der Kollaborationsbereitschaft oder des Vertrauens in neue Systemlösungen wie Plattformen positiv zu beeinflussen.

Vor diesem Hintergrund wurden Analysen in mehrere Richtungen unternommen. Zum einen wurden bereits bestehende Plattformlösungen und deren softwaretechnische Umsetzung untersucht und nach mehreren Parametern der Softwarearchitektur, wie Sicherheitsstrukturen oder der Übertragbarkeit auf das Schichtenmodell, analysiert und bewertet. Hiernach konnten die einzelnen Plattformen auf ihre potenzielle Verwendungsmöglichkeit im Zuge des Forschungsprojekts geprüft werden.

Zum anderen wurden im Anschluss an die Analyse der grundlegenden Plattformarchitektur bestehende Smart-Service-Angebote in der Landwirtschaft vorgestellt. Auf Basis von Informationen und Aussagen von Anwendern wurden Schwachstellen und Entwicklungspotenziale abgeleitet. Die einzelnen Bereiche der technischen Entwicklung von Sicherheitsaspekten über die Plattformarchitektur bis hin zum Netzwerk rund um den Landmaschinenkomplex wurden daraufhin vom Konsortium entwickelt und anschließend validiert.

Technisch stellt die im Projekt ‚Smart-Farming-Welt‘ entwickelte Lösung ein anwendungsneutrales Komponentenmodell dar, das nicht an einen speziellen Betreiber gebunden ist. Über die vier Pilot-Anwendungsfälle hinaus kann der Funktionsumfang mit wenig Aufwand durch weitere Apps substantziell erweitert werden. Maßgebliche Teile der Installation werden von Open-Source-Komponenten

gebildet. Diese Auslegung erhöht den Anwendernutzen und senkt gleichzeitig die Gefahr eines Kontrollverlustes über Installation und Daten.

Auf Basis dieses technischen Hintergrunds konnte parallel die Entwicklung von zielgerichteten Geschäftsmodellen und deren Ausgestaltung erfolgen. Im Ergebnis stehen die vier Usecases *Tele-Expert*, *Connected Update*, *nPotato* und *Fleet-Set-Connect*. Diese konnten im Anschluss mit Anwendern aus dem landwirtschaftlichen Bereich getestet und validiert werden. Im Ergebnis bleibt dabei festzuhalten, dass Akteure aus der Landwirtschaft diesem Themenbereich im breiten Spektrum von Offenheit bis zu ausgeprägter Skepsis gegenüberstehen. Dabei sehen sowohl viele Landwirte als auch Servicetechniker in datenbasierten Services eine Möglichkeit, aktuelle Probleme zu lösen und Prozesse zu optimieren. So lässt sich ein Vertreter zitieren: „Ein Fernzugriff mit der Möglichkeit, z. B. Sensoren neu zu kalibrieren, wäre wünschenswert und praktisch“ (O-Ton Servicetechniker, Wettrup, Mai 2019). Dieses Forschungsvorhaben konnte dazu beitragen, Berührungspunkte mit neuen digitalen Anwendungen zu reduzieren und gleichzeitig den Austausch zwischen den verschiedenen Stakeholdern der Branche fördern.

Die Offenheit und Bereitschaft, experimentell in neue Geschäftsmodelle einzusteigen, ist aufseiten der Landmaschinenhersteller bzw. Betreiber von Smart-Service-Plattformen vorhanden. Hingegen ist die Bereitschaft, herstellerübergreifende Lösungen zu entwickeln oder dritte Anbieter mit einzubeziehen, dabei weitestgehend nur gering ausgeprägt. Für eine Öffnung der Akteure gegenüber neuen übergreifenden Plattformlösungen und der damit verbundenen Freigabe von Betriebsdaten in geschütztem Rahmen muss der Mehrwert eines solchen Schritts in diese Richtung frühzeitig erkennbar sein. Ist der Mehrwert der Services gemessen an den Einzelinteressen der Akteure bedeutsam, wird die Bereitschaft, eigene Daten freizugeben und im Gegenzug von der Offenlegung der Informationen anderer profitieren, steigen. Ein weiterer Treiber für die Entwicklung von Smart-Service-Lösungen ist der rechtliche Rahmen. Durch komplexe Strukturen und ungewisse Besitzverhältnisse von digitalen Datenbündeln wird dieser Treiber bislang statt als leitender Rahmen mehr als Hindernis wahrgenommen. Hierfür gilt es rechtliche Rahmenbedingungen durch den Gesetzgeber zu erlassen, die zum einen klar das persönliche Recht an Daten schützen, zum anderen jedoch nicht die Innovationskraft bremsen, sondern klare Handlungsempfehlungen und Leitlinien für datengetriebene Geschäftsmodelle bieten.

Plattformen, die bereits heute Anwendung finden, sind häufig nur teilweise geöffnete Systeme. Für den Nutzer ergibt sich daraus das Problem, dass er mehrere Systeme von unterschiedlichen Anbietern einsetzen muss, um das komplette Leistungsangebot zu nutzen.

Mit dem Ziel, dass auch kleine Betriebe einen Nutzen durch die Plattform-Lösungen haben, ist eine horizontale Integration der bestehenden Plattformen wünschenswert. Wie diese aussehen könnte, ist für weitere Forschungsaktivitäten von großem Interesse.

Die Betrachtung der Landwirtschaft aus dem Blickwinkel der Digitalisierung lässt somit den Schluss zu, dass auch nach ausgeprägten Effizienzsteigerungen innerhalb der letzten Jahrzehnte weiterhin enormes Potenzial in der Verbesserung der Prozessorganisation und Arbeitsaufteilung vorhanden ist. Im Feld können durch die Analyse und Verarbeitung von Datenmaterial direkt Steigerungen im Ernteertrag gemessen werden und Synergien unter den Anwendern neuer Technologien erzeugt werden. Quellen dieser Daten sind, neben bereits vorhandenen Betriebsdaten, Informationen, die von neuer Sensorik auf den Maschinen geliefert werden, und schließlich Informationen, die durch die Verknüpfung von externen Daten mit internen Quellen abgeleitet werden können. Durch diese Kombination lassen sich bisher unbeachtete Entwicklungspotentiale in der Außenwirtschaft nutzen.

Parallel dazu lassen sich interne Prozesse innerhalb der Wertschöpfung der einzelnen Akteure in der Landwirtschaft durch digitale Prozesse optimieren. Betriebe sind in der Lage, durch ein vernetztes Flottenmanagement und die Verfügbarkeit von digitalen Ablaufformen die eigenen Kapazitäten besser zu nutzen und Fehler zu vermeiden.

Wie dieses Forschungsvorhaben gezeigt hat, entstehen durch die Vernetzung der Akteure entlang der Wertschöpfungskette von Landmaschinenhersteller über Landwirt bis zum Serviceanbieter neue Lösungskonzepte. Diese lassen sich durch Geschäftsmodelle in der Praxis umsetzen. Damit ist die Digitalisierung nicht nur eine Begleiterscheinung innerhalb der traditionellen Landwirtschaft, sondern kann künftig fest im Prozess der Wertschöpfung verankert werden.

Damit deutsche Landtechnikhersteller weiterhin weltweit Dienste und Produkte anbieten können, sind diese an die modernen Begebenheiten anzupassen. Dazu zählen die einfache Einbindung der Maschinendatenerfassung, die Möglichkeit eines Remote-Zugriffs und die Schaffung von offenen Schnittstellen. Letzteres trägt entscheidend dazu bei, wie anwendungsnah digitale Services etabliert werden können und wie stark Plattformen, die den Zugang und die Bereitstellung der Services ermöglichen, an Bedeutung gewinnen. Im Speziellen ist dafür eine Kompatibilität nicht nur verschiedener mobiler Devices notwendig, sondern besonders bei den Maschinen und landwirtschaftlichen Geräten selbst unabdingbar. Dieser Forderung muss besonders vor dem Hintergrund Rechnung getragen werden, dass die digitale Innovationskraft auch für kleinere Betriebe ein Nutzentreiber sein soll.



Bild 83: Smart-Farming-Welt-Abschlussveranstaltung bei Gastgeber Grimme, Damme, März 2019

Die Voraussetzung einer einwandfreien Interoperabilität zwischen den Devices und Maschinen ist wie in anderen Branchen bisher noch nicht gegeben und stellt eine Barriere in der Entwicklung der digitalen Landwirtschaft dar. Zum einen muss hersteller- und anwenderseitig die Bereitschaft zur gemeinsamen Nutzung und Bereitstellung von Schnittstellen bestehen. Zum anderen müssen für den Austausch von sensiblen Daten lückenlose Sicherheitsstrukturen auf technischer und politischer Ebene implementiert werden.

Die grundlegende Struktur aus ‚Smart-Farming-Welt‘ konnte in eine dauerhaft produktiv betriebene Pilotinstallation mit über 20 selbstfahrenden Maschinen und Traktoren überführt werden (Stand Ende 2019), deren Erweiterung für 2020 bevorsteht. Die bereits beschriebenen Anwendungsfälle wurden dabei um maßgebliche pflanzenbauliche, logistische und betriebswirtschaftliche Anwendungsfälle ergänzt. Je nach Anwendungserfordernis stehen asynchrone und synchrone Kommunikationsmechanismen zur Verfügung, um unterschiedliche Anforderungen an Vollständigkeit und verzögerungsarme Verfügbarkeit von Informationen abzubilden. Für die Entwicklung von KI-Methoden und statistischen Funktionen wird dadurch ein Datenbestand erzeugt, der den größten Teil an vorkommenden Feld-Bearbeitungsmaßnahmen abdeckt.

Der Themenkomplex und die Entwicklungen rund um Smart Farming werden mit großem Interesse verfolgt. Große Landwirtschaftsunternehmen sind auf kontinuierliche Effizienzgewinne angewiesen und sehen den Weg dahin in der Digitalisierung und der Nutzung von Smart Services auf übergreifenden Plattformen. Kleine und mittlere Betriebe sind in gleicher Weise dem Druck anderer Wettbewerber ausgesetzt, stehen den digitalen Lösungen jedoch häufig noch mit Skepsis gegenüber. Durch den Austausch mit diesen Akteuren hat diese Forschungsinitiative einen Beitrag dazu geleistet, die aktuelle Situation zu analysieren, Herausforderungen zu identifizieren, Chancen und Möglichkeiten aufzuzeigen und den unterschiedlichen Stakeholdern konkrete Anwendungsfälle anzubieten.

7 Literaturverzeichnis

ANSORGE, B.: Ordnungsrahmen für die Positionierung industrieller Dienstleister. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 129. Hrsg.: G. Schuh. Apprimus, Aachen 2014. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2014.

ASRANI, P.: Mobile cloud computing. In: International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) 2 (2013) 4, S. 606–609. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.685.336&rep=rep1&type=pdf> 8Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BANGEMANN, T.; BAUER, C.; BEDENBENDER, H.; BRAUNE, A.; DIEDRICH, C.: [Status Report] Industrie 4.0 Service Architecture. Basic concepts for interoperability. Hrsg.: VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.; VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control (GMA). Düsseldorf, November 2016. <http://118.194.132.123:8088/upload/17/12/28/3aedb81badea4523b490991410d4e967.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BAUMS, A.; SCHÖSSLER, M.; SCOTT, B. (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie digitale Plattformen die Wirtschaft verändern – und wie die Politik gestalten kann. Kompendium Digitale Standortpolitik; Bd. II. Berlin, Oktober 2015. <http://plattform-maerkte.de/wp-content/uploads/2015/11/Kompendium-High.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BEA, F. X.; HAAS, J.: Strategisches Management. 6., vollst. überarb. Auflage. UVK, Konstanz 2013.

BERNARDI, A.; iGREEN PARTNER: [Schlussbericht] iGreen – Intelligente Wissenstechnologien für das öffentlich-private Wissensmanagement im Agrarbereich. Koordinator: Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH. Kaiserslautern 2014. http://www.igreen-projekt.de/iGreen/fileadmin/Download/iGreen_Schlussbericht_Verbund_final.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BERNDT, D.; GOHLA, M.; SEIDEL, H.; SEIFFERT, U.: Produktionssysteme. In: Produktion und Logistik mit Zukunft: Digital Engineering and Operation. Hrsg.: M. Schenk. Springer, Berlin [u. a.] 2015, S. 151–243.

BERNERS-LEE, T. J.: [Technical Report] Information management: A proposal. <https://cds.cern.ch/record/369245/files/dd-89-001.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BEST, M. L.; MACLAY, C. M.: Community internet access in rural areas: Solving the economic sustainability puzzle. In: Global information technology report 2001 – 2002. Readiness for the networked world. Hrsg.: G. S. Kirkman; P. Cornelius; J. Sachs; K. Schwab. Oxford Univ. Press, New York 2002, S. 76–89.

BITKOM (Hrsg.): Management von Big-Data-Projekten. Berlin 2013. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/noindex/Publikationen/2013/Leitfaden/Management-von-Big-Data-Projekten/130618-Management-von-Big-Data-Projekten.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BITKOM (Hrsg.): Big Data und Geschäftsmodell-Innovationen in der Praxis: 40+ Beispiele. Leitfaden. Berlin 2015. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/151229-Big-Data-und-GM-Innovationen.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019) [=2015a]

BITKOM (Hrsg.): [Pressemitteilung] Jeder fünfte Landwirtschaftsbetrieb nutzt bereits digitale Anwendungen. Berlin, 9. Juni 2015. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Jeder-fuenfte-Landwirtschaftsbetrieb-nutzt-bereits-digitale-Anwendungen.html> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BITTNER, L.; HEIL, R.; SCHÖNFELD, M. v.: Big Data auf dem Bauernhof. Smart Farming. Abida-Dossier. Hg. v. ABIDA Assessing Big Data. Münster [u. a.], Juli 2016. <http://www.abida.de/sites/default/files/11%20Smart%20Farming.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BMW (Hrsg.): Smart Service Welt – Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Begleitforschung zum Technologieprogramm Smart Service Welt. Unter Mitarbeit von Steffen Wischmann. Berlin, Oktober 2017. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/smart-service-welt-internetbasierte-dienste-fuer-die-wirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=20 (Link zuletzt geprüft: 27.11.2019)

BOVENSIEPEN, G.; HOMBACH, R.; RAIMUND, S.: Quo vadis, agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien. Hrsg.: PricewaterhouseCoopers. Düsseldorf, Dezember 2016. <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BROWNLOW, J.; ZAKI, M.; NEELY, A.; URMETZER, F.: [Working Paper] Data-Driven Business Models: A Blueprint for Innovation. The Competitive Advantage of the New Big Data World. Hrsg.: Cambridge Service Alliance. Cambridge, Februar 2015. <https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2015MarchPaperTheDDBMInnovationBlueprint.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

CHEMNITZ, C.; WEIGELT, J.: Bodenatlas 2015. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND); Heinrich-Böll-Stiftung; Institut for Advanced Sustainability Studies; Le Monde diplomatique. 4. Auflage, Oktober 2015. https://www.boell.de/sites/default/files/bodenatlas2015_iv.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (Hrsg.): Landwirtschaft verstehen. Im Fokus: Chancen der Digitalisierung. Berlin, Mai 2016. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen-Chancen-Digitalisierung.pdf?__blob=publicationFile (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019) [=2016a]

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (Hrsg.): Daten und Fakten. Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau. Berlin, Dezember 2017. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/DatenundFakten.pdf;jsessionid=476BA7487481EE72C662AB1917C12C29.1_cid385?__blob=publicationFile (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (Hrsg.): Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.): Landwirtschaft verstehen. Fakten und Hintergründe. Berlin, Juli 2018. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile (Link zuletzt geprüft: 28.11.2019)

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (Hrsg.): Welternährung verstehen. Fakten und Hintergründe. Berlin, August 2018. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Welternaehrung-verstehen.pdf?__blob=publicationFile (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

BURIANEK, F.; IHL, C.; BONNEMEIER, S.; REICHWALD, R.: [Working Paper] Typologisierung hybrider Produkte. Ein Ansatz basierend auf der Komplexität der Leistungserbringung. Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre – Information, Organisation u. Management der TUM; Bd. 2007,01. TUM Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre – Information Organisation u. Management, München 2007.

CARROLL, G.: Ecological models of organizations. Ballinger, Cambridge (MA) 1988. Choudary, S. P.: Platform scale. How an emerging business model helps startups build large empires with minimum investment. Platform Thinking Labs Pte., Boston (MA) 2015.

DAMM, M.: OPC-UA Update & Roadmap. OPC Day Europe 2016. Hrsg.: OPC-UA Foundation. Online verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwivqqlzYfmAhXSzqQKH5iaDDIQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fopcfoundation.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F12%2FOPCFAM2016-03-UA-Technical-Update-Matthias-Damm.pdf&usq=AOvVaw3HmIHLdHHNqbHvOwBZdOrQ> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

DECKER, A.: Identifizierung und Typologisierung von Geschäftsmodellen industrieller Smart Services. Aachen, Techn. Hochsch., Masterarb., 2017. [in Bibliothek des FIR an der RWTH Aachen verfügbar]

DEINDL, M.: Gestaltung des Einsatzes von intelligenten Objekten in Produktion und Logistik. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 118. RHrsg.: G. Schuh. Apprimus, Aachen 2013. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2013.

DELEN, D.; Demirkan, H.: Data, Information and Analytics As Services. In: Decision Support Systems 55 (2013) 1, S. 359–363.

DEUTSCHER BAUERNVERBAND E. V. (Hrsg.): Situationsbericht 2015/16. Berlin 2015. <https://www.bauernverband.de/situationsbericht-2015-16> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

DIJKMAN, R. M.; SPRENKELS, B.; PEETERS, T.; JANSSEN, A.: Business models for the Internet of Things. In: International Journal of Information Management 35 (2015) 6, S. 672–678.

DRESSLER, N.; GUNDERMANN, S.; KEESE, S.; AULBUR, W.; ZHANG, J.; AMICHI, S. ET AL.: Business opportunities in Precision Farming: Will big data feed the world in the future? Hrsg.: Roland Berger Strategy Consultants, München, Juli 2015. https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_business_opportunities_in_precision_farming_20150803.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

DUDEN (Hrsg.): [Definition] Plattform. Hrsg.: Bibliographisches Institut GmbH. Duden online, ohne Datum. <http://www.du-den.de/rechtschreibung/Plattform> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

EISENHARDT, K. M.: Building Theories from Case Study Research. In: AMR 14 (1989) 4, S. 532–550. DOI: 10.5465/amr.1989.4308385.

-
- ENGELHARDT, S. V.; KUDERNATSCH, W.; LIEBCHEN, T.; RIFAI, H.; SEIDEL, U.; SEIFERT, I. ET AL.: Smart Service Welt – Innovationsbericht 2017. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm ‚Smart Service Welt‘. Hrsgg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin 2017. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/smart-service-welt-innovationsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=8 Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- ENGELS, G.; PLASS, C.; RAMMING, F.-J.: IT-Plattformen für die Smart Service Welt. Verständnis und Handlungsfelder. Hrsg.: acatech. https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/IT-Plattformen_DISKUSSION_WEB.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- FAO (Hrsg.): The future of food and agriculture. Trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2017. <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- FARMLOGS, I. (HRSG.): STATE OF AG REPORT 2017. <HTTPS://GO.FARMLOGS.COM/2017-STATE-OF-AG-REPORT> (LINK ZULETZT GEPRÜFT: 28.11.2019)
- FERNANDO, N.; LOKE, S. W.; RAHAYU, W.: Mobile cloud computing: A survey. In: Future Generation Computer Systems 29 (2013) 1, S. 84–106.
- FINK, A.: Vorausdenken von Markt- und Absatzpotenzialen – Entwicklung, Bewertung und Nutzung von Zukunftsszenarien. In: Markt- und Absatzprognosen. Modelle – Methoden – Anwendung. Hrsg.: O. Gansser; B. Krol. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2015.
- FLEISCH, E.; WEINBERGER, M.; WORTMANN, F.: Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 51 (2014) 6, S. 812–826.
- FORSCHNER, G.: Investitionsgüter-Marketing mit funktionellen Dienstleistungen. Die Gestaltung immaterieller Produktbestandteile im Leistungsangebot industrieller Unternehmen. Freiburg (Breisgau), Univ., Diss., 1988.
- FREY, J.: ASaP – Integrationsplattform für Smart Services in intelligenten Umgebungen. Saarbrücken, Univ.; Diss., 2015. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi8zJeYhr_IAhXH1qQKHQkQCP4QFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fscidok.sulb.uni-saarland.de%2Fbitstream%2F20.500.11880%2F25477%2F1%2FdissFrey.pdf&usq=AOvVawo-oeZrpcZM7cRQtzwEOBLM (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; SAUER, R.; EMONET, S.; AMANN, C.: Neue Geschäftsmodelle erfolgreich entwickeln und umsetzen. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung 29 (2017) 2, S. 12–20.
- GASSMANN, O.; SUTTER, P.: Digitale Transformation im Unternehmen gestalten: Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Fallstudien, Handlungsanweisungen. Hanser, München [u. a.] 2016.
- GAWER, A.: [Conference Paper] Towards a General Theory of Technological Platforms. Summer Conference 2010 on „Opening up Innovation: Strategy. Imperial College London Business School, London, Juni 2016. <https://www.semanticscholar.org/paper/TOWARDS-A-GENERAL-THEORY-OF-TECHNOLOGICAL-PLATFORMS-Gawer/304c3532c2674c6d654684696c45cf17f3f7c833> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

-
- GÖHNER, P.: [Conference Paper] Komponentenbasierte Entwicklung von Automatisierungssystemen. Hrsg.: GMA-Kongress Mess- und Automatisierungstechnik. VDI-VDE-Gesellschaft, Mess- und Automatisierungstechnik, Ludwigsburg 1998. <https://www.tib.eu/de/suchen/id/tema%3ATEMAE98086094245/Komponentenbasierte-Entwicklung-von-Automatisierungssystemen/> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- GÖMANN, H.: Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Thünen Report, Nr. 30. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig 2015. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn055248.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- González, A. A.; Becker, K.; Cheng, C.-H.; Döricht, V.; Duchon, M.; Fehling, M. et al.: [Abschlussbericht] Digitale Transformation. Wie Informations- und Kommunikationstechnologie etablierte Branchen grundlegend verändern. Hrsg.: Fortiss GmbH. München 2016.
- HAN, J.; Kamber, M.: Data mining. Concepts and techniques. 3rd editopn. Elsevier, Haryana [u. a.]2012..
- HANNAN, M. T.; FREEMAN, J.: Organizational ecology. Harvard University Press, Cambridge (MA) 1989.
- HARTMANN, P. M.; ZAKI, M.; FELDMANN, N.; NEELY, A.: Capturing value from big data – a taxonomy of data-driven business models used by start-up firms. In: International Journal of Operations & Production Management 36 (2016) 10, S. 1382–1406.
- HARTMANN, P. M.; ZAKI, M.; FELDMANN, N.; NEELY, A.: [Working Paper] Big Data for Big Business? A Taxonomy of Data-driven Business Models used by Start-Up Firms. University of Cambridge, Cambridge (MA), March 2014. https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2014_March_DataDrivenBusinessModels.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- HECKER, D.; KOCH, D. J.; HEYDECKE, J.; WERKMEISTER, C.: Big-Data-Geschäftsmodelle – die drei Seiten der Medaille. In: Wirtschaftsinformatik und Management 8 (2016) 6, S. 20–30.
- HEIDRICH, M.; LUO, J. J.: Industrial Internet of Things: Referenzarchitektur für die Kommunikation. Hrsg.: Fraunhofer ESK. Fraunhofer ESK, München 2016.
- HERLOCKER, J. L.; KONSTAN, J. A.; TERVEEN, L. G.; RIEDL, J. T.: Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems. In: ACM Transactions on Information Systems (TOIS) 22 (2004) 1, S. 5–53.
- HERTERICH, M. M.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W.: The Impact of Cyber-physical Systems on Industrial Services in Manufacturing. In: Procedia CIRP 30, S. 323–328. DOI: 10.1016/j.procir.2015.02.110.
- HERTERICH, M. M.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W.: Industrielle Dienstleistungen 4.0. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2016.
- HOLLER, M.; STOECKLI, E.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W.: Towards Understanding closed-loop PLM: The Role of Product Usage Data for Product Development enabled by intelligent Properties, In: 2016 BLED Proceedings, S. 479–491. <https://aisel.aisnet.org/bled2016/13> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

HOLM, A. B.; Günzel-Jensen, F.: Succeeding with freemium: strategies for implementation. In: *Journal of Business Strategy* 38 (2017) 2, S. 16–24.

HORSTMANN, J.: Digitalisierung durch Kommunikationssysteme. In: *Jahrbuch Agrartechnik* 2017. Hrsg.: L. Frerichs. Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Braunschweig 2018, o. S. https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbbs_derivate_00044383/jahrbuchagrartechnik2017_kommunikationssysteme.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019) Höttges, T.: Das Geschäftsjahr 2016. Deutsche Telekom AG. Bonn 2016. https://www.geschaeftsbericht.telekom.com/siteo317/fileadmin/16_AR/PDF_DE/telekom_gb16_gesamt.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

JÜTTNER, U.; WINDLER, K.; SCHÄFER, A.; ZIMMERMANN, A.: Design von Smart Services - Eine explorative Studie im Business-to-Business-Sektor. In: *Dienstleistungen 4.0*; Bd. 2: Geschäftsmodelle – Wertschöpfung – Transformation. Hrsg.: M. Bruhn; K. Hadwich. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2017, S. 335–361.

KAGERMANN, H.; RIEMENSPERGER, F.: Smart Service Welt: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt ‚Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft‘. Hrsg.: Arbeitskreis „Smart Service Welt“; acatech. Berlin, März 2014. https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2014/03/Bericht_SmartService_final_barrierefrei_DE.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

KAMPKER, A.: [Vortragsfolien] Smart Services erleben. FIR e. V. an der RWTH Aachen. Aachen, 2017, 36 Folien. [in Bibliothek des FIR e. V. an der RWTH Aachen verfügbar]

KAMPKER, A.; JUSSEN, P.; MOSER, B.: [Conference Paper] Industrial Smart Services: Types of Smart Service Business Models in the Digitalized Agriculture. 2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Bangkok, 16.12.2018 – 19.12.2018. IEEE, Piscataway (NJ) 2018, S. 1081 – 1085

KOGUT, B.: Joint Ventures: Theoretical and Empirical Perspectives. In: *Strategic Management Journal* 9 (1988) 4, S. 319–332.

KOLLMANN, T.; SCHMIDT, H.: Deutschland 4.0. Wie die digitale Transformation gelingt. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2016.

KREUTZER, R. T.: Treiber und Hintergründe der digitalen Transformation. In: *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen: Grundlagen, Instrumente und Best Practices*. Hrsg.: D. Schallmo; A. Rusnjak; J. Anzengruber; T. Werani; M. Jünger. Springer, Wiesbaden [u. a.], S. 33–58.

KREUZER, T.: Cloudbasierte Services. Grundlage für faktenbasierte Entscheidungen. In: *Digital Engineering Magazin* (2016) 2, S. 16 – 27. https://www.digital-engineering-magazin.de/wp-content/uploads/sites/5/magazine-pdf/magazine-pdf_de_2016-02_archiv_reduziert.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.11.2019)

KRITZNER, A.; TEICHMANN, J.: „Situations-Fingerabdruck“. Verwaltungsstrukturübergreifendes automatisiertes Berechtigungsmanagement für landwirtschaftliche Daten nach sachbezogenen Kriterien. In: *GIL-Jahrestagung: Digitale Marktplätze und Plattformen*. Gesellschaft für Informatiker e. V., Bonn 2018, S. 143–146.

KRITZNER, A.; TEICHMANN, J.: Software-Komponentenmodell für ein multikonnectives Maschinen-Kommunikationsmodul. In: GIL-Jahrestagung: Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen - ein Widerspruch in sich? Gesellschaft für Informatiker e. V., Bonn 2019, S. 113–118.

LEIMEISTER, J. M.: Dienstleistungsengineering und -management. Springer, Berlin [u. a.] 2012.

LIANG, B.: Mobile Edge Computing. In: Key Technologies for 5G Wireless Systems. Hrsg.: V. W. S. Wong; R. Schober; D. W. K. Ng; L.-C. Wang. Cambridge University Press, Cambridge (MA) 2017, S. 76–91.

LIN, S.-W.; MILLER, B.; DURAND, J.; JOSHI, R.; DIDIER, P.; CHIGANI, A. ET AL.: Industrial Internet Reference Architecture (IIRA). Hrsg.: S.-W. Lin; S. Mellor; B. Miller; J. Durand; M. Crawford; R. Lembree. Industrial Internet Consortium, Needham (MA) 2015. <https://www.iiconsortium.org/IIRA-1-7-ajs.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

LINNHOF-POPIEN, C.; ZADDACH, M.; GRAHL, A.: Marktplätze im Umbruch. Digitale Strategien für Services im Mobilen Internet. Springer, Berlin [u. a.] 2015.

MAK, V.; ENRIGHT, M. J.: Buyer-supplier relationships. Hrsg.: Centre for Asian Business Cases. University of Hong Kong, Hong Kong 2003. <http://ebook.lib.hku.hk/CADAL/B38631684.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.11.2019)

MATYSSEK, T.: Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. In: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen: Grundlagen, Instrumente und Best Practices. Hrsg.: D. Schallmo; A. Rusnjak; J. Anzengruber; T. Werani; M. Jünger. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2017, S. 159–178.

MCGONEGAL, J.: Smart Farming: Alum Cooks Up Code and Fresh Produce in New Startup. Hrsg.: MIT Alumni Association Publication. Cambridge (MA), 12.04.2013. <https://alum.mit.edu/slice/smart-farming-alum-cooks-code-and-fresh-produce-new-startup> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

MCMAHAN, B.; RAMAGE, D.: Federated Learning: Collaborative Machine Learning without Centralized Training Data. Google AI Blog, 6. April 2017. <https://ai.googleblog.com/2017/04/federated-learning-collaborative.html> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

MORVAN, L.; HINTERMANN, F.; VAZIRANI, M.: Five Ways to Win with Digital Platforms. Hrsg.: accenture. https://www.accenture.com/us-en/_acnmedia/pdf-29/accenture-five-ways-to-win-with-digital-platforms-full-report.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)

MOSER, B.; JUSSEN, P.; RÖSNER, C.: Smart-Service-Plattformen. Gestaltungsempfehlungen am Beispiel der digitalisierten Landwirtschaft. In: Digitale Dienstleistungsinnovationen. Smart Services agil und kundenorientiert entwickeln. Hrsg.: V. Stich; J. H. Schumann; D. Beverungen; G. Gudergan; P. Jussen. Springer, Berlin [u. a.] 2019, S. 601–624.

NEUMANN, J. v.: First draft of a report on the EDVAC. In: IEEE Annals of the History of Computing 15 (1993) 4, S. 27–75.

ELING, N.; BUCHNER, C.; BUXMANN, P.: Business Models for Free Digital Goods and Services. In: [Proceedings] 49th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2016, Koloa (HI), January 5–8, 2016: IEEE Computer Society, S. 1487–1496. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7427367> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019).

-
- NIGGEMANN, O. (2015): AGATA - Ein Verbundprojekt. Management und Analyse großer Datenmengen (Big Data). Projektinhalte. Hg. v. BMBF und DLR. Online verfügbar unter <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/48985/>, zuletzt geprüft am 11.07.2019.
- ONEM2M (Hrsg.): Functional Architecture. Technical Specification. Hrsg.: ETSI TS 101; Sophia Antipolis Cedex. http://www.onem2m.org/images/files/deliverables/Release2/TS-0001-%20Functional_Architecture-V2_10_0.pdf (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.; CLARK, T.: Business model generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 2010.
- PESCHL, T.: Strategisches Management hybrider Leistungsbündel. Schriften zur Unternehmensplanung; Bd. 85. Lang, Frankfurt am Main [u. a.] 2010. – Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2010.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E.: How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. In: Harvard business review 92 (2014) 11, S. 64–88.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J.: How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. In: Harvard business review 94 (2015) 10. o. S. <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- PRAEGER, U.; SURDILOVIC, J.; TRUPPEL, I.; HEROLD, B.; GEYER, M.: Comparison of electronic fruits for impact detection on a laboratory scale. In: Sensors (Basel, Switzerland) 13 (2013) 6, S. 7140–7155.
- DIN 69901: Projektmanagement – Projektmanagementsysteme. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 69901:2009-01. Beuth, Berlin, Januar 2009.
- RANJIT, S.; KAWALJEET, S.: A Descriptive Classification of Causes of Data Quality Problems in Data Warehousing. In: International Journal of Computer Science Issues 7 (2010) 3, Nr. 2, S. 41–50.
- REIBNITZ, U.: Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden 1992.
- ROHLEDER, B.; KRÜSKEN, B.: [Vortragsfolien] Digitalisierung der Landwirtschaft. Hrsg.: Bitkom e. V.; Deutscher Bauernverband. Berlin, 2. November 2016, 15 Folien. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Pressekonferenz-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft-02-11-2016-Praesentation.pdf> (Link zuletzt geprüft: 28.10.2019)
- SAMULAT, P.: Die Digitalisierung der Welt. Wie das Industrielle Internet der Dinge aus Produkten Services macht. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2017.
- SCHÄFER, T.; JUD, C.; MIKUSZ, M.: Plattform-Ökosysteme im Bereich der intelligent vernetzten Mobilität: Eine Geschäftsmodellanalyse. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 52 (2015) 3, S. 386–400.
- SCHROECK, M.; SHOCKLEY, R.; SMART, J.; ROMERO-MORALES, D.; TUFANO, P.: Analytics: Big Data in der Praxis. Wie innovative Unternehmen ihre Datenbestände effektiv nutzen. Hrsg.: IBM Institute for Business Value. Ehningen 2012. <https://files.messe.de/007-14/media/downloads/besucher/datability-studie-ibm.pdf> (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)
- SCHUH, G.; FRIEDLI, T.; GEBAUER, H.: Fit for Service: Industrie als Dienstleister. Hanser, München [u. a.] 2004.

SCHUH, G.; HALLER, C.; KANTELBERG, J.; LAU, F.; LINDER, N.; SPANGLER, T. ET AL.: Radikale Innovationen und neue Geschäftsmodelle. In: Internet of Production für agile Unternehmen. AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium 2017, 18. bis 19. Mai. Hrsg.: C. Brecher; F. Klocke; R. Schmitt; G. Schuh. Apprimus, Aachen 2017.

SCOTT, B. (Hrsg.): Industrie 4.0: Wie digitale Plattformen unsere Wirtschaft verändert – und wie die Politik gestalten kann. Wie verändern digitale Plattformen die Landwirtschaft? Unter Mitarbeit von A. Baums und M. Schössler. Digitale Standortpolitik; Bd. II. Berlin 2015. <http://plattform-maerkte.de/wp-content/uploads/2015/11/Kompendium-High.pdf> (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

SEIFFERT, U.: Smart Farming-Systeme. In: Produktion und Logistik mit Zukunft. Digital Engineering and Operation. Hrsg.: M. Schenk. Springer Vieweg, Berlin [u. a.] 2015.

SENTKER, A.: Mist an Bauer: Muss aufs Feld! Wer ackert, erzeugt Daten. Und wer diese zu lesen versteht, bekommt die dickeren Kartoffeln. Die Zeit online, 29.10.2015. <https://www.zeit.de/2015/44/landwirtschaft-bauern-digitalisierung-daten/komplettansicht> (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

SHANKAR, S.; RAEMDONCK, F. VAN; MAINE, D.: Can Agribusiness Reinvent Itself to Capture the Future? Despite a host of challenges, there's never been more reason to be optimistic about the road ahead for agriculture companies. Hrsg.: Bain & Company. Braunschweig 2016. https://nanopdf.com/downloadFile/can-agribusiness-reinvent-itself-to-capture-the-future_pdf (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

SIEGERS, K.; SCHÄPERKÖTTER, C.; RUSCH, C.: Farming 4.0 – die vernetzte Landwirtschaft. In: Service Today 29(2015)1, S. 10–13.

SIEMENS (Hrsg.): Mind your digital future. MindSphere - Siemens Cloud for Industry. Nürnberg 2016. https://www.iotone.com/files/pdf/software/Brochure-Mindsphere_Mind-your-digital-future.pdf (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

SONKA, S.: Big Data and the Ag Sector: More than Lots of Numbers. In: International Food and Agribusiness Management Review 17(2014)1, S. 1–20.

SPIETZ, C.: Vertriebswege in der vernetzten Welt: Wie Kunden heute und morgen einkaufen. In: Marktplätze im Umbruch. Hrsg.: C. Linnhoff-Popien; M. Zaddach; A. Grahl. Springer, Berlin [u. a.] 2015, S. 83–93.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Destatis) (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 2018. Wiesbaden 2018.

TÄUSCHER, K.; HILBIG, R.; ABDELKAFI, N.: Geschäftsmodellelemente mehrseitiger Plattformen. In: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen; Bd. 17. Hrsg.: D. Schallmo; A. Rusnjak; J. Anzengruber; T. Werani; M. Jünger. Springer, Wiesbaden [u. a.] 2017, S. 179–211.

TSENG, M.; EDMUNDS, T.; CANARAN, L.: Edge Computing Task Group: Introduction to Edge Computing. Hrsg.: Industrial Internet Consortium. Object Management Group, Needham (MA) 2018.

UNITED NATIONS (Hrsg.): World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance. Unter Mitarbeit von Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Hrsg.: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (No. ESA/P/WP.241.) New York 2015. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2015-revision.html> (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

VAN'T SPIJKER, A.: The new oil: using innovative business models to turn data into profit. Technics Publications, Basking Ridge (NJ) 2014.

VOSS, O.; DÜRAND, D.; REES, J.: Smart Farming: Wie Digitalisierung die Landwirtschaft revolutioniert. Wirtschaftswoche online, 19.01.2016. <https://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/smart-farming-wie-die-digitalisierung-die-landwirtschaft-revolutioniert/12828942.html> (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

WANGLER, L.; ENGELHARDT, S. v.; WISCHMANN, S.: Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Hrsg.: Begleitforschung AUTONOMIK für Industrie 4.0 und iit-Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Berlin, März 2017. https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/autonomik-studie-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Link zuletzt geprüft: 25.11.2019)

WECK, M.: Werkzeugmaschinen; Bd. 4: Automatisierung von Maschinen und Anlagen. Springer, Berlin [u. a.] 2006.

WEINREICH, U.: Lean Digitization. Digitale Transformation durch agiles Management. Springer, Berlin [u. a.] 2016.

WELLSANDT, S.; ANKE, J.; THOBEN, K.-D.: Modellierung der Lebenszyklen von Smart Services. In: Smart Service Engineering. Konzepte und Anwendungsszenarien für die digitale Transformation. Hrsg.: O. Thomas; M. Nüttgens; M. Fellmann. Springer Gabler, Wiesbaden 2017, S. 233–256.

WELTER, M.: Die Forschungsmethode der Typisierung. In: WiSt 35(2006)2, S. 113–116.

WESTERKAMP, C.: Wie verändern digitale Plattformen die Landwirtschaft. In: Industrie 4.0. Wie digitale Plattformen die Wirtschaft verändern – und wie die Politik gestalten kann. Digitale Standortpolitik; Bd. II. Hrsg.: A. Baums; M. Schössler; B. Scott. Berlin 2015, S. 66–71.

WILDEMANN, H.: Variantenmanagement. Leitfaden zur Komplexitätsbeherrschung. 3. Auflage. TCW; Bd. 5. TCW, München: 1998.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, M.-J.: Big Data in Smart Farming – A review. In: Agricultural Systems 153(2017), S. 69–80.

WUENDERLICH, N. V.; HEINONEN, K.; OSTROM, A. L.; PATRICIO, L.; SOUSA, R.; VOSS, C.; LEMMINK, J. G.A.M.: “Futurizing” smart service: implications for service researchers and managers. In: Journal of Services Marketing 29 (2015)6/7, S. 442–447.

ZOLLENKOP, M.; LÄSSIG, R.: Digitalisierung im Industriegütergeschäft. In: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen. Grundlagen, Instrumente und Best Practices. Hrsg.: D. Schallmo; A. Rusnjak; J. Anzengruber; T. Werani; M. Jünger. Springer, Wiesbaden, S. 59–96.

