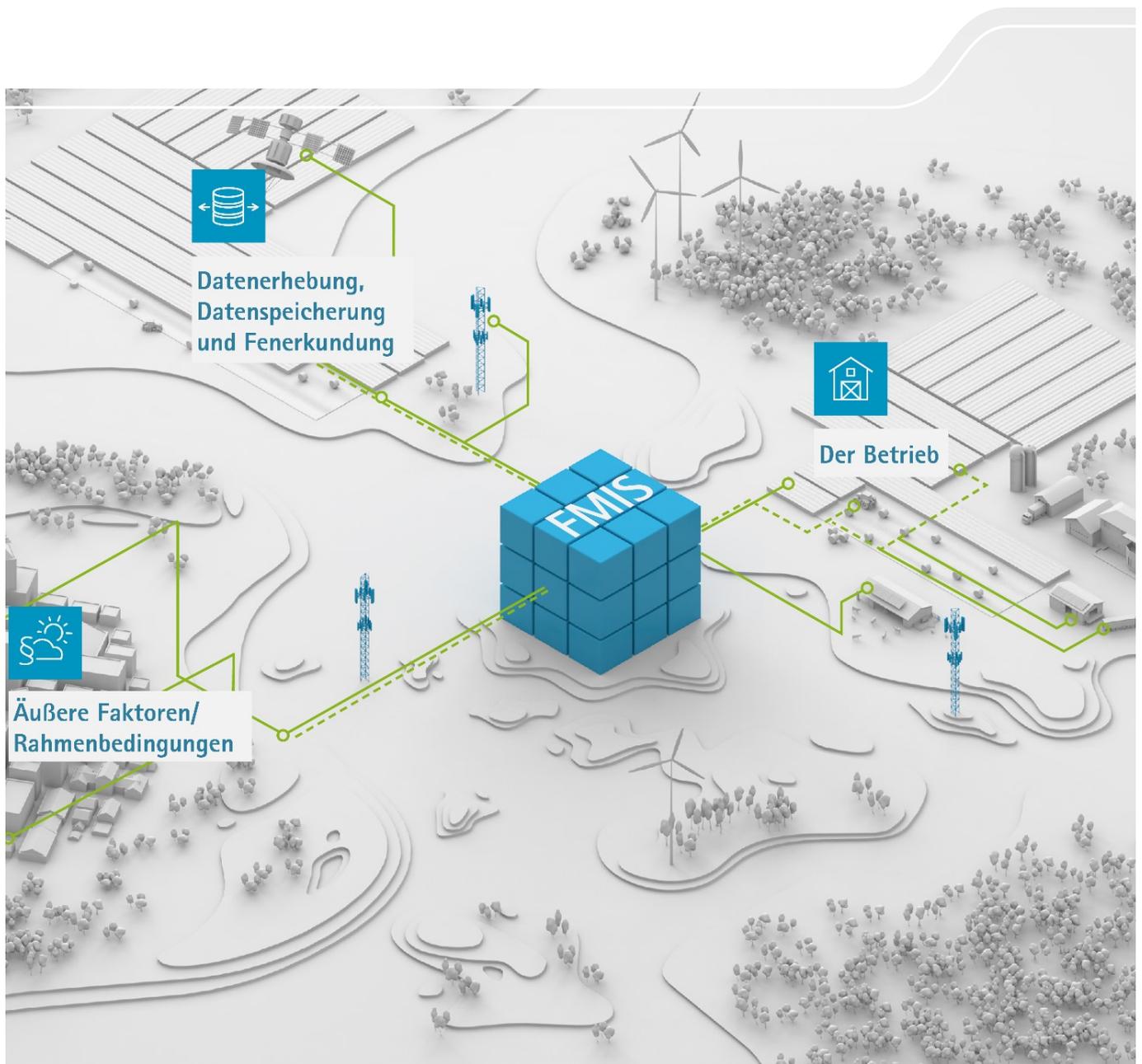


Betriebliches Datenmanagement und FMIS

Schriftenreihe, Heft 4/2022



Machbarkeitsstudie für „Betriebliches Datenmanagement und Farm-Management-Information-System (FMIS)“ in sächsischen Landwirtschaftsbetrieben

Berichtsautoren:

Jens Henningsen, Thomas Herlitzius, Thomas Jeswein, Daniel Martini
Philipp Neuschwander, Bernd Rauch, Nils Reinosch, Simon André Scherr, Jan Ole Schroers,
Liv Seuring, Benjamin Striller

Projektleitung:

Thomas Herlitzius
TU Dresden, Institut für Naturstofftechnik
Professur für Agrarsystemtechnik (AST)

unter Mitarbeit von

Mario Marsch, Tobias Pohl, Nikolaus Staemmler & Klaus Wallrabe

Projektidee und Forschungsprojekt

des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Einen besonderen Dank an die gesamte Arbeitsgruppe sowie die beteiligten Landwirtschafts- und Softwareunternehmen für die vielen wertvollen Anregungen und Diskussionen, die wesentlich zum Gelingen der Studie beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	6
1	Einleitung	9
1.1	Ausgangssituation in der sächsischen Landwirtschaft	9
1.2	Ziele und Aufgabenstellung der Studie	10
1.3	Bereitgestellte Materialien	11
2	Ausgangslage und Hintergründe	12
2.1	Landwirtschaftliche Prozesse und Daten	12
2.1.1	Prozesse	12
2.1.2	Daten	15
2.2	Softwaresysteme im landwirtschaftlichen Kontext	25
2.2.1	Katalog Fachsoftware	27
2.2.2	Ansätze aus Industrie und Forschung	36
2.2.3	IT-Infrastruktur	49
2.3	Definitionen und Kernkonzepte.....	53
2.3.1	FMIS	53
2.3.2	Interoperabilität & Medienbrüche	54
2.3.3	Datensouveränität	62
3	Wesentliche Ergebnisse	67
3.1	Landwirtschaftliche Produktions- und Managementprozesse	67
3.1.1	Produktionsverfahrensübersichten	67
3.1.2	Prozessmodell Düngeprozess	69
3.1.3	Ableitung von Prozessklassen	73
3.1.4	Prozessmodelle für weitere Prozessklassen.....	74
3.2	Exemplarische Zielgrößen	75
3.2.1	Zusammenhänge	76
3.2.2	Arbeitsproduktivität.....	77
3.2.3	Betriebszweiauswertung.....	78
3.2.4	Eigenkapitalrentabilität	79
3.2.5	Gewinnschwelle	80
3.2.6	Kontostand	81
3.2.7	Kosten- und Leistungsrechnung	81
3.2.8	Kostentreiber	86
3.2.9	Liquidität.....	87
3.2.10	Maschinenparkauswertung.....	89
3.2.11	Vollkosten (je Produkteinheit/je Schlag).....	90
3.2.12	Datenverfügbarkeit und Schnittstellen	93
3.3	Betriebliches Datenmanagement.....	98
3.3.1	Konzepte und Hintergründe zum betrieblichen Datenmanagement	99
3.3.2	Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement	109
3.3.3	Fachgespräche mit Softwareanbietern	111
3.3.4	Lösungsansätze für ein betriebliches Datenmanagement.....	120
3.3.5	Kosten im Kontext betrieblichen Datenmanagements.....	128

3.3.6	Zusammenfassung und Ausblick	130
3.4	Gesamtbetriebliches FMIS	132
3.4.1	Definition und Zielsetzung des FMIS im gesamtbetrieblichen Kontext	132
3.4.2	Anforderungen an ein FMIS im Rahmen dieser Studie	132
3.4.3	Grundlegendes Konzept.....	134
3.4.4	Fachkonzept.....	135
3.4.5	Evaluierung Fachkonzept	142
3.4.6	Technisches Konzept	146
3.4.7	Eingrenzung erwartbarer Aufwände	154
3.4.8	Organisatorisches Konzept.....	160
3.4.9	Konkretisierung durch Pilotierung	164
3.4.10	Zusammenfassung und Ausblick	167
3.5	Zusammenfassung und mögliche nächste Schritte.....	168
3.5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	168
3.5.2	Ausblick und mögliche nächste Schritte.....	172
3.6	Handlungsempfehlungen.....	174
3.6.1	Empfehlungen für Landwirte.....	174
3.6.2	Empfehlungen für Behörden, beratende Stellen und landwirtschaftliche Interessensverbände	175
3.6.3	Empfehlungen für Softwareanbieter	178
4	Zusammenfassung.....	180
5	Glossar.....	182
Anhang	184
Anhang 1	Informationsblätter.....	184
Anhang 1.1	Datensouveränität	184
Anhang 1.2	Medienbrüche.....	184
Anhang 1.3	Cloudbasierte Software	184
Anhang 1.4	Datenmanagementvarianten	184
Anhang 1.5	Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements	184
Anhang 2	Digitaler Anhang.....	185
Anhang 2.1	Datenkatalog auf Attributebene für die Data Dictionaries von ISO11783 und ADED ...	185
Anhang 2.2	Katalog landwirtschaftlicher Softwareanwendungen	185
Anhang 2.3	Produktionsverfahrensübersichten	185
Anhang 2.4	Grafische Darstellungen exemplarischer Produktionsprozesse	185
Anhang 2.5	FMIS-Oberflächen	185

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Regionale Acker- und Grünlandverteilung in Sachsen (Agrarstatus Sachsen)	13
Abbildung 2:	Betriebsgrößenverteilung und Flächenanteile in Sachsen (Agrarstatus Sachsen).....	14
Abbildung 3	Beispielhafte Darstellung von Datenarten, Datenquellen und Datennutzen in landwirtschaftlichen Prozessen	16
Abbildung 4:	Zusammenhang Datenstrukturdefinition und Daten für Individuen auf dem Betrieb	18
Abbildung 5:	Beispielhafte betriebliche Softwarelandschaft für einen Gemischtbetrieb	26
Abbildung 6:	Gegenüberstellung von HBCI/FinTS und PSD2-Schnittstelle	35
Abbildung 7:	Überblick ADAPT (rote Pfeile Datenimport von einer Maschine, blaue Pfeile Datentransfer von FMIS A zu FMIS B).....	37
Abbildung 8:	Überblick Agri-Gaia	38
Abbildung 9:	Überblick ATLAS-Netzwerk.....	39
Abbildung 10:	Überblick der DEMETER-Referenzarchitektur	40
Abbildung 11:	GeoBox-Infrastruktur.....	43
Abbildung 12:	Überblick Architektur in SDSD	44
Abbildung 13:	Referenz Architektur FIWARE.....	45
Abbildung 14:	Beispielhafte Darstellung des ADS mit verschiedenen digitalen Plattformen und Datenhubs für digitale Zwillinge.....	46
Abbildung 15:	Zusammenspiel der Nevonex-Partner	47
Abbildung 16:	Auszug SEGES Dashboard ⁶⁸	49
Abbildung 17:	Darstellungsschema Produktionsverfahren	68
Abbildung 18:	Schema beteiligte ISOBUS Device Classes	69
Abbildung 19:	Prozessklassifizierung.....	74
Abbildung 20:	Zusammenhänge zwischen Zielgrößen.....	76
Abbildung 21:	Ökonomische Erfolgsgrößen der Kostenleistungsrechnung	85
Abbildung 22:	Kostengliederung	92
Abbildung 23:	Vereinfachte Darstellung der Funktion eines betrieblichen Datenmanagements als Mittler zwischen Softwaresystemen	100
Abbildung 24:	Das horizontale Datenmanagement hat die Aufgabe, betrieblich genutzte Softwaresysteme miteinander zu verbinden	101
Abbildung 25:	Das vertikale Datenmanagement hat die Aufgabe, Dateninformationen aus betrieblich genutzten Softwaresystemen dem gesamtbetrieblichen FMIS bereitzustellen	102
Abbildung 26:	Bilaterale Schnittstellen	105
Abbildung 27:	Datenrouter	106
Abbildung 28:	Datenhub	108
Abbildung 29:	Hybrides Datenmanagement.....	109
Abbildung 30:	Beispielhaftes hybrides Szenario mit verschiedenen Datenmanagementansätzen in Kombination	123
Abbildung 31:	Manuelle Übertragung von Daten zwischen zwei Systemen	125
Abbildung 32:	Automatische Übertragung von Daten zwischen zwei Systemen	126
Abbildung 33:	Ausschnitt eines realen Düngeprozesses (vgl. Abschnitt 3.1.2)	126
Abbildung 34:	Startseite des FMIS aus der Sicht eines Betriebsleitenden	137
Abbildung 35:	Gewinn über die Zeit für den Gesamtbetrieb mit Darstellung der IST-Werte in orange sowie der prognostizierten Daten in beige	138
Abbildung 36:	Anbauverhältnisse sowie Arbeitsproduktivität im Pflanzenbau	138

Abbildung 37:	Durchgeführte Kosten- und Leistungsrechnung für eine Fruchtart	139
Abbildung 38:	Übersicht über gestellte und offene Rechnungen.....	140
Abbildung 39:	Übersicht über die letzten Buchungen.....	140
Abbildung 40:	Übersicht über den gesamten Maschinenpark	141
Abbildung 41:	Übersicht über die Kalenderfunktion des FMIS	142
Abbildung 42:	Potentiell einbezogene Quellsysteme je Zielgröße	147
Abbildung 43:	Vereinfachte Darstellung des Gesamtszenarios um das FMIS.....	150
Abbildung 44:	Prozessierung der Daten hin zu Zielgrößen durch verschiedene Funktionen des FMIS-Dienstes	153
Abbildung 45:	Typische Phasen im Lebenszyklus einer Softwareentwicklung	156

Abstract

Die digitale Transformation in der sächsischen Land- bzw. Ernährungswirtschaft bietet einerseits Chancen, stellt aber insbesondere landwirtschaftliche Betriebe vor große Herausforderungen. Produktionsprozesse werden immer stärker verknüpft mit digitalen Daten, deren Erfassung sowie Nutzung in verschiedensten Softwareanwendungen. Das Angebot landwirtschaftlicher Softwareprodukte wächst und eine Konsolidierung hin zu wenigen, umfassenden Lösungen ist noch nicht absehbar. In der Praxis sind Landwirtinnen und Landwirte der Herausforderung ausgesetzt, Softwarelösungen verschiedener Anbieter und Produktionsbereiche untereinander zu vernetzen, um anwendungsübergreifende Prozesse bearbeiten zu können. Darüber hinaus fehlen Softwarelösungen, die eine betriebsweite Übersicht zu relevanten Kennzahlen wie beispielsweise Liquidität oder Kosten-Leistungs-Rechnung ermöglichen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Durchführung und Ergebnisse der Machbarkeitsstudie „Betriebliches Datenmanagement und Farm-Management-Information-System (FMIS)“, die sich in das Teilprojekt „Test- und Demonstrationsfeld betriebliches Datenmanagement und FMIS“ innerhalb des „Themenverbunds digitale Landwirtschaft“ des Sächsischen Ministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) einbettet. Ziel dieser Machbarkeitsstudie war es, das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) mit wissenschaftlich fundierten Informationen zu versorgen und eine Konzeption (mit technischer, organisatorischer, zeitlicher und wirtschaftlicher Ausrichtung) für ein Betriebssteuerungssystem für landwirtschaftliche Betriebe in Sachsen zu erstellen. Dieses Betriebssteuerungssystem soll als praktikable IT-Lösung die Unternehmensleitungen der landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen befähigen, ihr Datenmanagement und die von ihnen betrieblich genutzten Softwareanwendungen in medienbruchfreier Kopplung miteinander in einem geeigneten FMIS betriebswirtschaftlich sinnvoll zu betreiben. Für die Konzeption eines geeigneten Betriebssteuerungssystems sind deshalb die bereits am Markt vorhandenen Softwareanwendungen zu berücksichtigen. Des Weiteren soll untersucht werden, welche Betreibermodelle für solch ein Betriebssteuerungssystem tragfähig sind, unter besonderer Berücksichtigung von marktrelevanten, wirtschaftlichen und organisatorischen Bedingungen für die Landwirtschaft im Bundesland Sachsen. Mit der Durchführung der Machbarkeitsstudie beauftragt wurde die Professur für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität Dresden. Zusammen mit ihren Unterauftragnehmern – dem Fraunhofer IESE sowie dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. – wurden umfassende Recherchen und Analysen zu relevanten Hintergründen, Themen und Aspekten durchgeführt, grundlegende Lösungskonzepte erarbeitet und diskutiert sowie mögliche Folgeaktivitäten und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Eine Übersicht schwerpunktmäßig einbezogener Hintergründe zur Ausgangslage ist in Kapitel 2 dokumentiert. Hierzu zählen insbesondere landwirtschaftliche Daten und Prozesse mit Fokus auf den sächsischen Kontext, landwirtschaftliche Softwaresysteme, Vorüberlegungen zur technischen Infrastruktur für deren Betrieb sowie die Diskussion von Definitionen und Kernkonzepten wie Farm-Management-Informationssysteme (FMIS), Interoperabilität und Datensouveränität.

Kapitel 3 dokumentiert die Studienergebnisse, die sich in verschiedene Darstellungen, Betrachtungen und Artefakte untergliedern. Die Zielstellung sah die Konzeption eines umfassenden Betriebssteuerungssystems für landwirtschaftliche Betriebe vor, dass in den Betrieben verwendete Fachanwendungen integriert und betriebsweit anfallende Daten zur zentralen Darstellung, Auswertung und Analyse bereitstellt. Ein solches System besteht nach Studiendesign aus einem FMIS mit dazugehörigem Datenmanagement, das betrieblich genutzte Fachanwendungen integriert. Bereits im Studienverlauf wurde die Konzeption bzw. Schaffung eines

einzelnen, eigenständigen und dedizierten Softwaresystems zum betrieblichen Datenmanagement als nicht zielführend bewertet, was im Wesentlichen auf die Komplexität landwirtschaftlicher Betriebe und Produktionsprozesse sowie die hohe Varianz im Markt angebotener Softwarelösungen zurückgeführt wird. Eine vollumfängliche Interoperabilität in der digitalen Landwirtschaft wurde bisher nicht erreicht. Bisherige Forschungsaktivitäten, Initiativen und privatwirtschaftliche Angebote brachten oder erarbeiten punktuelle Verbesserungen, eine aus Studiensicht zufriedenstellende Situation ist allerdings noch nicht absehbar. Um im Sinne dieser Studie eine Verbesserung zum aktuellen Stand zu erreichen, wurden in verschiedenen Aktivitäten Ergebnisse erarbeitet und durch zusammenfassende Darstellungen ergänzt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt untergliedern:

- Detailanalyse landwirtschaftlicher Produktions- und Managementprozesse zusammen mit Hilfestellungen für weitere Analysen und Modellierungen (Abschnitt 3.1).
- Zusammenfassung und Kontextualisierung betrieblicher Zielgrößen, die im Rahmen dieser Studie in einem FMIS abgebildet (Abschnitt 3.2) und zur Ableitung von Anforderungen an das Datenmanagement genutzt wurden (Abschnitt 3.2.12).
- Grundlegende konzeptionelle Betrachtungen und mögliche Lösungskonzepte für ein betriebliches Datenmanagement sowie der Erfassung und Analyse aktueller Herausforderungen (Abschnitt 0).
- Entwurf eines betrieblichen FMIS zusammen mit der Diskussion erwartbarer Kosten und möglichen Betreibermodellen (Abschnitt 3.4).
- Vorschläge für Folgeaktivitäten zusammen mit Artefakten als Hilfestellung sowie konkreten Handlungsempfehlungen für verschiedene Interessensgruppen (Abschnitte 3.5.2 sowie 3.6).

Im Folgenden werden Aktivitäten, Ergebnisse und Schlussfolgerungen aufgeführt, die wesentliche Studienergebnisse zusammenfassen und als Möglichkeiten und Empfehlungen für folgende Aktivitäten genutzt werden können. Eine detaillierte Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Abschnitt 3.5.1 aufgeführt.

- Bereits in der Aufgabenstellung der Studie wurde der Mangel an umfassender Interoperabilität im Kontext landwirtschaftlicher Softwarelösungen formuliert, umfassende Recherchen und Analysen zur Ausgangslage stützen diese Feststellung. Auch wenn ein einzelnes, eigenständiges Datenmanagementsystem nicht als erstrebenswertes Lösungskonzept eingeschätzt wird, können die in Abschnitt 3.3.1.4 vorgestellten und diskutierten, **grundlegenden Varianten eines Datenmanagements** zur weiteren Konzeption genutzt werden. Die vorgestellten Varianten sind bilaterale Schnittstellen, Datenrouter und Datenhubs sowie die Kombination aus diesen, die als hybrides Datenmanagement bezeichnet wird.
- Die Konzeption eines Datenmanagements bedarf einer umfassenden Anforderungserhebung, die auf konkreten, abzubildenden Produktions- und Managementprozessen basiert. In dieser Studie wurden exemplarische Prozesse analysiert und abgebildet (s. Abschnitt 3.1). Hierzu wurden **eigene Darstellungen zur Prozessmodellierung** entwickelt, die zur Erfassung von Anforderungen an ein Datenmanagement aus weiteren Prozessen genutzt werden können.

- Zur weitreichenden Interoperabilität zwischen Systemen (vgl. Abschnitt 2.3) ist nicht nur die technische Konnektivität und gleiche Interpretation ausgetauschter Daten notwendig, sondern auch ein **gemeinsames Prozessverständnis**. Ein solches könnte für die Landwirtschaft ein Schlüssel sein, um die Digitalisierung von Produktions- und Managementprozessen über Systemgrenzen hinweg medienbruchfrei zu digitalisieren. Die Studienergebnisse fassen dazu notwendige Hintergründe, Informationen, Lösungsansätze und Hilfestellungen an einer Stelle zusammen. Ausgehend von der Prozessmodellierung können relevante Softwaresysteme identifiziert werden, dabei unterstützt ein Katalog landwirtschaftlicher Softwaresysteme analog zu Anhang 2.2. Mittels Datenkatalogen – wie dem in Anhang 2.1 selbst entwickelten – können einzubeziehende Daten identifiziert werden. Die Zusammenfassung der Zielgrößenableitung in Abschnitt 3.2 setzt diese in den Kontext eines betrieblichen FMIS und zeigt auf, welche Datenquellen zur Darstellung und Auswertung einzubeziehen sind.
- In Abschnitt 3.4 wird ein in der Studie entwickeltes **Fachkonzept für ein FMIS** vorgestellt, mittels dem betriebsweit ausgewählte Zielgrößen und weitere betriebliche Informationen dargestellt werden können. Hierfür wurden exemplarische Zielgrößen aus Abschnitt 3.2 einbezogen und notwendige Designs zur Darstellung konzipiert. Für alle enthaltenen Funktionen wurden realistische grafische Oberflächen gestaltet, die gemeinsam mit Landwirten evaluiert wurden (s. Abschnitt 3.4.5). In der Evaluation wurde dem Konzept ein hoher Nutzwert zugemessen, ergänzend wurden weitere Anforderungen und Wünsche an ein solches FMIS formuliert. Eine solche betriebsweite und systemübergreifende Lösung ist bisher nicht am Markt vertreten und kann für Landwirtinnen und Landwirten ein attraktives Lösungsangebot darstellen.
- In ausführlichen **Fachgesprächen** mit einer nicht repräsentativen Auswahl von zehn Anbietern landwirtschaftlicher Softwarelösungen wurden weitere Perspektiven und Einschätzungen der Gesprächspartner erhoben, die in Abschnitt 3.3.3 dargestellt wurden. Insgesamt ergab sich ein Stimmungsbild, das Annahmen und Zielsetzung der Studie grundsätzlich unterstützt, z.T. jedoch verschiedene Meinungen zu Lösungsansätzen, der eigenen Rolle und der Rolle anderer Softwareanbieter ausdrückt. Die detaillierten Informationen aus den Fachgesprächen können von Akteuren wie dem Auftraggeber genutzt werden, um die Gesamtsituation detaillierter einzuschätzen und weitere Aktivitäten zu planen.
- Prinzipiell sind die technologischen Fähigkeiten gegeben, eine umfassende Interoperabilität in der digitalen Landwirtschaft herzustellen. Gleichzeitig existiert eine Vielzahl von Ursachen und Gründen, die dies verhindern oder hemmen. Dieser Studienbericht enthält eine umfangreiche Darstellung und Diskussion solcher Gründe aus verschiedenen Perspektiven (s. die Zusammenfassung in Abschnitt 3.5.1.1) und schlägt **Handlungsempfehlungen für verschiedene Adressaten** vor (s. Abschnitt 3.6). Diese richten sich an Landwirtinnen und Landwirte, Behörden, beratende Stellen, landwirtschaftliche Interessensverbände und Softwareanbieter.
- Für Landwirtinnen und Landwirte wurden **Informationsblätter zu spezifischen Themen** gestaltet, die dem Wissenstransfer dienen (s. Anhang 0). Dem Wissenstransfer fällt aus Sicht der Studienergebnisse eine tragende Rolle in der weiteren Digitalisierung der Landwirtschaft zu. Hierbei geht es nicht nur um das Erlernen möglicher Einsatzszenarios digitaler Technologien in landwirtschaftlichen Betrieben, sondern vielmehr darum, Landwirtinnen und Landwirte zum souveränen Umgang damit zu befähigen. Dazu gehören Themen wie Datensouveränität (s. Abschnitt 2.3.3), Prozessvorschläge zur Verbesserung des eigenen Datenmanagements wie auch Hintergrundinformationen zum Betrieb betrieblicher Softwaresysteme in Cloud-Umgebungen (s. Abschnitt 2.2.3).

1 Einleitung

In diesem Kapitel werden Ziele und Aufgabenstellungen der Machbarkeitsstudie beschrieben, deren Ergebnisse in diesem Abschlussbericht zusammengeführt wurden. Nach einer kurzen Darstellung der Ausgangssituation in der sächsischen Landwirtschaft werden die Projektziele aufgeführt. Zum Abschluss des Kapitels werden Materialien genannt, die zu Beginn der Studie vom Auftraggeber bereitgestellt wurden.

1.1 Ausgangssituation in der sächsischen Landwirtschaft

Die Digitale Transformation erfasst inzwischen alle Lebens-, Gesellschafts- und Wirtschaftsbereiche. So auch die Landwirtschaft und die in diesem Sektor tätigen Betriebe. Dabei wird der Zukunftstrend hin zur digitalisierten Landwirtschaft insbesondere von Prozessen und Lösungen getrieben, die sich mit digitalen Daten und deren Erfassung und Nutzung beschäftigen. Die agrarwirtschaftliche Bedeutung der Digitalen Transformation in sächsischen Landwirtschaftsbetrieben liegt also darin, durch den Einsatz datengetriebener Lösungen den schwierigen Weg zum effizienten Einsatz von Ressourcen zu ebnen und Möglichkeiten zu finden, wie die Chancen der immer weiter fortschreitenden Digitalisierung erfolgreich genutzt werden können.

Aktuell jedoch steht die Landwirtschaft noch vor sehr großen Herausforderungen, auch in Sachsen. Die Betriebe sind steigenden Qualitätsanforderungen an Produkte und Verfahren, großem Preisdruck, zunehmender internationaler Konkurrenz sowie hohen Erwartungen im Umwelt- und Tierschutz ausgesetzt. Insbesondere die Dokumentationspflichten der Landwirtinnen und Landwirte nehmen immer weiter zu und die Zeiträume, in denen Arbeitsgänge (z. B. Düngung und Pflanzenschutz) nachprüfbar dokumentiert sein müssen, werden kürzer. Deshalb nutzen die Betriebe immer stärker die entsprechenden digitalen Anwendungen. Doch hier ergibt sich eine weitere Herausforderung für die Betriebe: Der Markt für Softwareprodukte, mit denen Daten digital erhoben und verarbeitet werden können, ist inzwischen unübersichtlich geworden.

Die Grundlage der betrieblichen Software bildet die Ackerschlagkartei¹ (für den Pflanzenbau) und das Herdenmanagementsystem (für die Tierproduktion). Hier könnten Kostenrechnungen schlag- bzw. produktspezifisch erstellt werden. Zwar ist die Kenntnis über die Stückkosten der erzeugten Güter eine wichtige Information für das betriebswirtschaftliche Handeln der Landwirte, aber die eigentliche Herausforderung für die landwirtschaftlichen Unternehmen liegt nunmehr darin, die Daten in ihrer Gesamtheit in die Schlagkartei oder das Herdenmanagementsystem zu bekommen.

In den sächsischen Landwirtschaftsbetrieben werden zudem unterschiedlichste Softwareanwendungen eingesetzt. Vor allem Daten zur Dokumentation und zur Abrechnung werden zwischen diesen Softwareanwendungen übertragen und ausgetauscht. Hierbei kommt es jedoch zu Medienbrüchen. Insbesondere die Weiterleitung der Daten in die Hauptsysteme ist ein großes Problem und erzeugt hohen Arbeitsaufwand bei den Betrieben. Deshalb ist ein effizientes betriebliches Datenmanagement mit angeschlossenem Farm-Management-Information-System (FMIS) für die sächsischen Landwirtschaftsbetriebe essenziell.

Die hier dokumentierte Machbarkeitsstudie „Betriebliches Datenmanagement und Farm-Management-Information-System (FMIS)“ bettet sich ein in das Teilprojekt „Test- und Demonstrationsfeld betriebliches

¹ Fachbegriffe und Abkürzungen sind im Glossar (s. Abschnitt 5) erläutert bzw. aufgelöst.

Datenmanagement und FMIS“ innerhalb des „Themenverbunds digitale Landwirtschaft“ des Sächsischen Ministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL). In diesem Teilprojekt wurden bereits fünf landwirtschaftliche Betriebe in Sachsen in Bezug auf ihr Datenmanagement und FMIS analysiert. Im Ergebnis dieser Analyse musste festgestellt werden, dass bei der Nutzung von Daten viele Medienbrüche auftreten. Probleme bereitet auch die schlechte Vernetzung unterschiedlicher Softwareanwendungen untereinander. Der Hauptgrund sind unzureichende, nicht herstellerübergreifende bzw. nicht standardisierte Schnittstellen. Für die notwendige Betriebssteuerung müssen die landwirtschaftlichen Unternehmen deshalb oft unterschiedlichste fachspezifische Software gleichzeitig nutzen und ggf. externes Personal beauftragen, um an alle relevanten Daten zu gelangen. Die landwirtschaftlichen Betriebe stehen somit vor dem Problem, die zur Betriebssteuerung benötigten Daten jederzeit im notwendigen Umfang und in der erforderlichen Qualität zur Verfügung zu haben.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung der Studie

Ziel der hier ausgeschriebenen Machbarkeitsstudie ist es, das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) mit wissenschaftlich fundierten Informationen zu versorgen und eine Konzeption (mit technischer, organisatorischer, zeitlicher und wirtschaftlicher Ausrichtung) für ein Betriebssteuerungssystem für landwirtschaftliche Betriebe in Sachsen zu erstellen. Dieses Betriebssteuerungssystem soll als praktikable IT-Lösung die Unternehmensleitungen der landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen befähigen, ihr Datenmanagement und die von ihnen betrieblich genutzten Softwareanwendungen in medienbruchfreier Kopplung miteinander in einem geeigneten FMIS betriebswirtschaftlich sinnvoll zu betreiben. Für die Konzeption eines geeigneten Betriebssteuerungssystems sind deshalb die bereits am Markt vorhandenen Softwareanwendungen² zu berücksichtigen. Des Weiteren soll untersucht werden, welche Betreibermodelle für solch ein Betriebssteuerungssystem tragfähig sind, unter besonderer Berücksichtigung von marktrelevanten, wirtschaftlichen und organisatorischen Bedingungen für die Landwirtschaft im Bundesland Sachsen.

Der vordringliche Handlungsbedarf aus Sicht des LfULG als Auftraggeber dieser Machbarkeitsstudie besteht also in der Entwicklung eines praxistauglichen FMIS mit offenen Schnittstellen zu einer Vielzahl von Anbietern und Nutzern. Vor diesem Zielbild ergab sich eine komplexe Aufgabenstellung für die Auftragnehmer, bei der es darum geht,

- a.) mit welchem vorteilhaften technischen Ansatz,
- b.) in welchem inhaltlichen Umfang,
- c.) zu welchen einmaligen bzw. laufenden Kosten und
- d.) mit welchem Betreibermodell

eine bestmögliche Problemlösung erreicht werden kann.

² **Disclaimer:** Im Rahmen der Beschreibung von Softwareanwendungen und der Erläuterung ihrer Funktionsweisen nennen wir an einigen Stellen dieses Berichts Anbieter bzw. Hersteller entsprechender Produkte. Dadurch ist allerdings keine Bevorzugung oder Empfehlung dieser Produkte durch die Autoren intendiert.

1.3 Bereitgestellte Materialien

Das LfULG als Auftraggeber dieser Machbarkeitsstudie stellte dem Autorenteam freundlicherweise eine Reihe von Dokumenten zur Verfügung, die bei der Konzeption und Durchführung der Studie äußerst hilfreich waren. Einige dieser Materialien sollen hier kurz vorgestellt werden.

Als erstes ist ein Positionspapier des LfULG vom 29.01.2020 zu nennen. Es ist das Ergebnis eines Workshops vom 28.11.2019, an dem Landwirtinnen und Landwirte, FMIS-Anbieter und Vertretungen wissenschaftlicher Einrichtungen teilnahmen. Ziel dieses Workshops war es, die Anforderungen aus der landwirtschaftlichen Praxis zu erfassen, einen Überblick über FMIS-Anwendungen zu bekommen und mögliche Entwicklungsrichtungen zu bestimmen. In dem Positionspapier wurde u.a. festgehalten, dass die Betriebe in der Lage sein sollten, ihre Daten jederzeit souverän und digital zu verwalten. Das FMIS, so das Papier, wird der Betriebsleitung die smarte Leitung eines landwirtschaftlichen Unternehmens (operativ und strategisch) ermöglichen und ein komplexes, zielgerichtetes Betriebsmanagement unterstützen können. Doch wurde in dem Papier auch festgestellt, dass ein FMIS nicht pauschal und einheitlich für alle Betriebe entwickelt werden kann, sondern dass es der Anpassung an betriebsspezifische Strukturen bedarf. Festgehalten wurde auch, dass die Unterstützung der Praxisunternehmen im Bereich betriebliches Datenmanagement und FMIS zum Bildungsauftrag des LfULG gehört. Die Präsentationen der Organisationen, die an dem Workshop vom 28.11.2019 teilnahmen, wurden uns vom LfULG ebenfalls zur Verfügung gestellt.

Ein zweites Positionspapier wurde vom LfULG am 18.01.2021 vorgelegt. Es ist ebenfalls Ergebnis und Reflexion eines Workshops (vom 28.10.2020), bei dem das praktische Datenmanagement in ausgewählten FMIS-Funktionsbereichen (Warenmanagement, Digitales Agrarbüro, Maschinenmanagement) sowie das Querschnittsthema Datensouveränität in der Landwirtschaft im Mittelpunkt standen. Das Positionspapier weist darauf hin, dass die anbieterseitige Weiterentwicklung von betrieblichen Datenmanagement- und FMIS-Lösungen mit einer hohen Dynamik erfolgt, während anwenderseitig nur 30 % der befragten Betriebe in der sächsischen Landwirtschaft FMIS-Anwendungen für die Außenwirtschaft nutzen. Auch diese Präsentationen der Organisationen, die an dem Workshop vom 28.10.2020 teilnahmen, wurden uns vom LfULG zur Verfügung gestellt.

Einsicht wurde auch in einen Untersuchungsbericht bzgl. des Themas Smart Farming im Pflanzenbau des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch gewährt. Ziel dieser Studie war es, ein Best-Practice-Konzept zu entwickeln und Handlungsempfehlungen zu formulieren, um die Vernetzung der dort bereits genutzten Softwaresysteme weiter auszubauen und die Umsetzung von Smart Farming effizient zu erreichen.

Zudem lagen dem Auftragnehmer aus vier weiteren Projektbetrieben detaillierte Analysen des LfULG zu den vorhandenen betrieblichen Systemen und den damit verbundenen aktuellen und künftig gewünschten Datenflüssen vor.

Weitere hilfreiche Informationen lieferten schließlich zwei Masterarbeiten, in die uns durch das LfULG Einsicht gewährt wurde. Zum einen die Arbeit von Max Eckelmann von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit dem Titel „Marktübersicht und Nutzwertanalyse deutschsprachiger Farmmanagement-Informationssysteme (FMIS)“ sowie die Arbeit von Emilie Heber von der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden mit dem Titel „Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie zur Optimierung des Datenmanagements eines Landwirtschaftsbetriebes“. Beide Arbeiten stammen aus dem Jahr 2020.

2 Ausgangslage und Hintergründe

In diesem Kapitel beschreiben wir die Ausgangslage und die Hintergründe, an die wir im Kontext dieser Machbarkeitsstudie angeknüpft haben. Das Kapitel ist in drei Unterabschnitte unterteilt. Zunächst werden projektrelevante landwirtschaftliche Prozesse und Daten beschrieben. Anschließend werden Softwaresysteme im landwirtschaftlichen Kontext und zuletzt Definitionen und Kernkonzepte erläutert, sodass ein einheitliches Verständnis über relevante Begriffe, Konzepte und Herangehensweisen in dieser Machbarkeitsstudie erzielt werden kann.

2.1 Landwirtschaftliche Prozesse und Daten

Die folgenden Abschnitte führen Prozesse und Daten auf, die für die weiteren Arbeiten in dieser Studie relevant sind. Sie bilden die Basis der Betrachtungen zum betrieblichen Datenmanagement und zur Entwicklung eines betrieblichen FMIS.

2.1.1 Prozesse

Trotz seiner historisch zum Teil großen Landwirtschaftsbetriebe hat Sachsen eine im Bundesvergleich sehr vielfältige Agrarstruktur. So bewirtschaften ca. 76 % der ungefähr 6480 landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen weniger als 100 ha³. Sieben Prozent der gesamten LF werden von Betrieben mit einer Flächenausstattung bis 50 ha bewirtschaftet, welche einen Anteil von 63 % an allen landwirtschaftlichen Betrieben haben; s.a. Abbildung 2. Auf der anderen Seite befinden sich 44 % der LF in Nutzung durch Betriebe mit 500 ha und mehr.⁴

56 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche bzw. 71 % der Ackerflächen werden für Druschfrüchte genutzt. Während im Mittelsächsischen Lössgebiet der Ackerbau auf fast 90 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche dominiert, spielt in den Mittelgebirgslagen auch Grünland eine erhebliche Rolle, da dort 45 % des sächsischen Grünlands zu finden sind (Abbildung 1).⁶

Ungefähr 34 % der sächsischen Landwirtschaftsbetriebe sind spezialisierte Ackerbaubetriebe. Mit 35 % ist der Anteil der spezialisierten Futterbaubetriebe ähnlich groß, wobei darunter die Milchviehbetriebe knapp 9 % ausmachen. Von den ca. 19 % Verbundbetrieben umfassen 3,1 % Milchviehverbundbetriebe und 2,8 % Veredlungsverbundbetriebe. Während Schafbetriebe noch 4 % aller Landwirtschaftsbetriebe in Sachsen ausmachen, spielen Dauerkulturbetriebe (1,2 %), Gartenbaubetriebe (0,8 %) und spezialisierte Veredlungsbetriebe (1,0 %) zahlenmäßig eine geringere Rolle. Die Verteilung der Betriebsformen spiegelt sich auch in den bewirtschafteten Flächen wider. 3 % der Flächen werden durch spezialisierte Ackerbaubetriebe bewirtschaftet, darunter 27 % spezialisierte Getreidebaubetriebe. 28 % der LF entfallen auf spezialisierte Futterbaubetriebe, davon wiederum 23 % auf Milchviehbetriebe. 19 % der LF werden von Milchviehverbundbetrie-

³ Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hg.): Betriebsstruktur – Eckdaten für Sachsen. Online verfügbar unter https://www.statistik.sachsen.de/html/betriebsstruktur-landwirtschaft.html?_cp=%257B%2522accordion-content-8319%2522%253A%257B%25224%2522%253Atrue%257D%252C%2522previousOpen%2522%253A%257B%2522group%2522%253A%2522accordion-content-8319%2522%252C%2522idx%2522%253A4%257D%257D, letzter Zugriff am 09.10.2021.

⁴ Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hg.): Statistischer Bericht: Ausgewählte Strukturdaten landwirtschaftlicher Betriebe im Freistaat Sachsen, C IV – u/16, 2016. Online verfügbar unter https://www.statistik.sachsen.de/download/statistische-berichte/bericht_statistik-sachsen_c-IV-12_agrarstruktur-erhebung-strukturdatenxlsx.xlsx, letzter Zugriff am 09.10.2021.

ben als Teilmenge der Verbundbetriebe (30 % der LF) bewirtschaftet; nur 4 % entfallen auf sonstige Betriebsformen⁵.

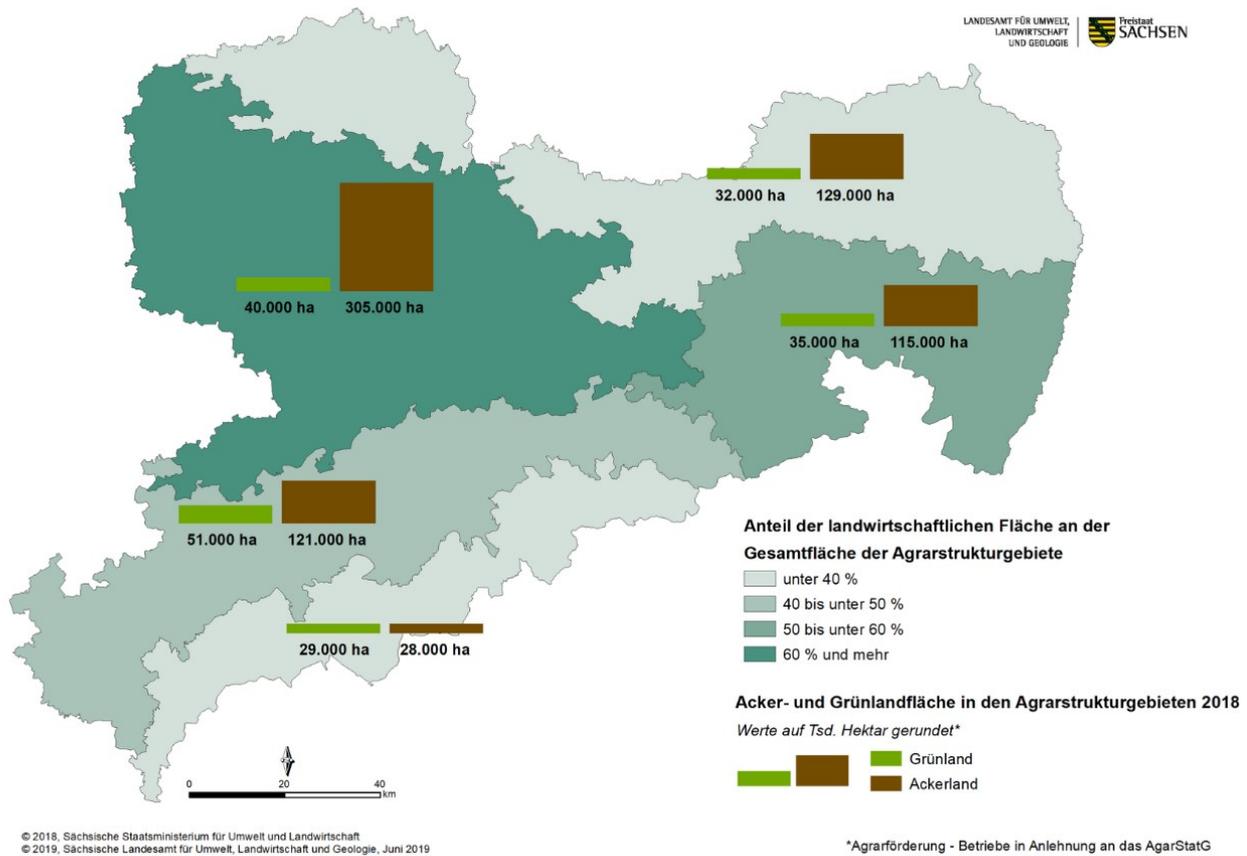


Abbildung 1: Regionale Acker- und Grünlandverteilung in Sachsen (Agrarstatus Sachsen⁶)

⁵ <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/regionale-grossenstruktur-landwirtschaftlicher-betriebe-in-sachsen-40201.html>, letzter Zugriff am 04.10.2021.

⁶ <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/regionale-acker-und-grunlandverteilung-in-sachsen-40145.html>, letzter Zugriff am 04.10.2021.

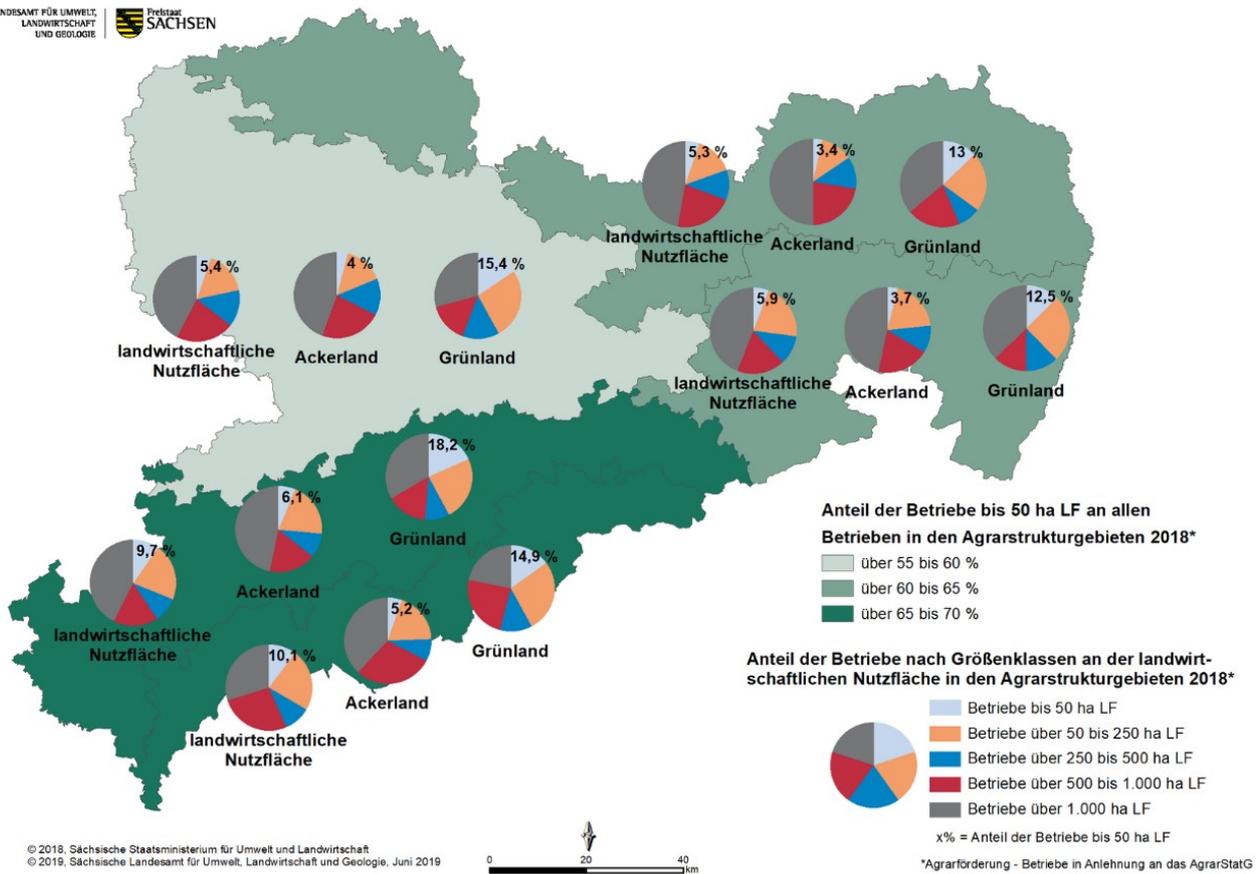


Abbildung 2: Betriebsgrößenverteilung und Flächenanteile in Sachsen (Agrarstatus Sachsen⁵)

Im Rahmen der Arbeiten zur Gesamtbetriebskalkulation hat das KTBL auf Basis statistischer Daten Modellbetriebe für verschiedene Regionen Deutschlands entworfen. An diesen Modellen wurden Berechnungen verschiedener Zielgrößen, die auch für die hier vorgelegte Studie relevant sind, dargestellt. Hierbei wurde auch ein Gemischtbetrieb für die Region Sachsen erstellt und charakterisiert. Die in Abbildung 1 und 2 dargestellten Daten der Agrarstatistik spiegeln sich auch in dessen modellhaftem Produktionsprogramm wider.

Vier Produktionsverfahren und daran anknüpfende Prozesse dieses Modellbetriebs sollen daher im Rahmen der Studie zur Illustration von Abläufen und Sachverhalten bei der Ermittlung der Zielgrößen und zu Aspekten des Datenmanagements genutzt werden, um eine verständlichere Darstellung zu erarbeiten:

- Winterweizen: als Beispiel für eine Körnerfrucht, die als Marktf Frucht in erster Linie dem Verkauf zur Verwendung in der Lebensmittelkette dient.
- Winterraps: als Beispiel für eine Kultur, die als Ölfrucht mehreren Verwendungen dienen kann und in der Fruchtfolge Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit entfaltet.
- Grassilage: als Beispiel für einen Prozess, der ein Produkt für die interne Weiterverwendung in der Tierhaltung erzeugt und sich in seinem Charakter und den notwendigen Arbeiten hinreichend von obigen beiden Ackerbaukulturen unterscheidet.
- Milchproduktion: als Beispiel eines Prozesses aus der Tierhaltung, in den verschiedene Produkte einfließen und der anders organisiert ist als pflanzenbauliche Prozesse.

In Abschnitt 3.1 werden diese Produktionsprozesse mit ihren Einzelschritten und Feldarbeiten sowie Bezügen zu weiteren Prozessen skizziert. Darauf aufbauend wird eine weitergehende Analyse einzelner Teilschritte innerhalb identifizierter Prozesskategorien bis auf die Ebene der für die Ermittlung von Zielgrößen notwendigen Attribute innerhalb einzelner relevanter Datenformate durchgeführt.

2.1.2 Daten

Die Erhebung relevanter Daten dient zunächst dem Zweck, sich einen Überblick über das vorhandene Datenangebot zu verschaffen. Wie im weiteren Verlauf dargestellt, ist es mit Blick auf das Ziel der Konzeption eines FMIS jedoch erforderlich, anschließend in der Lage zu sein, stärker zu fokussieren und dafür zu sorgen, dass erforderliche Informationen für die Umsetzung vorhanden sind. Als methodischer Ansatz kann hierfür eine Katalogisierung relevanter Daten hilfreich sein. Allerdings können Datenkataloge auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen und in variierender Detailtiefe erstellt werden. Im Folgenden werden mehrere in Betracht gezogene Ansätze kurz skizziert. Es wird erläutert, welche dieser Ansätze aus welchen Gründen wieder verworfen wurden, um anschließend auf das schlussendlich zusammengestellte Informationsmaterial zu den relevanten Daten einzugehen. Eine wesentliche Rolle spielt dabei auch die Abhängigkeit von und die Verzahnung mit den Zielen, die bei der Erstellung des datenverarbeitenden Systems erreicht werden sollen – mithin den für die Auswertung geplanten Ziel- und Kenngrößen.

2.1.2.1 Datenkatalog auf Ebene von Datensätzen und/oder -diensten

Kataloge auf Ebene von Datensätzen sind insbesondere im Forschungsdatenmanagement und in der Bereitstellung öffentlicher Daten weit verbreitet. Im Internet existieren öffentlich zugängliche Katalogsysteme. Als prägnante Beispiele können genannt werden:

- www.landwirtschaftsdaten.de: als Reaktion auf die BMEL-Machbarkeitsstudie erstelltes Datenkatalogsystem, das für die Landwirtschaft relevante Datensätze öffentlicher Einrichtungen, insbesondere auch der Ressortforschungseinrichtungen des Bundes, enthält.
- www.govdata.de: allgemeines Datenportal für Deutschland mit Daten aus allen Bereichen der öffentlichen Verwaltung
- www.publisso.de: Open-Access-Datenportal der Zentralbibliothek Lebenswissenschaften
- www.gdi-de.org: Datenportal für Inhalte der Geodateninfrastruktur Deutschland

Datensätze und -dienste werden dabei in der Regel mit Standardmetadaten erfasst. Teilweise sind für die landwirtschaftliche Praxis nützliche Datensätze und Dienste enthalten (z. B. Kartendaten über das Geoportal Deutschland, Pflanzenschutzmittelzulassungsdaten inklusive Anwendungsbestimmungen über www.landwirtschaftsdaten.de usw.). Ein mit oben genannten Beispielen vergleichbares System aufzusetzen ist aufwändig und würde den Rahmen der vorliegenden Studie deutlich sprengen. Aber auch eine einfache tabellarische Auflistung öffentlich verfügbarer Datensätze hilft mit Blick auf die bearbeiteten Fragestellungen nicht weiter: Die meisten dieser Datensätze haben – wenn überhaupt – nur sehr entfernt einen Bezug zu den darzustellenden Zielgrößen.

Für die Ermittlung der Zielgrößen sind weitestgehend innerbetrieblich erhobene Daten relevant (s.a. Abschnitt 3.2 zu methodischen Grundlagen zu den betrachteten Ziel- und Kenngrößen). Als Datenspeicher für solche in dem Betrieb erhobenen Daten werden die im Laufe der Studie näher skizzierten Softwareanwendungen genutzt. Die meisten dieser Anwendungen haben eine eigene Datenverwaltung integriert – jede Anwendung besitzt also ihr eigenes „Datensilo“. Aufgrund dieser in der Regel vorliegenden 1:1-Beziehungen

können „innerbetriebliche Datensätze“ und „innerbetriebliche Softwareanwendungen“ so gut wie immer als äquivalent angesehen werden. Die Funktion eines Datenkatalogs auf Datensatzebene ist für den innerbetrieblichen Bereich daher über den Katalog der Softwareanwendungen abgedeckt. Soweit es anhand von zugänglicher Information möglich war, sind in dem beiliegenden Katalog auch die für einen Datenkatalog auf dieser Ebene typischen Informationen zum Datenzugang (Schnittstellen) enthalten und die Inhalte lassen sich in etwa aus dem Funktionsumfang und der Kategorisierung der Software ableiten.

2.1.2.2 Datenkatalog auf Ebene von Datenkategorien, -paketen oder -dateien

Für einen Datenkatalog auf Ebene von Datenkategorien oder -paketen werden inhaltlich ähnliche oder technisch gebündelte Daten zusammengefasst im Hinblick auf ihre Quellen und Nutzung betrachtet, wie beispielsweise:

- Geodaten
- Wetterdaten
- Buchungen (für Buchhaltung oder Ackerschlagkartei)
- Alternativ oder parallel hierzu kann auch nach Datenformaten, -paketen oder -dateien eingeteilt werden:
- ISO11783-Applikationskarte (SOLL)
- Shapefile
- ISO11783 Prozessdokumentation (IST)

Eine solche Auflistung der Datenarten und die Darstellung ihrer Quellen und Nutzung im Prozess wurde im Rahmen der Studie in Betracht gezogen. Wie eine solche Darstellung aussehen würde, zeigt beispielhaft Abbildung 3.

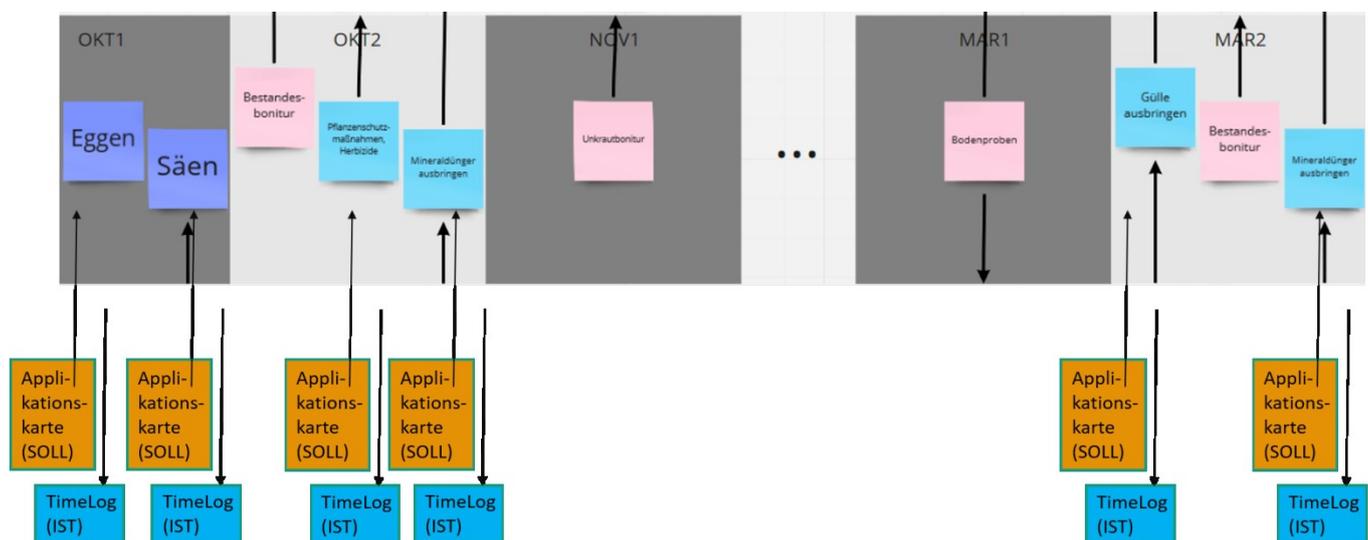


Abbildung 3 Beispielhafte Darstellung von Datenarten, Datenquellen und Datennutzen in landwirtschaftlichen Prozessen

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass ein solches Vorgehen im Rahmen der Ermittlung von Datenflüssen in Prozessen in landwirtschaftlichen Betrieben im Allgemeinen ohne Bezug zu einem konkreten Betrieb wenig hilfreich ist: Prinzipiell können in ganz vielen Prozessschritten die gleichen Kategorien an Daten vorkommen. Beispielsweise kann tatsächlich für *jeden* Feldarbeitsprozess eine Applikationskarte erstellt werden. Der Begriff „Applikationskarte“ bezieht sich nicht ausschließlich auf die teilflächenspezifische Ausbringung von Düngemitteln oder Pflanzenschutz. Bei einigen Bodenbearbeitungsgeräten kann z. B. die Bearbeitungstiefe eingestellt werden, Sämaschinen können Saatchichten variieren, und auch für Erntemaschinen sind teilflächenspezifische Einstellungen von beispielsweise Dresch- oder Schneidwerk grundsätzlich technisch machbar und denkbar. Gleiches gilt in noch höherem Maße für Shapefiles: Diese können überall zum Einsatz kommen, wo räumliche Daten genutzt oder erzeugt werden. Darstellungen nach thematischen Kategorisierungen sind von derselben Schwäche geplagt: Geodaten, Wetterdaten und Buchungen sind für praktisch alle landwirtschaftlichen Teilprozesse relevant.

Insgesamt entsteht also eine Darstellung, bei der fast alle Teilprozesse mit fast allen Datenkategorien verbunden sind. Zur Analyse der Datenflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben allgemein und zur Ermittlung von Anforderungen für ein generell anwendbares Datenmanagement lassen sich daher mit dieser Vorgehensweise nur begrenzt Erkenntnisse ableiten, da die nötige Granularität und Ausdifferenzierung fehlt. Die tatsächliche Ausprägung der konkreten Datenflüsse unterscheidet sich von Betrieb zu Betrieb je nach Maschinen-, Anlagen- und Softwareausstattung und Produktionsprogramm, sodass im Grunde jeder Betrieb seinen ganz eigenen, individuellen „Datenfingerabdruck“ besitzt. Insofern kann eine Katalogisierung auf Basis von Datenkategorien sowie eine Zuordnung zu Prozessen für eine einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse durchaus hilfreich sein: So lassen sich für den spezifischen Betrieb schnell Prozessschritte finden, die nicht gut mit Daten versorgt sind oder wo wichtige Informationen nicht geliefert werden. Für eine einzelbetriebliche Analyse des Datenmanagements hat diese Art, Daten und ihren Bezug zu Prozessen darzustellen, daher durchaus ihren Wert.

2.1.2.3 Datenkatalog auf Ebene einzelner Datenstrukturelemente

Für eine differenzierte Sicht ist es also notwendig, in Betrieben vorhandene Daten noch ein wenig detaillierter zu betrachten. Damit wird eine Stufe erreicht, auf der einzelne Elemente von Datenmodellen und Formaten einbezogen werden. Die Begrifflichkeiten unterscheiden sich je nach den angewandten Methoden der Datenmodellierung von Fall zu Fall. Üblicherweise spricht man dabei aber über folgende Teilaspekte:

- Klassen, Objekttypen, Kategorien, Nachrichten oder Entitäten: Dies sind Einordnungen von Realweltobjekten anhand ihrer Eigenschaften und daraus resultierende Informationsmodelle, also beispielsweise „Milchkuh“ (Objekttyp), „landwirtschaftliche Maschinen“ (Kategorie oder Klasse), „HIT-Ausfuhrmeldung“ (Nachricht).
- Eigenschaften, Properties, Attribute, Items, Datenfelder, Relationen, Beziehungen: Verbunden mit diesen Objekten sind Spezifikationen ihrer Eigenschaften (z. B. Traktor --> Motorleistung) sowie ihrer Beziehungen zu anderen Objekten (z. B. Herde --> Milchkuh).

Datenstandards und Spezifikationen für Datenaustauschformate beschreiben in der Regel diese beiden Teilaspekte und wie diese in informationstechnische Datenstrukturen abgebildet werden sollen. Beispielsweise muss für eine CSV-Datei beschrieben werden, welche Eigenschaft sich üblicherweise in welcher Spalte befindet.

Aufbauend auf den Strukturdefinitionen werden diese in dem landwirtschaftlichen Betrieb „instanziiert“, d. h. die im Betrieb vorhandenen „Individuen“ werden gemäß den Datenstrukturen entweder in Einzelrecords erfasst oder die Daten werden über Schnittstellen gemäß den Spezifikationen aus-/eingegeben. Die Abbildung 4 skizziert diesen Zusammenhang schematisch.

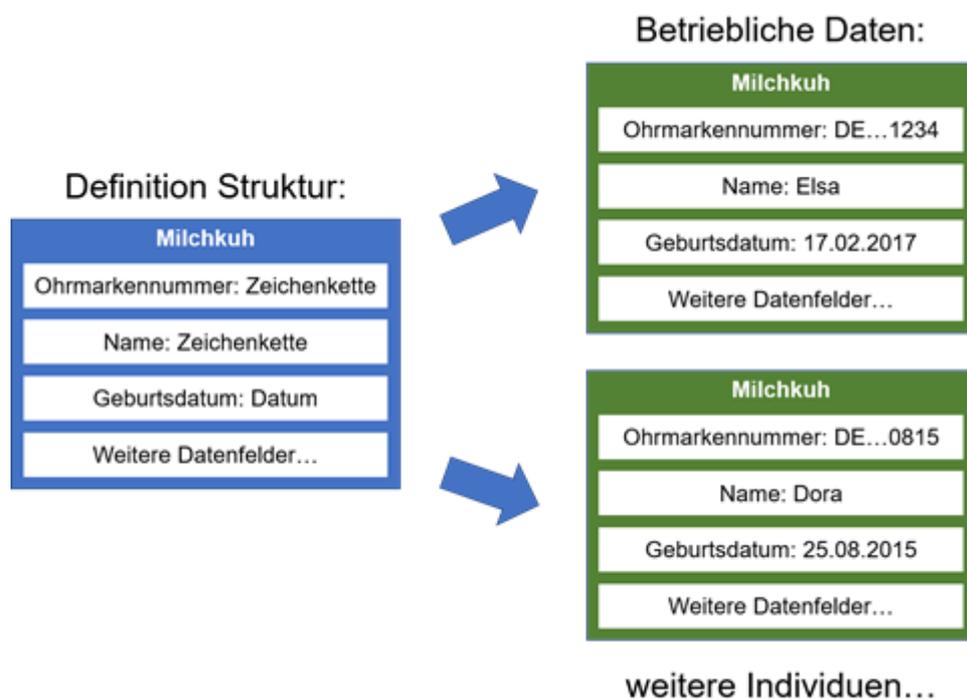


Abbildung 4: Zusammenhang Datenstrukturdefinition und Daten für Individuen auf dem Betrieb

In diesem Kontext soll eine kurze, aber detailliertere Betrachtung der oben umrissenen Konzepte für ISO11783 sowie für ADIS/ADED erfolgen. Für die beiden Standards wurde beispielhaft ein Datenkatalog auf Itemebene erstellt, dessen Nutzung ebenfalls erläutert wird und auf den später nochmals zurückgegriffen wird. Für die technische Umsetzung ist eine solche inhaltliche Betrachtung für alle einzubeziehenden relevanten Datenformate notwendig. Wegen der teilweise beschränkten Zugänglichkeit zur Dokumentation ist dies jedoch oft nur mit beträchtlichem Aufwand bis hin zum „Reverse Engineering“ möglich. Für die beiden Formate liegen die hier zusammengestellten Informationen zwar öffentlich vor, dennoch mussten sie mit einem gewissen Aufwand aufbereitet bzw. aus der Dokumentation extrahiert werden. Ein Verfahren, mit dem die inhaltliche Analyse von Datenformaten und Standards erleichtert werden kann, wird in Abschnitt 3.2.12.1 beschrieben. Wenn ein gutes Zusammenspiel unabhängiger Systeme erreicht werden soll, sind zudem offene Schnittstellen mit frei zugänglicher und gut auffindbarer Dokumentation unabdingbar.

2.1.2.4 ISO11783

Für den Austausch von Daten von (mobilen) landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen der Außenwirtschaft wurde die Norm ISO11783 (ISOBUS) geschaffen. Diese besteht derzeit aus 14 Teilen und spezifiziert eine Reihe von Teilaspekten, von den physikalischen Eigenschaften und Abmessungen von Steckverbindern an Traktoren und Anbaugeräten über den Verbindungs- und Anmeldeprozess von Anbaugeräten am Bordrechner des Traktors bis hin zum in diesem Kontext relevanten Datenaustauschformat mit Farmmanagement-Informationssystemen in den Teilen 10 und 11. Teil 10 spezifiziert ein Datenformat auf Basis der sogenannten

eXtensible Markup Language (XML). Das Format ist so ausgelegt, dass sowohl der Arbeitsauftrag an eine Maschine übergeben werden kann als auch die Aufzeichnung und Dokumentation zurück an das FMIS übertragen werden kann.

Die XML-Spezifikation⁷ des World Wide Web Consortium (W3C) unterscheidet im Wesentlichen zwischen Elementen und Attributen. Elemente können hierarchisch angeordnet werden, also selbst wieder Unterelemente besitzen (sog. Kindelemente) sowie Attribute beinhalten. In der Spezifikation für ISOXML sind den Elementen in der Regel Namen aus drei Großbuchstaben zugewiesen; Attribute werden jeweils mit einem Buchstaben je Element beginnend bei 'A' alphabetisch bezeichnet. Die Bedeutung ist ISO11783 Teil 10 zu entnehmen. Zentrales Element ist der sogenannte „Task“ (Elementname <TSK>), der einen Arbeitsprozess auf dem Feld beschreibt. Mit diesem Element sind beispielsweise Beschreibungen der Anbaugeräte („Device“, <DVC>), Arbeiter / Fahrer („Worker“, <WKR>), Schläge, auf denen die Bearbeitung erfolgt („Partfield“, <PFD>), usw. verknüpft. Die ISO-Norm 11783 definiert auch für Geodaten eigene Kodierungen, die zur Erstellung von Applikationskarten genutzt werden können („Point“, <PNT>; „Polygon“, <PLN>; „Linestring“, <LSG> usw.).

Neben Unterelementen sind in ISO11783 Teil 10 auch die Attribute spezifiziert. Für das <DVC>-Element wird beispielsweise spezifiziert, dass sich in Attribut C die DeviceSoftwareVersion oder in Attribut E die DeviceSerialNumber findet oder für das <WKR>-Element in Attribut B der WorkerLastName und in Attribut C der WorkerFirstName. Insgesamt beinhaltet das in der Norm beschriebene Datenmodell derzeit 57 Elemente und 264 Attribute.

Die Struktur der ISOXML-Dateien wird neben der Beschreibung im Normendokument in einem XML-Schema spezifiziert⁸. Die Struktur ist mithin festgeschrieben und ändert sich in der Regel nur bei einer Revision der Norm im Abstand von mehreren Jahren. Da solche zeitlichen Abstände die Einbindung von Daten von neu entwickelten Sensoren behindern würden, wurde für die Aufzeichnung von Prozessdaten neben Elementen und Attributen eine weitere Ebene eingeführt, die sich flexibler erweitern lässt. In einem Data Dictionary werden für Prozessdaten wie Kraftstoffverbräuche, ausgebrachte Mittelmengen, eingefahrene Erntemengen usw. Schlüsselnummern definiert. Während der Durchführung der Feldarbeiten können die zugehörigen Werte dann gemeinsam mit den Schlüsselnummern abgelegt werden – entweder in den XML-Dateien für gesamte Tasks oder für häufig aufgezeichnete Werte, die in größerer Menge anfallen, zugewiesen zu GPS-Zeit- und Ortsstempeln für punktgenaue Werte in einer begleitenden, kompakt binär kodierten Datei. Das Data Dictionary ist öffentlich zugänglich⁹ und beinhaltet Stand 21.06.2021 insgesamt 647 Einträge sowie einige technische Schlüssel und reservierte Bereiche. Außerdem wird auch die Aufzeichnung der Daten vom CANBUS aus der Automotive-Norm SAE J1939 unterstützt. Werden diese mitgerechnet, können potenziell 18.552 weitere Datenfelder (PGN/SGN) mit aufgezeichnet werden.¹⁰

⁷ <http://www.w3.org/TR/xml11>

⁸ <https://www.isobus.net/isobus/file/supportingDocuments>

⁹ <https://www.isobus.net/isobus/exports/completeTXT>

¹⁰ s. <https://www.isobus.net/isobus/pGNAndSPN>

Anhang 2.1 enthält eine aufbereitete Fassung des ISO11783 Data Dictionary im Tabellenblatt „ISOBUS DDIs“. Spalte A weist die Schlüsselnummer und Spalte B die Bezeichnung aus dem Data Dictionary aus. Die weiteren Spalten wurden über ein Skript durch Textzerlegung erzeugt und ermöglichen es, die Einträge nach verschiedenen Kriterien zu filtern. Für eine Reihe von Parametern können verschiedene Arten von Werten übertragen werden: Setpoint als Einstellwert, Maximum, Minimum usw. Für Auswertungszwecke im Nachgang sind Einstellwerte oft weniger relevant; wichtig sind in dem Fall hingegen Gesamtmengen (Total) sowie tatsächliche (Actual) und momentane (Instantaneous) Werte. Außerdem sind Werte verschiedener Lifetime Totals interessant für die Ermittlung von Kenngrößen im Rahmen der später noch näher skizzierten Maschinenparkauswertung. Über Spalte C lassen sich mögliche Größen filtern, die grundsätzlich von Maschinen normiert geliefert werden könnten, danach filtern. Spalte D weist die erhobenen Parameter ohne Einheitenangaben und die Information, ob es sich um Gesamtsummen, Maxima usw. handelt, aus. Hierüber kann also nach gesuchten agronomischen Werten gefiltert werden (z. B. alle Applikationsraten, alle Erntemengenparameter etc.). Die folgenden Spalten ermöglichen die Filterung nach sogenannten Device Classes. Diese fassen bestimmte Maschinenkategorien zusammen. Hierüber lässt sich ermitteln, welche Werte beispielsweise für Düngerstreuer (Fertilizer) normiert und damit grundsätzlich lieferbar sind. Zu beachten ist dabei, dass diese Einträge lediglich indikativ sind. Im Data Dictionary heißt es hierzu: „Typically used by Device Classes“ – d. h. es kann theoretisch Maschinen anderer Device Classes geben, die für diese DDI Werte liefern können, auch wenn hier kein Eintrag besteht. Die letzte Spalte des Tabellenblattes führt die URL auf, unter der gegebenenfalls weitere Informationen zu einem Eintrag abgerufen werden können. Technische Informationen wie Wertebereiche und Einheiten wurden im Tabellenblatt nicht berücksichtigt, können dort aber aufgefunden werden.

2.1.2.5 ADED

Im Rahmen der ISOagriNet-Initiative wurde versucht, ein ähnliches System wie den ISOBUS für die Innenwirtschaft, d. h. im Wesentlichen zum Datenaustausch und zur Vernetzung von Anlagen für die Tierhaltung (z. B. Klimacomputer, Fütterungsautomaten, Melkanlagen usw.) zu entwickeln. Entstanden sind hierbei die Agricultural Data Interchange Syntax (ADIS) und das Agricultural Data Element Dictionary (ADED). Das System ist daher auch unter dem Namen ADIS / ADED bekannt und wird heutzutage unter anderem in der Zuchtwertschätzung, Milchleistungsprüfung und in der Plattform HI-Tier eingesetzt. Die Arbeiten haben über die ISO-Normen 11787, 11788 und 17532 Eingang in die Normung gefunden. ADIS / ADED beinhaltet eine eigene Formatspezifikation, die auf Nachrichten in einem an Datenbankrecords angelehnten Textformat beruht. Aufbauend darauf wurden später auch Möglichkeiten geschaffen, Daten über Webdienste und Webschnittstellen und in diesem Umfeld gängige Formate wie XML oder JSON auszutauschen. Die fachlichen Inhalte sind ähnlich wie beim ISOBUS in einem Data Dictionary festgehalten. Bis 2018 erfolgte die Pflege durch den LKV NRW und einige Informationen finden sich auch nach wie vor auf den dortigen Webseiten¹¹. Zwischenzeitlich wurde das Data Dictionary ins DLQ Datenportal übernommen und kann im dortigen Data Dictionary Manager abgerufen werden¹². Der Aufbau unterscheidet sich insofern vom Data Dictionary von ISO11783, als auch die nächste Stufe über den Einzelattributen – hier Items genannt – im Data Dictionary mit abgebildet wird. Diese nächsthöhere Ebene sind die sogenannten Entities. Letztere haben meist entweder den Charakter von Records, d. h. Datenzeilen, wie man sie auch in einer Datenbank ablegen würde,

¹¹ <http://ian.lkv-nrw.de/index.php?id=308>

¹² <https://www.dlqdata.de/ddm/pages/public/dictionarymgmt/dictionaries.xhtml>

oder den Charakter von Nachrichten. Jeder Entity sind bestimmte Items – Datenfelder – zugewiesen, wobei auch Mehrfachzuweisungen erfolgen können, d. h. ein Item kann in mehreren Entities verwendet werden. So wird z. B. die Rind-ID – die Ohrmarkennummer – naturgemäß in einer ganzen Reihe von Entities für verschiedene Datenaustauschzwecke benötigt.

Das Tabellenblatt „ADED Items“ in Anhang 2.1 beinhaltet eine Aufbereitung des ADED Data Dictionary – aufgrund des etwas anderen Aufbaus des Data Dictionary jedoch etwas anders aufgebaut als das Blatt „ISOBUS DDIs“. Auch hier werden Einträge über eindeutige Schlüsselnummern identifiziert, die sich in Spalte A finden. Zudem sind englische Kurzlabel und deutsche Bezeichnungen vorhanden. Spalte D weist den Datentyp aus. Dieser kann bei der Interpretation der in der veröffentlichten Fassung recht knappen Bezeichnungen teilweise helfen. Der Datentyp „Code“ weist hierbei darauf hin, dass für das Item eine Codeliste existiert, d. h. es dürfen nur Werte aus dieser Liste für dieses Datenfeld verwendet werden. Die Codelisten selbst sind hier nicht mit aufgenommen, können aber über den o.g. Data Dictionary Manager beim DLQ abgerufen werden. Die übrigen Spalten führen die Entities in alphabetischer Reihenfolge auf, sodass sich filtern lässt, welche Datenfelder beispielsweise für eine Schlachtmeldung an HI-Tier (Entity 882084) zu übermitteln sind. Das ADED enthält in der Fassung für 2022 insgesamt 1.184 Unique Items und 138 Entitäten.

2.1.2.6 Weitere Datenmodelle und spezifische Formate

Neben den beiden hier detaillierter beschriebenen, standardisierten Datenmodellen für Schnittstellen existieren eine Reihe weiterer Initiativen und Projekte, die agrarische Datenmodelle entweder für Schnittstellen oder für Datenbanksysteme entwickelt haben oder deren Modelle eine Reihe für die Landwirtschaft relevanter Objekttypen und Attribute enthalten. So wurde an der Universität Halle im Jahr 2008 im Rahmen einer Promotionsarbeit ein relationales Datenmodell für die Milchviehhaltung entwickelt, das für wichtige, tatsächlich realisierte und relevante Anwendungsfälle die erforderlichen¹³. Dieses beinhaltet 9 Teilverfahren, 37 Prozesse, 46 Merkmalskomplexe, 7 Objekte, 46 Merkmalsgruppen und 500 Merkmale. Im Rahmen des vom BMBF finanzierten Projekts SimLearn wird derzeit ein ontologiebasiertes Datenmodell entwickelt. Ziel ist es dabei, Daten für die Entscheidungsunterstützung für Betriebe über Simulationsmodelle, agentenbasierte Modellierung und neuronale Netze in variierenden Kombinationen abzubilden. Inhaltlich abgedeckt werden dabei die Themenbereiche Betrieb, Parzellen, Feldfrüchte, Boden, Wetter, Prozesse und Maschinen. Das Modell besteht derzeit aus 49 Klassen und 611 Properties, die die Modellparameter abbilden. Für eine Reihe von praktischen Fragen der Betriebsführung sind zudem Geodaten relevant. Öffentliche Geodateninfrastrukturen müssen sich dabei an der INSPIRE-Richtlinie der EU orientieren. Eine Analyse, welche Teilmengen aus den vorliegenden¹⁴ für Geodatenanwendungen im Betriebsmanagement in der Landwirtschaft relevant sind, wurde nicht durchgeführt. Eine Reihe der INSPIRE-Themen werden aber berührt. Weil Abstandsauflagen im Pflanzenschutz Siedlungen, Landschaftselemente und Gewässer betreffen, sind mindestens diese Bereiche relevant. Das Verkehrswegenetz kommt für logistische Fragestellungen hinzu.

Künftig werden mit der Verbreitung von Technologien wie Sensoren, Remote Sensing über Drohnen und Satelliten usw. sicher weitere Daten hinzukommen, die jeweils weitere, eigene Attribute beinhalten.

¹³ Christian Schulze (2008): Hybride Modellierung operativer und analytischer Daten, dargestellt am Beispiel des Precision Dairy Farming. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle.

¹⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/Themes/Data-Specifications/2892>

Außerdem sind für das landwirtschaftliche Datenmanagement Standards der Buchhaltung, wie z. B. der Kontenrahmen für land- und forstwirtschaftliche Betriebe¹⁵, der die Kontenschlüssel ausweist, zu berücksichtigen. Als Formatspezifikationen sind im Bereich der Buchhaltung die XML Business Reporting Language (XBRL)¹⁶ und die Formate und APIs der DATEV zu erwähnen. Die DATEV ist ein deutsches Softwarehaus und IT-Dienstleister für Steuerberater, Wirtschaftsprüfer und Rechtsanwälte sowie deren zumeist mittelständische Mandanten und ist als eingetragene Genossenschaft organisiert¹⁷. Die XBRL wurde ursprünglich dafür konzipiert, Jahresabschlüsse und -bilanzen für die Finanzberichterstattung zu übertragen – beispielsweise zur Unterstützung der Offenlegungspflichten für börsennotierte Unternehmen. Durch das einheitliche Format soll eine bessere Vergleichbarkeit der Daten gegeben sein. XBRL wird durch ein internationales Konsortium mit nationalen Zweigorganisationen gepflegt und dementsprechend auch in einer Reihe von Ländern weltweit genutzt. In Deutschland ist gemäß Einkommenssteuergesetz §5b für buchführungspflichtige Unternehmen die Übermittlung der Jahresabschlüsse im XBRL-Format vorgeschrieben. Es existiert außerdem die Erweiterung XBRL Global Ledger, die über die zusammenfassende Information von Abschlüssen hinausgehend ebenfalls die standardisierte Übertragung auch einzelner Transaktionen/Buchungen und ihrer Begleitdaten unterstützt^{18,19}. Die Spezifikationen des Formates sind komplex, da intensiv auch Quer- verweise genutzt werden und zu berücksichtigen ist, dass teils national unterschiedliche Taxonomien mit eingebunden werden müssen. Jedoch sind alle relevanten Dokumente frei und offen ohne Restriktionen der Nutzung und Weiterverteilung zugänglich²⁰. Auf github finden sich eine Reihe an Quellcode-Repositoryen mit Umsetzungen von verschiedenen XBRL-Werkzeugen für unterschiedliche Programmiersprachen und entsprechende Beispiele.

Die DATEV bietet eine Reihe von Produkten, Werkzeugen und Dienstleistungen rund um Buchhaltung und Rechnungswesen an, hierzu gehören auch Export- und Importschnittstellen und APIs. DATEV hat einen Entwicklerbereich eingerichtet²¹, für den Zugang ist eine Registrierung notwendig. Die Beschreibung des DATEV-CSV-Formates ist jedoch aktuell ohne Login zugänglich²² und auf github ist auch Quellcode zur Verarbeitung auffindbar. Gemäß den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der DATEV²³ unterliegt die Nutzung von bereitgestelltem Material und Diensten einer Reihe von Einschränkungen: so ist beispielsweise eine Weitergabe an Dritte nicht zulässig, und die Anbindung von angebotenen Clouddiensten über automatisierte APIs erfordert gesonderte Vereinbarungen. Das Leistungsportfolio der DATEV ist umfangreich und insbesondere mit Blick auf Funktionalitäten, Nutzungsbedingungen und entstehende Kosten einzelner Angebote nur schwer durchschaubar. Für die Schnittstellenlösung DATEVconnect wird für die Überlassung der

¹⁵ <https://www.datev.de/web/de/datev-shop/material/kontenrahmen-skr-14-fuer-land-und-forstwirtschaftliche-betrieb/>

¹⁶ <https://www.xbrl.org/>

¹⁷ <https://www.datev.de/web/de/m/ueber-datev/das-unternehmen/fakten-und-informationen/>

¹⁸ <https://www.xbrl.org/the-standard/what/global-ledger/>

¹⁹ <https://www.xbrl.org/int/gl/2016-12-01/gl-framework-2017-PWD-2016-12-01.html>

²⁰ <https://specifications.xbrl.org/>

²¹ <https://developer.datev.de/portal/>

²² <https://developer.datev.de/portal/de/dtvm/>

²³ https://www.datev.de/web/de/media/datev_de/pdf/agb_2018_deutsch_web.pdf

Schnittstellendokumentation beispielsweise ein Überlassungsgebühr von derzeit 25,- EUR pro Monat erhoben²⁴ zudem sind weitere DATEV-Programme notwendig²⁵. Für Softwareanbieter ist für die Nutzung bestimmter Leistungen die Teilnahme an einem Partnerprogramm Voraussetzung²⁶, einige Öffnungen des DATEV-Ökosystems sind jedoch für 2022 angekündigt²⁷.

2.1.2.7 Schlussfolgerungen und Zwischenfazit

Die Überlappung der genannten Datenmodelle wurde wegen methodischer Schwierigkeiten nicht systematisch erhoben, beträgt geschätzt aber wenige % bis ~30 % – zumindest bei den Betriebsstammdaten wie Betriebsnummern, Adressinformationen usw. sind Ähnlichkeiten in den Datenmodellen offensichtlich. Aber selbst, wenn es nahezu vollständige Überlappungen geben würde, würde dies für das Datenmanagement nur bedingt helfen, da keine Zuordnungen und Mappings zwischen Standards vorhanden sind. Je nach Ausstattung, Größe, Zielen und Produktionsprogramm fallen in den Betrieben unterschiedliche Teilmengen an digital erfassten Datenattributen aus verschiedensten Standards, Datenformaten und Spezifikationen an, die von 0 für nicht digitalisierte Betriebe bis zu potenziell mehreren Tausend für Betriebe mit einer umfassenden Digitalisierung reichen. Die Daten sind dabei verteilt über Systeme verschiedener Softwareklassen, die ihrerseits auch wieder nur jeweils bestimmte Teilmengen verwalten – z. B. nur für den Pflanzenbau, nur für die Tierhaltung oder nur für die Buchhaltung notwendige Daten. Die Überlappungen führen dabei zu doppelter Datenhaltung (und ggfs. auch Eingabe), während die nicht überlappenden Bereiche für andere Softwareanwendungen nicht nutzbar sind. Dieser Zustand stellt für die Entwicklung eines allgemein anwendbaren betrieblichen Datenmanagements eine beträchtliche Herausforderung dar. Ein Datenmanagement muss es ermöglichen, aus den anfallenden Datenströmen automatisiert die für die Auswertung relevanten Datenfelder und zugewiesenen Werte herauszupicken. Bei der Umsetzung ist es daher notwendig, tatsächlich die Gesamtheit der in den zu betrachtenden Formaten vorhandenen Attribute zu kennen, um eine informierte Auswahl durch einen Algorithmus überhaupt entwickeln zu können.

In den Abschnitten 3.1.1 und insbesondere 3.2.12 wird aufgezeigt, wie sich durch eine Synthese von Prozessmodellen sowie dem durch die Auswertungsziele (Ziel- und Kenngrößen) gegebenen Datenbedarf aus dem in einem umfassenden, ausreichend detaillierten Datenkatalog erfassten Datenangebot tatsächlich relevante Elemente identifizieren sowie Anforderungen und auch mögliche Problemfelder ableiten lassen.

²⁴ <https://www.datev.de/web/de/top-themen/unternehmer/weitere-themen/neue-schnittstellentechnologie/datevconnect/>

²⁵ <https://apps.datev.de/help-center/documents/0904166>

²⁶ <https://www.datev.de/web/de/ueber-datev/datev-oekosystem/datev-und-partner/datev-marktplatz/infos-fuer-softwarehersteller/>

²⁷ <https://developer.datev.de/portal/de/node/23201>

2.1.2.8 Generelle technologische Aspekte von Datenformaten

Für die technische Ausgestaltung von Datenformaten kann heutzutage auf eine Reihe von Methoden zurückgegriffen werden. Die generelle Problemstellung dabei ist, Zeichenketten gemäß gewisser syntaktischer Regeln in eine einheitliche, strukturierte Reihenfolge zu bringen, sodass diese über Ein- und Ausgabeschnittstellen korrekt und effizient gelesen und geschrieben werden können. Als Forschungsfragestellung wurde dieses Feld seit den Anfängen der Informatik bereits in den 1950er Jahren bearbeitet. Die theoretischen Grundlagen sind mittlerweile gut verstanden und es wird in der Regel heutzutage auf formale Grammatiken oder Systeme auf Basis von Schemas zurückgegriffen, die eine weitgehend automatisierte oder zumindest stark erleichterte Erzeugung von notwendigem Programmcode bei der Entwicklung von Schnittstellen erlauben. Die Bandbreite geht bei textbasierten Formaten von einfachen Ansätzen für tabellarische Datenaufstellungen wie Comma Separated Values (CSV)²⁸ über an Datenstrukturen in Programmiersprachen orientierten Systemen wie JavaScript Object Notation (JSON)²⁹ bis hin zu relativ komplexen Auszeichnungssprachen wie der eXtensible Markup Language (XML)³⁰. Eine solche textbasierte Kodierung hat den Vorteil, dass es möglich ist, Dateien mit einem einfachen Standardtexteditor zu öffnen, zu durchsuchen und zu bearbeiten, was bei der Entwicklung von Schnittstellen für Fehlersuche und Prüfung von Strukturen hilfreich sein kann. Binäre Formate, die Daten maschinennäher aber für Menschen wenig lesbar kodieren, wurden lange Zeit eher vermieden, gewinnen aber aktuell wieder an Bedeutung, da sich mit ihrer Hilfe Daten teils deutlich platzsparender und schneller „verpacken“ lassen, was bei großen Datenmengen oder begrenzten möglichen Datenraten in Netzwerken wichtige Anforderungen sein können. Beispielsweise steht mit protobufs³¹ eine anhand einer Reihe offener Referenzimplementierungen sowie sehr guter Dokumentation und mit Hilfe von ebenfalls bereitgestellten Werkzeugen zur Erzeugung von Programmcode sehr gut handhabbare Technologie zur einfachen Erstellung von sehr kompakt kodierten, binären Datenformaten zur Verfügung. Protobufs werden im landwirtschaftlichen Kontext beispielsweise im AEF EFDI-Format genutzt.

Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen der Formatspezifikation mittels beispielsweise eines Schemas und den „Instanzdaten“, also einer Ausgabe eines Softwaresystems in einem Format mit enthaltenen Daten. Für XML beinhalten letztere zwar implizit auch die Datenstruktur. Dabei müssen aber nicht alle für das Datenformat erlaubten Elemente und Attribute auch tatsächlich vorkommen. Ein XML Schema hingegen beschreibt das Datenformat praktisch vollumfänglich mit allen erlaubten Strukturen, teilweise auch einschließlich technischer Details wie Datentypen einzelner Felder. Das eine XML-Format existiert hierbei nicht, sondern es gibt verschiedene „Dialekte“: ISOXML beinhaltet andere Elemente und Attribute als beispielsweise eine DATEV-XML-Schnittstelle, obwohl beide auf der gemeinsamen Syntax XML aufsetzen. Eine vollständige, korrekte Umsetzung eines solchen Dialektes ist nur anhand des Schemas oder einer vergleichbaren Spezifikation möglich. Für eine offene Schnittstelle sollten diese Informationen daher bereitgestellt werden.

²⁸ <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4180.txt>

²⁹ <https://www.json.org/json-de.html>

³⁰ <https://www.w3.org/TR/xml11/>

³¹ <https://developers.google.com/protocol-buffers>

Im Allgemeinen stellt die Umsetzung von Programmcode zum Lesen und Schreiben von Formaten gemäß oben genannter Technologien bei Vorliegen von Spezifikationen wie z. B. Schemas und angemessener Dokumentation für einen Softwareentwickler heutzutage kein allzu großes Hindernis dar. Gängige Programmiersprachen bieten häufig schon in den Standardbibliotheken Funktionen und/oder Methoden zur Unterstützung des Lesens und Schreibens für CSV, JSON oder XML-Daten. Auch für viele weniger weit verbreitete, alternative Datenformate lassen sich oft Bibliotheken finden. Je nach vorgegebener Programmiersprache und Erfahrung des Entwicklers liegt der Aufwand dafür, beispielsweise Daten in einem der drei genannten textbasierten Formate grundsätzlich so einzulesen, dass bestimmte Datenfelder extrahierbar sind, zwischen wenigen Minuten bis zu einigen Tagen. Die Herausforderungen bei der Schaffung von Schnittstellen liegt heutzutage nicht mehr in der Handhabung des syntaktischen Datenformates und der darin kodierten Datenstrukturen. Die Repräsentation der Daten im Format spielt zwar im Hinblick auf die sogenannte "Ausdrucksfähigkeit" oder Expressivität einer Sprache durchaus eine gewisse Rolle, gängige Schnittstellentechnologien sind mit Blick auf diesen Faktor aber auf recht ähnlichem Niveau. Ein wichtigeres Kriterium kann tatsächlich der oben angerissene Aspekt der Effizienz der Kodierung sein - für EFDI hat die Überlegung, dass Telemetriedaten teils über Netze mit geringen Datenraten übertragen werden müssen, bei der Auswahl der Technologie zur Spezifikation des Formates durchaus eine Rolle gespielt. Dazu wurden (unveröffentlichte) vergleichende Vorabuntersuchungen mehrerer Formatoptionen sowohl mit Blick auf erzeugten "Overhead" im Datenvolumen als auch der Performanz der Erzeugung und des Einlesens der Datenpäckchen durchgeführt.

Der eigentliche Aufwand einer Schnittstellenentwicklung liegt in der Regel vielmehr in der Anbindung an die interne Programmlogik. Dafür ist es notwendig, die Bedeutung von im jeweils spezifischen Format vorhandenen Datenfeldern zu kennen, richtig zu interpretieren und korrekte Zuordnungen zur internen Datenhaltung herzustellen. Dafür benötigen Entwickler gut lesbare, für eine schnelle Orientierung strukturiert aufbereitete und einfach zugängliche Dokumentation. Diesem Aspekt ist daher eine höhere Bedeutung beizumessen als der reinen Frage, ob CSV, JSON oder XML genutzt wird. Auch die Heterogenität verschiedener Schnittstellen spielt eher eine Rolle: für n unterschiedliche Schnittstellen muss auch n-mal die Dokumentation gelesen und verstanden werden. Unterstützt werden kann der Entwicklungsprozess durch formale Datenbeschreibungen mit semantischen Technologien (höherer Expressivität), die über die Beschreibung der Struktur eines Datenformates hinausgehen und Zusammenhänge zwischen Datenfeldern und beispielsweise auch Mappings zwischen verschiedenen Standards darstellen können.

2.2 Softwaresysteme im landwirtschaftlichen Kontext

Abbildung 5 zeigt die beispielhafte betriebliche Landschaft der Softwaresysteme für einen landwirtschaftlichen Gemischtbetrieb als Ausgangssituation für ein Datenmanagement und illustriert die Komplexität des Gesamtsystems mit seinen vielfältigen Funktionsbereichen von der Ackerschlagkartei bis zum Herdenmanagement, hier auch als Systemklassen bezeichnet. Auf dem Markt wiederum wird ein breites Spektrum an Softwaresystemen angeboten, welche jeweils einer oder mehreren Systemklassen zuzuordnen sind bzw. je einen oder mehrere Funktionsbereiche in unterschiedlichem funktionalen Umfang umfassen. Die Softwareklassen sind zur Kategorisierung der verschiedenen Anwendungsebenen, die teilweise mit Betriebszweigen übereinstimmen (Pflanzenbau, Tierhaltung), farblich gemäß Legende differenziert. Die im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie gemäß Leistungsbeschreibung zu betrachtenden Softwareklassen sind fett hervorgehoben.

Die Pfeile symbolisieren den Bedarf an Datenaustausch zwischen den verschiedenen Systemen, der aktuell an vielen Stellen so nicht oder nur eingeschränkt medienbruchfrei realisiert ist. Es handelt sich somit um eine Darstellung des Ziels der Vernetzung der Softwaresysteme mit einer perspektivischen, idealen Verknüpfung.

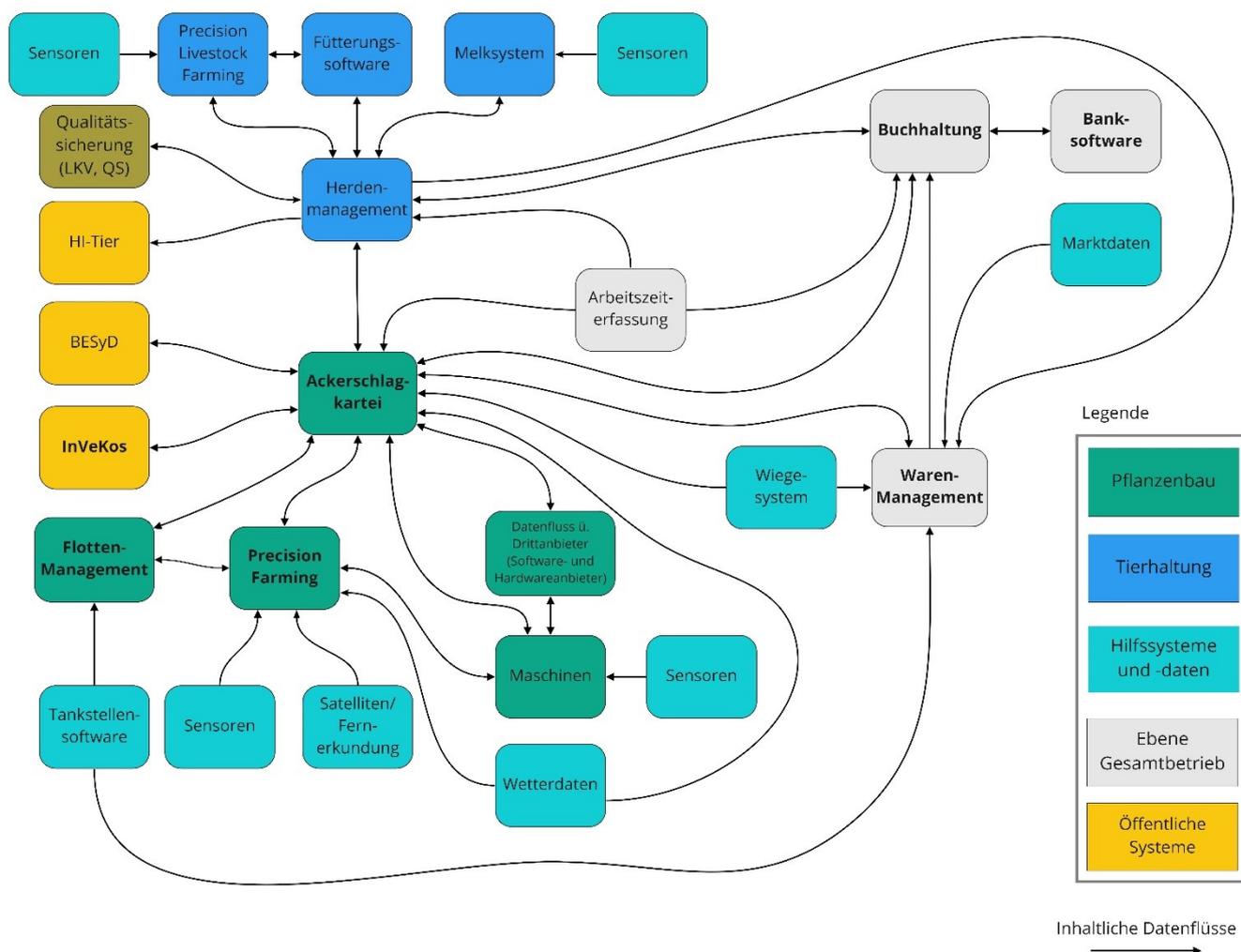


Abbildung 5: Beispielhafte betriebliche Softwarelandschaft für einen Gemischtbetrieb

Im Folgenden wird auf die einzelnen Systemklassen von landwirtschaftlichen Softwaresystemen, auf Ansätze aus Industrie und Forschung im Kontext des Datenmanagements sowie die damit verbundene IT-Infrastruktur eingegangen.

2.2.1 Katalog Fachsoftware

Die Recherche und Katalogisierung landwirtschaftlicher Softwaresysteme nimmt Bezug auf die für das Datenmanagement gemäß Leistungsbeschreibung vorgesehene Grundstruktur von 19 Softwareanwendungen. Gegliedert nach den dort aufgeführten sieben Systemklassen bzw. Funktionsbereichen

- Ackerschlagkartei
- Precision Farming
- Warenmanagement
- Flottenmanagement
- Buchhaltung
- InVeKoS
- Banken

erfolgt eine Betrachtung verschiedener typischer Softwaresysteme in Bezug auf

- Schnittstellen
- Ziel-/Quellensystem (Schnittstelle zu...)
- Art der Schnittstelle (API, manuell)
- Offene Schnittstelle (Open Source)
- Richtung des Datenaustauschs
- ausgetauschte Daten (je Import/Export)
- Datenformat
- Datenart (bspw. Auftrag, Telemetriedaten, georeferenzierte Daten)
- Daten (konkrete Information, bspw. aktueller Kraftstoffverbrauch, Schlaggrenze)
- relevante Arbeitsprozesse (Fokus auf exemplarische Prozesse, Abschnitt 3.1).

Der Katalog ist diesem Abschlussbericht filterbar digital im Format .xlsx beigefügt. Er ist als Zusammenstellung einiger Vertreter von Softwaresystemen der unterschiedlichen Systemklassen ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu betrachten und beinhaltet auch Ergebnisse von Eckelmann³². In dieser Machbarkeitsstudie dient er dem prinzipiellen Überblick über die landwirtschaftliche Softwarelandschaft und die damit verbundenen Schnittstellen und Daten als Grundlage für das Datenmanagement. Der Katalog bildet den Stand zur Bearbeitung dieser Studie ab, Änderungen bzgl. Schnittstellen und ausgetauschter Daten sind jedoch sehr dynamisch. Er kann als weiterzuführender, zu detaillierender und kontinuierlich zu aktualisierender Vorschlag für die Systematisierung landwirtschaftlicher Softwaresysteme mit ihren im Wesentlichen Interoperabilität betreffenden Eigenschaften im Hinblick auf Medienbrüche und das betriebliche Datenmanagement betrachtet werden. Durch die Zuordnung der je Softwaresystem verfügbaren Schnittstellen und Daten zu relevanten Prozessen, bei denen diese eine Rolle spielen, ergibt sich eine Verknüpfung mit den Prozess-

³² Eckelmann, M. (2020): Marktübersicht und Nutzwertanalyse deutschsprachiger Farmmanagement Informationssysteme, Masterarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

darstellungen. Aus den Prozessen, den dabei beteiligten Daten, Softwaresystemen und Schnittstellen folgen wiederum Aspekte für das Datenmanagement.

Die Dichte der Informationsverfügbarkeit im Katalog der Softwaresysteme nimmt mit steigendem Detailgrad deutlich ab. Angaben zu den ausgetauschten Daten, insbesondere im Hinblick auf Formate und enthaltene Informationen sowie deren konkreter Struktur sind nur durch detaillierte Spezifikationen von den jeweiligen Anbietern zu vervollständigen. Dementsprechend ist auch die Prozesszuordnung mit Unschärfen belegt. Aus Fachgesprächen mit Softwareanbietern zeigte sich auch, dass sich vereinzelte Schnittstellenangaben nicht auf eine direkte Datenaustauschmöglichkeit beziehen, sondern unter Umständen einen praxistauglichen „Workaround“ zum Datentransfer darstellen können.

Im Folgenden werden Softwaresysteme aus den obengenannten Systemklassen charakterisiert.

2.2.1.1 Ackerschlagkarteien

Ackerschlagkarteien sind für Landwirtschaftsbetriebe das zentrale Werkzeug zur schlagbezogenen sowie gesamtbetrieblichen Planung und Aufzeichnung aller Maßnahmen in der Pflanzenproduktion. Mithilfe der in Ackerschlagkarteien erfassten Daten kann die Pflanzenproduktion überwacht und optimiert werden. Darüber hinaus fällt auch die Dokumentation gemäß Cross-Compliance-Richtlinien in den Aufgabenbereich dieser Softwaresysteme. In der Ackerschlagkartei werden Stammdaten wie eingesetzte Betriebsmittel, Maschinen und Schläge gepflegt. Hier erfolgt üblicherweise auch die Fruchtfolgenplanung.

Der Katalog der Softwaresysteme umfasst zwölf Ackerschlagkarteien, wobei die reinen Cloudlösungen mit neun Programmen dominieren. Drei Systeme können lokal installiert oder auch als Webversion oder mobil eingesetzt werden.

Bei den Ackerschlagkarteien sind im Wesentlichen zu unterscheiden: umfangreiche Systeme großer Anbieter (bspw. 365FarmNet), die durch offengelegte proprietäre Schnittstellen Partnerunternehmen ermöglichen, sich an ihr „Ökosystem“ anzubinden oder Farmfacts mit NEXT Farming, wo Schnittstellen für die Softwaresysteme zahlreicher Partnerunternehmen existieren. Ziel ist hier unter anderen auch die nur einmalige Stammdateneingabe. Lediglich fünf der exemplarisch ausgewählten Ackerschlagkarteien verfügen über eine Anbindung an den Agrirouter, bei einer Ausnahme ist aktuell nur der Datenimport (Datenempfang) möglich. Die für die Agrirouter-API spezifizierten Formate werden dabei in sehr unterschiedlichem Maße abgedeckt.³³

Schnittstellen zu verbreiteten Buchhaltungslösungen werden von mehreren Ackerschlagkarteien angeboten. Eine Exportmöglichkeit von textbasierten Dateien ist die Regel. Strukturen und Informationsgehalte lassen sich oft nur im direkten Austausch mit den Softwareanbietern zu detaillieren.

³³ DKE-Data GmbH & Co. KG (Hg.): Agrirouter - Marktplatz Agrar-Software. Online verfügbar unter: <https://my-agrirouter.com/marketplace/agrarsoftware/>, letzter Zugriff am 17.08.2021.

2.2.1.2 Precision Farming

Dem Funktionsbereich Precision Farming (auch Teilflächenmanagement) werden solche Softwaresysteme zugeordnet, deren Hauptaufgabe es ist, teilflächenspezifische, d. h. ortsdifferenzierte pflanzenbauliche Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz zu planen und durchzuführen. Um aus georeferenzierten Daten wie Fernerkundungsdaten (UAV, Satellit), Bodendaten sowie Ertragskarten resultierende teilflächenspezifische Informationen entsprechende standortangepasste Maßnahmen abzuleiten, sind agronomische Regeln hinterlegt. Das Spektrum reicht von auf einzelne Maßnahmen wie die Düngung spezialisierte Software (bspw. atfarm für die Stickstoffdüngung) bis hin zu mehreren Maßnahmen umfassende Systeme (bspw. agriPORT für Grunddüngung, Stickstoffdüngung, Pflanzenschutz).

Der Katalog der Softwaresysteme umfasst vier Softwarelösungen für das Precision Farming (Cloudlösungen). Die Herkunft aus der Spezialanwendung zeigt sich auch in einer überschaubaren Vielfalt an Schnittstellen. Schwerpunkt bilden hier einfache Import- und Exportmöglichkeiten.

2.2.1.3 Warenmanagement

Das Warenmanagement umfasst die Kontrolle und Verwaltung des Bestandes und der Materialflüsse sämtlicher Betriebsmittel wie Saatgut, Düngemittel (organisch, anorganisch), Pflanzenschutzmittel, Futtermittel und Kraftstoffe. Zugänge, Verbrauch sowie Verkauf von Betriebsmitteln werden durch entsprechende Softwaresysteme erfasst. Ausbaustufen bis hin zu ERP-Systemen beinhalten Funktionen wie Kontrakt-, Auftrags- und Lagerverwaltung sowie Rechnungswesen.

Im Kontext des Datenmanagements ist an dieser Stelle auch Software von Wiege- und Tanksystemen (exemplarisch Bitzer Web Agrar bzw. ForeHB) einzubeziehen.

Der Katalog der Softwaresysteme umfasst aus dem Funktionsbereich Warenmanagement vier Systeme, von denen je zwei cloud- (Bitzer Web Agrar bzw. ForeHB) und desktopbasiert (LANDWEHR L3, PAARI Titan Libra) sind, wobei letztere als auf die Bedürfnisse u.a. der Agrarbranche zugeschnittene ERP-Lösungen eingeordnet werden.

2.2.1.4 Flottenmanagement

Flottenmanagement-Systeme unterstützen Überwachung und Einsatzoptimierung von Maschinen in landwirtschaftlichen Betrieben durch Flottenortung in Echtzeit. Teilweise ist die Einbeziehung von Anbaugeräten und Sensoren oder auch der Austausch von Daten zwischen Maschinen möglich. Flottenmanagement-Systeme erlauben die Dokumentation und Auswertung von Einsatzdaten wie Zeiten, Flächen, technologischen Parametern und Betriebsmittelverbräuchen. Hardware- und maschinenseitig sind sogenannte Telemetrieinheiten bzw. -verbindungen Voraussetzung für den Aufbau eines Flottenmanagement-Systems.

Neben herstellerspezifischen Systemen gibt es auch Anbieter, die mit ihren Lösungen unter Einsatz eigener Telemetrieinheiten (auch Datenlogger) ein herstellerübergreifendes Flottenmanagement anstreben.

2.2.1.4.1 Herstellerspezifisches Flottenmanagement

Zahlreiche große Landtechnikhersteller bieten ein eigenes, cloudbasiertes Flottenmanagementsystem an, beispielsweise:

- AGCO/Fendt: Fendt Connect
- CLAAS: Claas Telematics
- CNH: AFS Connect™ (Case), PLM™ Connect (New Holland), S-Fleet (Steyr)
- Deutz-Fahr: SDF Fleet Management
- John Deere: JDLink

Deren Möglichkeiten zum Datenaustausch sind im Wesentlichen durch die Schnittstellen weiterer Anwendungen (z. B. Ackerschlagkartei, Smart Farming-Plattform) aus dem Herstellerökosystem bedingt. Sechs der hier genannten Systeme (sechs Flottenmanagementplattformen der Hersteller CLAAS/365FarmNet, CNH, John Deere) lassen sich durch DataConnect miteinander verknüpfen, wobei hier aktuell nur die folgenden fünf Maschinenparameter übertragen werden können: Maschinenposition, historischer Verlauf der Position, Dieseltankfüllstand, aktueller Arbeitsstatus und Geschwindigkeit der Maschine.³⁴ Eine Agrirouter-Anbindung gibt es derzeit für zwei Maschinenhersteller mit eigenen Flottenmanagementsystemen (AGCO, CNH).

2.2.1.4.2 Herstellerübergreifendes Flottenmanagement

Besondere Bedeutung im Kontext des Datenmanagements hat ein herstellerübergreifendes Flottenmanagement. Hierbei können neben GNSS-basierten Daten (Positionen, Richtungen, Geschwindigkeiten) und motorspezifischen Daten in der Regel nur weitere standardisierte Informationen wie ISOBUS-Daten berücksichtigt werden. Prozessspezifische Parameter sind insbesondere bei selbstfahrenden Arbeitsmaschinen oft proprietär kodiert und somit nicht ohne Weiteres verwendbar.

Beispiele für ein herstellerübergreifendes Flottenmanagement sind das System exatrek der EXA Computing GmbH sowie Odokus mit verschiedenen Datenloggern von Hansenhof electronic.

2.2.1.5 Buchhaltung

Die landwirtschaftliche Buchhaltung umfasst neben der eigentlichen Buchführung als chronologische Aufzeichnung von anfallenden Geschäftsvorfällen (wie z. B. Einkauf, Verkauf, Lohnzahlungen, Wertminderungen an Vermögensgegenständen) und damit der betrieblichen Zahlungsströme auch Kostenrechnung (Kalkulation), betriebswirtschaftliche Statistik (Vergleichsrechnung) und Planung (Vorschaurechnung). Sie ist Basis für die Gewinnermittlung sowie den Geschäftsjahresabschluss. Buchhaltungssysteme haben die Aufgabe, Rechnungen digital zu erstellen und zu verarbeiten sowie den digitalen Beleg-, Daten- und Dokumentenaustausch zwischen Landwirtschaftsbetrieb und Steuerberater zu gewährleisten. Die GoBD³⁵-

³⁴ Deere & Company (Hg.): DataConnect ist jetzt auf sechs digitalen Plattformen weltweit verfügbar, 02.07.2021. Online verfügbar unter: <https://www.deere.de/de/unser-unternehmen/news-und-medien/pressemitteilungen/2021/june/news-data-connect.html>, letzter Zugriff am 05.10.2021.

³⁵ Grundsätze zur ordnungsmäßigen Führung und Aufbewahrung von Büchern, Aufzeichnungen und Unterlagen in elektronischer Form sowie zum Datenzugriff (GoBD) – Verwaltungsanweisung des Bundesministeriums der Finanzen

konforme Ablage ist ebenfalls zentrales Element. Auch eine Verknüpfung zum Online-Banking mit Abfrage von Kontoumsätzen sowie Auslösen von Zahlungen kann enthalten sein.

Fünf der sieben betrachteten Buchhaltungssysteme sind als natives Desktopprogramm erhältlich. Das Spektrum reicht von der Software mit Schwerpunkt Belegmanagement für die Belegerfassung und -verwaltung sowie den Zahlungsverkehr über Anwendungen, die Finanzbuchhaltung, Belegdigitalisierung, -management, Liquiditätsplanung und Lohnbuchhaltung realisieren bis zu umfassenden ERP-Systemen.

Alle Anwendungen umfassen bereits eine Schnittstelle zum Online-Banking, womit im Zusammenhang einer Belegdigitalisierung oft auch teilautomatisiert Zahlungen ausgelöst werden können. Typisch ist eine Datenaustauschmöglichkeit zu ELSTER sowie zu Anbietern von Steuerberatersoftware (z. B. DATEV).

Außerdem bieten einige der betrachteten Softwaresysteme XBRL-Schnittstellen (XML Business Reporting Language), s. Abschnitt 2.1.2.6.

2.2.1.6 Staatliche Systeme

Zur Abwicklung von Verwaltungsaufgaben (bspw. Beihilfezahlungen), zu Dokumentations- und Kontrollzwecken (Tierhaltung) oder als Dienstleistungsangebot (bspw. Düngedbedarfsermittlung) bietet auch der Freistaat Sachsen Softwaresysteme an bzw. werden staatliche Softwaresysteme von sächsischen Landwirtinnen und Landwirten genutzt.

2.2.1.6.1 Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS)

Das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) umfasst mehrere EU-Verordnungen als Kontrollinstrument für die Agrarausgaben der EU.

An dieser Stelle liegt der Bezug auf Artikel 17 der Verordnung (EU) Nr. 809/2014. Demnach sind alle landwirtschaftlichen Parzellen zu erfassen, seit 2018 GIS-gestützt (geografisches Beihilfeformular). In Sachsen stehen den Antragstellenden dafür das InVeKoS Online GIS³⁶ sowie DIANAweb³⁷ zur Verfügung.

Sächsische Landwirtinnen und Landwirte nutzen diese Systeme im Wesentlichen zur Bearbeitung und Einreichung ihres jährlichen Antrags auf Direktzahlungen und flächenbezogene Agrarförderung. Hierzu werden die jeweilig zu berücksichtigenden Flächen (Schläge, ökologische Vorrangflächen, Insekten- und Artenschutz-Streifen) angegeben und um weitere Informationen zur Nutzung (wie z. B. Kulturart) ergänzt.

DIANAweb und das InVeKoS Online GIS sind Webanwendungen mit einem Backend. Ein Datenaustausch mit anderen Systemen kann über manuelle Dateimporte und -exporte durchgeführt werden.

Ackerschlagkarteien bieten teilweise eine integrierte Exportfunktionalität für InVeKoS, welche die relevanten Informationen im jeweils passenden Dateiformat bereitstellt. Möglicherweise können nicht alle darin enthaltenen Angaben über die Importschnittstelle von InVeKoS bereitgestellt werden; diese sind dann manuell zu ergänzen.

³⁶ LfULG (Hg.): Online Geo-Informationssystem (GIS). Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/online-geo-informationssystem-gis-9941.html>, letzter Zugriff am 03.06.2021.

³⁷ LfULG (Hg.): Antragstellung mit DIANAweb. Online verfügbar unter <https://www.diana.sachsen.de/index.html>, letzter Zugriff am 03.06.2021.

Ein Datenfluss von Drittsystemen nach DIANAweb erfolgt üblicherweise nur einmal im Jahr, um ebenjene Daten für den Antrag bereitzustellen. Datenflüsse aus DIANAweb oder dem InVeKoS Online GIS heraus sind denkbar, bspw. falls Landwirtinnen und Landwirte Systeme (wie eine Ackerschlagkartei) mit ihren Feldgrenzen beziehungsweise Schlägen initial befüllen möchten, was allerdings nicht jährlich zu erwarten ist.

InVeKoS Online GIS

Die als Informationsportal bezeichnete Webanwendung InVeKoS Online GIS zur Unterstützung der Beantragung flächenbezogener Direktzahlungen und Agrarförderung ist gegenüber DIANAweb das ältere System, das Antragstellenden jedoch weiterhin zur Verfügung steht.

In das InVeKoS Online GIS können eigene Daten im ESRI-Shape-Format manuell importiert werden. Die Daten dürfen in den Koordinatensystemen UTM33, Gauß-Krüger 4 oder Gauß-Krüger 5 vorliegen, innerhalb des Systems wird mit UTM33 gearbeitet. Für jeden Geometrietyp (Flächen, Linien, Punkte) kann nur eine Shape-Datei importiert werden bzw. es können nur deren Informationen angezeigt werden.

Eine Exportmöglichkeit besteht für Feldblöcke, gemeinsam mit zugehörigen Landschaftselementen und ökologischen Vorrangflächen, im Shape-Format in UTM33 (Referenzsystem ETRS89). Es können einzelne oder mehrere Feldblöcke heruntergeladen werden oder es können gleich alle Feldblöcke für einen ganzen FBZ- (Förder- und Fachbildungszentrum) oder ISS-Bereich (Informations- und Servicestelle) des LfULG gemeinsam exportiert werden.

Darüber hinaus können Schläge aus verschiedenen Jahresebenen (Flächen aktuelles Jahr, kombinierte Schlagebene – bis 2015, qualifizierte Schlagebene – statt KSE ab 2016, Zwischenebene Landwirt) für den Export (Shape, UTM33) ausgewählt werden.

Je nach Koordinatensystem (UTM33, Gauß-Krüger) und geodätischem Referenzsystem (ETRS89, WGS84) müssen gegebenenfalls Transformationen ausgeführt werden.

DIANAweb

Das neuere DIANAweb umfasst ebenfalls eine Importschnittstelle (profil inet – WebClient DIANA) für eigene Geometrien (Polygone, Punkte, Linien) als Shape-Dateien. Diese setzt Geometrien in UTM33 (Referenzsystem ETRS89) voraus, welche als neuer Schlag oder – bei vorhandenen Schlaggrenzen – als ökologische Vorrangfläche in DIANAweb übernommen werden können.

Neben dem Export einzelner oder mehrerer Schläge im Shape-Format gemeinsam mit verschiedenen Dokumenten (u.a. Sammelantrag, Flächenverzeichnis) im XML-Format mit nicht-veröffentlichten Schemas und Spezifikationen der Struktur (s. auch Abschnitt 2.1.2.82.1.2.4), komprimiert in einer ZIP-Datei, erlaubt DIANAweb auch die Ausgabe des Flächenverzeichnisses inklusive der Anlagen zu ökologischen Vorrangflächen (EFA, Ecological Focus Area) sowie Insektenschutz und Artenvielfalt (ISA) zur Weiterverarbeitung in Excel.

2.2.1.6.2 Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung BESyD

Das Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung BESyD ist ein Angebot des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). Auf Basis von Microsoft Access wird eine umfangreiche Desktopapplikation geboten, die Landwirte bei einer ordnungsgemäßen Bedarfsermittlung, Dokumentation und Auswertung im Kontext der Düngung unterstützt.

Der Datenaustausch mit BESyD ist ausschließlich über einen dateibasierten Import und Export möglich. Hierzu wird ein textbasiertes Dateiformat verwendet.³⁸ Die Dateiinhalte sind proprietär strukturiert. Das bedeutet: Systeme, die Daten für BESyD bereitstellen oder BESyD-Exporte konsumieren möchten, haben sich nach den vorgegebenen Formaten, Strukturen und Inhalten gemäß der öffentlich verfügbaren BESyD-Dokumentation zu richten. Die erforderlichen Informationen sind auf mehrere Textdateien verteilt. Manche Softwaresysteme im landwirtschaftlichen Bereich, wie die GIS-Schlagkartei 9.0 oder NEXT Farming, unterstützen die Erzeugung und Konsumierung ebenjener Dateien. Nichtsdestotrotz müssen Landwirtinnen und Landwirte alle Datenaustauschschritte manuell auslösen (Export aus Drittsystem, Import bei BESyD, Export aus BESyD, Import bei Drittsystem³⁹). Von Laboren im vorgegebenen Format bereitgestellte Ergebnisse der Bodenanalyse können in BESyD als Textdatei genau wie in weiteren Dateien enthaltene Informationen importiert werden, wobei keine Datenprüfung erfolgt. Zudem werden wöchentlich aktuelle Wetterdaten und Prognosen durch das LfULG zum manuellen Import in BESyD als Acces-Datenbank bereitgestellt⁴⁰, welche auch nur dort nutzbar sind. Mit BESyD berechnete Düngeempfehlungen sind zur Weiterverarbeitung in anderen Systemen wie beispielsweise Ackerschlagkarteien oder Precision Farming-Software exportierbar.

2.2.1.7 Banken

Kontostände, Salden und Umsätze von Bankkonten eines Landwirtschaftsbetriebes spielen in der (Finanz-)Buchhaltung ebenso eine Rolle wie bei der Zielgrößenermittlung.

Auf diese Informationen kann zum einen aus beliebigen Programmen über eine API zugegriffen werden, sofern diese dort implementiert ist. Dies wiederum macht sich dedizierte Banking-Software zu Nutze, welche durch die Bereitstellung entsprechender Schnittstellen den Informationsaustausch zwischen weiteren Systemen und der Bank ermöglicht.

2.2.1.7.1 Banking-Schnittstellen

EBICS

Der Electronic Banking Internet Communication Standard (EBICS) wurde von der Deutschen Kreditwirtschaft (früher Zentraler Kreditausschuss) entwickelt und ist ein im DFÜ-Abkommen spezifizierter Internet-basierter Kommunikationsstandard für die Umsetzung aller Geschäftsprozesse wie Lastschriften, Überweisungen, Abruf von Kontoauszügen und Liquiditätsmanagement. Weiterentwicklung und Pflege des Standards erfolgen durch die EBICS-Gesellschaft, deren Mitglieder derzeit die Kreditwirtschaften von Deutschland, Frankreich, Österreich und der Schweiz sind.⁴¹

³⁸ Informationen zu BESyD-Import und Export zur Verfügung gestellt durch LfULG: BESyD2021_Datenimportexport.pdf

³⁹ TLLR (Hg.): Düngebedarfsermittlung mit BESyD (Bilanzierung und Empfehlungssystem Düngung) TLLLR Referat 21. 26.02.2021. Online verfügbar unter https://tlllr.thueringen.de/fileadmin/TLLLR/Themen/Landwirtschaft/Duengung/BESyD_Anleitung_Duengebedarfsermittlung_ab2021.pdf, letzter Zugriff am 17.08.2021

⁴⁰ LfULG (Hg.): Wetterdaten für die N-Düngebedarfsermittlung im konventionellen Landbau. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/wetterdaten-fuer-die-n-duengebedarfsermittlung-im-konventionellen-landbau-20629.html>, letzter Zugriff am 17.08.2021

⁴¹ Die Deutsche Kreditwirtschaft (Hg.): EBICS - Electronic Banking Internet Communication Standard. Online verfügbar unter <https://www.ebics.de/de/startseite>, letzter Zugriff am 04.06.2021.

HBCI

Bereits 1996 wurde mit dem Homebanking Computer Interface (HBCI) ein offener Online-Banking-Standard veröffentlicht. FinTS (Financial Transaction Services) ist die Weiterentwicklung von HBCI, wobei eine Untergliederung in der Gesamtspezifikation in die drei Bände Legitimationsverfahren (FinTS Security), Geschäftsvorfälle (FinTS Messages) und Finanzdatenformate (FinTS Formats) vorgenommen wurde, um deren Unabhängigkeit von dem zugrundeliegenden Protokoll zu gewährleisten. Unterstützt wurden mit dem PIN/TAN-Verfahren (FinTS PIN/TAN) sowie Bankensignaturkarten (FinTS HBCI) zwei grundlegend verschiedene Legitimationsverfahren. Durch die PSD2-Richtlinie (s.u.) mit den Vorgaben zur Starken Kundenauthentifizierung ist seit 1. Januar 2021 nur noch das erste Verfahren zulässig.

Inzwischen ist der Standard vollständig in XML spezifiziert. FinTS wird derzeit von mehr als 2000 Kreditinstituten unterstützt und erlaubt den Zugriff auf viele Kontoarten wie Giro-, Spar- und Kreditkartenkonten.⁴²

PSD2

Seit Inkrafttreten der Zweiten Europäischen Zahlungsdienstrichtlinie (PSD2) müssen Banken Kontenschnittstellen anbieten. Grundsatz ist das „Open Banking“, wonach von einer nationalen Bankenaufsicht und auf eigenen Servern operierende zugelassene Dritte über eine kostenlose Bankenschnittstelle im widerrufbaren Auftrag des Kunden auf dessen Konten (Zahlungskonten) zugreifen dürfen. Diese PSD2-Schnittstelle muss von solchen Drittdienstleistern im Regelfall genutzt werden und die gleichen Funktionen/Vorgänge zur Verfügung stellen wie die Hausbank, beispielsweise für das Einleiten von Zahlungen oder den Abruf von Kontoinformationen. PSD2 ist kein Standard und umfasst keine technischen Spezifikationen.⁴³ Die europäische Initiative „Berlin Group NextGenPSD2“, gegründet von deutschen und österreichischen Kreditinstituten, arbeitet jedoch an einem offenen Standard „Access to Account (XS2A) Open Banking Framework“.⁴⁴

APIs gemäß PSD2 können sich von Bank zu Bank unterscheiden, womit für Drittanbieter ggf. umfangreiche technische und organisatorische Herausforderungen zu bewältigen wären.

Auf dem Markt existieren zudem bereits Anbieter, die eine universelle API zu einer Vielzahl von Banken für Drittdienstleister anbieten und im Hintergrund die Kommunikation mit diesen regeln.^{45 46}

⁴² Die Deutsche Kreditwirtschaft (Hg.): FinTS. Online verfügbar unter <https://www.hbci-zka.de/>, letzter Zugriff am 28.05.2021.

⁴³ Montz, Markus (2020): Neue und alte Banken-APIs – eine Übersicht. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/hintergrund/Neue-und-alte-Banken-APIs-eine-Uebersicht-4907369.html>, letzter Zugriff am 04.06.2021.

⁴⁴ The Berlin Group (Hg.): PSD2 Access to Bank Accounts. Online verfügbar unter <https://www.berlin-group.org/psd2-access-to-bank-accounts>, letzter Zugriff am 04.06.2021.

⁴⁵ Fintecsystems (Hg.): Open Banking Plattform. Online verfügbar unter <https://fintecsystems.com/open-banking-plattform/>, letzter Zugriff am 28.05.2021.

⁴⁶ DKB (Hg.): API Store. Online verfügbar unter <https://api.dkb.de/store/>, letzter Zugriff am 04.06.2021.

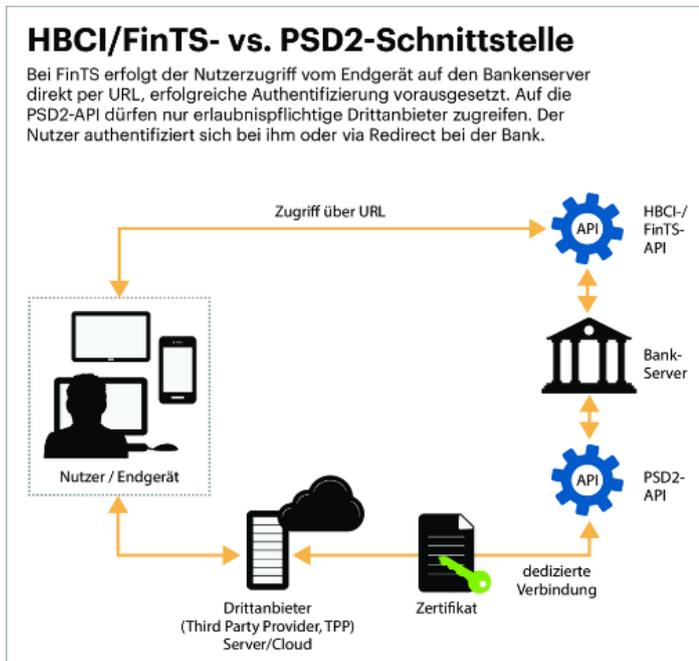


Abbildung 6: Gegenüberstellung von HBCI/FinTS und PSD2-Schnittstelle⁴⁷

Über die genannten Banking-Schnittstellen kann sich prinzipiell jede beliebige Software an die Online-Banking-Systeme der Banken (Cloudsysteme) anbinden. Da spezielle Banking-Software und häufig auch Buchhaltungsprogramme (s. 2.2.1.5) diese Schnittstellen bereits umsetzen, ist die Erfordernis von weiteren direkten Schnittstellen für einen direkten Abruf von Kontoständen und -umsätzen fraglich.

2.2.1.7.2 Banking-Software

Eine Banking-Software hat prinzipiell folgende Aufgaben:

- Datenabruf (Kontostand, Kontoumsätze)
- Einsicht in Transaktionen
- Auslösen von Transaktionen
- Einlesen von Rechnungen

Für die vier Desktopanwendungen des Katalogs der Softwaresysteme sind jeweils Schnittstellen zum Online-Banking integriert. Neben dem manuellen Transfer von Daten wie Rechnungsinformationen zwischen weiteren Softwareanwendungen ist auch der Austausch zur Finanzbuchhaltung mit standardisierten Formaten oder proprietären, auf verbreitete Buchhaltungssysteme zugeschnittenen Formaten, in der Regel gewährleistet. Der teils automatisierte Export von neu eingegangenen Kontoinformationen aus der Banking-Software kommt in Kombination mit vordefinierten Ablageverzeichnissen und einem ebenso automatischen Einlesen in die Finanzbuchhaltung der Funktionalität einer API gleich.

⁴⁷ Montz, Markus (2020): Neue und alte Banken-APIs – eine Übersicht. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/hintergrund/Neue-und-alte-Banken-APIs-eine-Uebersicht-4907369.html>, letzter Zugriff am 04.06.2021.

2.2.1.8 Herdenmanagement

In Anbetracht des ausgewählten Beispielprozesses „Milchproduktion“ wird in die Katalogisierung der Softwaresysteme ergänzend auch der Funktionsbereich Herdenmanagement für die Milchviehhaltung aufgenommen. Als Verwaltungs- und Steuerungssystem für den Tierbestand umfasst es die Dokumentation und Meldung von Bestandsveränderungen, Gruppenwechseln und Statusbuchungen. Das Herdenmanagement dient zudem der Überwachung der Tiergesundheit sowie Planungs- und Steuerungsaufgaben in der Tierhaltung.

Der Katalog der Softwaresysteme umfasst exemplarisch fünf Herdenmanagement-Programme, davon drei cloudbasiert und eine native Desktoplösung. Ein System ist sowohl als Desktopversion als auch als mobile Version und als Webversion verfügbar. Ähnlich wie bei Ackerschlagkarteien verfügen Anwendungen von Komplettanbietern für die Innenwirtschaft über nur wenige Schnittstellen, bspw. zu HI-Tier (alle) und zu den Landeskontrollverbänden (LKV). Reine Softwareanbieter wiederum stellen wiederum ein breites Spektrum an Schnittstellen zu diversen Stakeholdern, anderen Softwaresystemen und Technik für die Innenwirtschaft bereit.

2.2.2 Ansätze aus Industrie und Forschung

In diesem Abschnitt werden Ansätze aus der Industrie und Forschung betrachtet und beschrieben, die im Rahmen des betrieblichen Datenmanagements Anwendung finden können. Die überwiegende Mehrzahl der Anwendungen bietet allerdings keine direkt einsetzbaren Lösungen, sondern vielmehr Bausteine oder grundlegende Konzepte zum Aufbau konkreter Datenmanagementsysteme. Folglich richten sich die Beschreibungen vorwiegend an Anbieter von Softwaresystemen sowie beratende Stellen und weniger an Landwirtinnen und Landwirte direkt.

2.2.2.1 AgGateway ADAPT

AgGateway ist eine internationale Non-Profit-Organisation, die mit dem ADAPT (Ag Data Application Programming Toolkit) Object Model ein Datenmodell für agronomische Daten entwickelt. Der Schwerpunkt liegt im Bereich der Außenwirtschaft und insbesondere auf den Funktionsbereichen Ackerschlagkartei und Precision Farming. Das Datenmodell soll als Standard dienen, um im Rahmen des ADAPT-Frameworks die Interoperabilität zwischen Systemen herzustellen. ADAPT-Komponenten müssen in betriebliche Softwaresysteme integriert werden und ermöglichen dann durch einheitliche Repräsentationen von Daten den Datenaustausch über Systemgrenzen hinweg. ADAPT ist Open Source. In Abbildung 7 ist ein schematischer Überblick über ADAPT gezeigt. ADAPT bietet damit eine Möglichkeit, standardisierte, bilaterale Schnittstellen zwischen einzelnen Softwarelösungen umzusetzen (s. Abschnitt 3.3.1), fokussiert aktuell aber stark auf den US-amerikanischen Markt. Der Einsatz von ADAPT ist eine Entscheidung, die Softwareanbieter treffen müssen, ADAPT kann nicht als eigenständige Komponente eingesetzt werden.

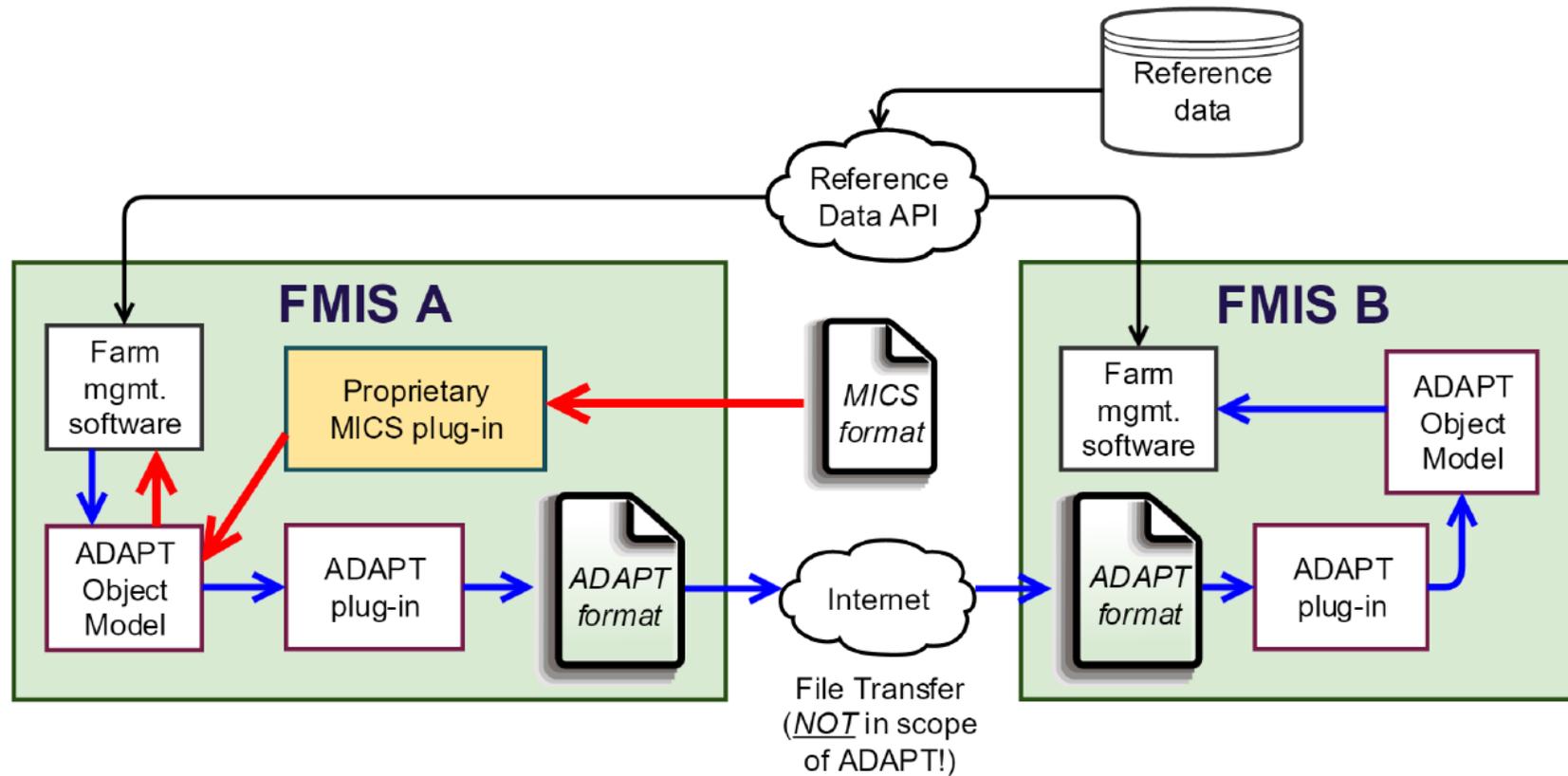


Abbildung 7: Überblick ADAPT (rote Pfeile Datenimport von einer Maschine, blaue Pfeile Datentransfer von FMIS A zu FMIS B)⁴⁸

⁴⁸ Craker et al. (2018): ADAPT: A Rosetta Stone for Agricultural Data. In Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture June 24 – June 27, Montreal, Quebec, Canada

2.2.2.2 Agri-Gaia

Agri-Gaia ist ein Forschungsprojekt unter Leitung des DFKI zur Schaffung eines offenen KI-Ökosystems für die Agrar- und Ernährungsindustrie auf Basis von GAIA-X. Die Laufzeit ist von Januar 2021 bis Dezember 2023. Im Rahmen des Projekts sollen Schnittstellen und Standards zur Schaffung einer herstellerübergreifenden, dezentralen Infrastruktur für Daten und Algorithmen entwickelt werden⁴⁹. Abbildung 8 zeigt den schematischen Aufbau der Agri-Gaia-Plattform. Zum aktuellen Zeitpunkt sind Entwicklungen und Ergebnisse von Agri-Gaia noch nicht absehbar.

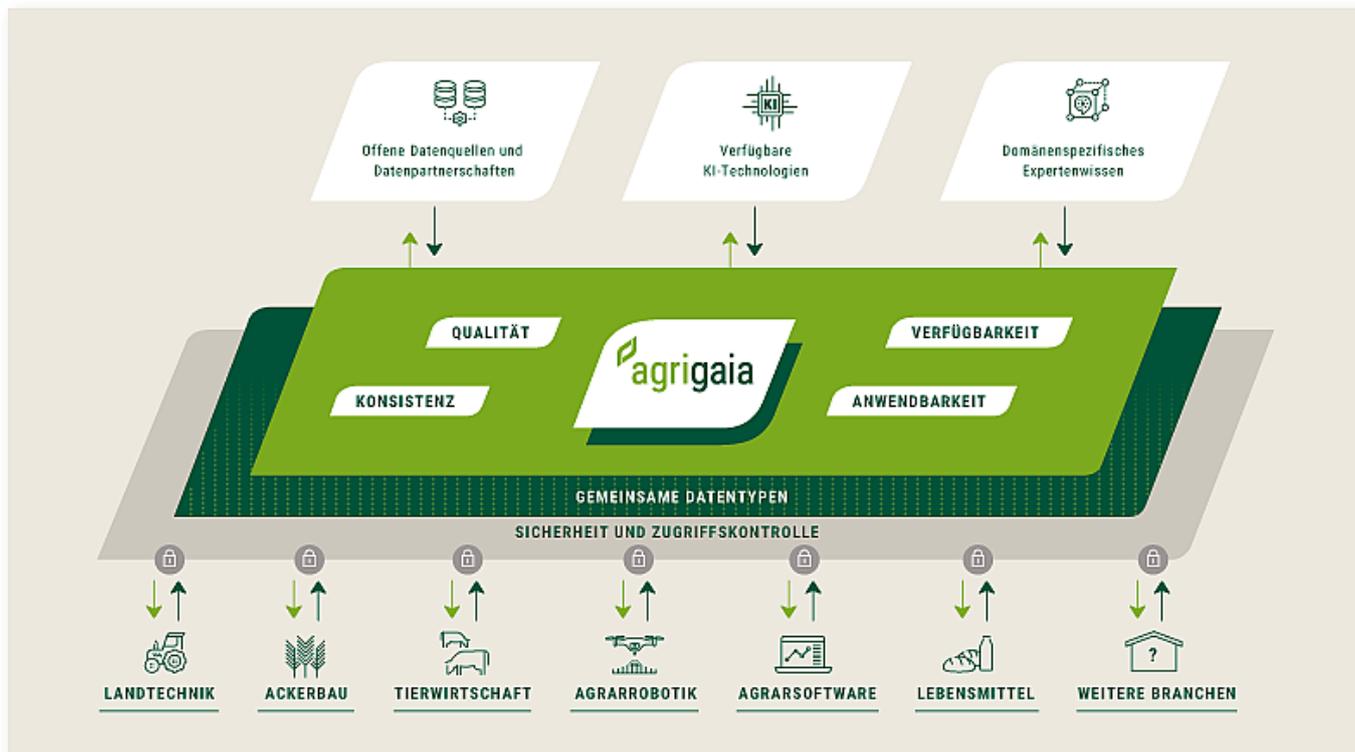


Abbildung 8: Überblick Agri-Gaia⁵⁰

2.2.2.3 Agricultural Interoperability and Analysis System (ATLAS)

ATLAS wird von dem europäischen Programm Horizon 2020 gefördert. Die Projektkoordination obliegt dem Fraunhofer IAIS unter Beteiligung relevanter Marktakteure in der Landwirtschaft. Das Ziel ist die Entwicklung eines offenen, dezentralen und erweiterbaren Dateninteroperabilitätsnetzwerks auf Basis einer serviceorientierten Architektur. Dieses soll ermöglichen, den Mangel an Interoperabilität zwischen Maschinen, Sensorensystemen und Datenanalysewerkzeugen zu überwinden. Das Projekt ist im Oktober 2019 gestartet und läuft bis September 2022.

⁴⁹ s. <https://www.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekte-uebersicht/projekt/agri-gaia/>

⁵⁰ s. <https://www.agri-gaia.de/agrigaia/die-plattform/>

Schnittstellen werden von Teilnehmern des Netzwerks standardisiert angeboten, damit verfolgt ATLAS den Ansatz offener Schnittstellen und Datenstandards. Das ATLAS-Netzwerk ist schematisch in Abbildung 9 dargestellt. ATLAS hat nicht zum Ziel, dediziert den Datenaustausch zwischen Softwaresystemen herzustellen – diese Funktionalität müsste von den Softwareanbietern im Rahmen eines ATLAS-Dienstes angeboten werden. Das heißt, ein Softwaresystem müsste eine Schnittstelle schaffen, die ein weiteres Softwaresystem nutzen kann. ATLAS bietet keine Lösung, die im Rahmen dieser Studie direkt eingesetzt werden kann, es müsste dazu zunächst das gesamte ATLAS-Netzwerk etabliert werden.

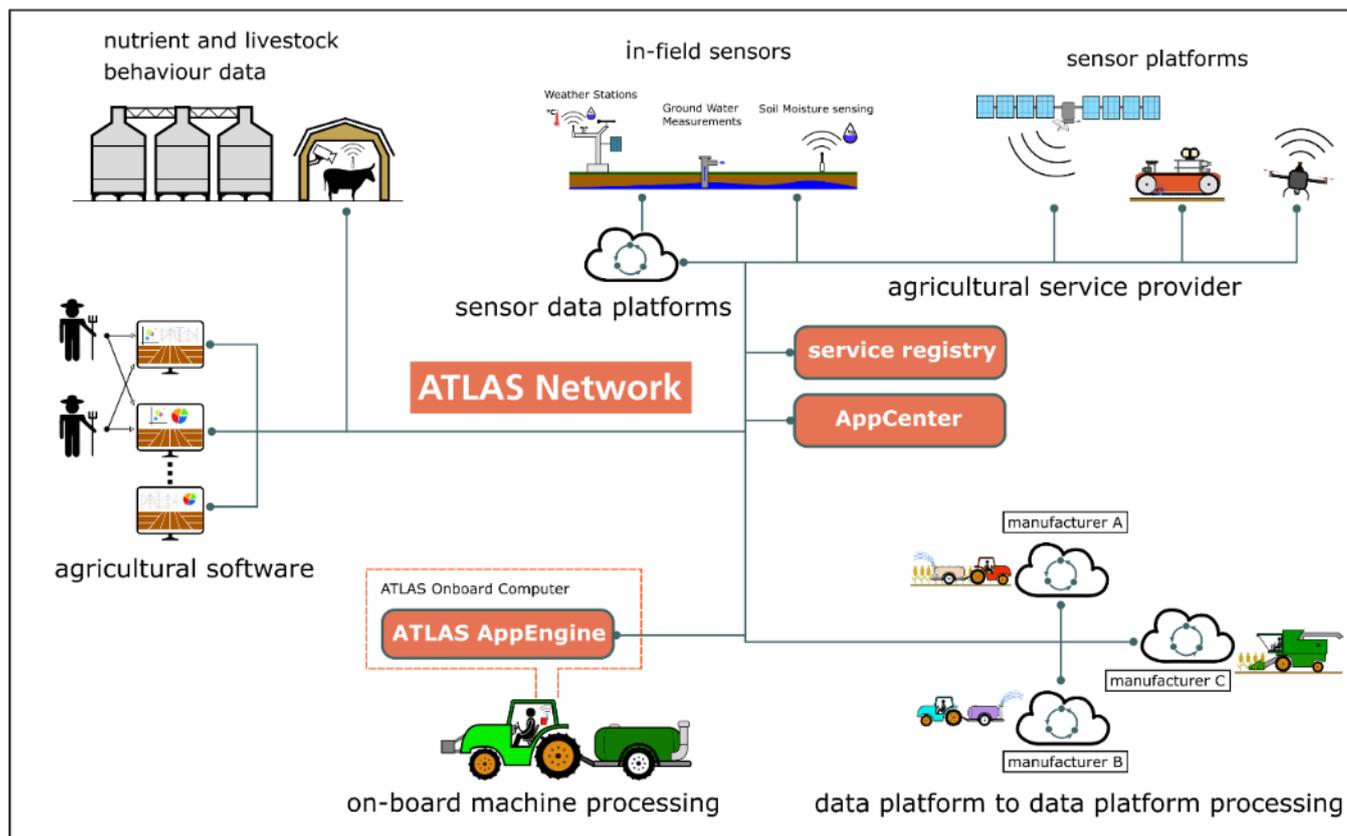


Abbildung 9: Überblick ATLAS-Netzwerk⁵¹

2.2.2.4 DataConnect

DataConnect ist eine Lösung zur Herstellung einer Cloud-zu-Cloud-Verbindung zwischen den Anbietern 365FarmNet, Case IH, Claas, John Deere, New Holland und Steyr. Weitere Anbieter können aufgenommen werden. Im Fokus steht die herstellerübergreifende Nutzung von Maschinendaten, die sich aktuell auf wenige Telemetriedaten beschränken. Eine Erweiterung um agronomische Daten ist geplant, aktuell aber noch nicht absehbar. Landwirtschaftliche Betriebe können DataConnect im Rahmen ihrer eingesetzten Herstellerangebote nutzen und Verbindungen konfigurieren, sodass die Daten automatisch zwischen den unterschiedlichen Cloudsystemen ausgetauscht werden. Die Nutzung durch Landwirtinnen und Landwirte hängt davon ab, ob die eigenen betrieblichen Softwarelösungen an DataConnect angebunden sind.

⁵¹ ATLAS-D3.2-Service-Architecture-Specification. Online verfügbar unter: <https://www.atlas-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/06/ATLAS-D3.2-Service-Architecture-Specification.pdf>, letzter Zugriff am 20.08.2021

2.2.2.5 DEMETER

DEMETER ist ein Horizon-2020-Projekt unter der Koordination des Waterford Institute of Technology, das sich mit der Entwicklung eines „Agricultural Interoperability Space“ (AIS) auseinandersetzt. Dabei soll ein besonderer Fokus auf Datenqualität und IoT-basierter Datenanalyse liegen. Zur Schaffung von Interoperabilität wird ein einheitliches Informationsmodell, das sog. „Agriculture Information Model“ (AIM) geformt.

Ein Gesamtüberblick über die DEMETER-Referenzarchitektur befindet sich in Abbildung 10. Die Laufzeit des Projekts ist von September 2019 bis Februar 2023. DEMETER verfolgt somit einen ähnlichen Ansatz wie AgGateway mit ADAPT. Zum aktuellen Zeitpunkt ist für DEMETER nicht absehbar, welche konkreten Ergebnisse oder Lösungen aus dem Projekt hervorgehen werden.

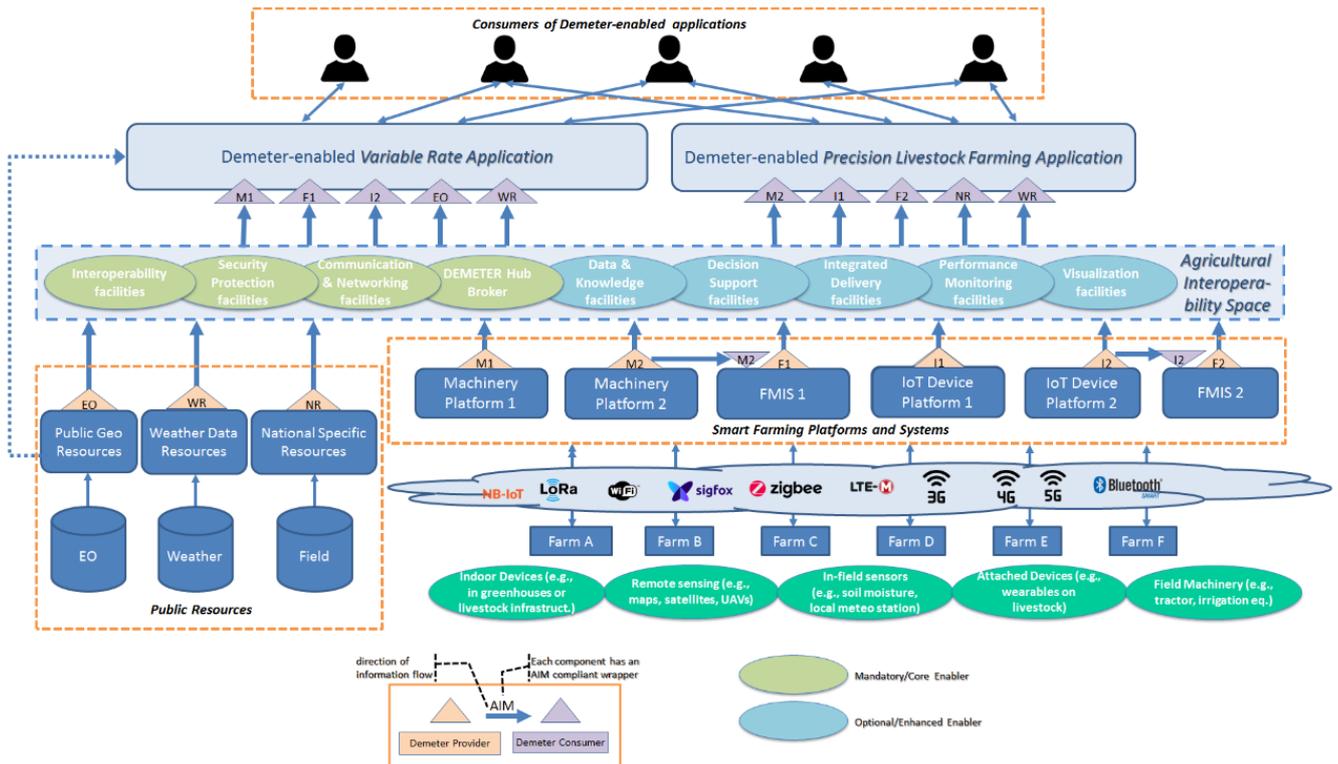


Abbildung 10: Überblick der DEMETER-Referenzarchitektur⁵²

⁵² D3.1 DEMETER Reference Architecture (Release 1). Online verfügbar unter: https://h2020-demeter.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3.1-DEMETER-reference-architecture_v1.0.pdf, letzter Zugriff am 20.08.2021

2.2.2.6 Offene Software-Plattform für Dienstleistungsinnovationen in einem Wertschöpfungsnetz in der Landwirtschaft (ODiL)

ODiL war ein Forschungsprojekt unter Leitung des DFKI und wurde im Jahr 2019 abgeschlossen. In dem Projekt wurden Konzepte für eine dezentrale Dienstleistungsplattform entwickelt, um Daten und Dienste vereinfacht auszutauschen. Zum aktuellen Zeitpunkt sind keine Folgeaktivitäten bekannt.

2.2.2.7 agrirouter

Der agrirouter ist ein Angebot der DKE-Data GmbH & Co. KG. Es handelt sich dabei um eine Datendrehscheibe, die den Nachrichtenaustausch zwischen angebotenen landwirtschaftlichen Softwaresystemen ermöglicht. Kompatible Systeme werden mit dem Nutzerkonto der Landwirtin oder des Landwirts verbunden und erscheinen dort als Endpunkte, die Daten miteinander austauschen können. Die unterstützten Datenformate umfassen derzeit TaskData, Telemetrie, Bilder, Shapefile, PDF und Video. Die Landwirtinnen und Landwirte können gemäß ihren Bedürfnissen individuelle Datenflüsse konfigurieren. Betriebliche Softwaresysteme können über den agrirouter verbunden werden und Daten miteinander austauschen. Landwirte können bei der Softwarebeschaffung darauf achten, ob die jeweilige betrieblich genutzte Software an den agrirouter angebunden werden kann und somit Funktionen zum Datenaustausch bereitstehen.

2.2.2.8 Enterprise Service Bus (ESB)

Der ESB ist ein Ansatz zur Integration verteilter Dienste, bei dem die Systeme über einen gemeinsamen Kommunikationsbus verbunden werden und so interagieren können. Dieser Kommunikationsbus stellt eine IT-Infrastruktur bereit, durch die Softwaresysteme miteinander kommunizieren. Prinzipiell realisiert ein ESB damit einen Datenrouter. Softwareanbieter müssen Schnittstellen hin zum ESB in ihre Lösungen integrieren, um über den ESB als Infrastruktur mit weiteren Softwarelösungen kommunizieren zu können. Im Kontext des betrieblichen Datenmanagements kann ein ESB als lokale Komponente eingesetzt werden, um lokal betriebene Softwarelösungen miteinander zu verbinden. Im Rahmen dieser Studie werden lokale Betriebsumgebungen eher als kritisch eingeschätzt, da sie zu aufwändig zu betreiben sind und landwirtschaftliche Softwarelösungen zunehmend in Cloudsystemen betrieben werden. Damit kann die zum Datenaustausch notwendige Verbindung zwischen Systemen über internetbasierte Schnittstellen realisiert werden, was den Betrieb eines lokalen ESB obsolet macht.

2.2.2.9 Safe FME

FME (Feature Manipulation Engine) ist ein Angebot der Safe Software Inc. und hat im Kern die Funktionalität, Workflows für Daten frei zu gestalten und von der Software durchführen zu lassen. Dazu gehören auch umfassende Manipulationen der Daten, wie beispielsweise Konvertierungen. Daten-Workflows im Kontext von FME umfassen den Datenabruf aus einer Quelle, anschließende Transformationen, Konvertierungen und/oder Validierungen und letztendlich die Datenabgabe bei einer Senke. Über eine Benutzeroberfläche können die Workflows fast beliebig konfiguriert werden. Mittels Plugins können Transformationen standardisiert werden. Betriebliche Softwaresysteme können – entsprechende Schnittstellen vorausgesetzt – von FME als Datenquelle und Datensenke angesteuert werden. Basierend auf Safe FME könnte ein Datenrouter (vgl. Abschnitt 3.3.1) realisiert werden, indem einzubindende betriebliche Softwarelösungen über Schnittstellen zu Safe FME miteinander verbunden werden. Allerdings ist Safe FME eine Lösung mit anderer Zielsetzung und umfangreichen Funktionen zur Datenvorverarbeitung, die im Kontext eines landwirtschaftlichen Datenrouters nicht benötigt werden. Als Fazit kann gesagt werden, dass Safe FME zwar grundsätzlich nutzbar ist, die Kosten für die Nutzung aber nicht durch die benötigten Funktionen gerechtfertigt sind.

2.2.2.10 Tableau

Tableau ist ein Angebot der Tableau Software LLC. Das Produkt, welches vom Anbieter als „Visual-Analytics-Plattform“ beschrieben wird, hilft Nutzern, ihre Daten sichtbar und verständlich zu machen. Tableau kann hierzu Daten aus diversen Datenquellen beziehen und erlaubt sodann die grafische Darstellung sowie Analyse ebenjener Daten. Die grundlegende Technologie, auf der Tableau aufbaut, heißt VizQL und wurde vom Anbieter patentiert. „VizQL drückt Daten visuell aus, indem Drag-&-Drop-Aktionen über eine intuitive Benutzeroberfläche in Datenabfragen übersetzt werden.“⁵³ Im betrieblichen Kontext kann Tableau beispielsweise bei der Geschäftsanalyse unterstützen. Im Rahmen der Studie wird Tableau als Alternative zur Pilotierung eines FMIS vorgeschlagen (s. Abschnitt 3.4.9).

2.2.2.11 Microsoft Power BI

Power BI ist ein Angebot der Microsoft Corporation zur Geschäftsanalyse. Selbsterklärtes Ziel ist, interaktive Visualisierungen und Geschäftsanalysefunktionen mit einer Oberfläche bereitzustellen, die so einfach ist, dass Endbenutzer ihre eigenen Berichte und Dashboards erstellen können. Die Daten können hierzu aus einer Vielzahl an Systemen bezogen und anschließend vom Kunden analysiert sowie visualisiert werden. Darüber hinaus wird mit Power BI Embedded auch eine Möglichkeit für Softwareanbieter bereitgestellt, die die Funktionen von Power BI in ihre eigenen Anwendungen integrieren möchten und so ihren Endkunden vorbereitete Analysen und Darstellungen ihrer Daten als Produkt anbieten können⁵⁴. Im Rahmen der Studie wird Microsoft Power BI als Alternative zur Pilotierung eines FMIS vorgeschlagen (s. Abschnitt 3.4.9).

2.2.2.12 GeoBox HofBox

GEOBOX ist ein von der Landwirtschaftlichen Rentenbank und vom BMEL gefördertes Forschungsprojekt (Phase I 10/2018 – 12/2020, Phase II ab 1/2021). Dabei wird ein Prototyp für eine standardisierte und resiliente Infrastruktur zur dezentralen Datenhaltung und regionalen Vernetzung entwickelt. Inhaltliche Schwerpunkte konzentrieren sich auf den Pflanzenbau, z. B. die Vorgabe von Datenstrukturen und Vokabularen für austauschrelevante Informationen, und die Realisierung von Kommunikationsprotokollen und Formularassistenten für den standardisierten Datenaustausch mit Dritten. Abbildung 11 zeigt die GeoBox-Infrastruktur.

Der Betrieb einer „HofBox“ im landwirtschaftlichen Betrieb dient als Datendrehscheibe mit Zwischenspeicherfunktion. Die Datenbefüllung der HofBox erfolgt manuell über einen Formularassistenten. Der HofBox-Datenspeicher synchronisiert sich automatisch mit Mobilgeräten und öffentlichen Datenquellen. Interaktion mit externen Systemen erfolgt dadurch, dass Dritte ihren Datenbedarf als Abfrage an das System stellen. Dabei können dynamisch nahezu beliebige Datenstrukturen/-formate erzeugt werden, sodass grundsätzlich eine Vielzahl von Schnittstellenformaten bedienbar ist. Über den GeoBox-Viewer können öffentliche Geobasis- und Fachdaten eingesehen werden. Ein weiteres Angebot ist der GeoBox-Messenger zur Nachrichtenübermittlung. Da die GeoBox HofBox aktuell noch nicht als Produkt zur Verfügung steht oder final konzipiert wurde, kann aktuell noch keine Aussage zur Einsetzbarkeit im betrieblichen Datenmanagement getroffen werden. Es muss auch abgewartet werden, wie privatwirtschaftliche Anbieter auf die konkrete Realisierung reagieren und ob diese bereit sind, notwendige Schnittstellen zur HofBox zu schaffen.

⁵³ s. <https://www.tableau.com/de-de/why-tableau/what-is-tableau>

⁵⁴ Vgl. <https://customers.microsoft.com/en-us/story/852447-seges-professional-services-power-bi>

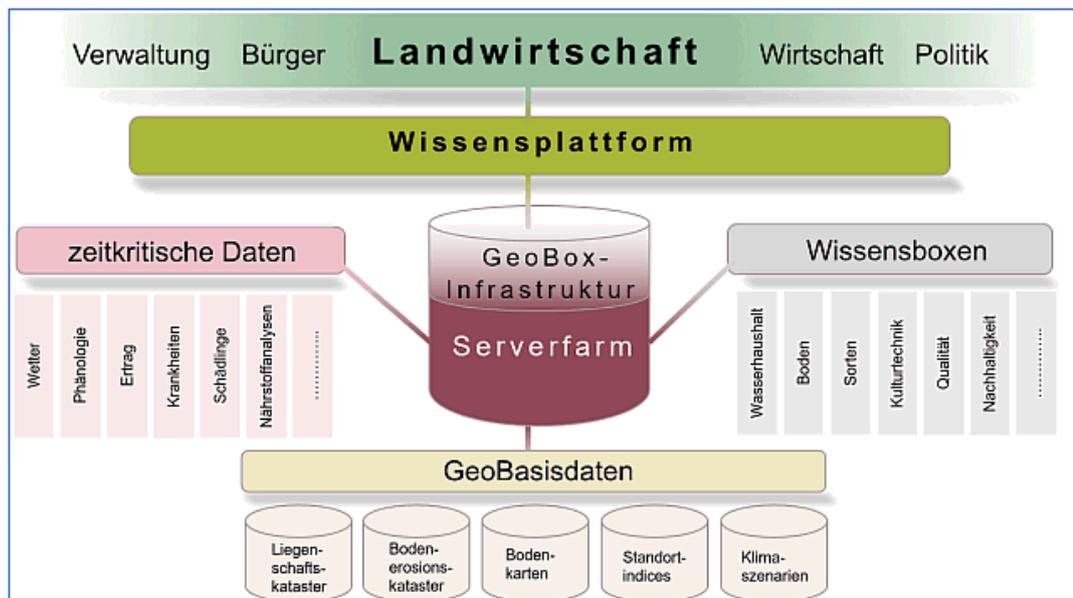


Abbildung 11: GeoBox-Infrastruktur⁵⁵

2.2.2.13 Proagrica agX

agX® ist ein Produkt der LexisNexis Risk Solutions Group, welches unter der Marke Proagrica angeboten wird. Es handelt sich dabei um eine zentrale Plattform, die die sichere Datenhaltung und Synchronisation übernimmt. agX setzt im Wesentlichen auf Inhaltsstandardisierung, sieht also gemeinsame, einheitliche Datenmodelle und -formate vor. Darüber hinaus wird ein Berechtigungsmanagement für das Teilen betrieblicher Daten geboten. Über einen Marktplatz für Dienste können zusätzliche Angebote in Anspruch genommen werden. Mit Farmplan, Gatekeeper und FarmRite werden im britischen Markt Lösungen im Kontext von FMIS für Landwirtinnen und Landwirte angeboten, die sich in das Produktportfolio von Proagrica eingliedern⁵⁶. Im deutschen Markt sind aktuell keine direkten Angebote von Proagrica verfügbar, die Markteinführung ist derzeit nicht absehbar. Die Nutzung von Proagrica-Produkten durch Landwirtinnen und Landwirte hängt im Wesentlichen davon ab, wie diese im deutschen Markt eingeführt werden und ob weitere Softwareanbieter bereit sind, Schnittstellen zu schaffen. Auch wenn die Nutzung von Proagrica-Produkten als Datenhub für weitere Softwaresysteme denkbar ist (vgl. Abschnitt 3.3.4), schätzen wir eine solche Realisierung aktuell als nicht absehbar ein. Hier kann vermutet werden, dass Softwareanbieter nicht bereit sind, ihre Systeme an konkurrierende Anbieter anzubinden.

2.2.2.14 SDSD – Smarte Daten, Smarte Dienste

SDSD war ein Forschungsprojekt mit Konsortialführung durch die Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG. Die Projektlaufzeit war von Juni 2017 bis Oktober 2020. „Smarte Daten“ werden durch semantische Interpretation und Annotation von Rohdaten generiert. Diese wiederum ermöglichen „Smarte Dienste“, die Landwirtinnen und Landwirten zusätzliche Erkenntnisse und Zusammenhänge aus den Daten zugänglich machen können. Die Kernkonzepte umfassen beispielsweise Speicherfristen, Zugriffskontrolle, Vokabulare,

⁵⁵ s. <https://www.dap.rlp.de/Digitales-AgrarPortal/GeoBox-/Infrastruktur>

⁵⁶ s. <https://proagrica.com/products/agx/> und <https://proagrica.com/solutions/farm-and-agronomy-solutions/>

Datenqualität und Datenbereinigung. Die Datenbereitstellung aus den betrieblichen Systemen heraus ist etwa über den agrirouter möglich. Den Aufbau der SDSD-Architektur zeigt Abbildung 12. Fokus des Projekts waren landwirtschaftliche Prozesse der Außenwirtschaft, doch die Infrastruktur lässt auch eine Einbindung weiterer Datenbestände zu⁵⁷. Aktuell sind von SDSD abgeleitete Angebote nicht am Markt präsent, die Etablierung eines auf SDSD aufbauenden Datenhubs wird in der Domäne allerdings diskutiert. Ein solches Angebot kann eine Komponente im hybriden Ansatz zum Datenmanagement sein (vgl. Abschnitt 3.3.4), die Realisierung ist aber mit erheblichen Aufwänden verbunden und aktuell ist noch nicht absehbar, wann sie erfolgen könnte. Für Landwirte würde sich die Nutzung ähnlich zu DataConnect oder agrirouter ergeben, indem sie Softwarelösungen danach auswählen, ob diese an einen solchen Datenhub angebunden sind.

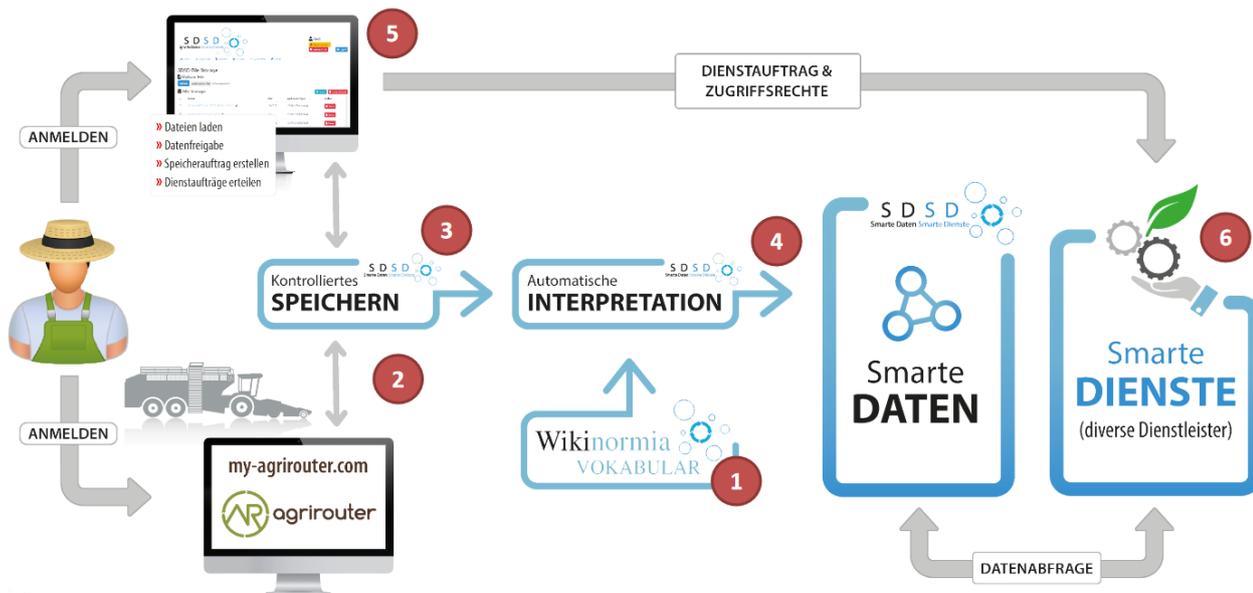


Abbildung 12: Überblick Architektur in SDSD⁵⁸

2.2.2.15 Data Intelligence Hub (DIH)

Der DIH ist ein Angebot der Telekom und richtet sich vorwiegend an Großunternehmen. Im Kontext eines betrieblichen Datenmanagements könnte es eine Option sein, für Softwaresystemanbieter die Speicherung von Daten auf dem DIH umzusetzen. Die Telekom evaluiert aktuell die Schaffung von Angeboten im landwirtschaftlichen Bereich. Unternehmen können sich zum Datenaustausch über spezielle Konnektoren verbinden, die z. B. Aspekte der Datennutzungskontrolle umsetzen. Der DIH basiert auf Konzepten der International Data Spaces (IDS)⁵⁹. Für das Datenmanagement direkt im betrieblichen Kontext wird der DIH nicht als Lösungsvariante eingeschätzt, weshalb im Projekt keine detaillierte Betrachtung vorgenommen wurde.

⁵⁷ s. <http://sdsd-projekt.de/> und http://sdsd-projekt.de/download-dir/SDSD_Abschlusspraesentation_200910.pdf

⁵⁸ SDSD Abschlusspräsentation 03.09.2020, online verfügbar unter http://sdsd-projekt.de/download-dir/SDSD_Abschlusspraesentation_200910.pdf, letzter Zugriff am 18.08.2021

⁵⁹ s. <https://dih.telekom.net>

2.2.2.16 FIWARE

FIWARE ist eine Open-Source-Initiative der FIWARE Foundation und definiert eine universelle Sammlung von Standards und technologischen Bausteinen für den Aufbau eines „Kontextdatenmanagements“ (bspw. agronomische, betriebliche Daten). Im Kern der Technologien steht ein Kontextbroker, der Daten über Schnittstellen entgegennimmt und bereitstellt. Ergänzt durch harmonisierte Datenmodelle wird Interoperabilität zwischen angebotenen Systemen erreicht. FIWARE-Technologien können als Open-Source-Angebote prinzipiell zum Aufbau von Lösungen in Eigenregie genutzt werden, um im betrieblichen Kontext eine eigene Datenhaltung zu realisieren⁶⁰. Die Referenz-Architektur von FIWARE zeigt Abbildung 13. FIWARE-Technologie kann grundsätzlich zur Schaffung verschiedener Lösungen im Kontext dieser Studie eingesetzt werden (bspw. Datenhub oder Datenrouter), hat auf die Lösungskonzeption im Rahmen dieser Studie aber keinen direkten Einfluss.

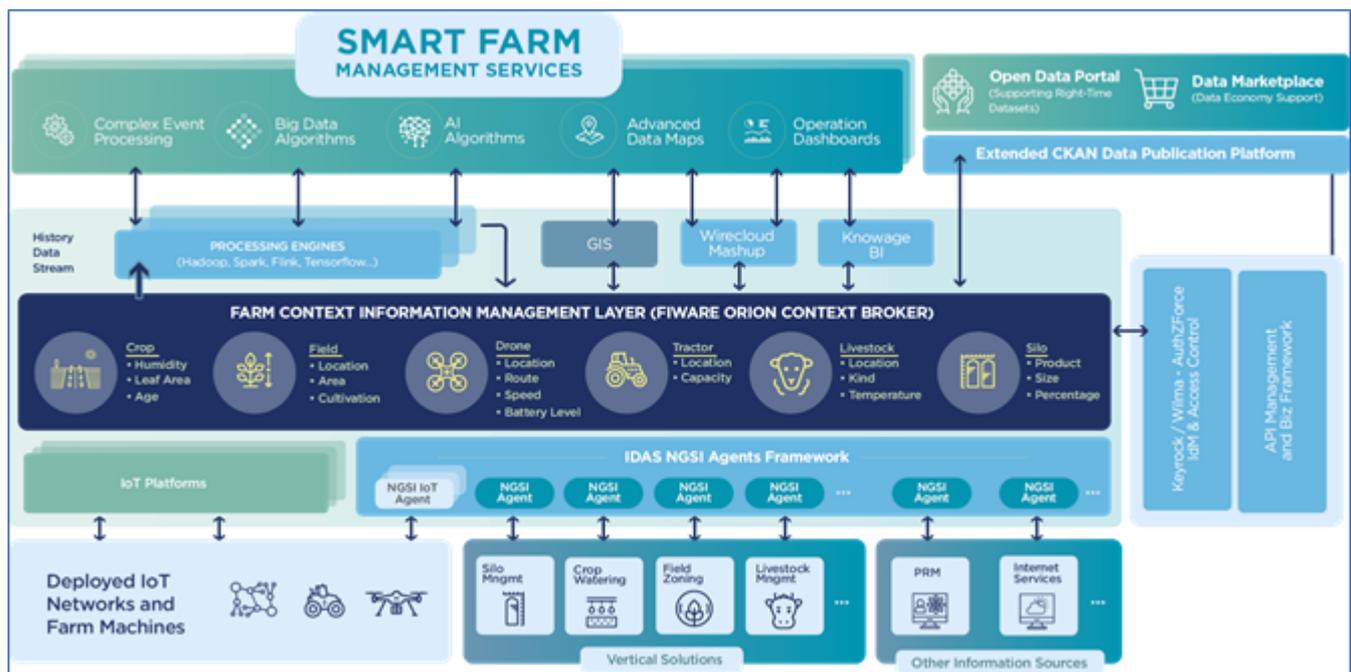


Abbildung 13: Referenz Architektur FIWARE⁶¹

2.2.2.17 COGNAC ADS / IDS

Das Forschungsprojekt Cognitive Agriculture (COGNAC, Laufzeit bis 09/2022) untersucht die Möglichkeiten zur Schaffung eines Datenraums für die Digitalisierung in der Landwirtschaft (Agricultural Data Space, ADS) und nutzt dabei Konzepte des International Data Space (IDS). Der ADS hat das Ziel, einen interoperablen übergreifenden Datenraum zu schaffen, in dem beliebige Komponenten des Digitalen Ökosystems Landwirtschaft sicher miteinander kommunizieren können. Im Rahmen des Projekts werden digitale Zwillinge für Ackerschläge erforscht, die eine wesentliche Rolle im betrieblichen Datenmanagement spielen können, indem sie Datenbestände konsolidieren und diskriminierungsfrei der gesamten Domäne zur Verfügung stellen.

⁶⁰ s. <https://www.fiware.org>

⁶¹ s. <https://www.fiware.org/community/smart-agrifood/>

Dabei ist die Wahrung der Datensouveränität für Landwirtinnen und Landwirte ein Schwerpunkt. Zur Realisierung einer Infrastruktur für digitale Zwillinge werden eigenständige Datenhubs erforscht und vorentwickelt. Grundsätzlich sind digitale Zwillinge auch für Tiere, Maschinen, Anlagen bis hin zu Betrieben denkbar, werden in COGNAC aber nicht tiefer untersucht. Abbildung 14 zeigt einen exemplarischen Aufbau des ADS, in dem Datenhubs betriebliche Daten verwalten und nach Wunsch von Landwirtinnen und Landwirten weiteren Softwaresystemen und Datenplattformen bereitstellen. COGNAC ist ein von der Fraunhofer-Gesellschaft finanziertes Forschungsprojekt ohne Industriepartner, für potenzielle Projektergebnisse ist derzeit noch kein Transfer in die Landwirtschaft absehbar.

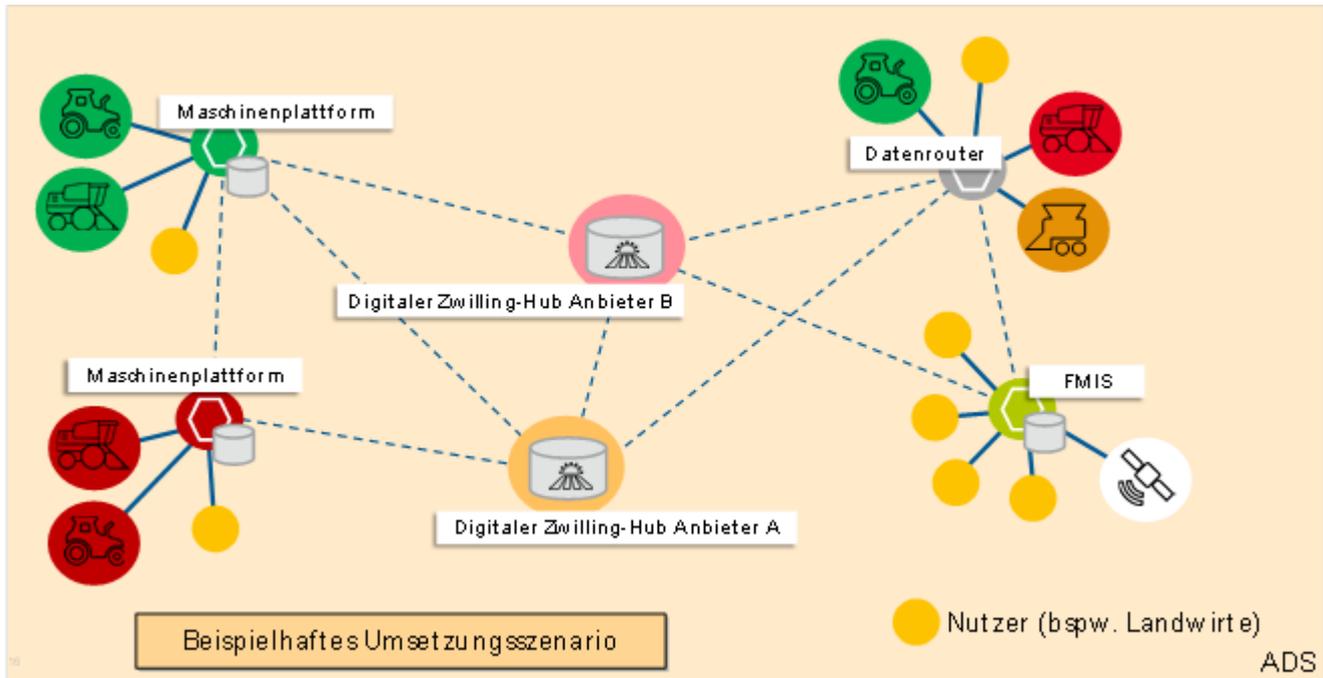


Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung des ADS mit verschiedenen digitalen Plattformen und Datenhubs für digitale Zwillinge⁶²

2.2.2.18 SAP Vistex

Vistex bietet als Erweiterungslösung für SAP zwei Funktionskomplexe, SAP Grower Management for Perishables und SAP Farm Management. Das Funktionsangebot ist eng an SAP-Kernfunktionen angelehnt, mit starkem Fokus auf geschäftliche Prozesse im Bereich Buchhaltung, Warenmanagement und Betriebsmanagement. Dieses Angebot wird als Vollangebot gemacht, d. h. das Ziel ist der volle Funktionsumfang innerhalb von SAP. Es gibt keine Einbindung weiterer Systeme. Agronomische Funktionalitäten sind nicht als Angebot erkennbar (insbesondere kein Precision Farming). Die Umsetzung erfolgt im Rahmen einer SAP-Installation, wofür verschiedene Optionen angeboten werden (auf eigener IT, in der Cloud oder hybrid)⁶³. Aktuell ist SAP Vistex nicht auf dem deutschen Markt präsent und eine Eingliederung in die gegebene Marktsituation ist nicht absehbar.

⁶² <https://www.cognitive-agriculture.de/>

⁶³ s. <https://www.vistex.com/de/industries/agriculture/>

2.2.2.19 Nevonex

Nevonex ist ein Angebot von Bosch und bietet die Möglichkeit, Maschinen und Arbeitsabläufe zu vernetzen und zu automatisieren. Nevonex ist ein offenes und neutrales IoT-Framework mit dem Ziel, herstellerübergreifend Kompatibilität, Interoperabilität und Konnektivität zu verbessern. In der Nevonex-Umgebung werden digitale Dienste zur Verfügung gestellt, die herstellerübergreifend auf den Maschinen installiert werden können (ähnlich einem Appstore für Smartphones). In der Nevonex-Entwicklungsumgebung werden die Schnittstellen der angebotenen Partner gesammelt. Somit ist der Entwicklungsaufwand für Hersteller geringer, da diese nur noch gegen die abstrahierten Nevonex-Schnittstellen programmieren müssen⁶⁴. Abbildung 15 zeigt Nevonex im Zusammenspiel mit verschiedenen Partnern. Nevonex kann im gesamtbetrieblichen Datenmanagement eine wesentliche Rolle bei der Maschinenkommunikation übernehmen, Lücken im Datenmanagement darüber hinaus aber eher nicht adressieren (bspw. bei der Kommunikation zwischen Ackerschlagkartei und Buchhaltung, vgl. Abschnitt 3.3.1.2).

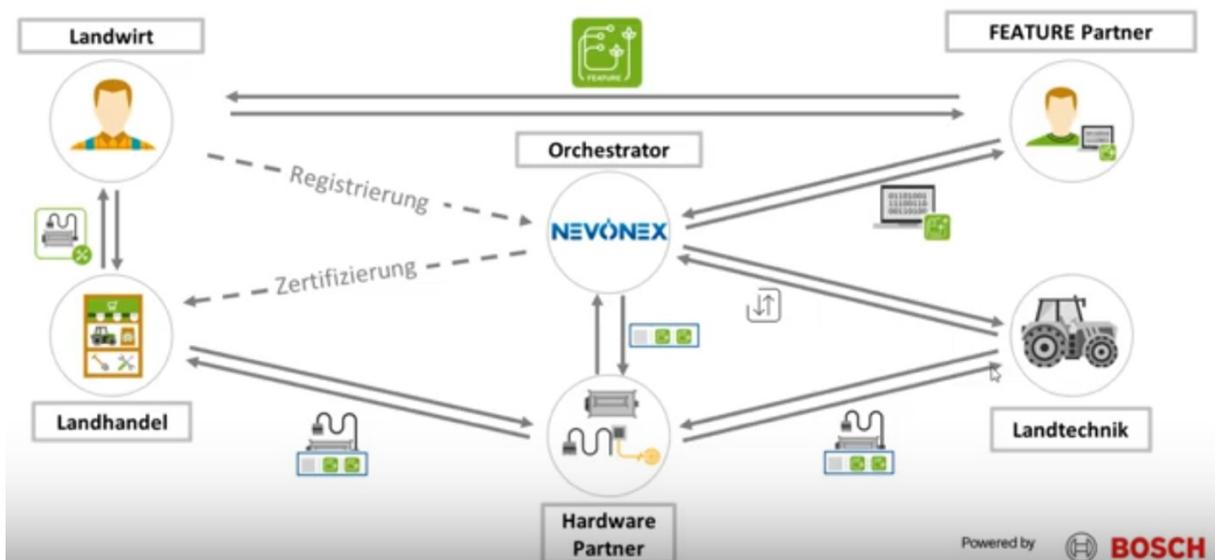


Abbildung 15: Zusammenspiel der Nevonex-Partner

⁶⁴ s. <https://www.nevonex.com/de/> und <https://www.youtube.com/watch?v=YQdDG1OJt98>

2.2.2.20 SEGES (Dänemark)

SEGES ist das führende landwirtschaftliche Wissens- und Innovationszentrum in Dänemark. SEGES bietet digitale Lösungen, Schulungen, Beratung und Wissensaustausch für den Agrar- und Ernährungssektor an und stellt die Verbindung zwischen Forschung und Praxis her. SEGES Digital entwickelt Softwarelösungen, um landwirtschaftliche Arbeitsschritte zu optimieren⁶⁵. Ein Beispiel ist das Feldverwaltungsprogramm Mark Online. Es repräsentiert mehr als 80 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Dänemarks⁶⁶. Neben den üblichen Funktionen einer Ackerschlagkartei können auch ausgewählte Finanzen im Pflanzenbau ausgegeben werden⁶⁷.

In Dänemark ist es ebenso wie in Deutschland für landwirtschaftliche Betriebsleitende schwer, einen Überblick über die finanzielle Situation des Betriebs zu bekommen. Landwirtinnen und Landwirte verwalten ihre Daten selbst auf zentralisierten IT-Systemen und müssen die relevanten Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen (inkl. der Papierform) zusammenstellen und auswerten. Aus diesem Grund wurde SEGES beauftragt, ein landwirtschaftliches Buchhaltungssystem zu entwickeln und zu betreiben. Ziel ist es, die relevanten Daten und Informationen an einem einzigen digitalen Ort zusammenzuführen und zu visualisieren, sodass die Landwirtinnen und Landwirte schnell einen Überblick über die finanzielle Situation des Betriebs bekommen. Azure wurde für die Backend-Datenverarbeitung und Power BI für die Implementierung und das Anwendungsportal (Visualisierung) gewählt. Die Wahl fiel auf diese Systeme, da SEGES schon in vielen Geschäftsbereichen Produkte von Microsoft verwendet. Landwirtinnen und Landwirte können sich über das Webportal von SEGES einloggen und die gewünschten Informationen aufrufen. Auf mehreren grafischen Kacheln werden Informationen zu verschiedenen Aspekten der betrieblichen Finanzen dargestellt und so ein schneller Überblick ermöglicht. Außerdem können weitere Informationen aufgerufen werden, die zu einem Power BI Embedded Bericht führen. Somit können Landwirtinnen und Landwirte einfach relevante Kennzahlen überprüfen und den Betrieb entsprechend optimieren⁶⁸. Abbildung 16 zeigt einen beispielhaften Auszug aus dem SEGES Dashboard für einen Beispielbetrieb.

Die Aktivitäten von SEGES dienen als kontrastierendes Beispiel zum deutschen Markt, da im dänischen Markt wesentliche Anteile von Betrieben und Ackerflächen in wenigen Systemen verwaltet werden. Das vereinfacht das Datenmanagement und auch die Entwicklung eines FMIS. Aufgrund der Verschiedenartigkeit zum deutschen Markt sind Konzepte nur bedingt übertragbar, trotzdem sollten insb. Entwicklungen zu dem beschriebenen Dashboard bei der Konzeption eines FMIS berücksichtigt werden, um von den Erfahrungen von SEGES zu profitieren.

⁶⁵ s. <https://en.seges.dk/Our-Competencies/Data-driven-management-and-software>

⁶⁶ Bliigaard, Jens (2014): Mark Online, a Full Scale GIS-based Danish Farm Management Information System. Special Issue: Challenge of IT, Innovation and Knowledge. In: International Journal on Food System Dynamics 5(4), S. 190-195.

⁶⁷ s. <https://www.seges.dk/software/plante/mark-online>

⁶⁸ <https://customers.microsoft.com/en-us/story/852447-seges-professional-services-power-bi>



Abbildung 16: Auszug SEGES Dashboard⁶⁸

2.2.3 IT-Infrastruktur

2.2.3.1 Cloud Computing und cloudbasierte Anwendungen im Allgemeinen

Cloud Computing bezeichnet die Bereitstellung und Nutzung von IT-Ressourcen als Dienste über das Internet.⁶⁹ Hierbei können im Wesentlichen drei Servicemodelle unterschieden werden: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS).

Infrastructure as a Service ist die niedrigste Abstraktionsstufe des Cloud Computings. Bereitgestellt werden einfache Ressourcen wie Speicher, virtuelle Server und Netzwerkdienste. Für die Installation und den Betrieb der Systeme ist der Kunde selbst verantwortlich; er bedient sich lediglich der angebotenen Infrastruktur. Beispiele für solche Angebote sind Amazons Simple Storage Service (S3) und Elastic Compute Cloud (EC2). Die Zielgruppe des Angebots ist üblicherweise die IT-Betriebsabteilung. Ein Slogan eines solchen Angebots könnte lauten: „Wir bieten Ihnen Festplatten und Server in der Cloud an, die Sie nach Belieben nutzen können.“

Hingegen wird im **Rahmen von Platform as a Service** durch den Serviceanbieter eine Umgebung (technische Plattform) bereitgestellt. Üblicherweise umfasst sie fertige Laufzeitumgebungen und Dienste wie Datenbanken und Nachrichtensysteme. Der Kunde realisiert und betreibt seine eigenen Anwendungen unter Zuhilfenahme der bereitgestellten Plattform und muss sich um die Verwaltung der zugrundeliegenden Infrastruktur nicht kümmern. Beispiele für solche Angebote sind Pivotal Cloud Foundry und AWS Elastic Beanstalk. Die Zielgruppe des Angebots ist üblicherweise die IT-Betriebsabteilung und ggf. auch Entwickler. Ein Slogan eines solchen Angebots könnte lauten: „Mit unserer technischen Plattform können Sie Ihre Anwendungen kinderleicht betreiben.“

⁶⁹ Mell, Peter Mell; Grance, Tim (2011): The NIST definition of cloud computing. National Institute of Standards and Technology.

Software as a Service stellt die höchste Abstraktionsstufe des Cloud Computings dar. Hierbei werden einem Kunden fertige Anwendungen zur direkten Nutzung bereitgestellt. Ein klassisches Beispiel ist die G Suite von Google, in deren Rahmen u. a. E-Mail-Postfächer, Kalender, Datenspeicher, Office-Anwendungen und eine Konferenzlösung zur direkten Nutzung angeboten werden. Kunden müssen sich weder um die Entwicklung noch um den Betrieb kümmern. Die Zielgruppe des Angebots sind üblicherweise Unternehmen, Mitarbeitende und Endkunden. Ein Slogan eines solchen Angebots könnte lauten: „Wir bieten Ihnen fertige Lösungen zur Nutzung an, damit Sie sich auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.“

- **On-Demand Self-Service:** Die Bereitstellung der Ressourcen ist automatisiert und der Kunde kann seinen Leistungsumfang „mit wenigen Klicks“ jederzeit selbstständig erweitern oder reduzieren.
- **Broad Network Access:** Die Services sind mit Standardmechanismen über das Internet verfügbar und an keinen bestimmten Client gebunden.
- **Resource Pooling:** Die Ressourcen des Anbieters liegen in einem Pool vor, aus dem die Kunden durch Ressourcenzuweisungen bedient werden. Mandantentrennung ist durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen des Anbieters sicherzustellen.
- **Rapid Elasticity:** Die Ressourcen können schnell und elastisch zur Verfügung gestellt werden, in manchen Fällen sogar automatisch. Aus Kundensicht scheinen die Ressourcen daher unendlich zu sein.
- **Measured Services:** Die Ressourcennutzung (z. B. Speicher, Rechenzeit, Bandbreite oder Anzahl aktiver Nutzer) kann gemessen und überwacht werden, was Transparenz für Anbieter und Kunden ermöglicht. Zudem wird ein Abrechnungsmodell ermöglicht, bei dem Kunden nur die Ressourcen in Rechnung gestellt werden, die im betrachteten Zeitraum auch tatsächlich in Anspruch genommen wurden (Pay-per-Use).

Weiterhin können im Allgemeinen vier Bereitstellungsmodelle für Cloud Computing unterschieden werden:

1. **Private Cloud:** Bei einer Bereitstellung als sog. „Private Cloud“ werden die zugrundeliegenden Cloud-Ressourcen zur exklusiven Nutzung durch eine Institution bereitgestellt. Die Ressourcen können physisch „On-Premises“ (vor Ort) oder „Off-Premises“ (bei einem Dritten) verortet sein.
2. **Community Cloud:** Bei einer Bereitstellung als sog. „Community Cloud“ werden die zugrundeliegenden Cloud-Ressourcen zur exklusiven Nutzung durch eine Gemeinschaft von Institutionen mit ähnlichen Interessen bereitgestellt. Die Ressourcen können physisch „On-Premises“ oder „Off-Premises“ verortet sein.
3. **Public Cloud:** Bei einer Bereitstellung als sog. „Public Cloud“ stehen die zugrundeliegenden Cloud-Ressourcen potenziell jedem zur Verfügung. Die Ressourcen sind physisch stets beim Serviceanbieter verortet.
4. **Hybrid Cloud:** Zusammenschlüsse mehrerer Cloud-Infrastrukturen, die für sich selbst eigenständig sind, werden als „Hybrid Cloud“ bezeichnet. Herausforderung ist die Abgrenzung der unterschiedlichen Geschäftsbereiche und -prozesse und somit eine saubere Klassifizierung der anfallenden Daten.

5. Nachfolgend werden Vor- und Nachteile des Cloud Computing beschrieben:

■ Vorteile:

■ Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der genutzten Cloud-Ressourcen können auf eine Nutzerzahl umgelegt werden, somit ist die Nutzung im Vergleich zum Betrieb eines eigenen Rechenzentrums sehr günstig. Verschiedene Abrechnungsmodelle erlauben eine hohe Flexibilität, bspw. durch nutzungs-basierte Abrechnung, es wird nur gezahlt, was tatsächlich beansprucht wurde.

■ Cloud-Infrastruktur bietet durch vielfältige Schutzmechanismen eine sehr hohe Verfügbarkeit, selbst bei Ausfällen ganzer Rechenzentren kann schnell auf alternative Standorte ausgewichen werden. Generell gilt, dass vergleichbare Leistungsfähigkeit und Niveau der Angebote durch einen Eigenbetrieb nicht zu verhältnismäßigen Kosten realisierbar sind.

■ Durch ausreichende Kapazitäten und flexible Infrastruktur kann bedarfsgesteuert schnell und dynamisch aufsteigende und wieder fallende Last reagiert werden (Skalierbarkeit), wodurch stets ausreichend Rechnerkapazitäten zur Verfügung stehen.

■ Durch einen typischerweise professionellen Betrieb sind Hardware- und Softwarekomponenten jederzeit auf neuestem Stand, was die Fehleranfälligkeit und Angreifbarkeit reduziert.

■ Kunden können sich auf das eigene Kerngeschäft konzentrieren und umfassende Leistungen im Bereich der IT-Infrastruktur einkaufen.

■ Nachteile

■ Softwarelösungen müssen auf einen Cloudbetrieb angepasst sein, das gilt insbesondere für die Bereitstellung von Benutzeroberflächen.

■ Cloudsysteme sind grundsätzlich angreifbar, da sie über das Internet erreichbar sind. Die Sicherung gegen Angriffe muss vom Cloudbetreiber aber auch von den jeweiligen Softwareanbietern umgesetzt werden. Zur Minimierung der Angreifbarkeit gibt es Hilfen wie bspw. vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Der Kriterienkatalog C5 (Cloud Computing Compliance Criteria Catalogue)⁷⁰ spezifiziert Mindestanforderungen an sicheres Cloud Computing, an denen sich Cloudanbieter, deren Prüfer und Kunden orientieren können. Das Amazon Web Services (AWS) Rechenzentrum in Frankfurt verfügt beispielsweise über ein entsprechendes Testat.⁷¹

■ Für cloudbetriebene Dienste gilt grundsätzlich, dass eine funktionierende, stabile und ausreichend dimensionierte Internetverbindung benötigt wird. Gerade in ländlichen Gebieten mit unzureichender oder keiner Internetanbindung ist die Verwendbarkeit von Cloudlösungen damit eingeschränkt.

⁷⁰ https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Cloud-Computing/Kriterienkatalog-C5/kriterienkatalog-c5_node.html).

⁷¹ <https://aws.amazon.com/de/compliance/bsi-c5>

2.2.3.2 Cloud Computing und cloudbasierte Anwendungen im landwirtschaftlichen Kontext

Nachdem das Thema Cloud Computing und cloudbasierte Anwendungen im vorstehenden Abschnitt allgemein betrachtet wurden, erfolgt nachstehend eine Detaillierung im Hinblick auf die Domäne Landwirtschaft und landwirtschaftliche Betriebe. Üblicherweise kommen Landwirtinnen und Landwirte ausschließlich mit Cloud-Angeboten des Servicemodells Software as a Service in Berührung, die sie im betrieblichen Kontext einsetzen. Beispiele für cloudbasierte (SaaS) Anwendungen, die im landwirtschaftlichen Kontext angeboten werden, sind:

- 365FarmNet
- AgriCircle
- agriPORT (Agricon)
- DIANAweb
- agrirouter (DKE-Data)
- HI-Tier
- InVeKoS Online GIS
- NEXT Farming LIVE (FarmFacts)
- Operations Center (John Deere)
- SIRRUS (Proagrica)

Zur Nutzung cloudbasierter Anwendungen wird im Allgemeinen eine Internetverbindung benötigt, die idealerweise stets verfügbar ist (always on). Anbieter können ihre Anwendungen teilweise jedoch auch so gestalten, dass zumindest ein zeitweises Arbeiten ohne eine Verbindung möglich sein sollte (ggf. mit eingeschränktem Funktionsumfang). In diesem Zusammenhang sollte genauer untersucht werden, welche konkreten Risiken und Folgen mit einer gestörten Internetverbindung eines landwirtschaftlichen Betriebs verbunden wären, wenn dieser cloudbasierte Anwendungen einsetzt.

Cloud Computing stellt aus unserer Sicht eine gute Option zum Betrieb und Angebot landwirtschaftlicher Softwarelösungen dar. Viele Angebote werden bereits als cloudbetriebene Lösungen umgesetzt und der Trend geht deutlich weiter in diese Richtung⁷². Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, bestehende Schwächen des Modells anzugehen und bspw. die Verfügbarkeit von Internetanbindungen flächendeckend auszubauen. Moderne landwirtschaftliche Systeme werden immer stärker vernetzt sein, d. h. Schnittstellen zu Softwaresystemen werden unabhängig von der Betriebsform benötigt. Folglich muss eine lokal betriebene Softwarelösung ebenso mit dem Internet verbunden sein wie eine cloudbetriebene, wodurch auch die lokale Installation aus dem Internet angreifbar wird. Cloudsysteme bieten zwar eine größere Angriffsfläche,

⁷² Diese Entwicklung zeigte sich durch vereinzelte Aussagen in den Fachgesprächen mit Softwareanbietern und wird beispielsweise verdeutlicht durch das ab 2022 durch das LfULG geplante Angebot einer Online-Version seines Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung als webBESyD oder durch Nutzung zusätzlicher Cloudfunktionen auch in der Desktopsoftware von NEXT Farming (<https://www.nextfarming.de/landwirt/kontakt/support/faq/>, letzter Zugriff am 28.08.2021).

sind in der Regel aber besser auf Angriffe vorbereitet und dagegen geschützt. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit können lokal betriebene IT-Infrastrukturen zu vergleichbaren Aufwänden nicht mit cloudbetriebenen konkurrieren. Welche Aspekte bei der Entscheidung für cloudbetriebene Softwarelösungen für Landwirtinnen und Landwirte relevant sind, wird im Rahmen der Datensouveränität beschrieben (s. Abschnitt 2.3.3.2).

2.3 Definitionen und Kernkonzepte

Um den Umfang und die erforderlichen Funktionen eines informationstechnischen Systems im Allgemeinen zu umreißen, ist es zunächst notwendig, sich einen Überblick über die Realweltprozesse zu verschaffen, die abgebildet werden sollen. Wenn dabei auch gängige Begriffe zur Beschreibung von Systemen verwendet werden, dann muss sichergestellt sein, dass ein gemeinsames Verständnis der Bedeutung vorliegt, also Definitionen geschaffen werden.

2.3.1 FMIS

Für die Begriffe „Management-Informationssystem“ im Allgemeinen und „Farmmanagement-Informationssystem“ im Speziellen wurde im Kontext dieser Studie der Versuch einer Definition unternommen. Nach Watson⁷³ et al. (1991) versteht man unter einem Management-Informationssystem „...eine organisatorische Methode zur Bereitstellung von vergangenen, gegenwärtigen und projizierten Informationen auf Basis von internen Abläufen sowie externen Hinweisen...“. Es soll Entscheidungsunterstützung innerhalb von Unternehmen bieten, indem es kurzfristig wichtige Informationen für Planungs-, Steuerungs- und Unternehmensentscheidungen bereitstellt. Diese Funktionen spiegeln sich in den in der Ausschreibung vorgegebenen Ziel- und Kenngrößen wider, die als ökonomische Kenngrößen in erster Linie auf Handlungen und Entscheidungen im Rahmen der Unternehmensführung ausgerichtet sind. Gleichzeitig existieren spezifische, teils auch weiter gefasste Definitionen für Farmmanagement-Informationssysteme in der Fachliteratur, z. B.:

- FMIS haben sich von einfachen Aufzeichnungen zu hochentwickelten Lösungen entwickelt, die in der Lage sind, neue Trends zu erfassen. Dazu gehören räumliches und zeitliches Management, verteilte Sensoren mit Interoperabilität von Messgeräten, zukünftige Internetanwendungen und Webdienste.⁷⁴
- „... ein umfassendes System zum Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Verbreiten von Daten bzw. Informationen, die für eine optimale Betriebsführung erforderlich sind“.⁷⁵
- FMIS = Zentrale für sämtliche digitale, betriebliche sowie agronomische Anwendungen bzw. Technologien, Vernetzung der Teilkomponenten zu einem intelligenten Gesamtsystem.⁷⁶

⁷³ Watson, H. J., Carroll, A. B., & Mann, R. I. (Hg.). (1991). *Information Systems for Management: A Book of Readings*. Richard D Irwin.

⁷⁴ Tsiropoulos, Z.; Carli, G.; Pignatti, E.; Fountas, S. (2017): *Future Perspectives of Farm Management Information Systems*: Springer International Publishing (Progress in Precision Agriculture), S. 181-200.

⁷⁵ Tsiropoulos, Z.; Carli, G.; Pignatti, E.; Fountas, S. (2017): *Future Perspectives of Farm Management Information Systems*: Springer International Publishing (Progress in Precision Agriculture), S. 181-200.

⁷⁶ Tsiropoulos, Z.; Carli, G.; Pignatti, E.; Fountas, S. (2017): *Future Perspectives of Farm Management Information Systems*: Springer International Publishing (Progress in Precision Agriculture), S. 181-200.

Diese Definitionen beinhalten die Definition eines Managementinformationssystems nach Watson (1991), legen aber einen zusätzlichen Schwerpunkt auf die Vernetzung von einzelnen Komponenten, wie Sensoren und Webdiensten, sowohl betriebsintern als auch von außerhalb und durch Dritte bereitgestellt. Für die Studie leitet sich daraus ab, dass für ein vollumfängliches FMIS verschiedene Arten von Prozessen oder Prozessebenen (s.a. Abschnitt 3.1) betrachtet werden müssen:

- Produktionsprozesse
- Management- und Entscheidungsprozesse
- Betriebliches Datenmanagement

2.3.2 Interoperabilität & Medienbrüche

Dieser Abschnitt führt aus, wie die Begriffe Interoperabilität und Medienbrüche im Rahmen der Studie prinzipiell definiert werden, auf welchen Ebenen Medienbrüche auftreten können und wie sie sich im betrieblichen Kontext auswirken können.

2.3.2.1 Definition Interoperabilität

Unter Interoperabilität verstehen wir im Kontext dieser Studie die Fähigkeit zweier Systeme oder Komponenten, Informationen auszutauschen und die ausgetauschte Information auch zu nutzen⁷⁷. Unabhängige, heterogene Systeme sollen so nahtlos zusammenzuwirken, um Daten auf effiziente und verwertbare Art und Weise auszutauschen bzw. dem Benutzer zur Verfügung zu stellen, ohne dass dazu besondere Adaptierungen notwendig sind⁷⁸. In der Regel werden bei der Betrachtung der Interoperabilität verschiedene Stufen oder Ebenen unterschieden (s.^{79,80,81}):

- Strukturelle Interoperabilität oder Dateninteroperabilität (Konnektivität, Connected Interoperability): Es besteht eine technische Verbindung (Protokollvereinbarung) zwischen den beteiligten Systemen, sodass grundsätzlich Daten übertragen werden können. Allerdings sind weder Formate noch Inhalte festgelegt.
- Syntaktische Interoperabilität (Functional Interoperability): Es existiert ein spezifiziertes Datenformat, sodass ausgetauschte Daten von unabhängigen Systemen grundsätzlich eingelesen/geschrieben werden können. Damit einher geht die Fähigkeit, einzelne Informationseinheiten und Datenstrukturen zu identifizieren und zu extrahieren.
- Semantische Interoperabilität (Domain Interoperability): Den beteiligten Systemen liegt ein gemeinsames Informationsmodell zugrunde, welches erlaubt, die ausgetauschten Daten korrekt zu interpretieren.
- Pragmatische oder organisatorische Interoperabilität (Enterprise Interoperability): Abstimmung von Prozeduren, sodass die beteiligten Partner und ihre Systeme nahtlos zusammenarbeiten können. Dies beinhaltet die effiziente Organisation interagierender Prozesse.

⁷⁷ IEEE Standard Computer Dictionary – A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, 1990.

⁷⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Interoperabilit%C3%A4t>

⁷⁹ https://www.sifo.de/files/Poster-10_Interoperabilit%C3%A4t_Schmitz_IF18.pdf

⁸⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Interoperabilit%C3%A4t>

⁸¹ <https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/IOP%20whitepaper%20Edition%203%20final.pdf>

Auf den verschiedenen Ebenen erwachsen unterschiedliche Anforderungen, um Interoperabilität zu erreichen. So erfordert die strukturelle Interoperabilität beispielsweise ein Netzwerkprotokoll. Dies reicht jedoch noch nicht aus, um syntaktische Interoperabilität zu erreichen. Auf dieser Stufe werden Spezifikationen für Datenstrukturen und -formate benötigt. Semantische Interoperabilität erfordert eine inhaltliche Beschreibung der Strukturen – möglichst nicht nur als Spezifikationstexte, sondern in maschinenlesbarer Form. Organisatorische Interoperabilität erfordert die Abstimmung auf Prozessebene. Standards und Spezifikationen im Agrarbereich decken heutzutage in Teilen die Bedürfnisse der beiden untersten Stufen der Interoperabilität ab. Ansätze für semantische Interoperabilität werden in anderen Domänen bereits produktiv eingesetzt, im Agrarbereich bislang aber lediglich im Rahmen von Forschungsprojekten erprobt. Organisatorische Interoperabilität zu erreichen stellt im Agrarbereich eine besondere Herausforderung dar, da – wie weiter unten dargestellt – die Variabilität von Prozessabläufen hoch ist.

2.3.2.2 Definition Medienbruch

Ein Medienbruch verhindert, dass der Datenbedarf auf der Seite eines datenauswertenden Systems mit Blick auf die Auswertungsziele angemessen befriedigt werden kann. Dies kann durch eine Verhinderung des freien Flusses von Daten von einer Quelle an den Ort, an dem eine Verarbeitung oder Auswertung erfolgt, verursacht sein. Jedoch treten auch Fälle auf, in denen Daten zwar fließen können, aber nicht zur Auswertung geeignet sind, da notwendige Teilinformationen fehlen oder seitens der Quelle in einer Form dargeboten werden, die den Ansprüchen der Auswertung nicht genügt. In der Regel verhindert ein Medienbruch einen vollautomatisierten Datenaustausch und erfordert einen manuellen Anwendereingriff.

Medienbrüche können auf verschiedenen Ebenen einer geschichteten Kommunikationsarchitektur auftreten und durch verschiedene Ursachen entstehen, die jeweils getrennt zu betrachten und zu behandeln sind:

- Auf physischer Ebene: Physikalische Übertragungsmedien (Steckverbinder, Speichermedien) werden von den beteiligten Endgeräten nicht unterstützt oder nicht bereitgestellt.
- Auf Ebene von Netzwerkprotokollen/der Infrastruktur: Die von der Datenquelle angebotenen Protokolle werden von der Senke nicht „gesprochen“ oder umgekehrt.
- Auf Ebene der Syntax: Daten können zwar auf Protokollebene übertragen werden, das Datenformat der Quelle kann von der Senke aber nicht eingelesen werden.
- Auf Ebene der Semantik: Protokoll und Format werden zwar auf beiden Seiten unterstützt, die beiden Enden der Kommunikation interpretieren dieselben Strukturen jedoch unterschiedlich.

Des Weiteren kann ein Medienbruch auch durch unvollständige Daten verursacht werden, d. h. alle vier o.g. Ebenen werden zwar angemessen bedient, aber die Quelle liefert nicht die Daten, die die Senke benötigt, um bestimmte Auswertungen durchzuführen.

Die einzelnen Fälle sollen im Folgenden kurz anhand von Beispielen aus den betrachteten Prozessen beleuchtet werden.

2.3.2.3 Medienbruch auf physischer Ebene

Die Norm ISO11783 spezifiziert auf physischer Ebene in Teil 1 die genauen Abmessungen und Eigenschaften der Steckverbinder zwischen Traktor und Anbaugerät. An dieser Stelle kommt es daher in der Regel zu keinen Medienbrüchen. Für die Datenübertragung zum FMIS ist jedoch als Übertragungsmedium derzeit noch ausschließlich der Übertrag per physischem Speichermedium (USB-Stick, Compact-Flash-Karte) genormt. Sofern das die Daten empfangende Gerät kein entsprechendes Lesegerät bereitstellt, kommt es

hier zu einem Medienbruch. Ein solcher Medienbruch lässt sich meist kostengünstig durch Beschaffung entsprechender Adapter beheben. An dieser Stelle sollten aber Aspekte der Datenträgerhandhabung mit bedacht werden: In der landwirtschaftlichen Praxis sind häufig mehrere Datenträger zur Datenerfassung im Betrieb unterwegs, die im Büro wieder einzelnen Maschinen und/oder Tätigkeiten wieder zugeordnet werden müssen. Zudem besteht das Risiko eines Verlustes, sodass Daten auch unwiederbringlich verloren gehen können. Aus dem Grund bieten einige Hersteller Alternativen zur genormten Übertragung per Speichermedium an oder entwickeln diese derzeit (z. B. Agrirouter, Exatrek, Hansenhof). Dabei werden Daten über das Internet übertragen. Dieser Weg ist jedoch aktuell noch nicht genormt, weshalb dann auf anderer Ebene dann Medienbrüche entstehen können. Zwischenzeitlich wird jedoch eine Normung bereits in den entsprechenden Gremien diskutiert.

Als eine Art Medienbruch auf physischer Ebene kann auch der Fall betrachtet werden, in dem Daten nicht digital, sondern lediglich auf Papier vorliegen oder die Information so kodiert ist, dass sie nicht unmittelbar verarbeitbar ist (z. B. Audioaufzeichnungen oder freie Notizen). Insbesondere ersterer Fall spielt in der Landwirtschaft nach wie vor eine Rolle bei der Verarbeitung von Informationen von Dritten. Beispielsweise geht es dabei um Laborberichte (Bodenanalysen) oder Abrechnungen. Dies hat – wie später dargestellt – auch auf die Ermittelbarkeit einiger betrachteter Zielgrößen einen unmittelbaren Einfluss.

2.3.2.4 Medienbruch auf Protokollebene

Datenübertragungsmechanismen zwischen digitalen Systemen von Sensoren bis hin zu Serverplattformen sind in der Regel geschichtet aufgebaut (z. B. OSI 7-Schichten-Modell⁸², TCP/IP 4-Ebenen-Modell^{83,84}). Die verschiedenen Ebenen/Schichten bilden dabei unterschiedliche Funktionen wie Adressierung von Netzwerkknoten und -schnittstellen oder den Verbindungsaufbau ab. Für fachliche Anwendungsfälle inhaltlich relevante Daten werden auf der obersten Ebene in Datenformaten kodiert. Ein Medienbruch kann daher nicht nur durch Inkompatibilitäten in Formaten, sondern auch in Protokollen einer der unteren Ebenen zustande kommen. Einige der Schichten können heutzutage als hinreichend standardisiert, gut verstanden und technisch beherrscht angesehen werden, sodass dort keine Medienbrüche mehr auftreten oder diese mit überschaubarem Aufwand zu beheben sind. Dennoch können auch auf Protokollebene noch Verbindungsprobleme auftreten. Dies kann z. B. die Anbindung von Sensoren aus dem Umfeld des Internet of Things (IoT) betreffen, die Messwerte sammeln, wie Temperatur- oder Feuchtesensoren in Gebäuden oder Wetterstationen, und die für die Kommunikation nur begrenzte Hardwareressourcen bereitstellen können – beispielsweise, weil sie auf geringen Strombedarf ausgelegt sind. In einem solchen Kontext kommen dann auch häufig einfache und effiziente Protokolle wie das am sogenannten Publish-Subscribe-Paradigma orientierte MQTT zum Einsatz. Im Web hingegen hat sich das am Request-Response-Paradigma orientierte HTTP durchgesetzt, das einen höheren „Overhead“ als Nachteil mitbringt. Dies bedeutet, dass ein gewisser, im Vergleich mit beispielsweise MQTT etwas höherer Anteil des gesamten übertragenen Datenvolumens zur Übermittlung von sogenannten Nachrichtenkopfzeilen genutzt wird und für die „Nutzlast“, die

⁸² ITU-T X.200 (07/1994). International Telecommunication Union

⁸³ <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1122.txt>

⁸⁴ <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc871.txt>

eigentlichen Dateninhalte, nicht zur Verfügung steht. Dafür hat HTTP andere Vorteile wie eine einfache Erweiterbarkeit. Sofern ein zentraler Datenhub oder Datenrouter das von Sensorsystemen zur Bereitstellung von Daten vorgesehene Protokoll nicht „spricht“, entsteht hier ein Medienbruch. Behoben werden kann das Problem dadurch, dass zentrale Komponenten von Grund auf multiprotokollfähig ausgelegt werden – für eine Reihe von IoT-Plattformen verschiedener Hersteller ist das der Fall. Auch für das aktuell in den ISO-Normungsprozess eingebrachte EFDI-Protokoll zum Austausch von Daten von Landmaschinen wurde die Auslegung der Nachrichten auf Multiprotokollfähigkeit vorgesehen. Eine Alternative ist der Einsatz von Gateways, die ohne Veränderung des Nachrichteninhalts auf Protokollebene übersetzen und dann als zusätzliche Komponente in einem Netzwerk betrieben werden müssen. Die Behebung eines solchen Medienbruchs erfordert daher Personal mit informationstechnischer Expertise, das sich entweder um das Aufsetzen und den Betrieb eines Gateways kümmert oder durch Anpassungen am Programmcode von Datenerfassungskomponenten Unterstützung leistet. Für hinreichend breit genutzte Protokolle stehen in der Regel zuverlässige und gut ausgearbeitete Bibliotheken in verschiedenen Programmiersprachen zur Verfügung, sodass es häufig ausreicht, einfachen „Glue Code“ einzufügen. Hierbei handelt es sich um relativ kurze Abschnitte an Programmquelltext, der im wesentlichen dazu dient Funktionen untereinander zu verbinden, indem Ein- und Ausgabeparameter aneinander angepasst werden.

2.3.2.5 Medienbruch auf syntaktischer Ebene

Ein Medienbruch auf syntaktischer Ebene ergibt sich, wenn für die Kodierung grundsätzlich äquivalenter oder zumindest ähnlicher fachlicher Inhalte von verschiedenen Systemen unterschiedliche Datenformate genutzt werden. Typische Beispiele für solche Medienbrüche finden sich im Bereich der Kodierung von Geodaten. Die öffentliche Verwaltung ist in Europa gehalten, Geoinformation gemäß der INSPIRE-Richtlinie auf Grundlage der Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) bereitzustellen. Teil der Spezifikation ist die Nutzung der Geography Markup Language (GML), die erlaubt, Geodaten auf Basis eines objektorientierten Modells in XML zu repräsentieren. Dabei werden in Application Schemas Objektklassen wie z. B. Gewässer, Verkehrswege und Landschaftselemente mit ihren Eigenschaften definiert, denen Geometrien als Punkte (Point), Polygone (Polygon) oder Linienzüge (Linestring) zugewiesen werden können. ISO11783-10 als zur Übertragung von Applikationskarten auf Landmaschinen vorgesehener Standard enthält ebenfalls Elemente, die die Übertragung solcher Daten mit Raumbezug erlauben sollen. Die Darstellung dieser Strukturen unterscheidet sich jedoch – obwohl auch XML als textuelles Format genutzt wird – von den in der Geography Markup Language spezifizierten Strukturen. So werden in ISOXML beispielsweise lediglich 3-buchstabile Kurzbezeichnungen für die Elementnamen genutzt (PNT, PLN und LSG) und die Nutzung verschiedener Koordinatenreferenzsysteme ist nicht möglich. Neben den beiden o.g. Formaten sind außerdem nach wie vor Geodaten im älteren, proprietären Shapefile-Format im Umlauf. Das Shapefile-Format besteht aus einer binären Kodierung der Geometrien in Kombination mit Attributtabelle im dBASE-Datenbankformat. Neuere Geodienste sehen ein weiteres Format vor – GeoJSON –, das syntaktisch der JSON-Formatspezifikation folgt. Die geschilderte Variabilität bei den Geodatenformaten führt dazu, dass die in den Formaten enthaltenen grundsätzlich gleichen Datentypen (Polygone, Punkte, Linienzüge) nicht ohne weitere syntaktische „Übersetzung“ in den anderen Formaten genutzt werden können. Das heißt, dass beispielsweise Daten aus einem Dienst der öffentlichen Verwaltung nicht unmittelbar in einem lediglich auf Shapefiles ausgelegten GIS-Werkzeug dargestellt werden können oder ein Shapefile nicht direkt als ISO11783-Applikationskarte verwendet werden kann. Die Behebung dieses Medienbruchs erfordert die Programmierung

entsprechender Ein- und Ausgaberroutinen (Parsing/Serializing) sowie Übersetzungsfunktionen für die unterschiedlichen Formate. Pauschale Aussagen zum Aufwand sind hier nicht möglich. Dieser hängt von der Komplexität der betrachteten Strukturen und der Verfügbarkeit entsprechender Werkzeuge und Programm-bibliotheken ab.

2.3.2.6 Medienbruch auf semantischer Ebene

Ein Medienbruch auf semantischer Ebene entsteht, wenn Bereitsteller und Konsumenten/Nutzer von Daten unterschiedliche Auffassungen im Hinblick auf die Bedeutung der Daten vertreten oder keinen einheitlichen Wissensstand hierüber haben. Das führt in der Regel dazu, dass Eignungen und/oder Nützlichkeit für bestimmte Anwendungsfälle suggeriert oder angenommen werden, die tatsächlich nicht gegeben sind. An der Betrachtung der Nachnutzungspotenziale von Flächenreferenz-Geodaten aus dem InVeKoS-LPIS (Land Parcel Information System) lässt sich dies illustrieren: Die InVeKoS-Verordnung (InVeKoSV) sieht in §3 orientiert an den übergeordneten EU-Verordnungen vier verschiedene Referenzflächensysteme vor:

- **Feldblock:** eine von dauerhaften Grenzen umgebene zusammenhängende landwirtschaftliche Fläche eines oder mehrerer Betriebsinhaber
- **Schlag:** eine zusammenhängende landwirtschaftliche Fläche, die von einem Betriebsinhaber mit einem von der Landesstelle vor der Antragstellung für die Zwecke der Antragsbearbeitung festgelegten Nutzungscode im Sammelantrag angegeben wird
- **Feldstück:** eine zusammenhängende landwirtschaftliche Fläche eines Betriebsinhabers
- **Flurstück:** eine im Kataster abgegrenzte Fläche.

Die Flächengrenzen – Geodaten als Polygonzüge – werden mithin auf unterschiedliche Weise orientiert an verschiedenen Ausprägungen von Eigentumsverhältnissen, natürlichen Grenzen, administrativen Grenzen und landwirtschaftlicher Nutzung festgelegt. Die Bestimmung dieser Referenzparzellen für das System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen obliegt den Bundesländern. Die Interpretation (Bedeutung) dieser Geodaten kann sich zwischen verschiedenen Ländern also unterscheiden. Damit sind die Daten nicht mehr „austauschbar“ im Sinne einer unbedingten Eignung für dieselben Anwendungsfälle, d. h. Flächendaten aus Bundesland A können unter Umständen nicht für dieselbe Menge an Anwendungsfällen genutzt werden wie Flächendaten aus Bundesland B. Geodaten einer Referenzfläche aus dem Feldblocksystem sind beispielsweise nur bedingt geeignet für die Bearbeitung von Anwendungsfällen wie Berechnung einer Applikationskarte für den Pflanzenschutz oder Düngeplanung, da in diesem System eine Fläche mehreren Betriebsinhabern zugewiesen sein kann, die unterschiedliche Anbaustrategien verfolgen. Gleiches gilt für das Flurstücksystem, aber mit anderem Grund: Katasterflächen können etwa zu einer zusammenhängenden Anbaufläche zusammengefasst sein. Für eine gezielte Bearbeitung dieser Anwendungsfälle müssen die InVeKoS-Referenzflächen in einer Reihe von Fällen also geteilt oder zusammengefasst werden. Diese Teilflächen oder aggregierten Flächen sind wiederum in der Folge nicht mehr im Kontext des InVeKoS-Verfahrens direkt als Referenzflächen nutzbar, da sie den gesetzlichen Vorgaben hierfür nicht mehr entsprechen. Flächen aus dem Schlagsystem hingegen können für die o. g. Anwendungsfälle gut geeignet sein, aber wiederum von Einschränkungen für andere Fälle betroffen sein. Der Medienbruch besteht in diesem Kontext darin, dass Daten nicht unbesehen für bestimmte Anwendungsfälle übernommen werden können – Automatisierungspotenziale können daher nicht ausgeschöpft werden und der Anwender ist zur Interaktion gezwungen, muss eine Eignungsprüfung und ggfs. manuelle Anpassungen vornehmen, die die weitere Nachnutzung dann wiederum einschränken. Medienbrüche dieser Art lassen sich nicht durch einfache tech-

nische Lösungen in den Griff bekommen. Ansatzpunkte finden sich jedoch in expliziter semantischer Datenmodellierung und -beschreibung. In dem konkreten Beispiel würde man die verschiedenen Flächenreferenzsysteme in Datenformaten eindeutig und unterschiedlich bezeichnen und in einer parallel geführten Datenbeschreibung umreißen, dass es sich um zwar von einer gemeinsamen Datenklasse abgeleitete, aber unterschiedliche Strukturen handelt. Dies liefert notwendige Kontextinformation und eröffnet die Möglichkeit, für Anwendungen nur eindeutig passende Daten abzufragen und bei fehlenden oder nicht passenden Daten angemessen zu reagieren. Die Auswertung dieser Kontextinformation und die Festlegung angemessenen Verhaltens der Software obliegt der Umsetzung durch die Programmierer der Anwendungen und ist oft nicht trivial. In der Praxis bleiben bei solchen Medienbrüchen derzeit daher häufig noch gewisse Lücken. Lösungsalternativen, die auf dem Grundgedanken der Einigung auf ein einziges, einheitlich interpretiertes Modell beruhen, sind in der Vergangenheit allerdings auch regelmäßig gescheitert: Unterschiedliche Auffassungen zur Interpretation von Daten haben oft eine fachliche Berechtigung und notwendige Kompromisse führen dann auch zu einer Einschränkung der Nutzbarkeit der Daten für verschiedene Anwendungsfälle.

Eine weitere Art eines Medienbruchs, der sich zwischen syntaktischer und semantischer Ebene einordnen lässt, ist der Medienbruch, der aufgrund unterschiedlicher Kodiersysteme für ähnliche Sachverhalte entsteht. So wird im InVeKoS-Antragsverfahren die Angabe der angebauten Kulturen gemäß der InVeKoS-Kulturcodes verlangt. In Angaben zur Zulassung für Pflanzenschutzmittel hat sich jedoch das EPPO-Kulturcodesystem (ehemals Bayer-Code) etabliert, sodass auch in der Pflanzenschutzberatung darauf Bezug genommen wird. Die beiden Systeme sind nicht kompatibel. Eine Anbaudokumentation auf Basis nur eines dieser beiden Systeme kann daher nicht für beide Gruppen von Anwendungsfällen genutzt werden, obwohl praktisch gleiche fachliche Inhalte zum Ausdruck kommen. InVeKoS-Kulturcodes sind numerisch, während EPPO fünfstellige Buchstabenkombinationen benutzt. Zudem sind die Codes in verschiedenen Bereichen unterschiedlich granular und enthalten Spezialfälle (InVeKoS-Codes beispielsweise für Branchen, die in den EPPO-Codes nicht enthalten sind). Weil dadurch keine 1:1-Zuordnung möglich ist, stößt die gängige, einfache Herangehensweise an solche Übersetzungsaufgaben mit zweiseitigen Zuordnungstabellen schnell an Grenzen. Ausgefeiltere Systeme können heutzutage auch unterschiedliche Arten von Zuordnungsrelationen (Ober-/Unterbegriffsrelationen, Verwandtschaft/Ähnlichkeit vs. Identität etc.) ausdrücken; außerdem können Ähnlichkeiten auch numerisch bewertet werden. Die Erarbeitung und Entwicklung solcher Zuordnungssysteme könnte durch überschaubare Maßnahmen deutlich vereinfacht werden. Wenn Daten- und Kodiersystemanbieter für die von ihnen vorgegebenen alphanumerischen Codes Mechanismen zur Konvertierung ihrer internen Identifier in global eindeutige URIs z. B. durch Zuweisung eines „offiziellen“ Präfixes bereitstellen würden, könnten Dritte diese Codes referenzieren und selbst – ggfs. auch kollaborativ oder in einem Community-getriebenen Ansatz – allgemein verwendbare Zuordnungen erstellen. Auch hier muss die Software diese Zuordnungsrelationen oder Ähnlichkeitsangaben jedoch auswerten können, und das richtige Verhalten bei der Übersetzung von unsicheren oder komplexeren Zuordnungen muss durch Entwickler definiert und vorgegeben werden.

2.3.2.7 Medienbruch aufgrund fehlender Daten

Eine weitere Art des Medienbruchs kann sich durch fehlende Daten ergeben. Dabei kann die Datenquelle den durch die gewünschte Auswertung gegebenen Datenbedarf nicht erfüllen. Da in der Landwirtschaft unzählige Auswertungsszenarien und -ziele existieren, lassen sich auch eine Reihe von Beispielen hierfür finden. Die automatisierte Erfassung von Daten zur Bodenbearbeitung scheitert beispielsweise oft an der fehlenden ISOBUS-Unterstützung der Anbaugeräte. Diese melden sich dann nicht selbstständig am Bus an und die

Landwirtinnen und Landwirte sind dann selbst dafür verantwortlich, die entsprechenden Aufzeichnungen vorzunehmen oder anzustoßen. Teilweise fehlt auch die Aufzeichnung benötigter Parameter wie Ernte- oder Ausbringmengen, da hierfür notwendige Sensoren an den Geräten nicht vorhanden sind. Die konkrete Ausprägung dieser Art von Medienbruch hängt stark vom Maschinenpark und der Ausstattung des Betriebs mit automatischen Datenerfassungseinrichtungen ab, kann also betriebsindividuell sehr unterschiedlich ausfallen. Behebungsmöglichkeiten müssen abhängig von den Auswertungsbedürfnissen des Betriebs analysiert werden und reichen von manueller Eingabe/Nachpflege von Daten über die Montage von zusätzlicher Sensor- und Aufzeichnungstechnik bis hin zur gezielten Auswahl von Maschinen bei Neuanschaffungen. Werkzeuge wie die AEF ISOBUS-Datenbank⁸⁵ können bei der Orientierung helfen. Diese zeigt anhand definierter Funktionalitätsgruppen, sogenannter TC functionalities (z. B. TC-BAS (basic), TC-GEO (geo-based)), welche Maschinen diese unterstützen. Dies erlaubt zumindest eine erste Einschätzung der Kompatibilität von Geräten untereinander und einiger Aspekte zum Datenumfang (ob z. B. generell Applikationskarten genutzt oder Geodaten mit aufgezeichnet werden können). Auf Ebene einzelner Parameter bleibt die Einschätzung jedoch schwierig. In Anhang F des Normendokuments zu ISO11783-10 (TC Functionalities and Device Descriptor Object Pool Definitions) werden zwar für einzelne TC functionalities DDIs genannt, die meisten davon sind jedoch lediglich „empfohlen“. Eine Forderung, mehr DDIs als verpflichtend zu spezifizieren, ist in diesem Zusammenhang nicht hilfreich, da es in der Regel gute Begründungen für die Optionalität gibt. Eine wesentlich gezieltere Einschätzung zur Fähigkeit des Geräts, bestimmte Einzelparameterwerte liefern zu können, würde der Blick in die sogenannte Device Description erlauben. Diese enthält eine maschinenlesbare Beschreibung der Teilkomponenten eines Geräts sowie der durch diese Teilkomponenten nutzbaren / erfassbaren Einstell- bzw. Sensorwerte und wird beispielsweise genutzt, um das Terminal automatisiert zur Anzeige korrekter Werte zu instruieren. Eine Publikation der Device Descriptions durch Hersteller für die von ihnen hergestellten Maschinen würde helfen, das Auftreten von Medienbrüchen durch fehlende Daten zu verringern. Derzeit wären hiermit zwar noch eine Reihe praktischer Probleme verbunden: Beispielsweise müssten in einer je nach Hersteller komplexen Kombination von Modellen, Serien und jeweiligen Softwareständen die richtigen Beschreibungen ausgewählt werden können und Werkzeuge bereitgestellt werden, um diese menschenlesbar aufzubereiten und Landwirtinnen und Landwirte müssten befähigt werden, die Informationen für ihre Situation zu interpretieren. Diese Schwierigkeiten sind jedoch technisch und durch entsprechende Ausbildung mittel- bis langfristig lösbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Medienbrüche durch fehlende Daten schrittweise und gezielt bezogen auf den Einzelbetrieb reduziert werden können, doch die notwendige Analyse der individuellen Betriebsbedürfnisse und die Recherche möglicher Lösungen ist zeitaufwändig.

2.3.2.8 Umgang mit Medienbrüchen

Je nach Ursache eines Medienbruches ist dieser unterschiedlich zu behandeln. Bei der Festlegung der Strategie spielt zudem die Häufigkeit des Auftretens eine Rolle: Wie oft wird der spezifische Prozess, in dem der Medienbruch auftritt, ausgeführt? Handelt es sich beispielsweise um ein Antragsverfahren, das einmal im Jahr durchgeführt wird oder geht es um die während gewisser Phasen potenziell täglich durchzuführende Planung von Pflege-, Düngungs- oder Pflanzenschutzmaßnahmen? Hiervon abhängig kann entweder eine

⁸⁵ <https://www.aef-online.org/de/produkte/aef-isobus-datenbank.html>

vollständige Behebung angestrebt werden oder ein manueller Anwendereingriff weiterhin als akzeptabel angesehen werden. Eine angemessene Analyse zu diesem Aspekt muss jedoch die Anzahl der Teilnehmenden an den Kommunikationsprozessen mit einbeziehen. Wenn eine große Anzahl an Teilnehmenden ein System nur selten nutzen muss, wegen restriktiver Anforderungen des empfangenden Systems dabei aber jedes Mal beträchtliche Zeit für manuelle Einpflege von Daten wegen Medienbrüchen aufwenden muss, können in der Summe dennoch beträchtliche, die gesamtwirtschaftliche Produktivität mindernde Aufwände zustande kommen.

Medienbrüche treten auch in anderen Wirtschaftsbereichen und Fachdisziplinen auf und hängen eng mit dem Konzept der Interoperabilität zusammen. Bereits existierende, durchdachte Grundsätze und Methoden zur Erhöhung der Interoperabilität beinhalten teilweise auch Maßnahmen zur Vermeidung von Medienbrüchen und sollten daher zur Anwendung kommen. Dabei hilft die Orientierung an Postel's Law als übergeordnetem, abstraktem Grundprinzip: „Be liberal in what you accept, be conservative in what you send.“ Die Gegenseite einer Kommunikation sollte dabei als eine anonyme Entität auf Augenhöhe mit eigenen, unbekanntem Interessen betrachtet werden. Daher sollten auch keine Annahmen bezüglich des Nutzens und der Nutzbarkeit der eigenen Systeme für die Gegenseite getroffen werden mit dem Ziel, die Gegenseite als Sender zu bestimmten Anpassungen an ihren Systemen zu bewegen. Die Verantwortung für die Interpretation von Daten obliegt der Empfängerseite, die dabei auch soweit wie möglich mit Abweichungen umgehen können sollte, während in der Bereitstellung von Daten so gut wie möglich beste verfügbare Praktiken befolgt werden sollten.

Konkretere beste Praktiken beinhalten zum Beispiel die FAIR-Prinzipien, auf die an anderer Stelle bereits hinreichend hingewiesen wurde^{86,87} und die anderweitig detaillierter beschrieben sind⁸⁸. Diese werden explizit oder implizit und vollständig oder teilweise von bestehenden Infrastrukturen und Initiativen wie GAIA-X, INSPIRE oder dem Semantic Web und Linked Data aufgegriffen und umgesetzt. Im Zusammenhang mit einigen der oben genannten Illustrationen von Medienbrüchen würden die FAIR-Prinzipien beispielsweise folgende Maßnahmen nahelegen:

- Zuweisung von global eindeutigen Bezeichnern in Kodiersystemen anstatt Verwendung lediglich alphanumerischer Codes (s. auch Abschnitt 2.3.2.6). Allein dieser Schritt vereinfacht die Entwicklung von Zuordnungssystemen und damit künftig die Interpretation von Daten aus verschiedenen Systemen, die mit unterschiedlichen Kodiersystemen arbeiten, erheblich.

⁸⁶ Machbarkeitsstudie staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft, S. 146, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.html

⁸⁷ Positionspapier Datenmanagement des Kompetenznetzwerks Experimentierfelder, in Arbeit

⁸⁸ <https://go-fair.org/fair-principles>

- Nutzung von standardisierten und vollständig offen dokumentierten Protokollen (s. a. 2.3.2.4): Dies verhindert Medienbrüche auf Protokollebene. Diese Herangehensweise hat sich zwischenzeitlich in der Informationstechnik weitestgehend durchgesetzt. Einige für den Datenaustausch relevante Normen (z. B. einige ISO-Normen) genügen diesem Prinzip jedoch nach wie vor nicht. Dass sich auch innerhalb des organisatorischen Rahmens der ISO Wege finden lassen, eine offene Bereitstellung von Spezifikationen zu erreichen, lässt sich an einer Reihe von Normen des ISO JTC-1 oder des OGC (OGC-Spezifikationen sind sowohl vollständig frei als OGC-Standards als auch als ISO-Normen erhältlich) ablesen.
- Nutzung von Datenbeschreibungen und Beschreibungsstandards: Am Beispiel der Geodaten würde dies bedeuten, den OGC-Standards und INSPIRE-Richtlinien entsprechende Application Schemas und Metadatenbeschreibungen zu erstellen sowie entsprechende Codelisten zu nutzen. Der reine Austausch von Shapefiles genügt den Anforderungen heutzutage nicht mehr. Die Shapefile-Spezifikation definiert lediglich einen „Container“, der es erlaubt, verschiedene geometrische Datentypen mit einer zugehörigen Datenbank zu verknüpfen. Sie stellt jedoch keine Möglichkeiten bereit Strukturen der Datenbank oder deren Inhalte zu beschreiben. In Bezug auf frühe Anforderungen an Geoinformationssysteme war diese Vorgehensweise angemessen, da Nutzende in der Regel fachlich versiert waren und durch Blick auf die Daten richtige Schlüsse ziehen konnten. Shapefiles richtig zu interpretieren erfordert jedoch immer zusätzliche Vereinbarungen und/oder Nutzerinteraktion. Mit Blick auf Postel's Law wäre es angemessen, Shapefiles als Dienst- und Systemanbieter entgegenzunehmen und bei Bedarf auch wieder bereitzustellen. Auf Eingabeseite sollten dabei aber die Vorgaben so gering wie möglich gehalten werden und auf Ausgabeseite sollte eine Bereinigung und zumindest eine menschenlesbare Beschreibung aller dabei ausgegebenen Strukturen und Inhalte erfolgen.

2.3.3 Datensouveränität

Die Datensouveränität⁸⁹ ist ein wichtiges Thema für Landwirtinnen und Landwirte und weitere Akteure in der digitalen Landwirtschaft und gewinnt zunehmend an Bedeutung⁹⁰, da immer mehr Daten erhoben werden und Prozesse wie Zustände abbilden. In der Landwirtschaft wird häufig der Begriff Datenhoheit verwendet, den wir als Synonym zum Begriff Datensouveränität betrachten. Wir verwenden in dieser Studie den Begriff Datensouveränität, da dieser in der Branche der Informationstechnologie weiter verbreitet ist und in englischsprachigen Texten wörtlich übersetzt Verwendung findet, wenn es um diesbezügliche Themen geht.

2.3.3.1 Rechtlicher Hintergrund

Datensouveränität umschreibt den Wunsch, dass ein Akteur über Daten, die aus seinem Kontext stammen oder ihn bzw. sein Eigentum beschreiben, frei bestimmen kann. Die Daten selbst können dabei nicht Eigentum des Akteurs sein, da es im deutschen Recht kein Eigentum an Daten gibt⁹¹. Insofern ist der häufig verwendete Begriff „Dateneigentümer“ rechtlich gesehen falsch, ebenso die Formulierung „die Daten gehören

⁸⁹ <https://www.iiese.fraunhofer.de/blog/wie-schafft-man-datensouveraenitaet-in-der-landwirtschaft/>

⁹⁰ Vgl. Bitkom (2019): Positionspapier – Datenhoheit und Datennutzung in der Landwirtschaft, online verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-10/bitkom_positionspapier-zu-datenhoheit-und-datennutzung-in-der-landwirtschaft_final_191021.pdf, letzter Zugriff am 20.08.2021

⁹¹ Vogel, P., (2020). Datenhoheit in der Landwirtschaft 4.0. In: Gandorfer, M., Meyer-Aurich, A., Bernhardt, H., Maidl, F. X., Fröhlich, G. & Floto, H. (Hg.), 40. GIL-Jahrestagung, Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (S. 331-336).

einer bestimmten Person“. Aufgrund der kontroversen Diskussion in der Rechtswissenschaft kann auch nicht davon ausgegangen werden, dass mittelfristig der Rechtsbegriff eines Eigentums an Daten geschaffen wird, denn dies könnte auch Nachteile mit sich bringen. Der Bedarf an Rechtssicherheit hinsichtlich der Datensouveränität in der Landwirtschaft wird auch durch weitere Rechtsnormen wie das Urheberrecht oder die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) nicht befriedigend erfüllt, sodass Vogel (2020)⁶⁸ schließt mit: „Da auch aus anderen Rechtsgebieten keine allgemeingültigen Regelungen zu einem Recht an Daten abgeleitet werden können, ist als Zwischenergebnis festzuhalten, dass die Datenhoheit des Einzelnen derzeit kaum rechtlich abgesichert ist.“ Zur Vermeidung begrifflicher Konflikte verwenden wir in der nachfolgenden Diskussion den abgeschwächten Begriff des „Dateninhabers“, wenn wir bspw. von Daten zu einem Ackerschlag reden. Die Landwirtin oder der Landwirt, der bzw. dem dieser Schlag gehört oder die bzw. der ihn pachtet, sind dann die Dateninhaber.

Der Mangel an einem rechtlichen Rahmen zur Sicherung der Datensouveränität bedeutet aber nicht, dass es illegitim wäre, bspw. Landwirtinnen und Landwirten die alleinige Verfügungsbefugnis an Daten zuzustehen, die in ihrem Produktionskontext entstanden sind. Aber auch diese Diskussion ist komplex: Wie verhält es sich beispielsweise, wenn Lohnunternehmer mit ihrer Maschine Arbeiten auf dem Ackerschlag einer Landwirtin oder eines Landwirtes durchführen und dabei Daten generieren und diese ins Cloudsystem des Maschinenherstellers überführt werden? Welche Rechte haben Landwirt, Lohnunternehmer oder Maschinenhersteller an den Daten, wenn der Rechtsrahmen das nicht eindeutig klärt? Hier können grundsätzlich vertragliche Regelungen zwischen den Beteiligten genutzt werden und konkret definieren, wer mit welchen Daten wie umgehen darf. Dazu zählen bspw. die AGB von Softwareanbietern, die den Umgang mit verschiedenen Daten im Rahmen der Nutzung der Software regeln. Aber auch diese Option bringt Herausforderungen mit sich: Die Komplexität und Vielfalt der erhobenen Daten und technischen Prozesse ist selbst für Expertinnen und Experten schwer zu überblicken und damit kaum in einem schriftlichen Vertragswerk formulierbar. Selbst wenn, stellen solche Vertragswerke landwirtschaftliche Betriebe vor große Herausforderungen, die nicht nur die vertraglichen Inhalte erfassen, sondern auch die potenziellen Auswirkungen in dem gesamten digitalen Ökosystem kennen müssen. So zieht auch Vogel (2020)⁶⁸ das Fazit: „Gerade im Verhältnis zwischen internationalen Agrarkonzernen und kleinen Landwirtschaftsbetrieben gestalten sich Vertragsverhandlungen – soweit sie überhaupt stattfinden – jedoch alles andere als ausgegogen. Die Möglichkeit der vertraglichen Zuweisung ist demzufolge in vielen Fällen ungeeignet, die Datenhoheit des Landwirts zu gewährleisten.“ Anbieter von Maschinen oder Software können und sollten zur Verbesserung der Lage auf Landwirtinnen und Landwirte zugehen und einfach, fair und transparent darstellen, wie welche Daten genutzt werden und auch welche Folgen das für Landwirtinnen und Landwirte nach sich ziehen kann. Umgekehrt sollten Landwirtinnen und Landwirte sich selbst befähigen oder Unterstützung suchen, um diesen Aspekt der Digitalisierung für sich zu erschließen und entsprechend informiert und selbstbewusst gegenüber ihren Vertragspartnern agieren zu können.

Um den Begriff der Datensouveränität besser verständlich zu machen, schlagen wir die folgenden definierenden Kriterien vor. Dabei sei gesagt, dass die Erfüllung aller Kriterien nicht zwangsläufig das Ziel sein muss und auch technologisch wie vertraglich nur mit erheblichen Aufwänden erreichbar ist. Zudem sollte die Verhältnismäßigkeit berücksichtigt werden, denn nicht alle Daten sind gegenüber allen möglichen Interessierten (wie Unternehmen oder staatlichen Stellen) gleich schützenswert und Augenmaß kann dabei helfen, den richtigen Level an Datensouveränität festzulegen. Das Ziel für landwirtschaftliche Betriebe sollte sein,

die Thematik der Datensouveränität gut und umfänglich einschätzen zu können und für sich selbst das passende Maß festzulegen, das dann durch den Einkauf und Einsatz entsprechender Technologien umgesetzt werden kann. Die Kriterien der Datensouveränität sind:

- **Datennutzung durch Dritte nur mit Zustimmung der Dateninhaber:** Erfasst bspw. ein technisches System Daten auf einem Ackerschlag, sollen diese Daten nur im Sinne des Dateninhabers genutzt werden dürfen. Sofern Dritte die Daten nutzen können sollen, müssen Dateninhaber in allen Fällen explizit zustimmen. Diese Zustimmung kann auch widerrufbar gestaltet oder nach Vorgaben eingeschränkt werden, bspw. nur für bestimmte Gruppen oder Akteure, nur für definierte Zwecke, nur im Rahmen definierter Arbeitsaufträge usw.
- **Vollständige Transparenz für Dateninhaber über die Nutzung von Daten durch Dritte:** Dateninhaber sollte möglich sein, die Nutzung von Daten durch Dritte nachvollziehen zu können. Dazu gehört auch ein umfassendes Verständnis, für welche Zwecke Daten durch Dritte genutzt werden und welche Konsequenzen eine Zustimmung zur Datennutzung für den Dateninhaber mit sich bringen könnte.
- **Möglichkeit für Dateninhaber, Daten in verschiedenen Systemen nutzen zu können (Datenportabilität):** Werden Daten erfasst, sind sie häufig zunächst direkt in den Ursprungssystemen nutzbar. Es muss für Dateninhaber möglich sein, die Daten auch in anderen Systemen nutzen zu können. Die Ursprungssysteme müssen geeignete Möglichkeiten anbieten, damit Daten diskriminierungsfrei exportiert und übertragen werden können. Daraus kann sich weiter ableiten, dass auch importierende Systeme verpflichtet sind, geeignete Möglichkeiten zur Übernahme von Daten anzubieten. Das ist bspw. der Fall, wenn Anbieter von Lösungen die Anbindung externer Lösungen einschränken, um die Nutzung des eigenen Portfolios zu erzwingen. Solche Fälle sind dann problematisch, wenn diese Anbieter über eine große Dominanz in Märkten verfügen und die Nutzung ihrer Angebote teilweise unumgänglich ist.

2.3.3.2 Technologische Aspekte

Neben organisatorischen Aspekten und Legitimitätsaspekten werden häufig technologische Aspekte im Kontext der Datensouveränität diskutiert, insbesondere wenn es um die Datenspeicherung geht. Im Fokus der Diskussion stehen dabei häufig cloudbasierte Datenspeicher, d. h. IT-Systeme, die sich an Standorten außerhalb der Landwirtschaftsbetriebe befinden und Daten mit lokalen Systemen im Betrieb über das Internet austauschen. Agronomische Daten bspw. von Ackerschlägen in Sachsen sind in einem solchen Szenario in einem Rechenzentrum in Frankfurt gespeichert, wo auch die Online-Ackerschlagkartei betrieben wird. Es ist nachvollziehbar, dass solche Szenarios Befürchtungen wecken, dass eigene Datenbestände missbraucht oder versehentlich offengelegt werden, und es mag sicherer erscheinen, eigene Daten auf eigener Hardware im eigenen Betrieb zu verwahren. Umgekehrt sind cloudbasierte Systeme üblicherweise hochprofessionell betriebene und vor allem gegen Ausfälle abgesicherte Infrastrukturen, die im landwirtschaftlichen Betrieb mit vertretbarem Aufwand nicht ähnlich funktionsfähig umsetzbar sind. Zusätzlich gibt es große Spielräume, cloudbasierte Systeme auszugestalten: Ein Anbieter einer Online-Ackerschlagkartei kann seine Software bspw. in Rechenzentren ohne regionale Eingrenzung betreiben, d. h. die Daten des Ackerschlages könnten in China oder den USA gespeichert sein. Um möglicherweise nachteiligen rechtlichen Regelungen der jeweiligen Länder zu entgehen, können explizit europäische, deutsche oder ganz konkret definierte Re-

chenzentren genutzt werden. Größere Anbieter können sogar eigene Rechenzentren betreiben, um selbst die größtmögliche Kontrolle über die Daten Ihrer Kunden zu bewahren⁹².

Neben den Orten zur Speicherung und Verarbeitung von betrieblichen Daten spielt auch die Gestaltung der Softwarelösung und die Organisation des Betriebs eine große Rolle. So ist es mit aktuell verfügbaren Technologien möglich, Daten in Cloudsystemen in einem Maße abzusichern, dass ein Missbrauch quasi unmöglich wird. Immer wieder auftretende Meldungen von Datenmissbrauch oder gehackten Systemen zeigen zwar, dass immer wieder negative Vorkommnisse auftreten, doch steht das in keiner Relation zu den vielen sicher betriebenen Systemen, die unbehelligt negativer Nachrichten existieren. Gegen Missbrauch von Daten durch Anbieter genutzter Software oder auch staatliche Stellen spricht zudem der für diese erwartbare wirtschaftliche oder politische Schaden, falls der Missbrauch öffentlich wird. Zuletzt muss auch berücksichtigt werden, dass heutzutage fast alle Systeme über eine Internetanbindung verfügen oder diese zum Betrieb sogar benötigen. Sollte ein Anbieter solcher Systeme entsprechende Absichten verfolgen, wäre der Missbrauch von lokal gespeicherten Daten ebenso möglich wie ein Cyberangriff auf lokale Systeme durch Dritte⁹³.

Eine vollständige und dauerhaft gültige Checkliste zur Einschätzung der Sicherheit von cloudbasierten Diensten kann unter Berücksichtigung der hohen Dynamik des Themas nur eingeschränkt abgeleitet werden. Folgende Punkte können zur orientierenden Einschätzung herangezogen werden:

- Der rechtliche Sitz der Anbieter von Softwarelösung und genutzten Clouddiensten ist in Deutschland oder der EU. So wird sichergestellt, dass ausschließlich die europäische bzw. deutsche Gesetzgebung zählt und die Vorgaben der DSGVO eingehalten werden. Ausnahmen sind möglich, indem bspw. eine Muttergesellschaft im EU-Ausland ansässig ist. In dem Fall sollten Bedingungen zum rechtlichen Umgang mit Daten detailliert geprüft werden.
- Die genutzten Serverstandorte befinden sich ausschließlich in Deutschland oder der EU.
- Der Cloudanbieter setzt die Kriterien des „Cloud Computing Compliance Controls Catalogue (C5)“ um und belegt das durch eine entsprechende Zertifizierung (bspw. ISO/IEC 27001)
- Der Cloudanbieter bietet den Betrieb in mehreren, verteilten und redundanten Rechenzentren, so dass bei einem Ausfall zwischen diesen gewechselt werden kann. Durch ein Backupkonzept wird ergänzend Datenverlust ausgeschlossen. Dies wird vertraglich definiert in sogenannten „Service Level Agreements (SLA)“, die Reaktionszeit bei Ausfällen oder minimale Betriebsbereitschaft über ein Jahr zusichern.

Insgesamt sehen wir keine Einschränkungen oder Nachteile hinsichtlich der Datensouveränität von Landwirtinnen und Landwirten bei der Nutzung von Softwaresystemen, die cloudbasiert betrieben werden. Diese bringen eher technologische Vorteile mit sich, die beim Betrieb von Systemen in landwirtschaftlichen Betrieben direkt nicht mit vertretbarem Aufwand erreichbar sind. Zwar bestehen Hemmnisse durch unzureichende Internetanbindung von Betrieben oder theoretischen Ausfall der Internetinfrastruktur, doch können diese durch organisatorische und technische Mittel weitgehend minimiert werden.

⁹² Weiterführende Informationen unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Empfehlungen-nach-Angriffszielen/Cloud-Computing/Kriterienkatalog-C5/kriterienkatalog-c5_node.html und <https://aws.amazon.com/de/compliance/bsi-c5/>

⁹³ Vgl. <https://www.golem.de/news/sicherheitsluecke-solarwinds-veroeffentlichte-passwort-auf-github-2012-152921.html> und <https://www.spektrum.de/news/solarwinds-ein-hackerangriff-der-um-die-welt-geht/1819187>

2.3.3.3 Zusammenfassung

Datensouveränität ist ein Thema, das für Landwirtinnen und Landwirte wichtig ist, aber in vielen Aspekten noch zu unscharf diskutiert wird. Umso wichtiger ist es für sie, einzelne Aspekte möglichst umfassend zu verstehen, um in der Diskussion mit Vertragspartnern auf Augenhöhe agieren zu können. Wichtig ist das Verständnis der rechtlichen Situation: Im deutschen Recht existiert kein Eigentum an Daten und außer vertraglichen Regelungen zwischen Partnern existiert kein Rechtsmittel, um Datensouveränität für Landwirtinnen und Landwirte zu erreichen.

Auch wenn Datensouveränität häufig diskutiert wird, gibt es keine allgemeingültige Definition davon. Folgende Kriterien oder Anforderungen an Datensouveränität können zum Verständnis beitragen:

- 1) Datennutzung durch Dritte nur mit Zustimmung,
- 2) vollständige Transparenz über die Nutzung von Daten durch Dritte und
- 3) die Möglichkeit für Dateninhaber, Daten in verschiedenen Systemen nutzen zu können.

Im Kontext der Datensouveränität werden cloudbasierte Softwaresysteme zur Speicherung und Verarbeitung von Daten häufig kritisch betrachtet. Nach unserer Einschätzung bieten diese aber einen Funktionsumfang, der mit vertretbaren Mitteln im landwirtschaftlichen Betrieb nicht erreicht werden kann. Durch die geeignete Auswahl von Standorten zum cloudbasierten Betrieb und das Ergreifen technologischer sowie organisatorischer Maßnahmen können Einschränkungen hinsichtlich der Datensouveränität weitgehend verhindert werden.

3 Wesentliche Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die wesentlichen, im Projekt erarbeiteten Ergebnisse thematisch strukturiert dargestellt. Abschnitt 3.1 thematisiert landwirtschaftliche Produktions- und Managementprozesse. Abschnitt 3.2 stellt ausführlich dar, wie die im Projekt exemplarisch betrachteten Zielgrößen abgeleitet werden können. Abschnitt 3.3 diskutiert grundlegende Aspekte zum Datenmanagement, hier werden Ansätze und Konzepte eingeführt, Ergebnisse aus Fachgesprächen mit Softwareanbietern dargestellt und Lösungswege aufgezeigt. In Abschnitt 3.4 wird ein FMIS-Entwurf zu den exemplarischen Zielgrößen entwickelt, dargestellt und die Evaluierungsergebnisse mit Landwirtinnen und Landwirten beschrieben. Der Abschnitt 3.5 fasst die Ergebnisse der vorherigen Abschnitten zusammen und leitet übergreifende Schlussfolgerungen ab, Abschnitt 3.6 schließt das Kapitel mit zielgruppenspezifischen Handlungsempfehlungen.

3.1 Landwirtschaftliche Produktions- und Managementprozesse

Neben der statischen Betrachtung von Datenbeständen, Ressourcen, Komponenten und Softwareanwendungen ist es bei der Konzeption eines übergreifenden, informationstechnischen Systems notwendig, sich einen Überblick über die dynamischen Aspekte zu verschaffen. Hierzu gehören:

- Prozessabläufe
- Erzeugung und Nutzung von Daten
- Datenflüsse

Im Idealfall lassen sich anschließend Muster identifizieren, die wiederholt auftreten, oder Teilbereiche zusammenfassen. Die folgenden Abschnitte stellen den Ablauf einer solchen Analyse dar. Bewusst wurden an dieser Stelle noch keine formalen Methoden der Prozessmodellierung eingesetzt, wie beispielsweise der Einsatz der Business Process Modelling Language⁹⁴. Solche Modelle beinhalten bereits eine Reihe technischer Details, die eher von einem Blick auf Gesamtsystemzusammenhänge ablenken. In einer späteren Phase kann es aber sinnvoll sein, Teilsysteme entsprechend auszumodellieren.

3.1.1 Produktionsverfahrensübersichten

Die vier vorausgewählten Produktionsprozesse (s. Abschnitt 2.1.1) wurden zunächst gemäß ihres Verfahrensablaufs mit den notwendigen Teilprozessen skizziert. Die vollständigen Darstellungen finden sich in Anhang 2.3. Die Abbildungen weisen drei Bereiche auf (s. Abbildung 17):

- Eine zentrale Hauptachse, auf der die einzelnen Feldarbeiten im Jahresverlauf mit Angaben zur zeitlichen Einordnung in Halbmonatsabschnitten bzw. für die Tierhaltung in Arbeitsschritten aufgetragen sind.
- Ein darüber angesiedelter Bereich, der die wichtigsten, regelmäßig auftretenden Schnittstellen mit vertikalen Prozessen des Betriebsmanagements ausweist. In der Praxis sind wesentlich mehr Verknüpfungen vorhanden; teils müssen auch ad-hoc Entscheidungen getroffen werden, die hier nicht mit aufgenommen sind, aber in der weiter unten beschriebenen Detailmodellierung einzelner Teilprozesse.

⁹⁴ <https://www.bpmn.org/>

- Ein darunter angesiedelter Bereich, der die wichtigsten regelmäßig auftretenden Schnittstellen zu weiteren Produktionsprozessen (horizontale Vernetzung) aufzeigt. Hierbei ist zu beachten, dass alle parallel laufenden Produktionsprozesse miteinander um Ressourcen konkurrieren. Neben den dargestellten, auf Flüssen von Prozess-Input/Output basierenden Zusammenhängen bestehen weitere Abhängigkeiten, über die sich Prozesse gegenseitig beeinflussen und in denen Informationsflüsse zur Koordination notwendig sind.

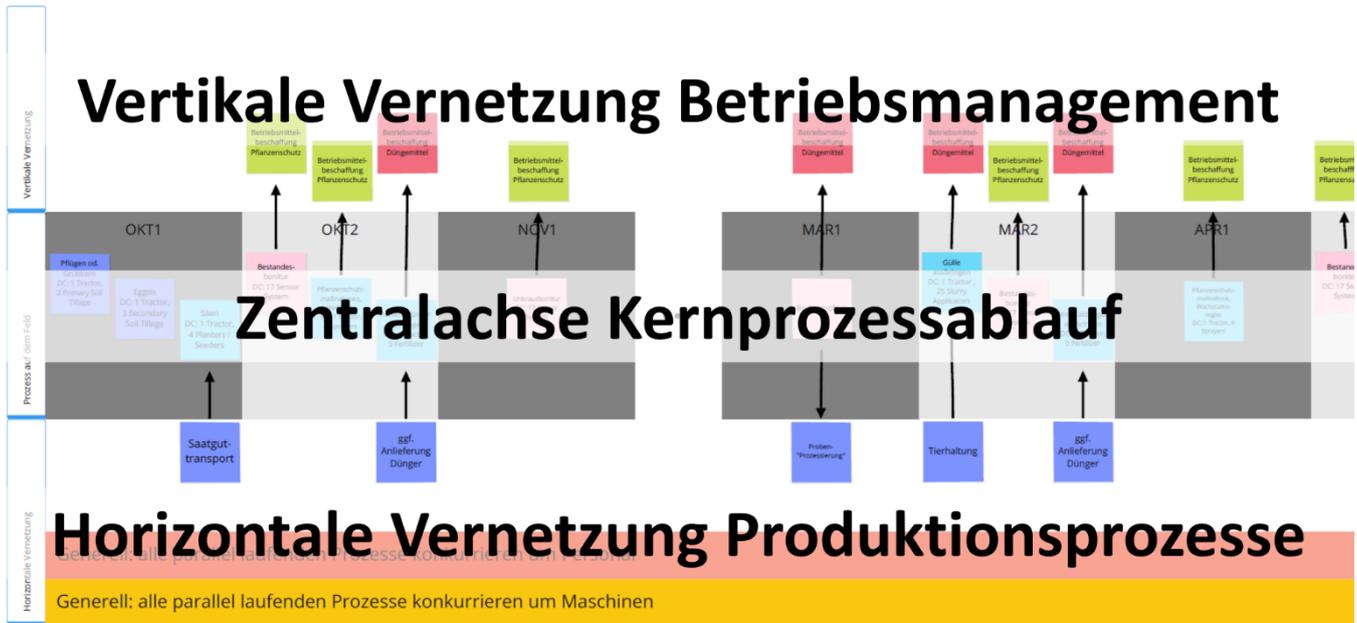


Abbildung 17: Darstellungsschema Produktionsverfahren

In einem nächsten Schritt können beteiligte technische Systeme hinzugefügt werden. In diese Grafiken wurden hierbei lediglich die Maschinen aufgenommen. Innerhalb der Teilschritte sind diese nur abstrakt unter Angabe der ISOBUS Device Classes aufgeführt (Abbildung 18). Sofern ein Datenkatalog erstellt wurde, der verfügbare Datenattribute den beteiligten Teilsystemen zuweist (s. Abschnitt 2.1.2.4), kann unmittelbar ermittelt werden, welche Daten in einem Prozessschritt als Input oder Output erwartet werden können. Mit der gegebenen Aufbereitung des ISOBUS Data Dictionary könnte beispielsweise die Filterung auf die Device Classes 1 (Tractors) und 6 (Sprayers) gesetzt werden, um festzustellen, welche DDIs bei Pflanzenschutzmaßnahmen relevant sein können und in eine der beiden Richtungen übertragen werden können.

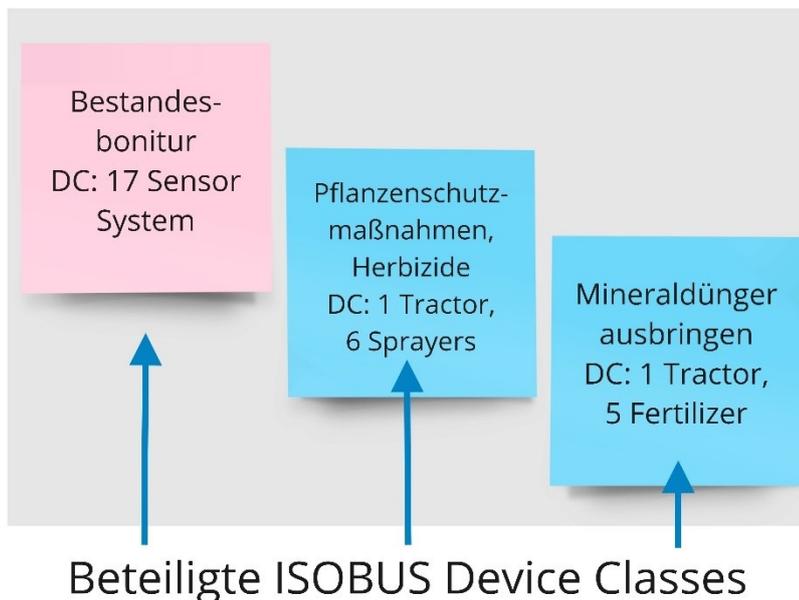


Abbildung 18: Schema beteiligte ISOBUS Device Classes

Sofern eine solche Prozessanalyse in einem Einzelbetrieb durchgeführt wird, können hier auch die tatsächlichen Maschinen aufgenommen werden. Lediglich die Ermittlung nutzbarer Datenattribute (DDIs) stellt hier eine gewisse Herausforderung dar. Grundsätzlich finden sich diese in der vom Gerät in ISOXML herausgeschriebenen Device Description – diese ohne spezielle Werkzeuge lediglich mithilfe eines Texteditors herauszulesen ist zwar möglich, erfordert aber eine gewisse Sachkunde zum Aufbau des XML-Formats. Eine vollständige Übersicht lieferbarer DDIs für alle am Markt erhältlichen Maschinen existiert nicht – zumal sich diese Information auch mit Firmware-Updates von Embedded Control Units ändern kann und für Ausstattungsvarianten variiert. Landwirtinnen und Landwirte, die mit den Begrifflichkeiten von ISO11783 grob vertraut sind, könnten auch gezielt bei ihrem Händler anfragen – was die Bedeutung der Ausbildung und des Wissenstransfers bezüglich solcher Technologien unterstreicht.

3.1.2 Prozessmodell Düngeprozess

Die vorliegenden Abbildungen der Produktionsverfahren bilden bezüglich der Vernetzung von Komponenten nur Teilaspekte ab. Das Hinzufügen weiterer Elemente und Detailinformationen hätte aber zu einer sehr unübersichtlichen Darstellung geführt. Daher wurde entschieden, einen einzelnen Teilschritt einer Feldarbeit herauszugreifen und in größerer Detailtiefe in einer Art Sequenzdiagramm⁹⁵ zu analysieren. Dabei wurden Datenflüsse von und zu Softwareanwendungen eingebunden und Abhängigkeiten mit Prozessen des Betriebsmanagements wie beispielsweise Betriebsmittelbeschaffung und mit Prozessen der Ermittlung ökonomischer Kenngrößen im Nachgang zur Durchführung des Prozesses berücksichtigt. Das Ergebnis ist die Grafik zum Düngeprozess in Anhang 2.4.1.

⁹⁵ s. <https://de.wikipedia.org/wiki/Sequenzdiagramm>

3.1.2.1 Vereinfachende Grundannahmen

Bei der Erstellung des Modells wurden einige vereinfachende Annahmen vorausgesetzt bzw. bewusst einzelne Aspekte weggelassen, um die ohnehin schon komplexe Darstellung nicht weiter zu überfrachten. Im Einzelnen sind dies:

- Flächen-, Rechte- und Gebäudekosten wurden nicht berücksichtigt: Normalerweise müssten Prozesse zur Akquise dieser Ressourcen mit berücksichtigt werden, um eine korrekte Kostenleistungsrechnung durchzuführen (s. Methodische Beschreibung der Kosten-Leistungs-Rechnung in Abschnitt 3.2.7).
- Es wurde angenommen, dass die Beschaffung von Betriebsmitteln ausschließlich mit Eigenkapital erfolgt.
- Gleiches gilt für Wartung und Reparaturen. Zudem wurde angenommen, dass die Versicherung „Pflicht“ ist, automatisch abgebucht wird und daher keine Abfrage des Kontostandes notwendig ist.
- Teilweise sind mehrere Optionen möglich: Beispielsweise wurde beim Zuwiegen des Düngemittels angenommen, dass dies über ein Wägesystem erfolgt, um dieses auch im Modell mit einbinden zu können. Je nach Ausstattung kann die Mengenerfassung/Dosierung bei der Befüllung aber auch über das Anbaugerät erfolgen.
- Die Landwirtin oder der Landwirt fungiert als „Datenrouter/-hub“, d. h. sie bzw. er interagiert mit allen dargestellten Systemen und nimmt Datentransfers vor. Damit entspricht die Darstellung eigentlich einer „Worst-Case“-Situation, die aber in der Praxis durchaus – wenn vielleicht auch mit weniger Systemen – auftreten dürfte. Im Idealfall würde man entweder an neuralgischen Punkten oder dort, wo Lösungen besonders einfach sind, zu optimieren beginnen und versuchen den Zwang zur Interaktion mit Systemen für die Landwirtin oder den Landwirt soweit wie möglich zu reduzieren. Weiter unten werden einzelne Problemstellen und Ansatzpunkte hierfür aufgegriffen.

3.1.2.2 Erläuterungen zur Darstellung

Die Seitenbalken ganz links in der Abbildung fassen Teilprozesse zusammen, Spalte 1 weist entsprechende Teilprozesse aus. Unterschieden wurde dabei wie folgt:

- Ressourcenbeschaffung
- Einkauf Traktor
- Einkauf Düngerstreuer
- Einkauf Düngemittel
- Einkauf Diesel
- Ressourcen betriebsbereit halten
- Reparaturen und Wartung Traktor
- Reparaturen und Wartung Düngerstreuer
- Versicherungen Fahrzeuge
- Prozessvorbereitung und Planung
- Bodenprobe
- Düngebedarfsermittlung
- SOLL-Applikationskarte erstellen

- Prozessdurchführung
- Düngemittel einfüllen
- Traktor betanken
- Startzeit/-werte erfassen
- Endzeit/-werte erfassen
- Restmenge rückführen
- Prozessdokumentation
- IST-Applikationskarte/ISO11783 Dokumentation
- Auswertung
- Ökonomisch, Zielgrößen z. B. Kosten

Spalte 2 unterteilt die gegebenen Teilprozesse nochmals in Unterprozesse/Funktionen oder auch Aktivitäten und Aufgaben. Diese Unterprozesse sind bestimmten Aktivitätsklassen zugewiesen, die jeweils einen gemeinsamen Charakter haben und durch die in der Legende beschriebene Farbkodierung ausgewiesen werden. Für komplexe Teilprozesse werden Datenflüsse nicht umfänglich dargestellt, aber eine kurze Beschreibung skizziert diese grob. Die einzelnen Softwareklassen (s. Abbildung 5 u. Abschnitt 2.2) sind in vertikalen, sogenannten „Swim Lanes“ aufgetragen. Berücksichtigt wurden in dem Beispiel:

- Buchhaltung
- Banksoftware
- Arbeitszeiterfassung
- Warenmanagement
- Ackerschlagkartei
- Precision Farming
- Maschine/Embedded Control Unit
- Flottenmanagement
- BESyD als Beispiel für ein externes System
- Wiegesystem

Punkte in der jeweiligen Spalte signalisieren eine Beteiligung des Systems an der Aktivität der entsprechenden Zeile als Datenquelle oder -senke. Pfeile deuten die Datenflüsse an, die jeweils mit den (abstrakten) relevanten Datenfeldern annotiert sind. In unmittelbarer Nähe zur Annotation der Datenfelder finden sich in rautenförmigen Kästen Angaben zu möglichen Datenformaten. Dabei sind nur Datenformate berücksichtigt, von denen bekannt ist, dass relevante Inhalte in den Spezifikationen genannt sind. Das heißt, generische Formate, die prinzipiell für den Datenaustausch in jedem beliebigen Schritt geeignet wären (JSON, XML, CSV...), aber fachlich unbestimmt sind, werden nicht erwähnt. Blaue Pfeile deuten einen „Datenvorhalt“ an, d. h. diese Daten werden zu einem späteren Zeitpunkt bei der Auswertung nochmals nachgenutzt. Die Pfade in die Auswertung sind im rechten Bereich des Schaubildes dargestellt.

Zeilen für Aktivitäten, bei denen in der Modellierung Problembereiche sichtbar wurden, sind rot hinterlegt. Im Einzelnen wurden in der Analyse folgende Punkte identifiziert:

- Bei der Stammdatenerfassung für neue Maschinen ist ein Eintrag praktisch gleicher Attribute an mehreren Stellen notwendig. Maschinenstammdaten müssen für Planungszwecke in der Ackerschlagkartei, im Precision Farming und im Flottenmanagement eingetragen werden. Da der Vorgang nicht besonders häufig durchgeführt wird, ist dies möglicherweise noch akzeptabel, aber hier könnte durch ein automatisches Propagieren der Daten oder zumindest durch die Verwendung eines gemeinsamen Datenformats Abhilfe geschaffen werden.
- Das Gleiche gilt bei der Beschaffung von Betriebsmitteln: Hier müssen nahezu gleiche Attribute in Buchhaltung und Warenmanagement eingetragen werden. Diese Aktivität tritt sicher häufiger auf als die Beschaffung von Investitionsgütern wie Maschinen. Sofern hier in einem Betrieb nicht bereits Schnittstellen vorhanden sind oder beide Teilsysteme in einer Anwendung integriert sind, kann eine Umsetzung unter Umständen lohnenswert sein.
- Bei Bodenprobenahmen müssen die Analyseergebnisse zur Dokumentation des Düngezustandes der Flächen in die Ackerschlagkartei eingetragen werden sowie in das Precision Farming-System, wenn dieses basierend auf den Daten Applikationskarten erzeugen soll. In der Praxis sind die beiden Teilsysteme teilweise bereits sowieso in eine Anwendung integriert. Sofern aber Betriebe zwei Softwaresysteme hierfür nutzen (z. B. Schlagkartei und eigenes GIS), kann über eine Integration nachgedacht werden.
- Bei der Düngebedarfsermittlung können notwendige Datenfelder aus zwei verschiedenen Systemen kommen (Ackerschlagkartei oder Precision Farming). Es muss also entweder eine Entscheidung erfolgen oder Teilmengen müssen zusammengeführt werden. Gleiches gilt bei der Ablage der Ergebnisdaten. Siehe aber auch die Anmerkung im vorigen Spiegelstrich, die auch hier gilt.
- Bei der Düngebedarfsermittlung wird in dem Beispiel auf ein externes System (BESyD) zugegriffen. Dafür sind unter Umständen manuelle Exporte oder Datenübertragungsprozesse erforderlich. Abhilfe kann geschaffen werden, indem entweder die Funktionalität in eines der lokalen Systeme der Landwirtin oder des Landwirts integriert wird oder die Datenübertragung vollautomatisiert wird. Das externe System „fühlt sich dann an“ als ob es in das lokale System integriert wäre. Dafür ist die Schaffung offener, gut dokumentierter Schnittstellen sowie deren Umsetzung in Programmcode erforderlich.
- Beim Betanken des Traktors wird eine Ressource angezapft, die in drei Systemen Relevanz hat – damit müssen auch die Daten an drei Stellen eingepflegt werden: in der Buchhaltung und im Warenmanagement um die Änderungen im Gesamtbestand des Betriebsmittels beziffern zu können und im Flottenmanagement um maschinenbezogene Verbräuche berechnen und ausweisen zu können.
- Das Signalisieren von Start- und Endwerten der Prozessdurchführung ist für eine Reihe von Systemen relevant: in der Arbeitszeiterfassung mit Blick auf das Personalmanagement; in der Ackerschlagkartei, um mindestens die Zeitpunkte von Maßnahmen in Buchungssätzen zu erfassen; für die Embedded Control Unit des Traktors, damit der ISO-Task und die Aufzeichnung gestartet wird und für das Flottenmanagement, um zu sehen, welche Arbeiten aktuell ausgeführt werden. Dabei variiert der Echtzeitbedarf. Der Start des ISO-Tasks erfolgt unmittelbar an der Maschine; für Flottenmanagement und Arbeitszeiterfassung ist ggfs. ein gewisser Verzug akzeptabel; für die Ackerschlagkartei reicht es in der Regel aus, wenn die Daten bei der später erfolgenden Dokumentation mitgegeben werden. Diese Schwachstelle kann behoben werden, wenn aktuelle Entwicklungen zur Standardisierung der Echtzeitübertragung von Telemetriedaten z. B. über das EFDI-Protokoll weiter fortgeschritten sind. Dann wäre eine automatische Weiterleitung entsprechender Nachrichten an alle Systeme technisch einheitlicher umsetzbar.

- Bei der Ablage der Prozessdokumentation sind eine Reihe von Systemen mit Daten zu bedienen: Tatsächliche Verbräuche sind in Buchhaltung und Warenmanagement zu erfassen (wobei hier die automatisierte Prozessdokumentation möglicherweise nicht die richtigen Werte liefert; s. Diskussion hierzu in Abschnitt 3.2.12.3). Für die Maßnahme ist ein Buchungssatz für den Schlag in die Ackerschlagkartei einzufügen. Das Precision-Farming-System benötigt ggfs. teilflächenspezifische Ausbringmengen als Grundlage für spätere Prozessplanungen, und dem Flottenmanagement müssen die tatsächlichen Betriebsstoffverbräuche bekannt gemacht werden. Sofern entsprechende Daten gemäß ISO11783 Teil 10 aufgezeichnet wurden, können diese in alle Systeme einfließen, was allerdings die Umsetzung der Schnittstelle voraussetzt. Außerdem müssen die Dateien den Systemen zugänglich gemacht werden, was gegebenenfalls mit manuellen Kopierprozessen einhergeht. Die Umsetzung eines automatisierten Propagierens der Daten zu verschiedenen Systemen oder zumindest einer zentralen Ablage, auf die von allen Systemen zugegriffen werden kann, kann hier sinnvoll sein.
- Bei der Auswertung der Daten treten eine Reihe von Herausforderungen zu Tage: So muss auf zeitlich teils Jahre zurückliegende Datenerfassungen aus der Buchhaltung zurückgegriffen werden; die bezahlten Preise je Einheit müssen für eine Reihe von Produkten ermittelt werden; die richtigen Werte für Mengen müssen aus der besten verfügbaren Quelle bezogen werden; ggfs. muss ein Zugriff auf externe Systeme erfolgen, um Ersatzwerte und Faustzahlen für nicht vorliegende Daten zu beschaffen. Diese Aspekte werden nach Betrachtung des Datenbedarfs durch die Zielgrößen nochmals deutlicher und werden daher in Abschnitt 5.1.2.12 später noch vertieft diskutiert.

Nach Fertigstellung eines solchen Prozessmodells steht eine Überprüfung auf Übertragbarkeit auf andere Prozesse an. Wenn sich generelle Grundprinzipien erkennen lassen, kann dies den Aufwand für eine spätere Umsetzung reduzieren, indem gemeinsame Routinen für Prozessklassen implementiert werden. Dabei lässt sich feststellen, dass Beschaffungsprozesse stets ungefähr identisch ablaufen, sodass die im Block „Ressourcenbeschaffung“ durchgeführten Analysen auf alle weiteren Teilprozesse innerhalb der Produktionsverfahrensübersichten anwendbar sind. Gleiches gilt für den Block „Ressourcen betriebsbereit halten“. In weiten Teilen lässt sich auch die Ablage der Dokumentation zu Prozessen als ähnlich in allen Prozessen betrachten, nur dass unterschiedliche Teilsysteme beteiligt sein können. Da ökonomische Auswertungen per se vom eigentlichen Prozess und den konkreten Objekten abstrahieren, lassen sich auch diese Erkenntnisse übertragen. Es bleibt die Frage, ob dies auch für Prozessplanung, -vorbereitung und -durchführung gilt.

3.1.3 Ableitung von Prozessklassen

Wenn man die Blöcke Prozessplanung, -vorbereitung und -durchführung für den Düngeprozess betrachtet und mit Fachwissen abgleicht, das zu anderen Feldarbeiten aus den Produktionsverfahren vorliegt, lässt sich ableiten, dass Ausbringprozesse generell recht ähnlich ablaufen: Auch für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln oder die Aussaat muss im Vorfeld der Bedarf ermittelt werden, ggfs. werden Applikationskarten erstellt, und auch hier müssen Mengen vorab eingemessen und unter Umständen Restmengen rückgeführt oder anderweitig verwertet werden. Was sich im Einzelfall unterscheiden kann, sind die beteiligten Systeme – so würde man für die Planung der Pflanzenschutzmaßnahme nicht BESyD nutzen, sondern ein anderes Werkzeug, das beispielsweise die Berechnung von Abstandsauflagen beherrscht. Insgesamt lassen sich Ausbringprozesse also zusammenfassen. Eine solche Zusammenfassung ist auch für andere Teilprozesse möglich. Insgesamt wurde das in Abbildung 19 dargestellte Schema entwickelt. Dabei wird unterschieden zwischen Prozessen, die einen Input in ein Produktionsverfahren darstellen, und solchen, die einen Output aus einem Produktionsverfahren erzeugen. Beim Input kann es sich nur um einen Input in Form von Arbeit

z. B. bei Pflege und Bearbeitungsmaßnahmen handeln oder um einen Input mit Ausbringung von Stoffen. Separat aufgeführt sind Monitoringmaßnahmen. Prozessklassen der Produktionsprozesse hängen zusammen mit Prozessklassen des Betriebsmanagements, die insbesondere Einkauf und Verkauf umfassen.

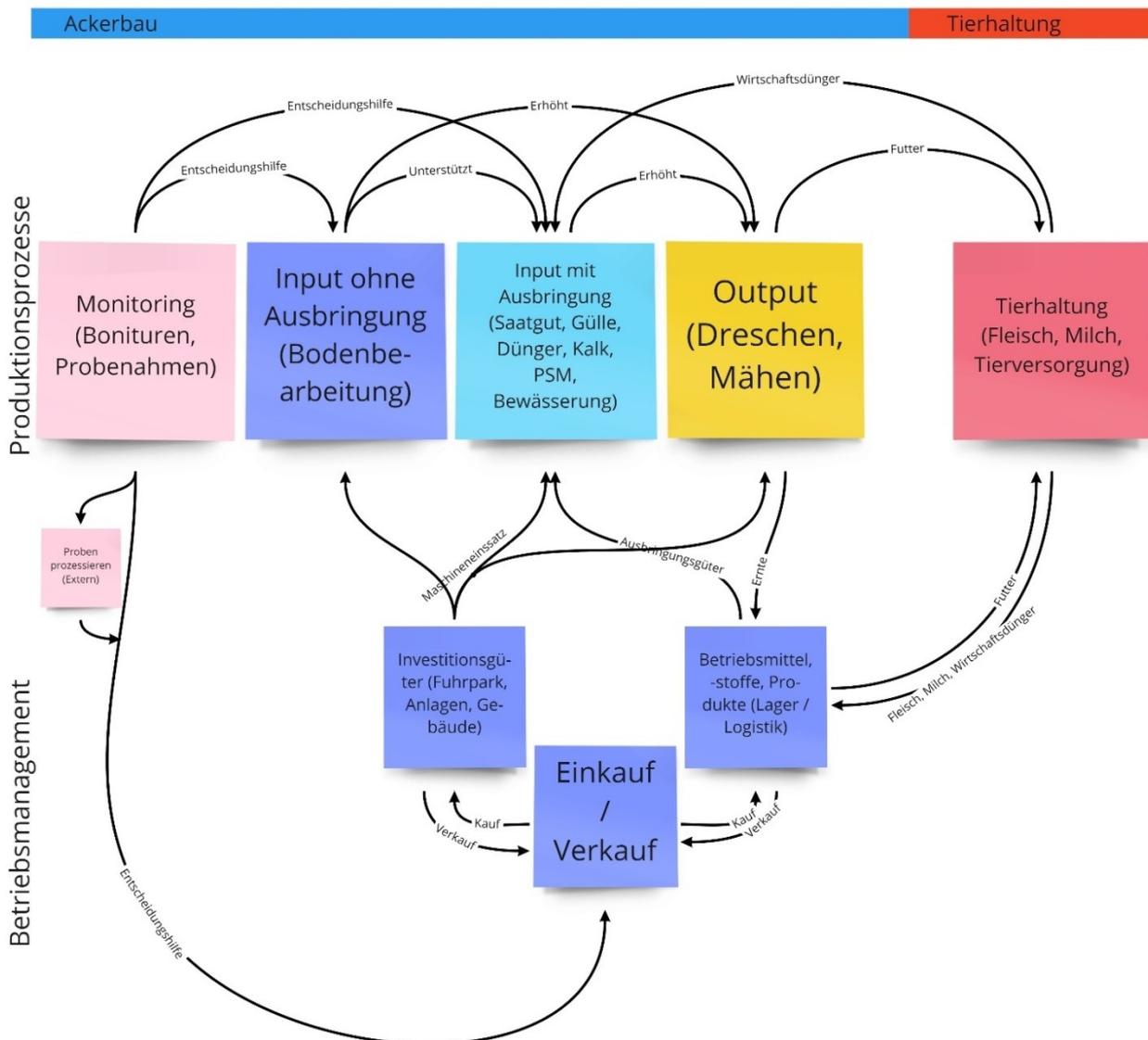


Abbildung 19: Prozessklassifizierung

3.1.4 Prozessmodelle für weitere Prozessklassen

In der Folge wurde für jede der noch fehlenden Prozessklassen ein repräsentativer Teilprozess herausgegriffen und analog zu dem oben beschriebenen Düngeprozessmodell in seinen Datenflüssen skizziert. Die schematischen Darstellungen finden sich in Anhang 2.4. Im Einzelnen sind dies:

- Datenflüsse Output, z. B. Ernte
- Datenflüsse Input ohne Ausbringung, z. B. Bodenbearbeitung
- Datenflüsse Monitoring, mehrere Beispiele: Bodenproben, Bestandsbonitur, Unkrautbonitur, Milchprobe
- Datenflüsse Tierhaltung

In den letzten beiden Fällen kommt das Herdenmanagement als zusätzlich betrachtetes Teilsystem hinzu. Da zumindest in der Milchviehhaltung Tiere als Individuen betrachtet werden, kann das Tier auch als zusätzliches „datengenerierendes/interagierendes System“ betrachtet werden.

Eine kurze vertiefte Betrachtung sind Prozesse wert, an denen als externer Dritter ein Labordienstleister beteiligt ist: für solche Prozesse liegt eine digitale Abwicklung nötiger Datenaustauschprozesse eigentlich nahe, da auch auf Seiten des Labors in den meisten Fällen ein Datenmanagement in einem sogenannten Laborinformationsmanagementsystem (LIMS) erfolgt. Für Milchproben sind im ADED tatsächlich auch Nachrichtenformate definiert. Für Daten zu Bodenproben und -untersuchungsergebnissen bieten einige der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten die digitale Bereitstellung an. Innerhalb von Forschungsprojekten wurde dieser Anwendungsfall auch bereits umgesetzt (z. B. pre agro II, GeoBox). Zu einer tragfähigen Standardisierung eines einheitlichen Datenmodells ist es bislang jedoch nicht gekommen. Die Herausforderungen sind dabei vielschichtig, lediglich ein Aspekt soll hier kurz skizziert werden: Eine Standardisierung setzt eine gewisse Allgemeinverwendbarkeit voraus. Daten von Proben, die an verschiedenen Orten gesammelt und von verschiedenen Laboren untersucht wurden, sollten eine gewisse Vergleichbarkeit aufweisen – auch über mehrere Jahre hinweg. Damit dies gegeben ist, reicht es nicht aus, lediglich Datenfelder für die Übertragung der relevanten Zahlenwerte zu definieren – gerade bei Labordaten ist es ebenso wichtig, entweder umfassende Metadaten zu angewendeten Beprobungsstrategien und Analysemethoden mitzuliefern oder die Methodik festzuschreiben und dauerhaft einheitlich anzuwenden, damit auch später für vorliegende Daten noch verlässlich bestimmt werden kann, unter welchen Bedingungen die Werte zustande kamen. Bei den im Labor bestimmten Gehaltswerten mag dies noch gelingen, aber Ergebnisse landwirtschaftlicher Bodenuntersuchungen beinhalten typischerweise auch Gehaltsklassen und Düngeempfehlungen, deren Wertebereiche sich ändern können^{96,97}. Die Übertragung lediglich der damit verbundenen Buchstabenkodierungen und Kategorien würde zwar dem Landwirt im aktuellen Moment helfen, ist aber nur eingeschränkt "standardisierungsfähig", weil die Vergleichbarkeit ohne Begleitinformationen nicht gegeben wäre. Die Begleitinformation muss damit also in die Standardisierung mit einbezogen werden, was den Aufwand der Erarbeitung und die Komplexität eines Standards erhöht.

3.2 Exemplarische Zielgrößen

Zur Führung seines Unternehmens benötigt der Betriebsleiter Kennzahlen und zusammenfassende Auswertungen. Dies sind Größen, die ihm über die Erreichung bestimmter Produktionsziele Auskunft geben sollen. Informationslücken bestehen hier insbesondere in Bereichen, die Auswertungen auf Basis von in verschiedenen Softwaresystemen verteilten (Roh-)Daten erfordern. Unter Anderem betrifft dies beispielsweise die Ermittlung gesamtbetrieblicher ökonomischer Kennzahlen unabhängig von Bilanzstichtagen. In einer Vorabanalyse haben am Projekt beteiligte Landwirte die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Kenngrößen genannt, die sie gerne zur operativen und strategischen Steuerung ihres Unternehmens zeitnah und digital zur Verfügung hätten. Diese Größen werden kurz charakterisiert, ihre Anwendung, Besonderheiten und Berechnung beschrieben und abschließend die Datenverfügbarkeit bewertet. Einige dieser Zielgrößen werden in dem in Abschnitt 3.4.4 skizzierten Dashboard aufgegriffen und dargestellt.

⁹⁶ https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/pfl_ernaehr_duengung/veroeffentlichungen/2019-01_Hinweise_P-DBE.pdf

⁹⁷ https://www.iva.de/sites/default/files/pdfs/wuerzburg_tagung_2016_zorn.pdf

3.2.1 Zusammenhänge

Die durch die Voranalyse vorgegebenen Zielgrößen können teilweise nicht isoliert voneinander betrachtet werden. Sowohl die Zielgrößen als auch ihre Zusammenhänge sind in Abbildung 20 dargestellt.

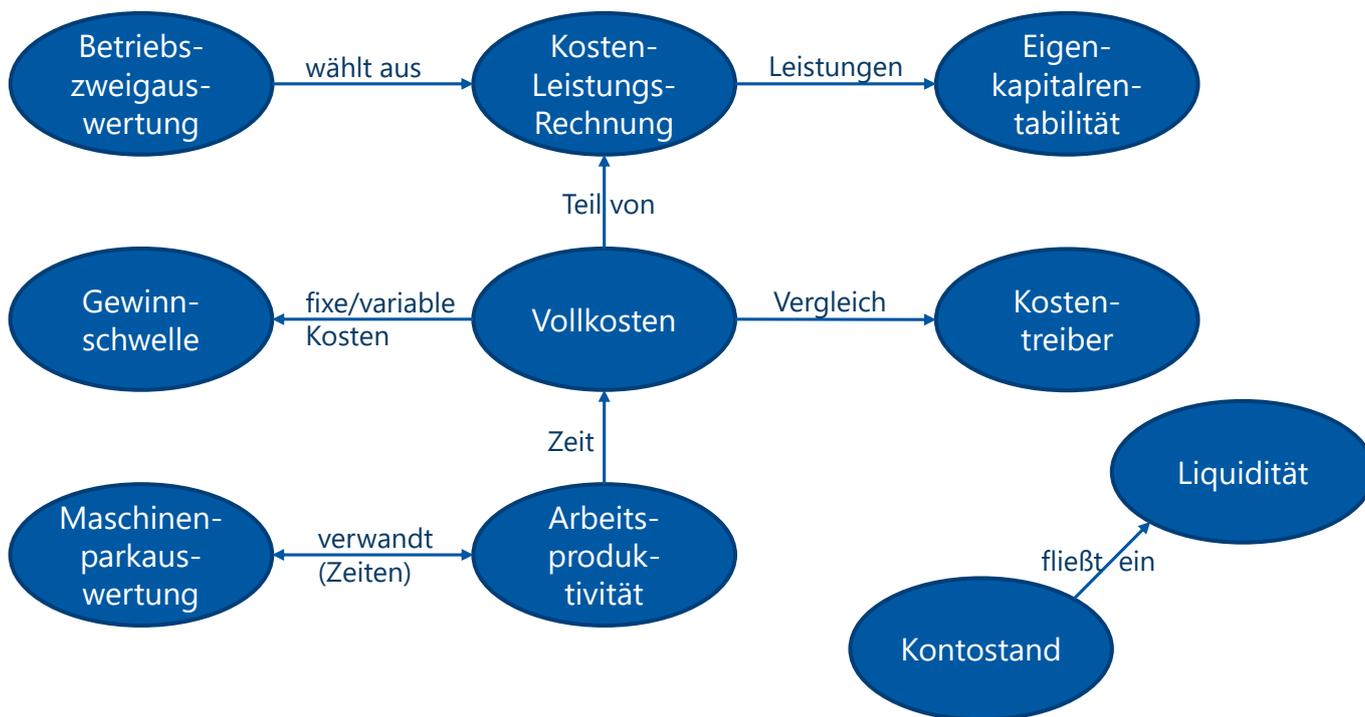


Abbildung 20: Zusammenhänge zwischen Zielgrößen

Dabei fällt insbesondere in Bezug auf die Kosten- und Leistungsrechnung ins Auge, dass:

- einige Zielgrößen mehr oder weniger vollständig einfließen: Zum Beispiel deckt die Vollkostenrechnung praktisch vollständig den Kostenaspekt der Kosten- und Leistungsrechnung ab. Damit entsprechen sich auch Teilmengen des Datenbedarfs: Wenn die Kosten- und Leistungsrechnung vollständig ermittelbar ist, dann können auch Vollkosten ermittelt werden.
- der Datenbedarf überlappend ist: Für die Ermittlung der Arbeitsproduktivität wird der Zeitaufwand für bestimmte Tätigkeiten benötigt. Dieser fließt auch in die Vollkostenrechnung ein, muss aber je nach Auswertungsbedarf anders aggregiert/gruppirt werden.
- andere Zielgrößen sich aus denselben Daten, die auch für die Kosten- und Leistungsrechnung benötigt werden durch Umstellung von Berechnungsformeln ermitteln lassen (z. B. die Gewinnschwelle).

Wegen dieser Charakteristika bot es sich an, die Kosten- und Leistungsrechnung für die detailliertere Analyse als hochkomplexe Zielgröße auszuwählen. Aufgrund der geschilderten Zusammenhänge lässt sich an diesem Beispiel in der Konzeption des FMIS weiter unten teilweise mitdarstellen, wie auch andere Zielgrößen abgeleitet und dem Anwender zugänglich gemacht werden könnten. Als Zielgröße mittlerer Komplexität wurde die Liquidität aufgrund der Wichtigkeit im Tagesgeschäft der Landwirtinnen und Landwirte für die Vermeidung von Risiken und finanziellen Engpässen ausgewählt. Als Zielgröße niedriger Komplexität soll der Kontostand detaillierter analysiert werden. Anhand dieser Zielgröße kann die Anbindung von Drittsystemen mit Schnittstellen mit geringem, vom Anwendungsfall klar umrissenen Datenumfang und dementsprechend möglicher klarer Spezifikation illustriert werden.

Im Folgenden werden die Zielgrößen kurz bezüglich ihres fachlichen Inhaltes, ihrer Herkunft und ihres Nutzens skizziert und ihre Ermittlung wird anhand einiger Beispiele illustriert. Die Datenverfügbarkeit und notwendige Schnittstellen werden anschließend übergreifend betrachtet. Bei der Analyse stellte sich heraus, dass eine gemeinsame Abstraktion angewendet werden kann, mit deren Hilfe sich die Menge zu betrachtender Datenattribute aus dem in Abschnitt 2.1.2 dargestellten, recht umfassenden landwirtschaftlichen Datenraum systematisch einschränken lässt. Gleichzeitig lassen sich daran derzeit mit der Datenbeschaffung verbundene Herausforderungen gut darstellen.

3.2.2 Arbeitsproduktivität

3.2.2.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Arbeitsproduktivität gibt an, welche Bruttowertschöpfung im Durchschnitt von jedem Erwerbstätigen erbracht wird. Sie gibt das Verhältnis aus der mengenmäßigen Arbeitsleistung und dem mengenmäßigen Arbeitseinsatz wieder. Im Gegensatz zur Produktivität ist die Arbeitsproduktivität eine faktorbezogene Teilproduktivität, bei der die gesamte Ausbringungsmenge nur dem Produktionsfaktor Arbeit gegenübergestellt wird. Die Arbeitsproduktivität findet vor allem in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung Anwendung, jedoch misst sie als betriebswirtschaftliche Kennzahl auch die Produktivität von Arbeitskräften in einem Unternehmen.^{98, 99}

3.2.2.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Die durchschnittliche Arbeitsproduktivität gibt die produzierte Menge pro eingesetzter Einheit des Faktors Arbeit an. Die Arbeitsproduktivität gilt als bekannteste und meistgenutzte Teilproduktivität. Das liegt insbesondere daran, dass die eingesetzten Mittel relativ leicht zu ermitteln sind.¹⁰⁰

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Ausbringungsmenge}}{\text{Arbeitseinsatzmenge}}$$

Der Kehrwert der Arbeitsproduktivität ist der Arbeitskoeffizient. Der Arbeitskoeffizient beschreibt das Verhältnis der Einsatzmenge an Arbeitsleistung zu dem damit erzielten Produktionsergebnis. Er gibt somit an, wie viel Arbeitsleistung benötigt wird, um eine Gütereinheit herzustellen.^{101, 102}

Während die Arbeitsproduktivität im Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche eine leicht ansteigende Tendenz aufweist, unterliegt die Arbeitsproduktivität der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei teilweise deutlichen Auf- und Abschwüngen. Zu einem großen Teil lässt sich dies auf die starken Schwankungen der Bruttowertschöpfung der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei zurückführen. Leichte Veränderungen der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Fischerei beeinflussen die Entwicklung zusätzlich.¹⁰³

⁹⁸ Springer Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Arbeitsproduktivität

⁹⁹ <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/arbeitsproduktivitaet-in-der-landwirtschaft-37245.html>

¹⁰⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Arbeitsproduktivit%C3%A4t>

¹⁰¹ Springer Gabler Verlag (Hrsg.), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Arbeitskoeffizient

¹⁰² Woll, Artur (2000), Wirtschaftslexikon S. 37.

¹⁰³ <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/arbeitsproduktivitaet-in-der-landwirtschaft-37245.html>

3.2.3 Betriebszweigauswertung

3.2.3.1 Zweck und Anwendernutzen

Ziel der Betriebszweigabrechnung ist der horizontale Vergleich von Betrieben und der Betriebszweige. Zu beantwortende Fragen sind dabei zum Beispiel: Wie können die knappen Flächen, das Kapital und die begrenzt vorhandene Arbeitszeit sinnvoll eingesetzt werden oder wie groß sind die kurz- und mittelfristigen Optimierungsreserven im jeweiligen Betriebszweig? Durch Verteilung der Leistungen und Kosten auf die jeweils in den Betriebszweigen produzierten Waren wird der Stückgewinn berechnet. Es wird ermittelt wie weit der Betriebszweigewinn reicht, um die unternehmerischen Investitionen in Form von eigener Arbeit, Fläche und Kapital zu entlohnen.^{104, 105}

3.2.3.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Der Vergleich erfolgt auf der Basis von IST-Daten, die in der Regel aus der Buchführung stammen. Für die Stärken-Schwächen-Analyse einzelner Bereiche wird eine Aufteilung der Kosten in Kostengruppen vorgenommen.^{106,107}

Einbezogen werden dabei folgende Kosten:

$$K = K_d + K_{ae} + K_{flaeche} + K_{geb} + K_{rechte} + K_{allg.}$$

mit

K = Vollkosten

K_d = Direktkosten

K_{ae} = Arbeiterledigungskosten

$K_{flaeche}$ = Flächenkosten

K_{geb} = Gebäudekosten

K_{rechte} = Rechtekosten

K_{allg} = Allgemeine Kosten

Bei einem Gemischtbetrieb ist die Optimierung in den verschiedenen Betriebszweigen ein Zusammenspiel aus produktionstechnischem Geschick auf dem Feld und im Stall mit einem gezielten Geldeinsatz. Die eigentliche Herausforderung besteht darin, Tierwohl, Tiergesundheit, Erhalt natürlicher Ressourcen, produktionstechnische Ziele und die ökonomischen Ziele aufeinander abzustimmen.

¹⁰⁴ <https://www.lfl.bayern.de/iba/unternehmensfuehrung/119637/index.php>

¹⁰⁵ Schroers, J. O., Sauer, N. (2011): Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 486.

¹⁰⁶ Schroers, J. O., Sauer, N. (2011): Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 486.

¹⁰⁷ DLG (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung – Arbeiten der DLG Band 197. DLG-Verlag, Frankfurt

Mit einer verbesserten Datenlage lassen sich einzelbetriebliche Ziele leichter setzen und einhalten. Eine kontinuierliche Durchführung erlaubt Betrachtungen betrieblicher Entwicklungen und deren Evaluierung. Über den Vergleich mit dem besseren Viertel möglichst ähnlicher Betriebe wird der Stand des Betriebs ermittelt und es werden Zielmarken festgelegt. Der Zeitbedarf für diese Unternehmenssteuerung in wachsenden und vielfältigen Betrieben ist derzeit jedoch ¹⁰⁸¹⁰⁹

3.2.4 Eigenkapitalrentabilität

3.2.4.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Eigenkapitalrentabilität gibt an, wieviel Prozent Gewinn bezogen auf das Eigenkapital eines Betriebes innerhalb einer Rechnungsperiode erzielt wurde. Die Eigenkapitalrentabilität stellt somit den Zinssatz dar, den ein Unternehmer oder Gesellschafter für seine Investition in das Unternehmen erhält. In Verbindung mit weiteren Kennzahlen kann sie Hinweise auf die zukünftige Unternehmensentwicklung geben.¹¹⁰

3.2.4.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Berechnet wird die Eigenkapitalrentabilität indem der Jahresüberschuss nach Steuern ins Verhältnis zu dem zur Verfügung stehenden Eigenkapital zu Beginn der Periode gesetzt wird:

$$\text{Eigenkapitalrentabilität} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Eigenkapital}}$$

Eine außergewöhnlich niedrige Eigenkapitalrentabilität (EKR) weist oft auf zu hoch angesetzte Aktiva oder auf unrentabel gebundenes Kapital hin, zum Beispiel in hohen Vorratsbeständen oder nicht mehr betriebsnotwendigem Anlagevermögen. Eine außergewöhnlich hohe EKR kann durch außerordentliche Erträge verursacht werden. Wie hoch eine "normale" Rendite sein muss, lässt sich jedoch nicht pauschal festlegen. Wenn die Unternehmensgewinne mit konstanter Rentabilität reinvestiert werden können, lässt die EKR Rückschlüsse auf das zukünftige Gewinnwachstum zu.¹¹¹

Ersetzt ein Betrieb Eigen- durch Fremdkapital steigt die Eigenkapitalrentabilität auch bei gleichbleibendem Gewinn. Durch den höheren Fremdkapitalanteil steigt die Abhängigkeit von den Fremdkapitalgebern und das Risiko einer Zahlungsunfähigkeit, da das Fremdkapital im Gegensatz zum Eigenkapital zurückgezahlt werden muss¹¹². Die Eigenkapitalrentabilität muss daher immer im Kontext mit dem Anteil der Fremdkapitalfinanzierung und auch der Eigenkapitalausstattung gegenüber Vergleichsbetrieben betrachtet werden.

¹⁰⁹ <https://www.lfl.bayern.de/iba/unternehmensfuehrung/119637/index.php>

¹¹⁰ Peter R. Preißler (2008): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen – Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle. Oldenbourg Verlag München Wien.

¹¹¹ <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Rentabilit%C3%A4t#Eigenkapitalrentabilit%C3%A4t>

¹¹² Peter R. Preißler (2008): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen – Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle. Oldenbourg Verlag München Wien.

Rechenbeispiele

Eine Eigenkapitalrentabilität von 10 % besagt, dass ein Unternehmen auf ein eingesetztes Eigenkapital von 1 Mio. € einen Gewinn von 100.000 € erzielt. Würden dagegen 250.000 € mit Fremdkapital und 750.000 € mit Eigenkapital finanziert bei gleichem Gewinn, würde das zu einer Eigenkapitalrentabilität von 13,3 % führen. Zu berücksichtigen sind dann zusätzlich noch die Fremdkapitalkosten, also die Kosten, die durch die Aufnahme des Kredits anfallen.

3.2.5 Gewinnschwelle

3.2.5.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Gewinnschwelle ist die Umsatzmenge, bei der gerade eine Vollkostendeckung eintritt. Erlöse und Gesamtkosten einer Produktion oder eines Produktes halten sich mithin an diesem Punkt genau die Waage und es wird weder Verlust noch Gewinn erwirtschaftet. Die Gewinnschwellenanalyse, auch Break-Even-Analyse genannt, dient der Ermittlung dieses Punktes.¹¹³

3.2.5.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Wird die Gewinnschwelle überschritten, entstehen Gewinne; wird sie unterschritten, entsprechend Verluste. Die Gewinnschwelle kann für ein Produkt (Ein-Produkt-Betrachtung) oder für mehrere Produkte (Mehr-Produkt-Betrachtung) berechnet werden.

Ausgangspunkt der Gewinnschwellenanalyse sind die folgenden Fragestellungen:

- Wie viele Produkte müssen produziert und abgesetzt werden, um die Fixkosten zu decken? (Ein-Produkt-Betrachtung)
- Wie viel Umsatz muss durch die betrachteten Produkte erwirtschaftet werden, um die Fixkosten zu decken? (Mehr-Produkt-Betrachtung)

Die Berechnung erfolgt mittels folgender Formeln:

$$\text{Verkaufspreis} \times \text{Menge} = \text{Fixkosten} + (\text{Menge} \times \text{variable Kosten})$$

$$\text{Verkaufspreis} \times \text{Menge} = \text{Fixkosten} + (\text{Menge} \times \text{variable Kosten}) + \text{Gewinn}$$

Zur Ermittlung der Gewinnschwelle werden die Formeln nach der Menge aufgelöst. Wenn noch zusätzlich ein Gewinn erzielt werden soll, kann die Formel wie angegeben erweitert werden. Als Darstellungsweise für die Gewinnschwelle bietet sich der Break-Even-Chart an: Er stellt den Zusammenhang von Erlös und Kosten über die Stückmenge grafisch dar. Auf der Abszissenachse ist die Menge aufgetragen, auf der Ordinatenachse der Umsatz oder die Kosten, gelegentlich auch der Gewinn¹¹⁴.

¹¹³ Karl Lechner, Anton Egger, Reinbert Schauer (2008): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Ausgabe 24, Wien: Linde Verlag

¹¹⁴ Marcell Schweitzer, Ernst Troßmann (1998): Break-Even-Analyse - Methodik und Einsatz, Ausgabe 2, Berlin: Duncker & Humblot Verlag

Rechenbeispiel: Die MusterAgrar AG möchte eine neue Produktionslinie aufstellen und dafür wissen, ab welcher Stückzahl verkaufter Jungpflanzen sie Gewinn erzielt. Für die Produktion fallen 5.000 € Fixkosten und 1 € variable Kosten an. Der Verkaufserlös pro Produkt liegt bei 3 €. Somit ergibt sich ein Deckungsbeitrag von 2 €. Für die Gewinnschwelle teilt man die Fixkosten durch den Deckungsbeitrag und erhält einen Break-Even-Point bei 2.500 Stück.

3.2.6 Kontostand

3.2.6.1 Zweck und Anwendernutzen

Der Kontostand stellt unmittelbar verfügbares Kapital dar, womit er zu den liquiden Mitteln zählt. Diese werden in zukünftige Planungen mit einbezogen, da sie einen wesentlichen Teil der Liquidität repräsentieren. Sollten nicht ausreichend liquide Mittel vorhanden sein, muss gegebenenfalls Fremdkapital hinzugezogen werden.¹¹⁵

Wegen der Nähe zur Liquidität wurde der Kontostand in der FMIS-Konzeption in die Ansichten zu dieser Zielgröße eingebettet.

3.2.6.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Alle Berechnungen zum Kontostand erfolgen auf Seiten des Kreditinstituts. Die Ermittlung mit Blick auf die Einbettung in ein FMIS beschränkt sich daher auf eine Abfrage des aktuellen Standes.

3.2.7 Kosten- und Leistungsrechnung

3.2.7.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) ist Teil des innerbetrieblichen Rechnungswesens und unterliegt somit keinen strengen Vorgaben. Sie dient in erster Linie als Betriebsführungsinstrument und der internen Informationsbereitstellung. Sie kann sowohl zur Nachkalkulation vergangener Rechnungsperioden als auch zur Planung von Produktionsverfahren und zur Ermittlung lang- und kurzfristiger Preisuntergrenzen dienen. Die Kosten- und Leistungsrechnungen, die für ausgewählte Produktionsverfahren der pflanzlichen und tierischen Produktion ausgeführt werden, dienen der Produktionsplanung im internen Rechnungswesen. Dabei werden die Kosten nach Art, Stelle und Träger zugeordnet. Somit kann eine produktspezifische Kostenaufstellung erfolgen. Voraussetzung ist eine korrekte Kosten- und Leistungserfassung.^{116, 117, 118}

¹¹⁵ Krumm, M.: Liquidität im landwirtschaftlichen Betrieb. LEL Schwäbisch Gmünd. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd.

¹¹⁶ Schroers, J. O., Sauer, N. (2011): Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 486.

¹¹⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Kosten-_und_Leistungsrechnung

¹¹⁸ <https://daten.ktbl.de/downloads/dslkr/Leistungs-Kostenrechnung.pdf>

3.2.7.1.1 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Es wird zwischen verschiedenen Systemen der Kostenrechnung und ihren Ausprägungen, die sich inhaltlich oft überschneiden, unterschieden. Für kurz- bis mittelfristige Entscheidungen bietet sich die Teilkostenrechnung an, bei der die Gemeinkosten nicht berücksichtigt werden und nur die Einzelkosten dem Verkaufspreis gegenübergestellt werden. Für mittel- bis langfristige Entscheidungen wird die Vollkostenrechnung angewendet. Zum Begriff der Vollkosten und der Aufschlüsselung der Kostenpositionen finden sich weitere Erläuterungen in Abschnitt 3.2.11.

Im Folgenden sind einige Teilaspekte und übliche Vorgehensweisen der Kosten-Leistungs-Rechnung skizziert¹¹⁹:

Produkte, Betriebsmittel und Betriebsstoffe

- Alle Preise werden ohne Mehrwertsteuer ausgewiesen.
- Selbsterzeugte Betriebsmittel (Futtermittel, Einstreu usw.) können mit Marktpreisen bewertet werden. Preise für Grobfuttermittel können, wenn keine Marktpreise verfügbar sind, auf Basis des Marktpreises für Heu bestimmt werden.
- Wirtschaftsdünger werden mit einem Preis von 0 € bewertet.

Maschinen

- Bei der Maschinen- und Anlagenkostenkalkulation ist die Auslastung mit zu beachten. Vereinfachend kann von einer Auslastung von 100 % ausgegangen werden. Dies entspricht einem jährlichen Einsatzumfang an der Auslastungsschwelle.
- Für die Maschinen und technischen Anlagen muss während der Einsatzdauer mit einem Restwert kalkuliert werden, solange der Abverkauf nach Ende der Nutzung noch nicht erfolgt ist. Eine angemessene Faustzahl liegt bei der unterstellten Nutzung bei 20 % des Anschaffungspreises.
- Die Betriebsstoffkosten enthalten die Kosten für den Antrieb einer Maschine (Diesel, Benzin, Strom). Kosten für Schmiermittel sind Bestandteil der Reparaturkosten.
- In die fixen Maschinenkosten sollten Kosten für die Unterbringung der Maschine in Form von Gebäudekosten nach Maßgabe der erforderlichen Abstellfläche eingerechnet werden.

Gebäude

- Für Gebäude wird in der Regel der Investitionsbedarf eines neuen, von einem Bauunternehmen erstellten Gebäudes zugrunde gelegt. Melkanlagen, Fütterungs- und Entmistungsanlagen sowie Wirtschaftsdüngerlager sind miteinzurechnen.
- Die jährlichen Gebäudekosten beinhalten Abschreibung, Zins-, Unterhaltungs- und Versicherungskosten. Für verschiedene Gebäudeteile können Nutzungsdauern von 30, 15 bzw. 10 Jahren angesetzt werden. Die Unterhaltung wird entsprechend mit 1 %, 2 % bzw. 3 % des Investitionsbedarfs kalkuliert.

Arbeitserledigung

- Die Häufigkeit der Durchführung eines Arbeitsvorgangs muss mitberücksichtigt werden. Arbeiten, die nur im Abstand von zwei oder drei Jahren durchgeführt werden (z. B. Bodenprobenahmen, bestimmte Bodenbearbeitungsfeldarbeiten) müssen anteilig umgelegt werden.
- Der Arbeitszeitbedarf für Betriebsführungsarbeiten kann je nach Auswertungszielen und -ebene mitberücksichtigt werden.

¹¹⁹ <https://daten.ktbl.de/downloads/dslkr/Leistungs-Kostenrechnung.pdf>

Kosten- und Leistungsrechnungen

- Je nach Auswertungszielen müssen in die Berechnungen Prämien, wie z. B. Beihilfen für Ökolandbau, Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) sowie besonders tiergerechte Haltungsverfahren einbezogen werden.
- Die in der Kosten- und Leistungsrechnung ausgewiesenen Erträge sind Nettoerträge. Von den geernteten Bruttoerträgen werden die Masseverluste, die bei Körnerfrüchten durch Trocknung und bei Futterpflanzen durch Silierung oder Heugewinnung entstehen, abgezogen.

Kostenkalkulation von Produktionsverfahren

Die Kosten der Produktionsverfahren sind in Kostengruppen gegliedert: Direktkosten, Arbeiterledigungskosten, Gebäudekosten, Flächenkosten, Rechtekosten und Allgemeine Kosten. Auf der Planungsebene Produktionsverfahren werden die Kostengruppen in Einzel- und Gemeinkosten sowie in variable und fixe Kosten unterteilt. Die Aufteilung ist in Abbildung 22 dargestellt und dient der Systematisierung der Kosten und der Ableitung der ökonomischen Erfolgsgrößen.

- **Direktkosten:** Direktkosten ergeben sich aus dem Verbrauch von materiellen und immateriellen Betriebsmitteln. Für die im Produktionsverfahren eingesetzten Betriebsmittel werden für die Dauer der Kapitalbindung Zinskosten berechnet. Auf Produktionsverfahrensebene zählen die Direktkosten zu den variablen Einzelkosten.
- **Arbeiterledigungskosten:** Die Arbeiterledigungskosten umfassen sämtliche Kosten, die im Zusammenhang mit der Durchführung von Arbeitsverfahren anfallen. Zu den variablen Arbeiterledigungskosten zählen die Kosten für Aushilfskräfte, Teilzeitkräfte, Saisonarbeiter, Dienstleistungen und die variablen Kosten der Arbeitsmittel. Zu den fixen Arbeiterledigungskosten zählen die fixen Kosten der Arbeitsmittel und die Lohnkosten für ständig beschäftigte Mitarbeitende.
- **Gebäudekosten:** Kosten für Maschinenhallen oder ähnliche Gebäude, die einem Produktionsverfahren nicht eindeutig zuzuordnen sind, sind Gemeinkosten und werden zu den Allgemeinen Kosten und nicht zu den Gebäudekosten eines Produktionsverfahrens gezählt. Gebäude, die speziell für ein Produktionsverfahren genutzt werden, zählen zu den Gebäudekosten eines Produktionsverfahrens.
- **Flächenkosten:** In der Pflanzenproduktion können die Flächenkosten unmittelbar zugeordnet werden. Sie zählen damit zu den Einzelkosten. Gleichzeitig sind es auch fixe Kosten, da im Gartenbau und in der Landwirtschaft meist langfristige Pachtverträge abgeschlossen werden. Die Höhe des Pachtsatzes hängt jedoch weniger vom Produktionsverfahren als vom regionalen Pachtmarkt und weiteren verfahrensunspezifischen Bedingungen ab.
- **Rechtekosten:** Rechtekosten entstehen für Liefer- und Produktionsrechte. Lieferrechte gibt es im Zuckerrübenanbau und der Milcherzeugung. Ein Beispiel für Produktionsrechte sind Brennrechte für Alkohol. Rechtekosten entstehen, wenn Rechte nachgefragt und handelbar sind, wenn sich also ein Marktpreis gebildet hat. Die Kosten entsprechen Opportunitätskosten für Verpachtung, wenn die Rechte im Eigentum des Produzenten sind und der zu zahlenden Pacht, wenn die Rechte gepachtet sind. Da die Rechte in der Regel langfristig verpachtet werden und die Kosten daher unabhängig von der konkreten Durchführung eines bestimmten Produktionsverfahrens anfallen, zählen sie zu den fixen Einzelkosten.
- **Allgemeine Kosten:** Zu dieser Kostengruppe werden alle Direkt-, Arbeiterledigungs-, Gebäude- und Flächenkosten gezählt, die auf Betriebsebene für die Organisation und Verwaltung der Produktion entstehen, aber einem einzelnen Produktionsverfahren nicht eindeutig zuzuordnen sind. Sie zählen daher zu den Gemeinkosten.

Kalkulation der ökonomischen Erfolgsgrößen von Produktionsverfahren

Ökonomische Erfolgsgrößen von Produktionsverfahren werden berechnet, indem von der monetären Leistung eines Produktionsverfahrens Teilkosten subtrahiert werden. Der Betrag, der jeweils aus der Differenz zwischen Leistung und Teilkosten resultiert, dient der Deckung der restlichen Kosten. In Abbildung 21 werden der stufige Aufbau der Kosten- und Leistungsrechnung und die einzelnen ökonomischen Erfolgsgrößen hinsichtlich ihres Einsatzes und ihrer Aussagekraft erläutert.

- **Leistung:** Die Leistung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren ist der monetär bewertete Ertrag der Haupt- und Nebenprodukte eines Produktionsverfahrens. Die monetäre Bewertung von marktgängigen Produkten erfolgt über den Marktpreis.
- **Direktkostenfreie Leistung:** Die Direktkostenfreie Leistung entspricht den Leistungen abzüglich aller Direktkosten einschließlich der Zinskosten für das in den Betriebsmitteln gebundene Kapital. Sie dient der Deckung aller Kostengruppen außer den Direktkosten. Die Direktkostenfreie Leistung ist unabhängig von der Art der Arbeitserledigung des Produktionsverfahrens, also unabhängig von der technischen Ausstattung und weiteren Einflüssen auf die Arbeitserledigungskosten. Die Kennzahl kann in arbeitswirtschaftlich ähnlichen Verfahren zur Kalkulation der Wettbewerbsfähigkeit unterschiedlicher Sorten und Qualitäten herangezogen werden, zum Beispiel verschiedener Arten von Alleebäumen. Weiterhin können einzelne Intensitätsstrategien (Dünge-, Pflanzenschutzintensität) hinsichtlich der Leistungs-Kostendifferenz untersucht werden.
- **Deckungsbeitrag:** Der Deckungsbeitrag entspricht der Leistung eines Produktionsverfahrens abzüglich der variablen Kosten. Die variablen Kosten setzen sich aus den Direktkosten und den variablen Arbeitserledigungskosten zusammen und decken die fixen Einzel- und die Gemeinkosten. Der Deckungsbeitrag ist neben dem Marktpreis und der biologischen Produktivität der eingesetzten Pflanzen (Direktkosten) von der Technik und dem Standort/Arbeitsort abhängig. Da die anteiligen fixen Kosten nicht berücksichtigt werden, ist der Deckungsbeitrag unabhängig von der Auslastung der eingesetzten Arbeitsmittel und den Gemeinkosten des Betriebs. Der Deckungsbeitrag ist ein Maßstab für die relative Vorzüglichkeit von Produktionsverfahren bei konstanter Kapazitätsausstattung. Die fixen Kosten werden auf Betriebsebene als „Kostenblock“ behandelt, der durch den Gesamtdeckungsbeitrag gedeckt wird. Der Gesamtdeckungsbeitrag ist die Summe der Einzeldeckungsbeiträge der Produktionsverfahren.

Leistung <i>L</i>	Direktkosten <i>K.d</i>			Variable Kosten <i>Kv</i>		Einzelkosten <i>eK</i>	Vollkosten <i>K</i>
	Direktkostenfreie Leistung <i>DKFL</i>	Variable Arbeitserledigungskosten <i>Kv.ae</i>	Arbeits-erledigungskosten <i>K.ae</i>				
		Deckungsbeitrag <i>DB</i>		Fixe Arbeitserledigungskosten <i>Kf.ae</i>	Fixe Kosten <i>Kf</i>		
	Direkt- und arbeits-erledigungskostenfreie Leistung <i>DAKFL</i>		Gebäudekosten <i>K.geb</i>				
			Flächenkosten <i>K.flaeche</i>				
			Rechtekosten <i>K.rechte</i>				
	Einzelkostenfreie Leistung <i>EKFL</i>		Einzelkostenfreie Leistung <i>EKFL</i>	Allgemeine Kosten <i>K.allg</i>	Gemeinkosten <i>gK</i>		
			Kalkulatorischer Gewinnbetrag <i>kGB</i>				

Abbildung 21: Ökonomische Erfolgsgrößen der Kostenleistungsrechnung¹²⁰

Direkt- und arbeits-erledigungskostenfreie Leistung

Die direkt- und arbeits-erledigungskostenfreie Leistung wird berechnet, indem von der Marktleistung die Direktkosten und die fixen und variablen Arbeitserledigungskosten abgezogen werden. Sie trägt zur Deckung der verbleibenden fixen Kosten (Gebäude-, Flächen-, Rechte-, Allgemeine Kosten/Unternehmensführung) bei. Da in dieser Kennzahl im Gegensatz zum Deckungsbeitrag auch die fixen Arbeitserledigungskosten (= fixe Kosten der Arbeitsmittel und fixe Lohnkosten) berücksichtigt sind, spiegeln sich in ihr die Effekte der Auslastung der Arbeitsmittel wider.

Die direkt- und arbeits-erledigungskostenfreie Leistung drückt durch die Einbeziehung der fixen Arbeitserledigungskosten die Wirtschaftlichkeit von Produktionsverfahren aus – unabhängig von den Eigentumsverhältnissen der Arbeitsmittel (Eigen- oder Fremdmechanisierung) und der Arbeitsverfassung (ständig Beschäftigte oder Saisonarbeitskräfte).

¹²⁰ <https://daten.ktbl.de/downloads/dslkr/Leistungs-Kostenrechnung.pdf>, S. 4

Die einzelkostenfreie Leistung ergibt sich aus den Leistungen abzüglich aller direkt einem Verfahren zuzuordnenden variablen und fixen Einzelkosten. Dazu zählen neben den Direktkosten und den Kosten der Arbeitserledigung auch die Flächen-, Rechte- und Spezialgebäudekosten. Mit der einzelkostenfreien Leistung sind nur noch die Gemeinkosten zu decken. Kosten von Maschinenhallen werden nicht verfahrensbezogen ausgewiesen, sondern zu den Allgemeinen Kosten gezählt. Die Einzelkostenfreie Leistung ist der Maßstab der Wirtschaftlichkeit von Produktionsverfahren unter Berücksichtigung aller direkt zuteilbaren Einzelkosten.

Der kalkulatorische Gewinnbeitrag berechnet sich, indem von der einzelkostenfreien Leistung zusätzlich die anteiligen Gemeinkosten abgezogen werden. Die Gemeinkosten werden über Schlüssel (z. B. anteiliger Umsatz eines Produktionsverfahrens am Gesamtumsatz des Betriebs) auf die Produktionsverfahren umgelegt. In der Planungsrechnung auf Produktionsverfahrensebene ist dies die Kostengruppe Allgemeine Kosten. Der Kalkulatorische Gewinnbeitrag ist der Beitrag eines Produktionsverfahrens zur Entlohnung der unternehmerischen Tätigkeit. In den Planungsbeispielen für Produktionsverfahren werden Gemeinkosten nicht berücksichtigt. Daher wird auch der kalkulatorische Gewinnbeitrag nicht ausgewiesen.

Kalkulationsmethode für mehrjährige Kulturen

Um Kulturen mit unterschiedlicher Produktionsdauer vergleichen zu können, reicht es nicht aus, die Erfolgsgrößen einzelner Jahre heranzuziehen. Auch eine Betrachtung der gesamten Produktionsdauer führt beim Vergleich von Verfahren mit unterschiedlich langen Produktionsdauern nicht zu Kennzahlen, die eine Aussage über die ökonomische Vorteilhaftigkeit zulassen. Die Erfolgsgrößen (Deckungsbeitrag usw.) und die Kosten müssen beim Vergleich von Produktionsverfahren mit unterschiedlicher Produktionsdauer nicht nur mit Flächenbezug (€/ha), sondern zusätzlich mit einheitlichem Zeitbezug (€/ha · a) unter Berücksichtigung von Zinseffekten ausgewiesen werden. Zu diesem Zweck werden die Kennzahlen mit der Annuitätenmethode berechnet. Die Annuitäten entsprechen den Barwerten für Leistungen, Kosten und Erfolgsgrößen, die als regelmäßige Zahlungsreihe auf die Jahre des gesamten Produktionszeitraums verteilt werden. Produktionsverfahren mit unterschiedlicher Produktionsdauer können nur anhand der ausgewiesenen Annuitäten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit sachgerecht verglichen und bewertet werden.

3.2.8 Kostentreiber

3.2.8.1 Zweck und Anwendernutzen

Ein Kostentreiber ist eine Bezugsgröße oder ein Kostenfaktor, der die Endprodukten zugewiesenen Kosten beeinflusst. Im Idealfall verhalten sich Änderungen im Einsatz eines kostentreibenden Faktors proportional zu den Kosten des Endprodukts. Große Kostentreiber sind hingegen Faktoren und Bezugsgrößen, deren Kosten überproportional zu den Endprodukten zugewiesenen Kosten steigen. Ein Überblick über wesentliche Kostentreiber zeigt auf, wo neue Strategien und Planungen nötig sind.

3.2.8.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Zu den größten Kostentreibern zählen derzeit Energie, Treibstoffe, Strom, Futtermittel aber auch Bauten und Maschinen. Diese haben sich auch über das Frühjahr 2021 weiter verteuert. Zu den Energiepreisen zählen unter anderem auch die Kosten für Heizöl sowie die stark ansteigenden Preise für Treibstoff und Strom. In Teilen sind auch die Kosten für andere Betriebsstoffe wie Mineraldünger abhängig von den Energiekosten. Verteuert haben sich ferner die Einkaufspreise für Pflanzenschutzmittel, sowie für Saat- und Pflanzgut. Der damit verbundene steigende Preis pflanzlicher Produkte treibt auch den Preis für Futtermittel nach oben. Kostentreiber können auch Kosten für Rechte und Auflagen sein. Höhere Standards, anspruchsvollerer Umweltschutz und besseres Tierwohl können neue Investitionen erfordern, bei teilweise gemindertem Ertrag. Von Oktober

2020 bis Januar 2021 verteuerten sich vor allem die Preise für Treibstoffe (+15,9 %), Getreide und Mühlen-nachprodukte (+13,5 %), Ölkuchen und -schrot (+11,2 %), Heizstoffe (+9,5 %), Mischfuttermittel für Schweine (+8,8 %) sowie Mischfuttermittel für Geflügel (+7,9 %). Preissenkungen konnten demgegenüber nur bei Düngemitteln (-0,2 %) beobachtet werden. Die Kosten für landwirtschaftliche Bauten sind von 2015 bis 2021 um mehr als 20 Prozent gestiegen. Die EU-Standards und Auflagen sind für die deutsche Landwirtschaft mit Kosten und entgangenem Ertrag von rund 5,3 Milliarden € oder 315 € je Hektar verbunden. Ein Vergleich der eigenen Kostentreiber mit solchen statistischen Daten erlaubt, die eigene Situation einzuschätzen und gegebenenfalls gezielte Maßnahmen zur Kostensenkung in Teilbereichen einzuleiten.¹²¹¹²²¹²³¹²⁴

3.2.9 Liquidität

3.2.9.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Liquidität bezeichnet die Fähigkeit von natürlichen oder juristischen Personen als Schuldner, fällige Zahlungsverpflichtungen termingerecht und vollständig erfüllen zu können. Liquidität bezieht sich auch auf die Verfügbarkeit über genügend Zahlungsmittel. Sie wird genutzt für zukünftige Planung, da sie einen Aufschluss darüber gibt, wieviel liquide Mittel in der Planungsperiode verfügbar sind.^{125, 126}

Die Liquidität ist das Ergebnis der Liquiditätsrechnung (Kapitalfluss-Rechnung). Sie ist ein wichtiges Werkzeug zur Planung der verfügbaren finanziellen Mittel und bietet einen Einblick, ob eine geplante Investition nur durch Eigenkapital finanziert werden kann oder ob Fremdkapital benötigt wird.¹²⁷

3.2.9.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Zur Aufrechterhaltung der Liquidität können Wirtschaftsobjekte wie Vermögensgegenstände (etwa Kassenbestand, Bankguthaben, Forderungen, Anlagevermögen) oder unausgenutzte Kreditzusagen verwendet werden. Wirtschaftsobjekte sind liquide, wenn sie auf einem aktiven Markt jederzeit veräußert werden können. Liquidität ist deshalb eine Eigenschaft von Vermögensgegenständen und kennzeichnet deren Geldnähe, also die Möglichkeit, sie direkt oder nach Umwandlung als Zahlungsmittel zu verwenden.¹²⁸

Ausgehend von der aktuellen Liquidität (Summe der liquiden Mittel) werden bei der Liquiditätsplanung die erwarteten zukünftigen Einnahmen und Ausgaben des landwirtschaftlichen Betriebs und des Unternehmerhaushalts systematisch erfasst und einander gegenübergestellt. Dabei bietet es sich an, eine optimistische und eine pessimistische Planungsvariante zu erstellen. Innerhalb dieses Korridors wird die Entwicklung der

¹²¹ <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/agrarkosten-rekordhoch-betriebsmittel-teuer-noch-nie-579182>

¹²² <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/landwirtschaft-kosten-gehen-decke-550400>

¹²³ <https://www.bauernverband.de/themendossiers/eu-agrarfoerderung/themendossier/studie-kosten-landwirtschaft>

¹²⁴ <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Landwirtschaftspreisindex-Forstwirtschaftspreisindex/einkaufspreise-landwirtschaftlicher-betriebsmittel.html>

¹²⁵ Günther Gebhardt, Helmut Mansch (2018): Management und Abbildung von Liquidität und Liquiditätsrisiken. ZfbF-Sonderheft Band 73/18. Springer Gabler Verlag.

¹²⁶ Krumm, M.: Liquidität im landwirtschaftlichen Betrieb. LEL Schwäbisch Gmünd. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd.

¹²⁷ Erwin von Beckerath u. a. (Hg.), Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Band 5, 1959, S. 622

¹²⁸ Erwin von Beckerath u. a. (Hrsg.), Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Band 5, 1959, S. 622

Liquidität im Normalfall verlaufen. Üblicherweise wird für ein Jahr vorgeplant, wobei dieses in einzelne Planungsintervalle zerlegt wird. In der Praxis haben sich je nach Fragestellung ein- bis dreimonatige Planungsintervalle bewährt. Zu einer ersten Orientierung der Ausgaben in den einzelnen Betriebsbereichen kann der letzte Jahresabschluss herangezogen werden. Bei der Planung ist darauf zu achten, dass die Mengen und Preise an die neue bzw. erwartete Situation angepasst werden müssen. Die Veränderungen mit den größten Auswirkungen für den Betrieb sind i.d.R. die Verkaufspreise wie z. B. Milchpreis oder Ferkelpreis sowie die Betriebsmittelpreise wie z. B. Futtermittel, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel. Die meisten anderen Positionen sind i.d.R. innerhalb der einzelnen Jahre relativ konstant.¹²⁹

Es wird unterschieden nach zunehmender Fristigkeit zwischen Liquidität ersten, zweiten und dritten Grades, auch bezeichnet als Cash Ratio (Barliquidität), Acid Test Ratio (auch Quick Ratio) und Current Ratio. In Verbindung mit Tabelle 1 illustrieren die im Folgenden gegebenen Erläuterungen und Formeln die Berechnung.

Die Liquidität 1. Grades (Cash Ratio) berechnet sich als Quotient der liquiden Mittel zu den kurzfristigen Verbindlichkeiten., sie gibt an, inwieweit ein Unternehmen seine derzeitigen kurzfristigen Zahlungsverpflichtungen allein durch seine liquiden Mittel erfüllen kann. Die Forderungen werden dabei nicht berücksichtigt. Die Liquidität 1. Grades sollte größer oder gleich 0,2 sein.

$$\text{Liquiditätsgrad 1} = \frac{895.000}{2.200.000 + 575.000} = 0,323$$

Für die Berechnung der Liquidität 2. Grades (Acid Test Ratio (ATR) oder auch Quick Ratio) werden den Barmitteln kurzfristige Forderungen und der gesamte kurzfristig in Barmittel umwandelbare Teil des Umlaufvermögens hinzugefügt. Dazu gehören Wertpapiere und Aktien soweit vorhanden. Kurzfristige Forderungen sind in der Regel nicht sofort liquidierbar¹³⁰. Bei einem Wert kleiner 1 wird ein Teil der kurzfristigen Verbindlichkeiten nicht durch kurzfristig zur Verfügung stehendes Vermögen gedeckt, wodurch ein Liquiditätsengpass entstehen kann. Die Liquidität 2. Grades sollte deshalb größer oder gleich 1 sein.

$$\text{Liquiditätsgrad 2} = \frac{895.000 + 2.300.000}{2.200.000 + 575.000} = 1,151$$

Die Liquidität 3. Grades (Current Ratio) beinhaltet zusätzlich zu den Barmitteln das Umlaufvermögen inklusive Bestände und Vorräte. Ist diese kleiner als 1, wird ein Teil der kurzfristigen Verbindlichkeiten nicht durch das Umlaufvermögen gedeckt, das heißt, es muss unter Umständen Anlagevermögen zur Deckung der Verbindlichkeiten verkauft werden. Daher sollte diese Liquiditätskennziffer immer größer als 1, besser 1,5 sein. Nach der sogenannten „Banker’s rule“ wird sogar ein Wert von 2 gefordert.

$$\text{Liquiditätsgrad 3} = \frac{895.000 + 2.300.000 + 2.430.000}{2.200.000 + 575.000} = 2,027$$

¹²⁹ Krumm, M.: Liquidität im landwirtschaftlichen Betrieb. LEL Schwäbisch Gmünd. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd.

¹³⁰ Peter R. Preißler (2008): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen – Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle. Oldenbourg Verlag München Wien.

Rechenbeispiele s. Tabelle 1:

Tabelle 1: Rechenbeispiele Liquidität

Aktiva	Betrag in €	Passiva	Betrag in €
Anlagevermögen (Maschinen, Gebäude)	8.500.000	Eigenkapital (Bankguthaben)	7.400.000
Umlaufvermögen	-	Fremdkapital	-
Vorräte (Diesel, Futter, Dünger etc.)	2.430.000	Rückstellungen	1.250.000
Forderungen aus Lieferungen und Leistungen (Forderungen für Milch, Weizen etc.)	2.300.000	Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leis- tungen (Rechnungen für Diesel, Futter, Dünger etc.)	2.200.000
Liquide Mittel	895.000	Bankdarlehen (< 1 Jahr)	575.000
		Bankdarlehen (> 1 Jahr)	2.700.000
	<u>14.125.000</u>		<u>14.125.000</u>

Neben den oben genannten Liquiditäten 1., 2. und 3. Grades wird auch der Cashflow als Kenngröße für eine Beurteilung der Liquidität auf Basis des Mittelzu- und -abflusses herangezogen. Als Cashflow bezeichnet man eine betriebswirtschaftliche Kennzahl, bei der Einzahlungen und Auszahlungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums saldiert werden. Für den Cashflow existiert aber keine einheitliche Definition und Berechnung¹³¹. Es gibt vielmehr mehrere Möglichkeiten ihn zu berechnen, beispielsweise auf Basis der Bilanz, der Kosten-Leistungs-Rechnung oder der Zahlungsströme.

3.2.10 Maschinenparkauswertung

3.2.10.1 Zweck und Anwendernutzen

Die Maschinenparkauswertung hilft, die Leistungsfähigkeit und den Zustand der in der Produktion verwendeten Maschinen zu beobachten und zu beurteilen. Im landwirtschaftlichen Kontext bezieht sie sich meist auf die mobilen Arbeitsmaschinen der Außenwirtschaft, aber grundsätzlich kann auch die sonstige Maschinen- und Anlagenausstattung einbezogen werden. Im Kontext eines betrieblichen FMIS sind insbesondere auch die Kosten je Betriebsstunde von Interesse. Die Maschinenparkauswertung erlaubt dem Anwender damit außer der Überwachung des technischen Zustandes beispielsweise auch einzuschätzen, ob die Arbeiterledigung durch einen Dienstleister günstiger wäre und ermöglicht es, bei einer Neuanschaffung gezielter auszuwählen und Über- oder Untermechanisierungen zu vermeiden.

¹³¹ Peter R. Preißler (2008): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen - Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle. Oldenbourg Verlag München Wien.

3.2.10.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

In eine Maschinenparkauswertung können heutzutage eine Reihe von Sensorwerten mit einbezogen werden wie zum Beispiel Verbräuche und Durchsätze. Auch wartungsrelevante Parameter wie beispielsweise bei Häckslern Betriebsstunden seit dem letzten Messerwechsel/-schleifen können teilweise erfasst werden und dabei helfen, Wartungsintervalle zu kontrollieren. Über die gewonnenen Daten können teils auch Möglichkeiten der Optimierungen an Maschineneinstellungen ermittelt werden. Eine effiziente und einfache Auswertung aller grundsätzlich erhobener Prozessdaten über verschiedene Maschinen und Hersteller hinweg ist aktuell oft nur eingeschränkt möglich. Über eine Aufarbeitung der Daten können auch Schäden und somit Kostenfaktoren Produktionsprozessen zugeordnet werden.

Die Erfassung relevanter Größen (Betriebsstunden, ggfs. auch verschiedene Betriebszustände) sind im ISOBUS möglich; s. a. beiliegende Aufbereitung des aktuellen Data Dictionary. Eine praktische Schwierigkeit ist gemäß Gesprächen mit Systemherstellern die Zuordnung zu Teilprozessen (Straßenfahrt, Feld) und damit auch zu Produktionsprozessen und Kostenstellen. Für eine Ermittlung der Betriebskosten reicht es außerdem nicht aus, lediglich die Maschine selbst Daten zu Einsatzzeiten und Betriebsmittelverbräuchen aufzeichnen zu lassen. Abschreibungen, Versicherungen sowie Wartungs- und Reparaturkosten sind in die Betrachtung mit einzubeziehen. Auch eine stehende Maschine verursacht Kosten. Maschinen, die nicht ausgelastet sind, weisen relativ betrachtet höhere Kosten je Betriebsstunde auf.

3.2.11 Vollkosten (je Produkteinheit/je Schlag)

3.2.11.1 Zweck und Anwendernutzen

In die Vollkostenrechnung werden sämtliche Kosten mit einbezogen und auf die einzelne Kostenträger aufgeteilt. So lässt sich die Rentabilität von Produkten oder einzelner Produktionszweige ermitteln und potenzielle Querfinanzierungen können aufgedeckt werden. Vollkosten schließen alle in einem Unternehmen entstandenen Kosten ein, gleichgültig, wie eng sie mit der Produktion und dem Betriebszweck verbunden sind.^{132, 133, 134}

3.2.11.2 Interpretation, Ermittlung und Parameter

Vollkosten lassen sich in Einzelkosten und Gemeinkosten aufgliedern. Einzelkosten können einem Kostenträger direkt zugeordnet werden, während die Gemeinkosten nur indirekt über Verteilungsschlüssel umgelegt werden können.

Der Begriff Einzelkosten wird in der Literatur häufig synonym zu Spezialkosten benutzt. Einzelkosten können einem Bezugsobjekt (Produkt, Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren, Produktionsverfahren, Betriebszweig, Betrieb) eindeutig zugeordnet werden. Das Kriterium ist allerdings weder trennscharf noch eindeutig, da verschiedene Methoden der Kostenzuordnung angewendet werden können (Verursacherprinzip, Beanspruchungsprinzip, Durchschnittsprinzip).

¹³² <https://de.wikipedia.org/wiki/Vollkosten>

¹³³ Schroers, J. O., Sauer, N. (2011): Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 486.

¹³⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Vollkostenrechnung>

Kosten, die nach dem Beanspruchungsprinzip zuteilbar sind, zählen zu den Einzelkosten. In der Kostenkalkulation von Arbeits- und Produktionsverfahren werden die fixen Kosten der darin eingesetzten Gebrauchsgüter (Arbeitsmittel, Gebäude, bauliche Anlagen) nach dem Beanspruchungsprinzip zugeteilt. Diese Kosten werden deshalb als fixe Einzelkosten der Arbeits- und Produktionsverfahren ausgewiesen.

Fixe Kosten, auf die das Beanspruchungsprinzip nicht anwendbar ist (z. B. Kosten des Bürogebäudes), werden zu den allgemeinen Kosten und damit zu den Gemeinkosten gezählt. Auf Betriebsebene ist das Beanspruchungsprinzip anwendbar, sodass die allgemeinen Kosten Einzelkosten des Betriebs sind.

Die Zurechenbarkeit einzelner Kostengruppen hängt demnach von der Planungsebene ab:

- Allgemeine Kosten sind auf der Planungsebene Betrieb Einzelkosten, da sie dem Betrieb eindeutig zuzuordnen sind.
- Allgemeine Kosten sind auf der Planungsebene Produktionsverfahren Gemeinkosten, da sie nicht nach dem Beanspruchungsprinzip dem einzelnen Planungsgegenstand zuzuordnen sind.¹³⁵

$$K = eK + gK \qquad K = vK + fK$$

Mithin gilt

$$eK + gK = vK + fK$$

K = Vollkosten

eK = Einzelkosten gK = Gemeinkosten

vK = variable Kosten fK = Fixkosten

¹³⁵ Schroers, J. O., Sauer, N. (2011): Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 86.

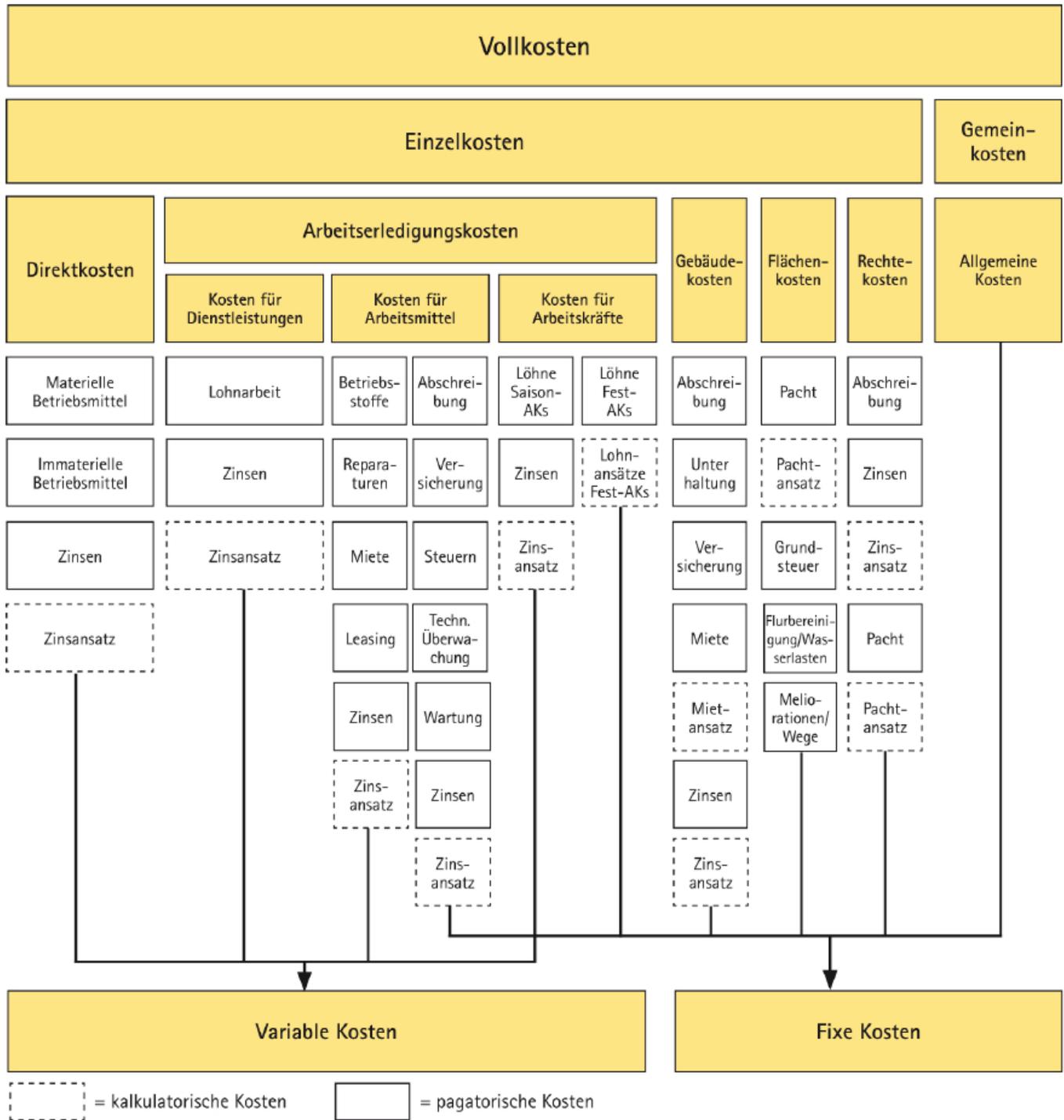


Abbildung 22: Kostengliederung

3.2.12 Datenverfügbarkeit und Schnittstellen

3.2.12.1 Abstraktion und Bezug zu Data Dictionaries und Datenkatalogen

Eine nähere Betrachtung der gegebenen Zielgrößen ergibt, dass sich diese auf eine gemeinsame, in der Ökonomie entwickelte Abstraktion zurückführen lassen, die zumindest eine zielgerichtete Einschränkung relevanter Datenattribute ermöglicht. So lassen sich fast alle Zielgrößen auf eine Summe von Menge-Preis-Produkten (in anderen Worten: das Skalarprodukt eines Mengen- und eines Preisvektors) zurückführen. Im Einzelnen lässt sich dies folgendermaßen skizzieren:

- **Vollkosten:** $\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{Vollkosten} \}$: Für die Ermittlung der Vollkosten sind alle Mengen und Preise für die in Abbildung 22 dargestellten Kostentypen zu ermitteln und in diese Formel einzusetzen. Zu beachten ist, dass Mengenangaben nicht nur „Mengen“ als Volumina oder Massen sein können, sondern auch Zeiten (z. B. für den Arbeitseinsatz) oder Anteile (z. B. Prozentsätze bei Zinsen) und dass eine passende Auswahl für die gewählte Bezugsgröße (je Produkteinheit, je Schlag...) erfolgen muss bzw. ein entsprechender Bezug herzustellen ist.
- **Kostenleistungsrechnung:** $\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{KLR} \}$: Bei der Kostenleistungsrechnung entspricht eine Teilmenge der Mengen und Preise denjenigen, die auch für die Ermittlung der Vollkosten notwendig sind. Zusätzlich werden Leistungen betrachtet. Preise für Kosten erhalten ein negatives Vorzeichen, Preise für Leistungen ein positives. Auch hier ist die Auswahl geeigneter Werte für den jeweils gewählten Bezugsrahmen erforderlich.
- **Betriebszweigauswertung:** $\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{Betriebszweig} \}$: In der Betriebszweigauswertung können grundsätzlich mehrere Größen betrachtet werden, als Rahmen ist hier jedoch ein bestimmter Betriebszweig festgesetzt. Mithin können auch hier die zu beziehenden Daten mit den für die Vollkostenermittlung oder die Kostenleistungsrechnung zu ermittelnden Parametern in Teilen übereinstimmen.
- **Gewinnschwelle:** $0 = \sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{Gewinnschwelle} \}$, anschließend Auflösung der Formel nach der Absatzmenge. Gemäß der Formel aus 3.2.5.2 (die eine umgeformte Version der hier gegebenen Formel darstellt) ist hier insbesondere die Differenzierung nach Fixkosten und variablen Kosten relevant.
- **Maschinenparkauswertung:** $\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{Maschinenkosten} \}$, anschließend Division durch die Gesamteinsatzstunden. Wie unter 3.2.10.2 beschrieben, reicht es nicht aus, die über den ISOBUS – sofern die richtigen Datenfelder von der Maschine geliefert werden – leicht ermittelbaren Verbräuche von Betriebsstoffen zu erfassen. Es müssen auch Reparaturkosten, Wartung, Versicherung und Abschreibung einbezogen werden.
- **Liquidität:** z. B. Periodenliquidität: $\frac{\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{Zahlungsausgänge} \}}{\sum_{i=0}^n m_n \cdot p_n \{ \forall i \in \text{erwartete Zahlungseingänge} \}}$,
m in der Regel = 1 (jede Rechnung ist verschieden). Liquiditätsmaße lassen sich zwar auf dieselbe Formel reduzieren, stellen aber dennoch einen Spezialfall dar: Der Datenbedarf unterscheidet sich insofern vom Datenbedarf für andere Zielgrößen, als hier in der Regel weniger im agronomischen Prozess erhobene Daten zum Einsatz kommen, sondern viel eher Verbindlichkeiten (Rechnungsdaten) einfließen.

Zu beachten ist dabei, dass sich alle Kenngrößen in der Auswertung auf einen bestimmten Zeitraum beziehen und die Situation zu einem bestimmten Zeitpunkt widerspiegeln. Für alle Kenngrößen gilt daher: Es fließen nur die in einem bestimmten Auswertungszeitraum angefallenen Preis- und Mengendaten ein, wobei zu beachten ist, dass dennoch auf viel früher erfasste Werte zurückgegriffen werden muss: Zum Beispiel erfordert die Berechnung der Abschreibung eines bestimmten Jahres die Kenntnis des Anschaffungspreises, der unter Umständen schon in einem vorherigen Jahr in der Buchhaltung erfasst wurde.

Sofern sich für die in einem übergreifenden FMIS darzustellenden Kenngrößen eine solche Abstraktion wie die eben skizzierte finden lässt, kann dies erste Schritte in der Umsetzung vereinfachen. Auf Basis vorliegender Datenkataloge kann gezielt auf die Suche nach Attributen gegangen werden, die unter die entsprechende Abstraktion fallen: Im konkreten Fall müsste also insbesondere nach Attributen gesucht werden, die Mengen oder Preise abbilden. Eine maschinenlesbare semantische Beschreibung von Attributen für Datenformate und/oder in Data Dictionaries über Ontologien könnte diesen Prozess nochmals deutlich vereinfachen, indem hierüber gezielte Abfragen realisiert werden könnten, im Sinne von beispielsweise: „Gib’ mir alle Datenfelder, die eine Menge darstellen (z. B. über Abfrage von Größen, die Massen, Volumina oder Zählungen sind)“. Derzeit ist jedoch keines der für Agrarstandards verfügbaren Data Dictionaries schon entsprechend aufbereitet. Die für diese Studie erarbeitete beispielhafte Überführung der ISOBUS DDI Data Dictionaries und des ADED in ein Excel-Sheet erlaubt, einzelne Aspekte dieses Konzepts aufzuzeigen: So ist es hierüber möglich, über Attribute, die üblicherweise von bestimmten Device Classes im ISOBUS geliefert werden, zu filtern oder nach Einstellwerten (Setpoint), Gesamtsummen (Total), Standardwerten (Default) etc. zu gruppieren. Da aber die Struktur der Data Dictionaries selbst ad-hoc aufgebaut wurde, für die Beschreibung der Attribute kein einheitlicher Standard genutzt wurde und wichtige Informationen zur Einordnung nicht maschinenlesbar verfügbar sind, ist eine solche Aufbereitung aufwändig und erfordert z. B. Techniken zur Extraktion der Information aus Texten oder Webseiten. Dass dies heutzutage auch anders geht, zeigt die Webseite „Linked Open Vocabularies“¹³⁶: Dort lassen sich rund 80.000 einzelne Datenfelder und Entitäten für 760 Vokabularien des Semantic Web (Vokabularien entsprechen hierbei im Kern einem Data Dictionary) gezielt und standardübergreifend nach einer Reihe von Kriterien und Kategorisierungen – z. B. Themenbereiche – filtern. Zudem existiert eine API, über die solche Abfragen automatisiert erfolgen können. Im Grunde handelt es sich dabei also um einen übergreifenden Datenkatalog bis zur Ebene einzelner Attribute hinab, der sich in dem Fall einfach realisieren lässt, weil eine einheitliche, standardisierte Beschreibungssprache (das Resource Description Framework (RDF) des World Wide Web Consortium) basierend auf einem gemeinsamen Metamodell genutzt wird. Ein solches einheitliches Modell erlaubt einerseits, die Zusammenhänge und Beziehungen zwischen einzelnen Datenfeldern explizit zu spezifizieren und abfragbar zu machen. Andererseits können analog dazu, wie hier Vokabularien aus einer Reihe von weltweit verteilten Quellen zusammengeführt wurden, mit sehr überschaubarem Aufwand auch Datensätze zusammengeführt und einheitlich abfragbar gemacht werden - beispielsweise Buchhaltungsdaten mit agronomischen Daten. Die Nutzung von RDF (oder kompatiblen Beschreibungsmechanismen/-sprachen) zur Beschreibung von Agrardatenmodellen würde beträchtliche Interoperabilitätsfortschritte ermöglichen, reicht alleine aber nicht aus: Es muss auch die Kompetenz für die Anwendung solcher Modellbeschreibungen in der Softwareentwicklung vorhanden sein.

¹³⁶ <https://lov.linkeddata.es/>

3.2.12.2 Ableitung von Anforderungen für FMIS und Datenmanagement

Unter der Maßgabe, dass sich die Auswertungsfunktionen im Wesentlichen auf die o. g. Zielgrößen beschränken, bestehen keine hohen Anforderungen bezüglich der umzusetzenden Kalkulationsalgorithmik an ein FMIS: Es muss im Wesentlichen ein Skalarprodukt bilden können und auf dieses oder auf einfließende Parameter die Grundrechenarten anwenden können. Bezüglich der Auswahl und des Bezugs (Selection and Retrieval) der relevanten Parameter, die die Formel befüllen, ergeben sich jedoch eine Reihe von teils komplexeren Anforderungen. Für die Ermittlung der betrachteten Zielgrößen müssen Parameterabfragen an den Datenbestand mindestens nach folgenden Selektionskriterien möglich sein (die Notation (m, p) steht im Folgenden für Menge-Preis-Paare):

- Zeit: „Gib‘ mir alle (m, p) , die in einem bestimmten Zeitraum angefallen sind.“
- Elemente innerhalb eines hierarchischen Baumes, der die Betriebszweige abbildet: „Gib‘ mir alle (m, p) , die von einem bestimmten Knoten ausgehend abwärts in einem Betriebszweig-Produktionsverfahrens-Task-/Feldarbeitsbaum erfasst wurden“, beispielsweise Pflanzenbau --> Winterraps --> Ernte. Der Aufbau des Baumes ist betriebsindividuell verschieden.
- Kosten: „Gib‘ mir alle (m, p) , die als Kosten kategorisiert sind.“ (z. B. für Vollkosten)
- Leistungen: „Gib‘ mir alle (m, p) , die zu Leistungen gehören.“ (z. B. für KLR)

Diese Selektionen müssen in beliebig verknüpfbaren Abfragen realisiert werden können, beispielsweise: „Gib‘ mir alle (m, p) aus dem Produktionsverfahren Winterraps im Jahr 2021, die zu Leistungen gehören.“ In einer praktischen Umsetzung sind weitere Selektionskriterien nützlich, die sich aus weiteren naheliegenden Anforderungen ergeben, die unter anderem auch in den Fachgesprächen genannt wurden:

- Raum: „Gib‘ mir alle (m, p) , die in einer bestimmten räumlichen Einheit angefallen sind.“ Diese Funktionalität ist notwendig, um Auswertungen für einzelne Schläge zu ermöglichen.
- Vergleichsdaten: „Gib‘ mir alle entsprechenden (m, p) zu meiner Selektion aus einem Benchmarking-Datensatz vorliegenden Daten zum Vergleich.“

Zu beachten ist, dass bei der Evaluierung des FMIS-Konzeptes deutlich der Wunsch geäußert wurde, dass die notwendigen Daten vollständig automatisch und möglichst ohne jeglichen manuellen Eingriff von den jeweiligen Datenquellen zum FMIS gelangen sollen. Aktivitäten wie das Abspeichern in Exportdateien und das Laden zum Importieren sind derzeit zwar eine weit verbreitete Herangehensweise, um Daten von einem System ins andere zu transferieren, doch dies wird als umständlich empfunden und sollte möglichst vermieden werden. Ein solcher vollautomatischer Datenfluss erfordert beträchtliches Hintergrund- und Kontextwissen, das zusätzlich zu den eigentlichen Daten formal kodifiziert im Datenmanagementsystem mit abgelegt sein muss, um obige Abfragen realisieren zu können. Das System muss beispielsweise „wissen“, welche Attribute Mengen oder Preise darstellen; es muss die jeweils erforderlichen Zeit- und Raumbezüge herstellen können sowie den betriebsindividuellen Betriebsbaum kennen. Zudem müssen die zu Zahlenwerten gehörigen Einheiten und die jeweiligen Bezugsgrößen (...pro Jahr, ...pro Tonne etc.) richtig zugeordnet und gegebenenfalls Umrechnungen durchgeführt werden können. Außerdem muss dem System bekannt sein, welche Daten in welchem Teilsystem vorliegen und abgefragt werden können und ggfs. woher bei fehlenden Daten Ersatzwerte bezogen werden können – d. h. das Datenmanagement muss intern eine Art eigenen Datenkatalog führen.

Angesichts der existierenden Vielfalt betriebsindividueller Gegebenheiten im Hinblick auf Produktionsprogramm, Geräte- und Systemausstattung ist eine initiale individuelle Konfiguration unumgänglich. Eine Selbstkonfiguration, bei der das FMIS eigenständig erkundet, welche weiteren Systeme auf dem Betrieb vorhanden sind und versucht, daraus das betriebliche Setup zu erschließen, erscheint auf Basis der derzeitigen technischen Umsetzungen von Schnittstellen nicht realistisch. Standardisierung hilft nur bedingt, da die eigentliche Schwierigkeit in der Zusammenstellung betriebsindividueller Subsets liegt.

Einige der sich bei der Umsetzung eines übergreifenden FMIS ergebenden praktischen Herausforderungen sind anhand von Beispielen im folgenden Abschnitt skizziert.

3.2.12.3 Praktische Bewertung und Herausforderungen

Für die Ermittlung fast aller betrachteten Ziel- und Kenngrößen ist die Beschaffung mehrerer Einzeldatenwerte aus verschiedenen Systemen notwendig – einzig die Daten zu aktuellen Kontoständen können über gängige Schnittstellen für Banking-Software abgefragt werden (s. Abschnitt 2.2.1.7).

Für viele Parameter liegen dabei mehrere Auswahlmöglichkeiten vor, und je nach Kontext sind verschiedene Auswahlen zu treffen. Ein Setzen des Filters im Blatt „ISOBUS DDIs“ in Anhang 2.1 auf DDIs, die gemeinhin von Düngerstreuern (Device Class 5, Fertilizer) geliefert werden, zeigt beispielsweise, dass es eine Reihe verschiedener Datenfelder gibt, über die die ausgebrachte Düngemenge ausgedrückt bzw. ermittelt werden kann:

- Actual Volume/Mass Per Area Application Rate (DDI 2, 7)
- Actual Volume/Mass Per Time Application Rate (DDI 37, 42)
- Total Application Volume/Mass (DDIs 80, 81)
- Lifetime Application Total Mass/Volume (DDIs 266, 325)
- Actual Application of Nitrogen/Ammonium/Phosphor/Potassium (DDIs 401, 402, 403, 404)
- Actual Application Rate of Nitrogen/Ammonium/Phosphor/Potassium (DDIs 433, 437, 441, 445)

Die Maßzahlen weisen dabei unterschiedliche Bezüge (per Time, per Area...) auf, müssen also gegebenenfalls auf den von der Zielgröße geforderten Bezug umgerechnet werden. Sofern es sich um Lifetime Totals handelt, muss die Differenz zwischen Start- und Endwerten gebildet werden. Abhängig davon, ob es sich um eine Flüssigdüngung/Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger oder um eine Mineraldüngerausbringung handelt, muss die DDI für Volumen oder für Masse ausgewählt werden. Welche DDIs nutzbar sind und für eine bestimmte Auswertung aus dem „Datenpool“ selektiert werden sollten, ist also auch vom Kontext abhängig. Damit ein Managementsystem vollautomatisch algorithmisch entscheiden kann, welche Attribute herangezogen werden können, muss es im Grunde auch „wissen“, welche Düngemittel üblicherweise flüssig und welche in fester Form appliziert werden. Da keine standardisierte Nomenklatur – d. h. kein kontrolliertes Vokabular – für das Befüllen der Datenfelder, die das Düngemittel bezeichnen (Product-Element, <PDT>), im ISOBUS genutzt wird und die Landwirtin oder der Landwirt hier bei der Planung oder am Terminal im Prinzip beliebige Zeichenketten eintragen kann, ist auch die Zuordnung anhand von Düngemittelnamen für ein Computersystem eigenständig ohne manuellen Eingriff/manuelle Vorkonfiguration durch den Nutzer praktisch nicht möglich. Durch eine enge Verknüpfung von ISO-Tasks mit Buchungssätzen in der Schlagkartei kann ein gewisser Kontext hergestellt werden. Das Maß, in dem dies geschehen kann ist aber von der

Softwareanwendung abhängig. Für eine Einbettung in Austauschformate von Schlagkarteien gibt es derzeit keinen allgemeingültigen Standard. Der Bezug geht wieder verloren, sobald die Datensätze zu Übertragungszwecken z. B. für Auswertungen in anderen Softwaresystemen herausgelöst werden müssen.

Die unbesehene Nutzbarkeit einiger Werte für bestimmte Auswertungen ist zudem wegen mangelnder Genauigkeiten und/oder Unterschieden zu anderen Bestimmungsmethoden nur theoretisch gegeben: Prozess-Totals können von der Summe der Einzelwerte abweichen; verschiedene Sensoren kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen – z. B. Einzelkornzähler vs. Wägeeinheit; stationäre Waagen sind in der Regel präziser. Dieser Umstand wurde von einem der Landwirte im Evaluierungsgespräch bestätigt: Er merkte an, dass bei ihm bei der Ernte alle Anhänger über die Waage gehen, da die Ertragserfassung am Mähdrescher wesentlich ungenauer arbeitet und/oder aufwändig kalibriert werden muss. Bei gemittelten Werten hängen Unsicherheiten in der Bestimmung zudem mit der Stichprobengröße zusammen. Über große Ackerflächen liegen bei in konstantem zeitlichem Abstand erhobenen Sensorwerten in der Regel (geschwindigkeits- und arbeitsbreitenabhängig) mehr Einzelwerte vor als über kleinen Flächen, sodass im Durchschnitt bei großen Flächen oft zuverlässigere Werte ermittelt werden können.

Für die Ermittlung von ökonomischen Kenngrößen enthält die Buchführung im Prinzip die richtigen Werte. Da aber üblicherweise abgeschlossene Transaktionen erfasst werden und Abrechnungen für den Verkauf von Ernteprodukten teilweise erst im Folgejahr vorliegen, lassen sich auf dieser Basis keine tagesaktuellen Kosten-Leistungsauswertungen erstellen. Ein Datenmanagement, das die Anforderung von tagesaktuellen Auswertungen erfüllen soll, muss also ad-hoc nach Verfügbarkeit auf Daten unterschiedlicher Qualität zugreifen können – auf Preise aus einem Marktinformationssystem wenn beispielsweise der Verkaufspreis noch nicht feststeht oder auf ISOBUS-Mengenerfassungen, wenn über Waagen ermittelte Mengen nicht vorliegen. Gegebenenfalls müssen auch Planwerte, Faustzahlen oder Daten aus Vorjahren genutzt werden. Damit sind zwei Schwierigkeiten verbunden: Das System muss die relative Vorzüglichkeit vergleichbarer Datenattribute kennen, d. h. es muss abhängig von der aktuellen Verfügbarkeit die passendsten Daten auswählen können. Sofern die Priorisierung verschiedener Datenquellen für alle Auswertungen gleich ausfällt, könnte man die Konfiguration hier auch durch den Anwender durchführen lassen: So könnte eine konfigurative Vorgabe für ein Datenmanagementsystem beispielsweise lauten: "nimm an erster Stelle immer Daten aus dem Wägesystem und falle nur auf ISOBUS-Mengenerfassungen zurück, wenn erstere Daten nicht verfügbar sind". Sobald aber für verschiedene Auswertungen unterschiedliche Datenquellen, möglicherweise mit auch unterschiedlichen Priorisierungen einzubinden sind, können solche Einstellmöglichkeiten für Anwender schnell unübersichtlich werden. Damit entstehen entsprechend hohe Anforderungen an die Nutzerführung insbesondere für eine allgemein und breiter verwendbare Umsetzung, die zudem eine größere Anzahl potenziell auf landwirtschaftlichen Betrieben vorhandener Datenquellen berücksichtigen müsste. Sinnvolle Standardeinstellungen sind dann unabdingbar und gute Datenbeschreibungen, anhand derer gewisse Heuristiken (z. B. Auswahl anhand von Genauigkeitsmaßen) umgesetzt werden können, wären hierfür hilfreich.

Neben der Bewertung der Vorzüglichkeit vergleichbarer Datenattribute muss ein System auch die Bezüge zwischen verschiedenen Datenbeständen herstellen können. Wenn beispielsweise ein Buchführungssystem für Weizen einen anderen Identifier nutzt als die Schlagkartei oder für eine Maschine einen anderen als das Flottenmanagement, dann ist eine vollautomatisierte Zusammenführung der Daten zu dieser Kultur bzw. Maschine aus den Systemen zum Scheitern verurteilt - aber nicht nur das, auch die Zuordnungen vergleichbarer, äquivalenter Attribute in verschiedenen Systemen selbst muss erfolgen.

Auch in Bezug auf die Ermittlung von Liquiditätsmaßen spielt eine unzureichende Verfügbarkeit aktueller Daten eine Rolle: Es ist eine bekannte Schwäche der oben beschriebenen Liquiditätsgrade und des Cash-flows, dass sie regulär erst nach Erstellung einer Bilanz bestimmt werden können.¹³⁷ Im alltäglichen Betriebsmanagement wäre es jedoch viel wichtiger, in Bezug auf die Liquidität vorausschauend agieren zu können und in der Zukunft fällig werdende Forderungen sowie zu erwartende Mittelzuflüsse im Blick behalten zu können, um kurzfristig Engpässe sowie Chancen erkennen zu können. Praktisch scheitert dies derzeit unter anderem daran, dass Rechnungen in der Regel nach wie vor häufig auf Papier vorliegen und nicht systematisch digitalisiert werden. Dadurch fehlen wichtige Daten wie Beträge und Fälligkeitstermine. Adressiert werden kann das Problem durch eine durchgängige digitale Erfassung eintreffender Rechnungen. Ein dafür eingesetztes System sollte neben der Schrifterkennung auch die Extraktion der relevanten Informationen und ihre Überführung in strukturierte Formate wie JSON, XML oder CSV unterstützen. Hierfür sind Systeme am Markt erhältlich, die sich beispielsweise unter Schlagworten wie „information extraction from scanned invoices“ recherchieren lassen. Der Funktionsumfang und mögliche Automatisierungsgrad unterscheidet sich jedoch erheblich, sodass im Rahmen einer Umsetzung zu prüfen wäre, welche Angebote für die Anwendung im typischen Büroumfeld im landwirtschaftlichen Kontext geeignet und finanziell realisierbar wären.

3.3 Betriebliches Datenmanagement

Wir beginnen diesen Abschnitt mit der Begriffsklärung des Datenmanagements. Unter Datenmanagement kann man die Gesamtheit aller technischen, konzeptionellen, organisatorischen und methodischen Maßnahmen verstehen, Daten so zu erheben, zu speichern und bereitzustellen, dass sie die Unternehmensprozesse optimal unterstützen.¹³⁸ Im Kontext landwirtschaftlicher Betriebe betrachtet das betriebliche Datenmanagement alle Systeme, Maschinen und Anlagen, die Daten erzeugen, speichern, bereitstellen und nutzen. Im Rahmen dieser Studie geht es dabei vor allem um Fragestellungen und Herausforderungen bei der systemübergreifenden Nutzung von Daten. Beispiele:

- Eine Erntemaschine erfasst bei der Ernte Ertragsmengen und legt diese als Dateninformation in einem Cloudsystem des Maschinenherstellers ab. Das Datenmanagement soll die Möglichkeit bieten, dass diese Daten in einer eigenständigen Ackerschlagkartei genutzt werden können.
- Bei einer Applikation von Düngemitteln wird ermittelt, wie viel Dünger auf einem Ackerschlag ausgebracht wurde. Das Datenmanagement soll ermöglichen, dass die ermittelte Düngemenge in die Dünge-dokumentation und in die Buchhaltung übernommen wird.
- Verschiedene betrieblich genutzte Softwaresysteme wie Ackerschlagkartei, Maschinenmanagement und Buchhaltung erfassen und speichern Daten, die zur Berechnung einer betrieblichen Kennzahl in einem FMIS benötigt werden. Das Datenmanagement soll ermöglichen, dass die Daten aus verschiedenen Systemen dem FMIS bereitgestellt werden, damit dieses die Kennzahl berechnen kann.

¹³⁷ s. z. B. https://www.controllingportal.de/Fachinfo/Kennzahlen-1/liqui1.html?sphrase_id=57518295

¹³⁸ Vgl. dazu <https://de.wikipedia.org/wiki/Datenmanagement> und <https://www.storage-insider.de/was-ist-data-managementdatenmanagement-a-850258/> (letzter Zugriff auf beide am 17.08.2021)

Die Produktions- und Entscheidungsprozesse in der Landwirtschaft sind ebenso vielfältig wie verschiedenartig und die aufgeführten Beispiele können nur anreißen, welche Aufgaben ein betriebliches Datenmanagement übernehmen muss. Im Rahmen dieser Studie wollen wir aufzeigen, was zum betrieblichen Datenmanagement gehört, welche Kernanforderungen an dieses bestehen und welche Lösungsansätze diese Anforderungen erfüllen können. Wir legen dabei besonderen Fokus auf ein Datenmanagement, das die Umsetzung eines gesamtbetrieblichen FMIS (vgl. Abschnitt 3.4) unterstützt. Die folgenden Abschnitte sollen zunächst das für die Diskussion möglicher Datenmanagementlösungen notwendige Hintergrundwissen und relevante Konzepte aufzeigen, um dann mit Vorschlägen für Lösungsansätze den Aufbau eines gesamtbetrieblichen FMIS vorzubereiten.

3.3.1 Konzepte und Hintergründe zum betrieblichen Datenmanagement

3.3.1.1 Grundlegende Funktion eines betrieblichen Datenmanagements

Wir fokussieren in diesem Abschnitt die Definition des Datenmanagements aus Abschnitt 0: Das betriebliche Datenmanagement hat die grundsätzliche Aufgabe, Daten aus verschiedenen betrieblich genutzten Softwaresystemen systemübergreifend nutzbar zu machen. Mit dem Begriff „System“ abstrahieren wir von spezifischen Softwarelösungen wie bspw. einer Ackerschlagkartei oder einem Buchhaltungssystem. Maschinen und Sensoren betrachten wir nicht als eigenständiges System, sondern als Datenquelle oder -senke, die stets über zugehörige Softwaresysteme oder auch herstellerfremde Hardware mit eigener Softwareanbindung angesprochen wird. Statt direkt von der Maschine werden Daten über Softwaresysteme der Maschinenhersteller genutzt; das Gleiche gilt für Wiegesystem, Sensoren usw.

Es gibt folglich verschiedene „Systeme“, die unter Nutzung des Datenmanagements miteinander Daten austauschen sollen. Das Datenmanagement ermöglicht es dann, dass zwischen einem System A (bspw. Ackerschlagkartei) und System B (bspw. Maschinenmanagement) Daten ausgetauscht werden können. Das Datenmanagement ist dabei nicht zwangsläufig als eigenständiges Softwaresystem zu verstehen (vgl. Definition in 3.3), sondern kann auch eine reine organisatorische Maßnahme sein, die verschiedene Softwaresysteme einbezieht. Ein Beispiel ist der manuelle Export der Daten aus System A als Excel-Datei und der Import der Datei in System B. Der gleiche Vorgang kann aber auch über einen Datenrouter erfolgen, der dann durch ein eigenständiges Softwaresystem umgesetzt wurde. Beides sind Varianten eines Datenmanagements. Abbildung 23 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Idee des Datenmanagements als Mittler zwischen Softwaresystemen. In der Abbildung ist neben drei abstrahierten betrieblichen Systemen bereits das FMIS eingezeichnet, das im Rahmen dieser Studie grundsätzlich konzipiert werden sollte.

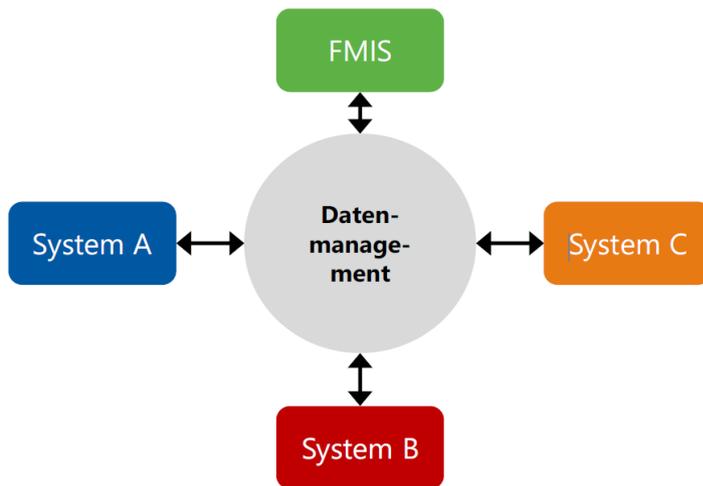


Abbildung 23: Vereinfachte Darstellung der Funktion eines betrieblichen Datenmanagements als Mittler zwischen Softwaresystemen

3.3.1.2 Horizontales und vertikales Datenmanagement

Im Rahmen dieser Studie unterteilen wir das Datenmanagement in das horizontale und das vertikale Datenmanagement, wobei unser Fokus auf dem vertikalen liegen wird.

Das **horizontale Datenmanagement** umfasst im Wesentlichen die Verbindung zwischen betrieblichen Softwaresystemen ohne das gesamtbetriebliche FMIS (vgl. Abbildung 23). Es soll den Austausch zwischen Softwarelösungen wie Ackerschlagkartei, Precision Farming, Warenmanagement, Maschinenmanagement, Buchhaltung usw. herstellen und dabei Medienbrüche zwischen den Systemen minimieren und einfache, systemübergreifende Arbeitsprozesse ermöglichen. Der Begriff des horizontalen Datenmanagements kommt daher, dass hier Daten zwischen Systemen auf der gleichen horizontalen Ebene im Kontext von betrieblichen Produktionsprozessen ausgetauscht werden. Abbildung 24 zeigt in einer schematischen Übersicht die Klassen der Softwaresysteme, die vom horizontalen Datenmanagement betrachtet werden. Hier hat das Datenmanagement die Aufgabe, diese Softwaresysteme miteinander zu verbinden, d. h. Datenbestände systemübergreifend nutzbar zu machen.

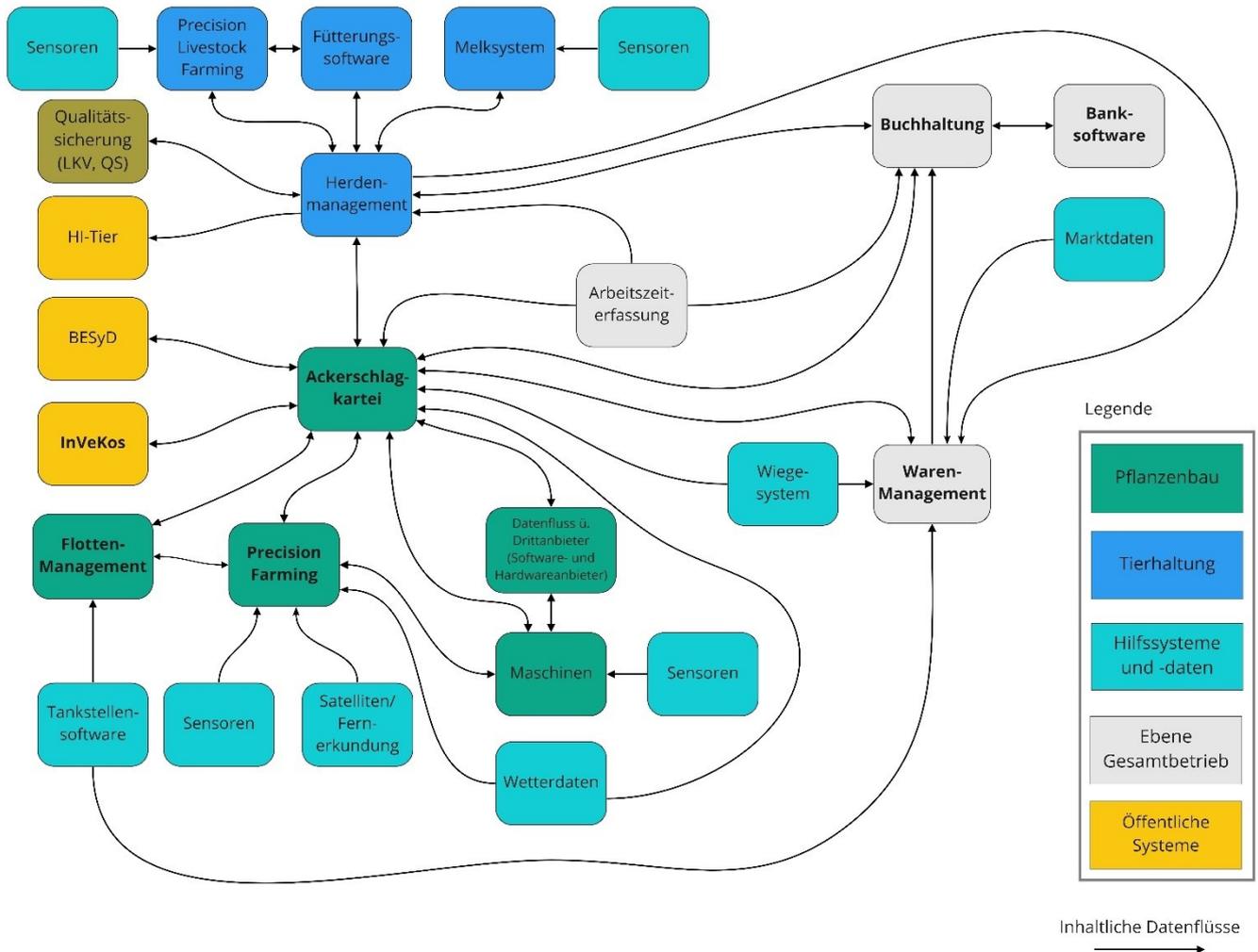


Abbildung 24: Das horizontale Datenmanagement hat die Aufgabe, betrieblich genutzte Softwaresysteme miteinander zu verbinden

Das **vertikale Datenmanagement** hat die Aufgabe, dem gesamtbetrieblichen FMIS zur Informationsbereitstellung in Entscheidungsprozessen Daten aus den betrieblich genutzten Systemen bereitzustellen. Grundsätzlich baut das vertikale Datenmanagement auf dem horizontalen auf, betrachtet aber nur die Elemente, die für den Informationsfluss hin zum FMIS benötigt werden. Da das FMIS Informationen aus weiteren Systemen nur aufnimmt, muss das Datenmanagement an dieser Stelle keinen Informationsfluss in beide Richtungen gewährleisten, d. h., lesende Schnittstellen in den Quellsystemen können bereits genügen.

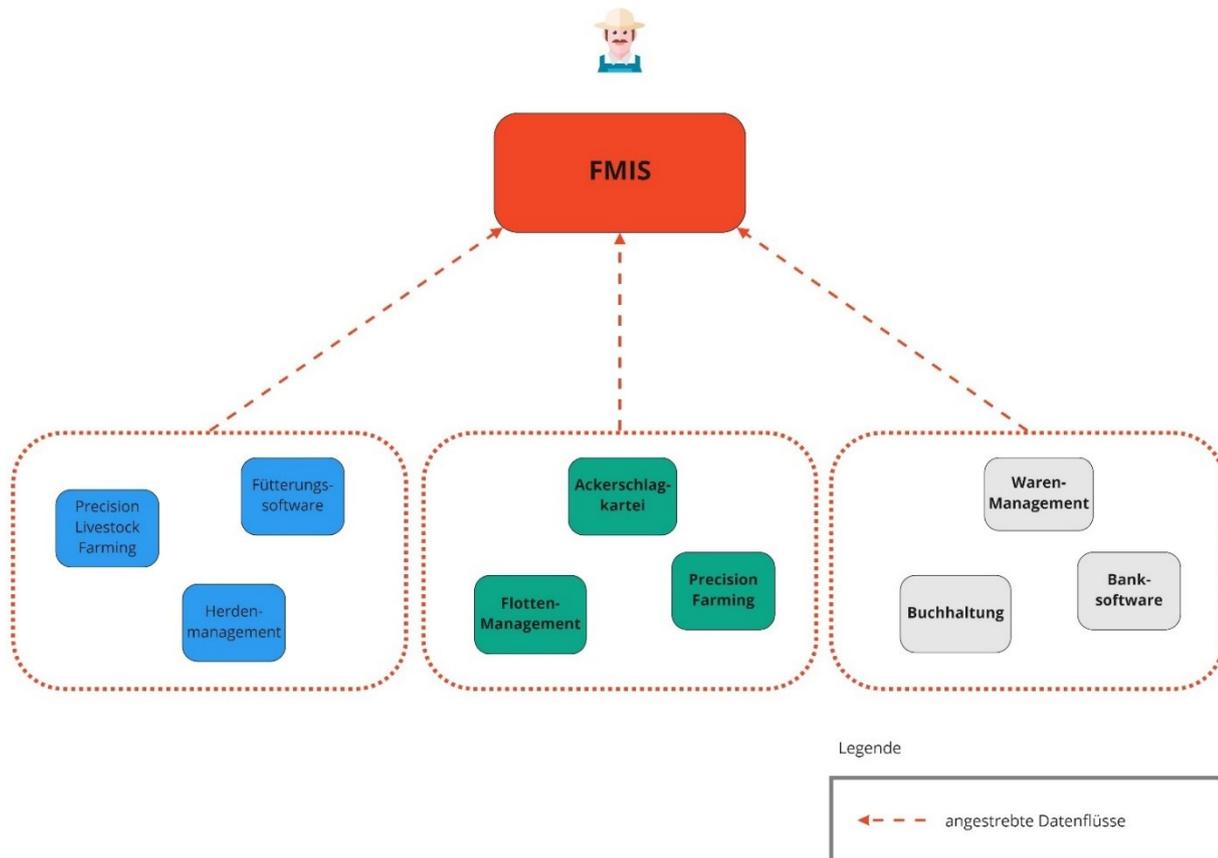


Abbildung 25: Das vertikale Datenmanagement hat die Aufgabe, Dateninformationen aus betrieblich genutzten Softwaresystemen dem gesamtbetrieblichen FMIS bereitzustellen

3.3.1.3 Datenschnittstellen, Medienbrüche und Interoperabilität

Datenschnittstellen (oder vereinfacht Schnittstellen) dienen dem Austausch von Informationen, wobei es menschenlesbare- und computerlesbare Schnittstellen geben kann. Menschenlesbare Schnittstellen sind typischerweise grafische Benutzeroberflächen wie bspw. ein Terminal oder die Ackerschlagkartei, es kann aber auch eine exportierte Excel-Liste oder ein PDF-Report darunter verstanden werden. Unter computerlesbaren Schnittstellen verstehen wir Datenschnittstellen, über die zwei Softwaresysteme miteinander kommunizieren können. Hierzu zählen im betrieblichen Kontext nicht nur Softwarelösungen wie Ackerschlagkartei und Buchhaltungssystem, sondern auch in Maschinen und Anlagen integrierte Softwaresysteme wie bspw. eine Waage oder das Terminal eines Traktors. Im Kontext des betrieblichen Datenmanagements sind Schnittstellen zum Austausch von Daten im Rahmen von Produktionsprozessen unabdingbar. Ein Beispiel ist das erfasste Gewicht einer Ernte, das von der Waage in das Warenmanagementsystem übertragen werden muss. Im Bericht zur Machbarkeitsstudie des BMEL zu staatlichen Datenplattformen wurden Datenschnittstellen im landwirtschaftlichen Raum detailliert diskutiert und im Markt verfügbare Angebote dargestellt.¹³⁹

¹³⁹ Machbarkeitsstudie staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.html

Im Kontext unserer Studie ist in der Diskussion von Datenschnittstellen die Interoperabilität von besonderer Relevanz, die verschiedene Ebenen aufweist. Für computerlesbare Schnittstellen besteht die Herausforderung darin, diese auf mehreren Ebenen interoperabel zu gestalten, um einen funktionierenden Austausch bzw. eine erfolgreiche Integration in Prozesse zu erreichen. Abschnitt 2.3.2 diskutiert ausführlich Aspekte der Interoperabilität mit Hinweisen auf Medienbrüche, die einen erfolgreichen Austausch zwischen Systemen erschweren. Wir fassen an dieser Stelle die Anforderungen aus der Interoperabilität¹⁴⁰ zusammen, die für das betriebliche Datenmanagement besonders relevant sind. Die Interoperabilität steigt mit den Stufen:

- **Stufe 0 – Systeminteroperabilität:** Beschreibt, ob zwei Systeme so miteinander verbunden sind, dass sie prinzipiell Kontakt zueinander aufnehmen können. Dieser Zustand kann bspw. über eine Internetanbindung erfolgen. Müssen Daten zwischen Systemen über USB-Sticks ausgetauscht werden, ist die Systeminteroperabilität nicht gegeben. Zur Interoperabilität auf dieser Stufe gehört, dass zwei Systeme über miteinander interoperable Schnittstellen verfügen, wie bspw. eine REST-Schnittstelle¹⁴¹, passende Import- und Exportschnittstellen für Dateien usw.
- **Stufe 1 – Syntaktische Interoperabilität:** Zwei Systeme sind miteinander verbunden und können prinzipiell Daten austauschen, doch diese werden von den beiden Systemen noch nicht zwangsläufig gleich verstanden. Ein Beispiel ist der Austausch eines Shapefiles mit agronomischen Funktionen. Während beide Systeme zwar das Format „Shapefile“ verarbeiten können, gilt hier noch nicht, dass sie auch die enthaltenen Daten interpretieren können. Auf dieser Stufe fokussiert die Betrachtung auf gleiche Datenformate, wie bspw. Shapefiles. Weitere Beispiele sind Excel-Dateien, XML usw.
- **Stufe 2 – Semantische Interoperabilität:** Zwei Systeme können Daten miteinander austauschen und diese auf gleiche Art und Weise interpretieren. Im Beispiel mit dem Shapefile bedeutet dies etwa, dass ein Shapefile mit Informationen zum Nmin-Gehalt in Ackerböden von beiden Systemen gleich interpretiert und verarbeitet werden. Dabei müssen u.a. geografische Informationen (GPS, genauer Ort) und Werte zum Stickstoffgehalt genau gleich verstanden werden (Art der Beprobung, Einheit des angegebenen Wertes). Hier spielen Standards zur Beschreibung agronomischer Daten eine große Rolle.
- **Stufe 3 – Organisatorische Interoperabilität:** Diese häufig auch als pragmatische Interoperabilität bezeichnete Bedeutung sagt aus, dass über Daten hinaus auch Prozesse von beiden Schnittstellen gleich verstanden werden, sodass Systeme nicht nur Daten miteinander austauschen, sondern auch in den Prozessen selbst miteinander interagieren. Ein Beispiel kann eine automatisch ausgelöste Wägung sein: Mithilfe einer mobilen App eines Warenmanagementsystems könnte bspw. eine Landwirtin oder ein Landwirt eine Wägung durch die Waagesoftware auslösen, wobei das Ergebnis der Wägung automatisch in das Warenmanagementsystem übertragen würde. Ein wesentlicher Punkt hier ist das Verhalten einer Schnittstelle bzw. die Unterscheidung in Schnittstellen, über die Daten ausgelesen werden können, und Schnittstellen, die aktiv Daten in andere Systeme übertragen oder diese zumindest über das Vorliegen neuer Datenbestände informieren. Ein praktisches Beispiel: Wird eine Ernte durchgeführt und Erntemengen sollen aus dem Maschinenmanagement in das Warenmanagementsystem übertragen werden, gibt es zwei grundlegende Ansätze: Das Warenmanagement löst eine Abfrage auf

¹⁴⁰ Angelehnt an <https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/IOP%20whitepaper%20Edition%203%20final.pdf>

¹⁴¹ Zu ReST-Services und Schnittstellen siehe auch Leonard Richardson, Sam Ruby: ReSTful Web Services, O'Reilly. <https://www.oreilly.com/library/view/restful-web-services/9780596529260>, ursprünglich entwickelt in: Roy Thomas Fielding (2000): Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf

neue Daten im Maschinenmanagement aus und liest diese aktiv in die eigenen Datenbestände ein, oder aber das Maschinenmanagement kennt den Bedarf an Daten des Warenmanagements und überträgt die Daten nach der Erfassung automatisch. Man bezeichnet diese beiden Prinzipien auch als Pull-Prinzip (Abruf von Daten) und Push-Prinzip (aktive Übermittlung von Daten). Während eine Pull-Schnittstelle Daten zum Lesen bereitstellt, muss eine Push-Schnittstelle in der Lage sein, neue Daten in die eigenen Datenbestände zu integrieren. Es besteht ferner noch die Möglichkeit, beide Prinzipien zu kombinieren: Sobald die Ernte erfasst wurde, signalisiert das Maschinenmanagement dem Warenmanagement, dass neue Daten vorliegen und es ist dann dem Warenmanagement überlassen, diese Daten per Pull-Prinzip abzurufen.

Die hier aufgeführten Stufen der Interoperabilität können genutzt werden, um aktuelle Zustände im betrieblichen Datenmanagement einzuschätzen und auch, um Zielvorstellungen zu formulieren. Ist eine Stufe nicht etabliert, kommt es zu entsprechenden Medienbrüchen, die einen automatisierten Austausch zwischen computerlesbaren Datenschnittstellen verhindern.

Häufig ist auch eine Stufe grundsätzlich umgesetzt und der Austausch funktioniert trotzdem nicht, da bspw. einzelne Werte eines ausgetauschten Datenobjekts verschieden interpretiert werden oder die Interpretation gar nicht möglich ist. Ein Beispiel wäre, wenn ein sendendes System einem Shapefile einen Wert hinzufügt, den das empfangende System nicht erwartet und das deshalb die Verarbeitung nicht durchführen kann. Diese Art von Problemen tritt in der Informationstechnologie sehr häufig auf und kann u.a. in einer nicht einheitlichen Nutzung von Spezifikationen und Standards oder auch einer fehlerhaften Programmierung begründet sein.

3.3.1.4 Grundlegende Ansätze

Zur Gestaltung eines betrieblichen Datenmanagements werden in dieser Studie drei grundlegende Ansätze dafür untersucht, wie ein Datenmanagement organisatorisch und technisch aufgebaut werden kann. Die Ansätze sind nicht exakt trennscharf und müssen jeweils noch technologisch konkretisiert werden, helfen aber bei der Diskussion und dienen insbesondere dazu, konkrete Ansätze aus Wirtschaft und Forschung zu strukturieren. In diesem Abschnitt werden zunächst die drei Ansätze vorgestellt und in eine Systematik eingeordnet.

3.3.1.4.1 Bilaterale Schnittstellen

Durch bilaterale Schnittstellen treten zwei Systeme unmittelbar miteinander in Verbindung und können über diese Daten austauschen (vgl. Abbildung 26). Die Gestaltung der Schnittstellen kann dabei individuell zwischen den Systemen erfolgen oder einem übergreifenden Standard¹⁴² folgen. Bilaterale Schnittstellen sind aktuell der im betrieblichen Datenmanagement vorwiegend genutzte Ansatz zum Austausch von Daten. Sie können insbesondere dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn nur Bedarf für einfache Schnittstellen zwischen einzelnen Komponenten im Gesamtsystem existiert. Als alleiniges Lösungskonzept kommen insbesondere individuelle Schnittstellen nicht in Frage, da die Komplexität insgesamt zu groß wäre. Standardisierte bilaterale Schnittstellen reduzieren die Komplexität deutlich.

¹⁴² Bspw. ISOXML, AgGateway ADAPT oder DataConnect

Vorteile

- Flexible und in der Regel schnelle Lösung zur Herstellung einer Verbindung zwischen zwei Systemen
- Individuelle Schnittstellen können konkreten Bedarf zwischen zwei Systemen lösen, ohne großen Abstimmungsaufwand zu erzeugen.
- Vergleichsweise niedrige Kosten für die Integration in eine existierende Softwarelösung, wobei das stark von der jeweiligen Implementierung abhängt. Die Schaffung einer nur lesenden Schnittstelle ist bspw. deutlich weniger aufwändig als die einer schreibenden Schnittstelle.

Nachteile

- Individuelle Schnittstellen bieten tendenziell geringe Wiederverwendbarkeit.
- Bei vielen bilateralen Schnittstellen (insbesondere individuellen) entstehen hohe Aufwände bzgl. Herstellung und Pflege und es gibt tendenziell eine höhere Fehleranfälligkeit aufgrund des hohen Variantenreichtums und komplexen Gesamtsystems.
- Ausufernde Komplexität, falls individuelle Schnittstellen das gesamte betriebliche Datenmanagement abdecken sollen

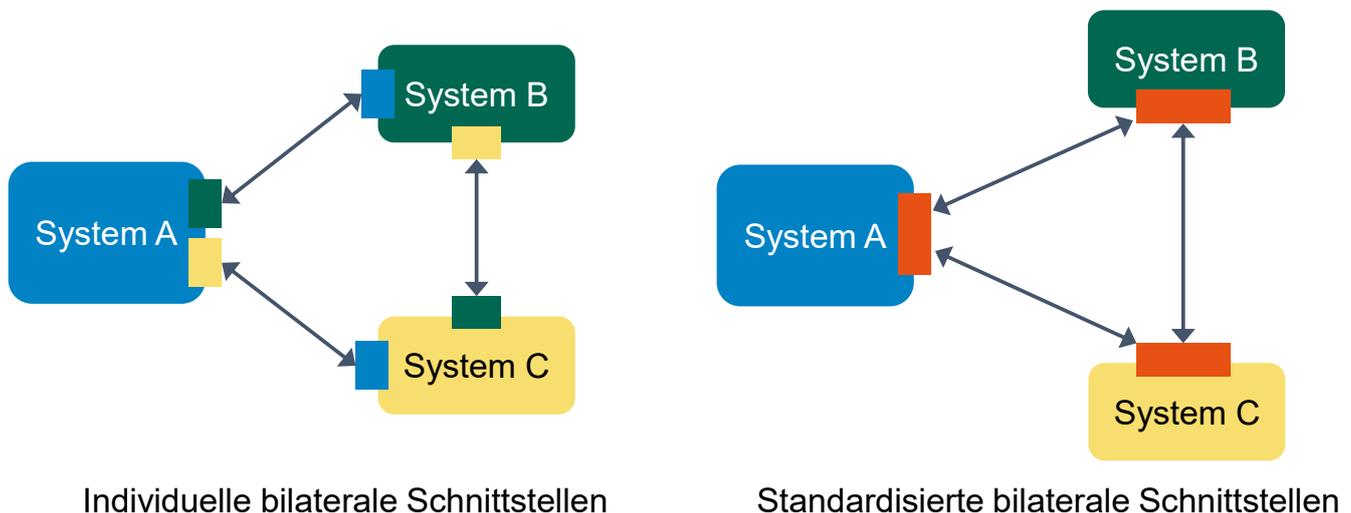


Abbildung 26: Bilaterale Schnittstellen

3.3.1.4.2 Datenrouter

Datenrouter dienen als Mittler zwischen Systemen und übernehmen den reinen Datentransport (vgl. Abbildung 27). Außer einer Pufferung von Daten für Transportzwecke speichern sie selbst keine Datenbestände. Damit sind Datenrouter eigenständige Softwaresysteme, für die Herstellungs- und Betriebskosten anfallen. Schnittstellen zwischen einem Datenrouter und angeschlossenen Systemen können prinzipiell individuell gestaltet werden oder standardisiert sein, wobei ein zentraler, standardisierender Datenrouter sich vorteilhaft auf das gesamte betriebliche Datenmanagement wirken kann, indem Datenbestände und Prozesse harmonisiert werden. Zwar können Funktionen wie Konvertierungen in die Transportprozesse integriert werden, doch sind diese aufwändig und tendenziell fehleranfällig. Aktuell ist nur mit dem agrirouter ein dedizierter und eigenständiger Datenrouter in der Landwirtschaft etabliert.

Vorteile

- Entkoppelt Systeme, unterstützt Transportprozesse und entlastet damit angebundene Systeme
- Reduziert Varianten notwendiger Schnittstellen, wenn Standardisierung verwendet wird
- Softwaresysteme können Aufwände für Standardisierung einsparen (vorteilhaft, wenn diese eigenen Standards entsprechen).

Nachteile

- Tendenziell hohe Kosten für Herstellung und Betrieb
- Softwaresysteme müssen sich möglicherweise vorgegebenen Standards anpassen (nachteilig, wenn diese nicht eigenen Standards entsprechen).
- Softwaresysteme müssen empfangene Daten selbst speichern und vorhalten, da sie nicht nach Bedarf über den Datenrouter abgerufen werden können.

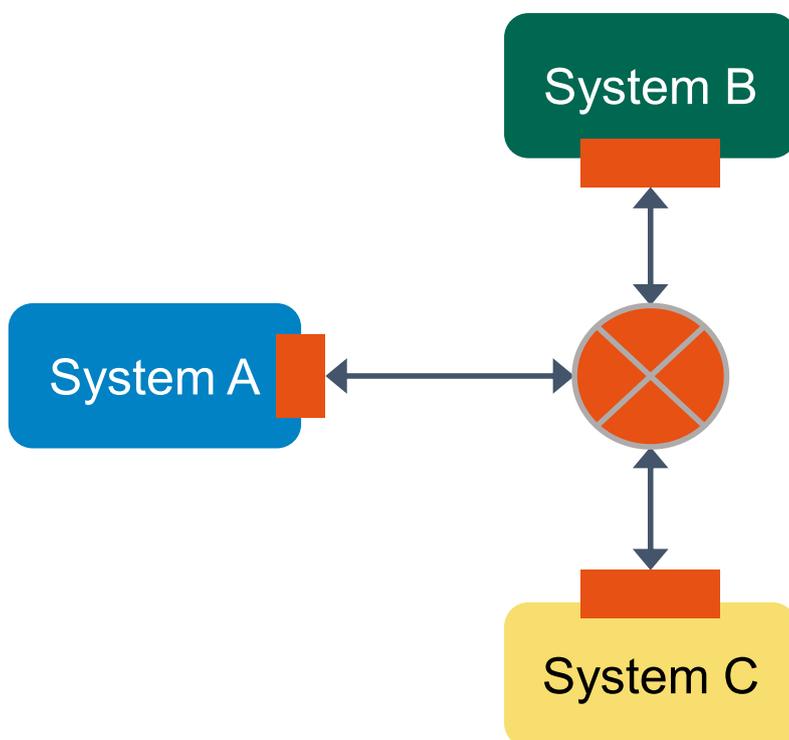


Abbildung 27: Datenrouter

3.3.1.4.3 Datenhub

Ein Datenhub bietet prinzipiell die Funktion eines Datenrouters, ergänzt diese aber um die Speicherung von Daten (vgl. Abbildung 28). Angebundene Systeme können auf die zentral und einheitlich abgelegten Datenbestände zugreifen und diese für eigene Funktionen nutzen; Daten und Applikation werden aber grundsätzlich getrennt. Es gibt dabei Spielräume zur technischen Umsetzung: Systeme können einen Hub direkt als einzigen Datenbestand nutzen oder sie speichern Daten selbst zwischen, betrachten den Datenhub aber

übergreifend als Single Point of Truth¹⁴³. Ein dedizierter, eigenständiger Datenhub ist in der Landwirtschaft noch nicht etabliert, obwohl verschiedene Forschungsprojekte diesen Ansatz evaluieren und entwickeln¹⁴⁴. Ein Datenhub muss nicht zwangsläufig als eigenständige Softwarelösung konzipiert sein; so kann bspw. auch eine Ackerschlagkartei die Funktion eines Datenhubs für weitere Softwaresysteme übernehmen. Werden sämtliche betrieblichen Daten in einem Datenhub gehalten, bietet das Vorteile für die Verwaltung der Daten und bspw. auch für die Konfiguration von Zugriffsberechtigungen, da alle Daten an nur einer Stelle zusammengeführt wurden. Weiterhin können Daten einfach und effizient für Dienstleistungen zur Verfügung gestellt werden, da grundsätzlich nur auf eine Stelle im betrieblichen Datenmanagement zugegriffen werden muss. Umgekehrt bringt ein Datenhub einen hohen Aufwand mit sich, einerseits für Umsetzung und Betrieb, andererseits für die angebundenen Systeme, die das Konzept der ausgelagerten Datenhaltung in ihre jeweilige Implementierung integrieren müssen.

Vorteile

- Ähnliche Vorteile wie beim Datenrouter
- Bietet als eigenständiges Angebot die Chance für Landwirtinnen und Landwirte, ein sehr hohes Maß an Kontrolle über eigene Datenbestände zu erreichen, da diese unabhängig von landwirtschaftlichen Softwareangeboten verwaltet werden. Ermöglicht dadurch auch ein hohes Maß an Datensouveränität und bietet die Möglichkeit, Daten dem digitalen Ökosystem einfach zur Verfügung zu stellen.
- Ein Datenhub kann weitere Funktionen übernehmen, bspw. Prüfung der Datenqualität, Konvertierung oder Korrekturen von Datenbeständen.
- Ein Datenhub kann Datenbestände mehrerer Datenquellen bzw. Fachsysteme enthalten. Dadurch können mehr und umfassendere Funktionen auf die Daten angewandt werden wie bspw. betriebszweigübergreifende Auswertungen.
- Der Zugang für weitere Drittanbieterlösungen wird erleichtert, da keine Abhängigkeit von der Bereitschaft einzelner Anbieter besteht, Zugang zu eigenen Datenbeständen zu schaffen.

Nachteile

- Ähnliche Nachteile wie beim Datenrouter
- Sehr hohe Aufwände für Konzeption, Koordination, Umsetzung und Betrieb. Daneben auch hohe Aufwände für Softwareanbieter, die die einzelnen Lösungen auf das Konzept der externen Datenhaltung umstellen müssen.
- Kann auf Ablehnung bei Softwareanbietern stoßen, da der Ansatz möglicherweise strategischen Eigeninteressen der Unternehmen widerspricht

¹⁴³ Beim Single-Point-of-Truth-Ansatz werden Daten redundant gehalten, d. h. angebundene Systeme halten für die Verarbeitung notwendige Daten, die sie vom Datenhub bezogen haben. Sofern Ergebnisse erzeugt werden, die für den zentralen Datenbestand relevant sind, werden diese wieder in den Hub integriert. Der Datenhub ist dann die eine Stelle im Gesamtsystem, an der der korrekte und aktuelle Zustand der Daten abgelegt ist. Diese Umsetzung wird auch als Master-Slave-System bezeichnet und bietet für den praktischen Betrieb eine realistischere Umsetzung als die direkte Einbindung eines Datenhubs als einzigem Datenspeicher. Letztere Variante benötigt bspw. eine enorm performante und stabile Anbindung zwischen Datenhub und System, die in der Praxis selten gegeben ist und hohe Anforderungen an die technische Architektur stellt.

¹⁴⁴ Vgl. bspw. die Forschungsprojekte SDSD und COGNAC

- Kann auf Ablehnung bei Landwirtinnen und Landwirten stoßen, wenn dem Anbieter des Datenhubs nicht ausreichend Vertrauen entgegengebracht wird
- Voraussichtlich keine 100%ige Abdeckung aller betrieblichen Datenbestände erreichbar, da einzelne Fachsoftwarelösungen weiterhin individuelle Datenbestände halten wollen oder müssen. Möglicherweise sind auch nicht alle Daten und Prozesse standardisierbar, sodass sie im Datenhub nicht oder nur mit Mehraufwand abgebildet werden können.

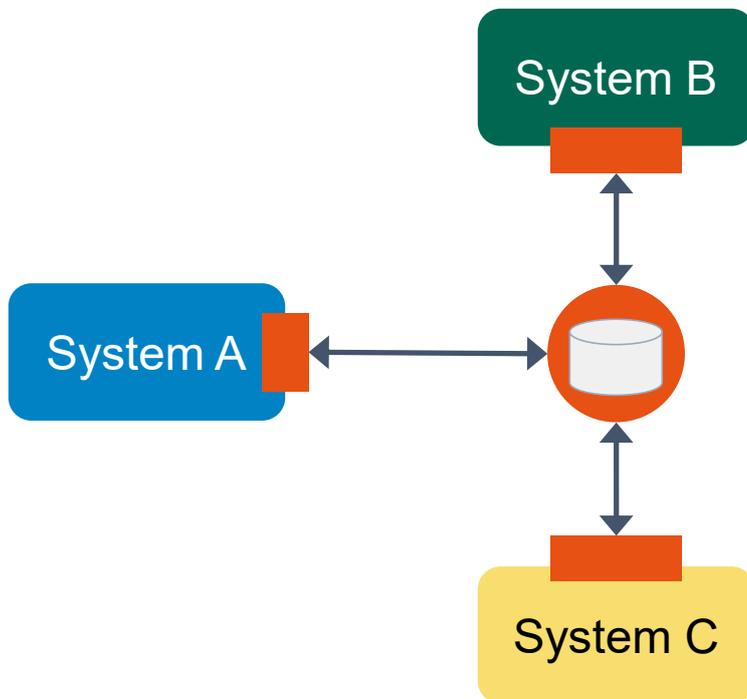


Abbildung 28: Datenhub

3.3.1.4.4 Hybrides Datenmanagement

Statt der Etablierung eines der dargestellten Ansätze zum Datenmanagement kann es zielführender sein, die Ansätze zu einem Gesamtszenario zu kombinieren und ein hybrides Datenmanagement aufzubauen (vgl. Abbildung 29). Dadurch bietet sich die Chance, die einzelnen Stärken und Schwächen der verschiedenen Ansätze auf die konkreten Bedarfe im jeweiligen Teilbereich des Datenmanagements abzustimmen. Aufgrund der Komplexität landwirtschaftlicher Prozesse und damit auch der jeweiligen Datenbestände ist es voraussichtlich zielführender, statt eines sehr umfassenden, dedizierten Datenmanagementsystems mehrere spezialisierte einzusetzen, also bspw. einen Datenrouter spezifisch für den Pflanzenbau und einen Datenhub für betriebliche Entscheidungsprozesse. Wichtig ist bei einem solchen hybriden Ansatz, dass die einzelnen Teilbereiche miteinander vernetzt werden.

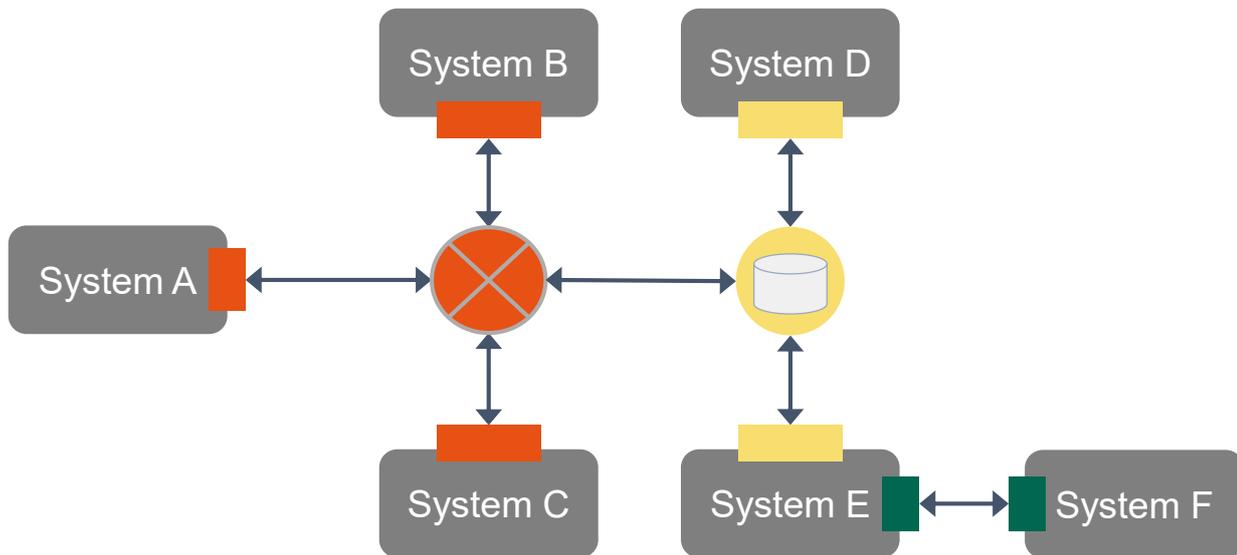


Abbildung 29: Hybrides Datenmanagement

3.3.2 Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement

In diesem Abschnitt werden auf höherer Betrachtungsebene Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement dargestellt und kurz diskutiert. Die Anforderungen ergeben sich aus den Beobachtungen zum Status quo im betrieblichen Datenmanagement und aus den Vorgaben aus der Leistungsbeschreibung dieser Studie. Wir führen einleitend Herausforderungen aus dem Status quo an, deren Beantwortung in Anforderungen an ein Datenmanagementsystem überführt werden können.

Im Rahmen der Studie wurde kein expliziter Anforderungserhebungsprozess durchgeführt, wie er für die erfolgreiche Umsetzung konkreter IT-Projekte essenziell ist, da diese sehr detailliert konkrete Funktionen betrachtet. Wir haben vielmehr Herausforderungen grundlegend analysiert und in übergreifende und grundlegende Anforderungen oder auch Treiber zukünftiger Entwicklungen überführt, die als Basis für weitere Ausarbeitungen und Detaillierungen konkreter Umsetzungen von Lösungen im betrieblichen Datenmanagement – sowohl dem horizontalen wie auch dem vertikalen – dienen können.

3.3.2.1 Herausforderungen im betrieblichen Datenmanagement

Landwirtschaftliche Betriebe müssen sich in der täglichen Praxis vielen Herausforderungen bei der Arbeit mit digitalen Systemen stellen. Diese beginnen bei der Auswahl geeigneter Angebote, der Einarbeitung in neue Systeme und praktischen Problemen und Fehlerbehebungen im Betrieb. Grundlegend für diese Herausforderungen ist, dass landwirtschaftliche Prozesse, seien es Produktions- oder Entscheidungsprozesse, jeweils viele verschiedene Systeme, Maschinen, Anlagen oder Software mit einbeziehen. Wir haben im Rahmen dieser Studie exemplarische Realweltprozesse detailliert analysiert, um herauszuarbeiten, welche Teilprozesse existieren, welche Systeme und Maschinen daran beteiligt sind und welche Daten dabei anfallen bzw. ausgetauscht werden müssen (vgl. Abschnitt 3.1). Die Ergebnisse dieser Analysen können genutzt werden, um konkrete technische und fachliche Anforderungen herauszuarbeiten und für die Gestaltung von Lösungsansätzen zu nutzen. So wird dadurch bspw. in der Gesamtheit sichtbar, welche Systeme an spezifischen Produktionsprozessen wie bspw. der Düngung beteiligt sind und in die Anforderungserhebung mit einbezogen werden müssen.

Für das Datenmanagement ziehen wir folgende grundsätzliche Herausforderungen für die weitere Diskussion heran:

- Mangelnde Interoperabilität führt dazu, dass Systeme keine Daten austauschen oder in Prozessen nicht zusammenarbeiten können (vgl. Abschnitt 3.3.1.3). Hierbei ist zu betrachten, ob überhaupt Schnittstellen zu Systemen existieren, ob Schnittstellen syntaktisch und semantisch miteinander kommunizieren können und ob Prozesse über Systeme hinweg durchgeführt werden können. Bei betrieblichen Prozessen müssen häufig unterschiedlichste Softwarelösungen, Maschinen und Systeme genutzt werden, um den Prozess als Ganzes durchzuführen (vgl. dazu Abschnitt 3.1). Ähnlich verhält es sich bei der Zusammenstellung von Daten und Informationen für betriebliche Entscheidungsprozesse operativer oder strategischer Natur. Das ist für Betriebe häufig mit großen Aufwänden verbunden, sofern es überhaupt möglich ist, die benötigten Daten in erforderlicher Qualität und Aktualität zur Verfügung zu haben.
- Die Digitalisierung und Nutzung digitaler Systeme ist in vielen Betrieben schon etabliert und entsprechende Kompetenz in den Betrieben besteht bereits oder entwickelt sich. Umgekehrt stellen digitale Systeme teilweise noch zu hohe Anforderungen an die IT-Fachkompetenz, sodass Betriebe bei der Nutzung digitaler Funktionen oder bei Fehlervorfällen nicht angemessen reagieren können.

3.3.2.2 Anforderungen im betrieblichen Datenmanagement

Aufbauend auf den in der Leistungsbeschreibung gegebenen Herausforderungen formulieren wir einzelne, konkretere Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement aus. Diese dürfen nicht als vollständig verstanden werden, da betriebliche Produktionsprozesse, dazu genutzte Systeme und Daten im Rahmen dieser Studie nicht in voller Detailtiefe eingebracht wurden. Sie sind vielmehr als grundlegende Anforderungen zu verstehen, die als Basis für weitere Arbeiten und konkrete Anforderungserhebungen dienen und für die Softwareentwicklung genutzt werden können. Neben den Vorgaben der Leistungsbeschreibung dieser Studie wurde auf umfassende Vorerfahrungen der Projektbeteiligten, eigene Recherchen und Zwischenergebnisse im Rahmen dieser Studie sowie die vom LfULG bereitgestellten Vorarbeiten zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 1.3):

- **DMAF1 – Unterstützung horizontaler Prozesse:** Das Datenmanagement muss die horizontalen Prozesse unterstützen, d. h. dass sämtliche an einem Produktionsprozess beteiligten Systeme miteinander kommunizieren können müssen und in der Lage sein müssen, in diesem Prozess notwendige Daten untereinander so auszutauschen, dass sie in allen jeweiligen Systemen gleich interpretiert werden. Hierzu können Ausarbeitungen wie in Abschnitt 3.1 genutzt werden, um beteiligte Systeme, Daten und Teilprozesse zu identifizieren und in die Lösungsgestaltung aufzunehmen.
- **DMAF2 – Unterstützung vertikaler Prozesse:** Das Datenmanagement muss die vertikale Informationsbereitstellung unterstützen, d. h. es muss Daten aus unterschiedlichsten, fachspezifischen Softwaresystemen zusammenführen und einem gesamtbetrieblichen FMIS (vgl. Abschnitt 3.4) zur Verfügung stellen. Hierzu können Ausarbeitungen wie in Abschnitt 3.1 und 3.2 kombiniert genutzt werden, um dazu notwendige Daten und deren Quellsysteme zu identifizieren und in die detaillierte Lösungsgestaltung aufzunehmen.
- **DMAF3 – Reduzierung manueller Aufwände:** Das Datenmanagement soll manuelle Aufwände reduzieren mit dem Ziel, sämtliche Schnittstellen prinzipiell zu automatisieren. Das heißt nicht, dass alle Übertragungsvorgänge ohne Interaktion ablaufen, aber manuelle Aktivitäten wie Wechsel von Datenträgern (USB, CD), händische Übertragung von Werten usw. sollen wegfallen. In Einzelfällen kann es Nutzern überlassen werden, ob sie die Übertragung von Daten über Benutzeroberflächen auslösen.

- **DMAF4 – Umsetzung Datensouveränität:** Das Datenmanagement muss geeignet sein, Datensouveränität für Landwirtinnen und Landwirte herzustellen. Hierbei kann es Variationen bzw. Abstufungen geben, d. h. nicht alle Merkmale der Datensouveränität müssen umgesetzt werden (vgl. dazu Abschnitt 2.3.3).
- **DMAF5 – Kosteneffizienz digitaler Lösungen:** Landwirtschaftliche Betriebe stehen bereits heute unter hohem Kostendruck und verfügen nur über einen begrenzten Investitionsrahmen für ergänzende Technologien. Falls erforderlich, müssen zusätzliche Systeme für Landwirtinnen und Landwirte kosteneffizient umsetzbar sein. Dies gilt auch für Anforderungen, die an eine betriebliche IT-Infrastruktur gestellt werden.
- **DMAF6 – Cybersecurity:** Unabhängig von der technischen Umsetzung eines Datenmanagements muss ein Höchstmaß an Datensicherheit erreicht werden, um gegen verschiedene Arten von Cyberangriffen Resilienz aufzuweisen. Dazu gehören u.a. nicht berechnete Zugriffe auf Daten oder die Störung von Betriebsabläufen (vgl. dazu u.a. BSI C5).
- **DMAF7 – Flexibilität:** Das Datenmanagement muss so flexibel gestaltet sein, dass neue Schnittstellen und Systeme einfach, schnell und kosteneffizient integriert werden können. Das gilt ebenso für Änderungen an existierenden Schnittstellen und das Umsetzen individueller Anforderungen.
- **DMAF8 – Robuster Betrieb:** Das Datenmanagement muss einen robusten Betrieb von landwirtschaftlichen Softwaresystemen ermöglichen, damit betriebliche Produktionsprozesse insbesondere in zeitkritischen Phasen störungsfrei durchgeführt werden können. Hierbei wird als Vorgabe ein störungsfreier Betrieb an 365 Tagen vor allem in den Zeiten zwischen 5:00 und 23:00 Uhr formuliert.
- **DMAF9 – Einfache Bedienbarkeit:** Das Datenmanagement muss so gestaltet sein, dass wesentliche Funktionen von Anwendern ohne IT-Fachwissen bedient werden können und diese auch in der Lage sind, einfache Fehlerfälle zu erkennen und zu beheben.
- **DMAF10 – Performanz:** Das Datenmanagement muss verfügbar und ausreichend performant gestaltet werden, um die Anforderungen der jeweiligen Fachlösungen in ausreichendem Maße zu erfüllen. Dazu gehört insbesondere auch die Berücksichtigung der notwendigen Konnektivität aller Teilsysteme, was bspw. von der verfügbaren Internetanbindung oder Funkkonnektivität abhängt.
- **DMAF11 – Effiziente Datenverwaltung:** Das Datenmanagement muss die Nutzung und Verwaltung von betrieblichen Daten für Landwirtinnen und Landwirte möglichst einfach gestalten. Dazu gehört bspw. ein einfacher Überblick über betriebliche Datenbestände, schnelle und aufwandsarme Zusammenführung zur Verarbeitung oder einfache Freigabe für zusätzliche Dienstleistungen.

3.3.3 Fachgespräche mit Softwareanbietern

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden sehr viele Aspekte des betrieblichen Datenmanagements und der Informationsbereitstellung durch ein FMIS betrachtet. Um einerseits Erkenntnisse, Konzeptionen und eigene Ansätze abzusichern und andererseits ergänzende Anregungen, Ideen und Anforderungen aufzunehmen, wurden Fachgespräche mit zehn Anbietern verschiedener Softwarelösungen durchgeführt. In diesen wurden für die Machbarkeitsstudie relevante Themenbereiche besprochen und es wurde dabei auch auf die Rolle der jeweiligen Softwareangebote eingegangen, da diese die Kernelemente im betrieblichen Datenmanagement darstellen. Die Ansprechpartner wurden so ausgewählt, dass eine möglichst umfassende Abdeckung der in Abschnitt 2.2 gezeigten Systemklassen erreicht wurde.

Die Gespräche dauerten je ca. eine Stunde und lieferten jeweils wertvolle Ergänzungen und Einsichten in die Perspektive von Softwareanbietern. Deren Einbeziehung in die Studie und auch in Folgeaktivitäten ist von hoher Bedeutung, da sie die Akteure sind, die bisher und zukünftig maßgeblich das betriebliche Datenmanagement gestalten oder zumindest mitgestalten.

Die Gespräche wurden als semi-strukturierte Interviews durchgeführt. Dabei gibt es keine Liste konkreter Fragen, die von den Gesprächspartnern beantwortet werden sollen, sondern eher thematische Fragen, die eine offene Diskussion erlauben. Gesprächspartner auf Seiten der Studie waren Mitarbeitende des Konsortiums, aber keine Vertreter der Auftraggeber. Für die Gesprächsinhalte wurde Anonymität gegenüber den Auftraggebern und den Leserinnen und Lesern der Studie zugesichert. Inhalte bzw. wesentliche Erkenntnisse aus den Gesprächen werden daher in einer aggregierten Form dargestellt, die keinen Rückschluss auf Gesprächspartner oder Unternehmen ermöglicht.

In den folgenden Abschnitten stellen wir zunächst kurz die besprochenen Themen und Fragestellungen vor und fassen darauffolgend Kernaussagen zusammen, die aus unserer Sicht relevante Informationen für diese Studie geliefert haben. Diese Kernaussagen und weitere Gesprächsinhalte werden über die Darstellung hinaus in verschiedenen Teilen dieser Studie analysiert und eingebracht.

3.3.3.1 Inhaltliche Gesprächsgestaltung

Die folgende Auflistung stellt kurz die in den Fachgesprächen besprochenen Themen vor.

Beschreibung der eigenen Softwarelösung

- Einordnung in die passende(n) Systemklasse(n)¹⁴⁵ und Angabe der wesentlichen Funktionen. Damit sollte erfasst werden, wie sich die jeweilige Softwarelösung im betrieblichen Kontext und insbesondere zum betrieblichen Datenmanagement verhält.

Einschätzung der Gesprächspartner zum betrieblichen Datenmanagement

- Wie werden Probleme und Herausforderungen wie mangelnde Interoperabilität, fehlende Schnittstellen, Medienbrüche, manueller Aufwand und Fehleranfälligkeit aus Sicht der Gesprächspartner gesehen und wie sind deren Erfahrungen mit ihren jeweiligen Kunden?
- Was sind nach Ansicht der Gesprächspartner die Ursachen und Gründe für die geschilderten Herausforderungen und deren Auswirkungen?
- Mit welchen Lösungsansätzen könnten die Herausforderungen gelöst und die Probleme minimiert werden? An dieser Stelle wurden noch keine Lösungsvorschläge vorgestellt, die im Rahmen dieser Studie evaluiert werden, sondern die Gesprächspartner sollten eigene Ansätze formulieren.

Einschätzung der Gesprächspartner zum Thema Datensouveränität

- Wie ist die Wahrnehmung des Themas Datensouveränität (s. Abschnitt 2.3.3) bei den Gesprächspartnern, insbesondere aus den Erfahrungen mit den eigenen Kunden? Wie sehen die Gesprächspartner die digitale Landwirtschaft hier generell aufgestellt und wie bewerten sie Aktivitäten außerhalb ihres eigenen Unternehmens?
- Wie gehen die Unternehmen der Gesprächspartner selbst mit dem Thema Datensouveränität um und wie sind die eigenen Softwareangebote technisch aufgebaut und umgesetzt?

¹⁴⁵ Den Gesprächspartnern wurde dazu die grafische Darstellung der Systemklassen gezeigt (s. Abschnitt 2.2).

Feedback der Gesprächspartner zu den verschiedenen Datenmanagementvarianten

- Wie werden die Varianten bzw. Ansätze für betriebliche Datenmanagementlösungen von den Gesprächspartnern hinsichtlich der besprochenen Herausforderungen und Probleme bewertet? Können sie Lösungen dafür sein?
- In welcher Rolle sehen die Gesprächspartner die eigenen Angebote und wie bewerten sie die Möglichkeit der Einbindung in die verschiedenen Varianten? Welche Variante wären bevorzugt?
- Falls es zur Umsetzung eines spezifischen Ansatzes käme: Welche Akteure sollten diesbezügliche Aktivitäten treiben und steuern?

Diskussion verschiedener Aspekte von Schnittstellen mit Fokus auf die eigenen Angebote

- Wie sind die jeweiligen Softwareangebote bereits mit Schnittstellen ausgestattet, wie sind diese gestaltet und wie ist die Bereitschaft, weitere Schnittstellen zu schaffen oder sich einzubringen?
- Im Rahmen der Studie sollen auch Kosten für die Schaffung von Schnittstellen betrachtet werden, was grundsätzlich sehr schwer einzuschätzen ist, wenn keine konkrete Beschreibung existiert. Trotzdem wurden die Gesprächspartner um eine ungefähre Einschätzung aus ihrer jeweiligen Erfahrung zu den Aufwänden gebeten, die für die Schaffung von Schnittstellen zu ihren Systemen notwendig sind.
- Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Schaffung weiterer Schnittstellen im Rahmen der eigenen Lösungen finanziell zu gestalten. Dazu gehören a) Integration in die Kernfunktionalität, d. h. die Landwirtinnen und Landwirte und weitere Kunden zahlen mit dem Basispreis für die Schnittstellenfunktion, b) als zur Basisfunktion zubuchbares, aber kostenpflichtiges Modul und c) als Individualentwicklung, die jeweils von einem Auftraggeber der Schnittstelle zu finanzieren ist.

Einschätzung der Gesprächspartner zu einem gesamtbetrieblichen FMIS als Dashboard

Hierbei wurden keine konkreten Funktionen oder grafischen Ausgestaltungen gezeigt, sondern das grundsätzliche Konzept wurde skizziert und die Einschätzung dazu erfragt. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass den Fragen keine konkrete Konzeption zugrunde gelegt wurde und die Einschätzung der Gesprächspartner auf den Schilderungen der Befragenden und der Interpretation aus der eigenen Perspektive beruht.

- Sehen die Gesprächspartner ein solches Dashboard, das Daten übergreifend zusammenführt und zu Kennzahlen aggregiert, als sinnvolles, ergänzendes Angebot oder genügen die aktuell verfügbaren Funktionen?
- Wie ist die Bereitschaft, eigene Softwareangebote an ein solches FMIS anzubinden, um Daten zur dortigen Darstellung und Aufbereitung bereitzustellen?
- Falls es zur Umsetzung eines solchen FMIS käme: Welche Akteure wären zur Umsetzung und zum Betrieb geeignet?

Gesprächsabschluss mit offenen Fragen

Diese waren dafür gedacht, Raum für bisher nicht angesprochene Themen zu bieten, die den Gesprächspartnern wichtig erschienen:

- Zu den in diesem Gespräch besprochenen Themen: Was sollte aus Sicht der Gesprächspartner auf keinen Fall passieren?
- Gibt es Themen oder Aspekte, die den Gesprächspartnern wichtig sind, die bisher aber nicht besprochen wurden?

3.3.3.2 Wesentliche Kernaussagen

In diesem Abschnitt fassen wir Erkenntnisse aus den Fachgesprächen zu Kernaussagen zusammen, die aus unserer Sicht wesentlich im Sinne dieser Studie sind. Wir zitieren dabei keine einzelnen Aussagen, sondern aggregieren diese zu Kernaussagen, die sich an den für uns relevanten Themenblöcken orientieren. Die Kernaussagen werden ohne eigene Bewertung wiedergegeben und sollen die Einstellung der Gesprächspartner reflektieren. Immer wenn sich widersprechende Einschätzungen abgegeben wurden, werden beide Seiten aufgeführt. Diese Zusammenfassung darf nicht als repräsentative Umfrage verstanden werden, dazu war die Anzahl der Gesprächspartner zu gering.

3.3.3.2.1 Beschreibung der eigenen Softwarelösung

- **Funktionsumfang und Angebote:** Da Gesprächspartner von Unternehmen mit Softwarelösungen aller Systemklassen beteiligt waren, ergab sich eine hohe Vielfalt an Funktionen und Angeboten. Diese reichen von spezifischen Fachlösungen (wie Precision Farming) bis hin zu sehr umfassenden Softwarelösungen, die eine hohe Anzahl der Systemklassen¹⁴⁶ abdecken. Einige Anbieter verfolgen die Strategie, zum eigenen Angebot ergänzende Funktionen durch Partner hinzuzufügen. Hierzu werden diese direkt als Funktion in das eigene System integriert oder als Modul hinzugefügt.
- **Trend zur Cloud:** Für fast alle lässt sich festhalten, dass die eigenen Angebote als cloud- bzw. internetbasierte Lösungen aufgebaut sind oder der Trend klar in diese Richtung geht. Die meisten Anbieter mit cloud- bzw. internetbasierten Softwarelösungen nutzen dazu IT-Ressourcen, die ausschließlich in Deutschland betrieben werden und dort klar lokalisiert bzw. einem Standort zugeordnet werden können. In einigen Fällen werden eigene Rechenzentren betrieben, um die maximale Kontrolle über die IT-Ressourcen zu behalten.
- **Einschätzung zu lokalem Betrieb:** Neben cloud- bzw. internetbasierten Angebote existieren weiterhin Softwarelösungen, die als Desktopversionen betrieben werden können. Es gibt auch Ansätze und Ideen, die Datenhaltung in die Betriebe zu verlagern, was aber aus technischen und organisatorischen Gründen kritisch gesehen wird. Die kritische Einschätzung liegt i.W. in der Erwartung, dass zukünftig Systeme noch stärker vernetzt sein werden, was durch den Betrieb in den landwirtschaftlichen Betrieben selbst erschwert wird. Weiter wäre so eine schnelle Unterstützung in Problemfällen erschwert und es ist auch von bedeutend höheren Kosten für Kauf und Betrieb von Software auszugehen.
- **Ackerschlagkartei als zentrales System:** Die Ackerschlagkartei als Softwaresystem wurde mehrfach als Zentrum der betrieblichen Softwaresysteme formuliert, da sie Kernfunktionen übernimmt und anbietet. Weitere Funktionen könnten dann als Ergänzungen der Ackerschlagkartei als Kernsystem hinzugefügt werden. Damit übernimmt sie aus Sicht einiger Gesprächspartner auch die Funktion eines betrieblichen Datenhubs.

¹⁴⁶ Vgl. dazu 2.2

3.3.3.2 Herausforderungen und Probleme im betrieblichen Datenmanagement

Die Gesprächspartner konnten die formulierten Herausforderungen und Probleme im betrieblichen Datenmanagement aus Kundensicht nachvollziehen, insbesondere negative Erfahrungen in der täglichen Praxis. Umgekehrt merkten sie aber auch an, dass Ursachen dafür auf Kundenseite existieren oder dass die Wahrnehmung häufig schlechter sei als in der Realität, da viele Probleme und Anforderungen bereits gut gelöst seien. Insgesamt sind die Ergebnisse der Gespräche zu den Herausforderungen im Datenmanagement sehr vielschichtig und gemischt. Wir strukturieren daher die Kernaussagen in thematische Teilblöcke.

Rolle und Wirken der Softwareanbieter

- **IT-Kompetenz der Unternehmen:** Es wurde angeführt, dass traditionelle Landtechnikunternehmen zwar gut in der Landtechnik seien, aber noch nicht über ausreichende IT-Kompetenz verfügten und sich stärker zu Anbietern digitaler Dienstleistungen wandeln müssten. So seien Maschinen häufig noch nicht gut in eigene Softwarelösungen einzubinden und gegebene Leistungsversprechen nicht eingelöst. Insgesamt sei der Markt landwirtschaftlicher Software als Ganzes auch noch relativ jung und eine höhere technische Reife müsse erst noch erreicht werden.
- **Schutz des eigenen Geschäftsmodells:** In einigen Fällen wurde die Einschätzung geäußert, dass Maschinen- oder Softwareanbieter die Strategie verfolgen, betriebliche Daten möglichst im eigenen Kontext zu behalten, um eigene Geschäftsbereiche zu schützen und Einblicke in eigene Technologien zu verhindern. Demzufolge seien Anbieter nicht bereit, umfassende und offene Schnittstellen zu den eigenen Systemen zu schaffen. Gesprächspartner forderten hier, dass die individuellen Interessen der Unternehmen gegenüber den Anforderungen der Landwirtinnen und Landwirte zurückgestellt werden. So seien Probleme technisch-fachlich zu lösen – es scheitert eher an politischen Gründen. In Einzelfällen wurde angeführt, dass die Haltung von Daten in der eigenen Software als ein Instrument der Kundenbindung gesehen wird (Vendor Lock-In).
- **Fokus auf eigene Kernfunktionen:** Gesprächspartner äußerten, dass einzelne Softwareangebote zu stark auf die jeweilig eigenen Funktionen fokussieren und Prozesse aus dem umgebenden Kontext vernachlässigen. Insgesamt wurde kritisch eingeschätzt, eine Vielzahl von verschiedenen Systemen für verschiedene Prozesse in Einklang bringen zu können, während Systeme, die viele Funktionen abdecken, zielführender sein können. So wurde angeführt, dass Landwirtinnen und Landwirte prozessbezogen denken, bspw. beim Düngeprozess. Hier müssten nun Fachsysteme für Maschinen, Düngemittel, Bodenbeprobung, Bedarfsermittlung, Applikationskartenerstellung usw. einbezogen werden, was zu einem schwer zu gestaltenden Puzzle an Softwaresystemen führe.

Technische, fachliche und organisatorische Herausforderungen und Ursachen

- **Komplexität landwirtschaftlicher Betriebe:** Eine wesentliche Ursache für die Herausforderungen im betrieblichen Datenmanagement wird in der Komplexität landwirtschaftlicher Betriebe und deren Produktions- und Entscheidungsprozessen gesehen, woran sich auch zukünftig nichts ändern wird. Für die Digitalisierung bringt das ganz verschiedene Schwierigkeiten mit sich: Es muss die hohe Variantenvielfalt in Daten und Prozessen abgebildet werden; es gibt Bedarf und Angebot an sehr vielen verschiedenen Schnittstellen; eine durchgängige Standardisierung wird als nicht umsetzbar eingeschätzt uvm. Dazu kommt erschwerend die Diversität existierender Systeme wie bspw. behördlicher Schnittstellen auf föderaler Ebene, wo sich nicht nur die Dateninhalte unterscheiden, sondern auch die Prozesse der Schnittstellen selbst (so bietet ein Bundesland eine digitale Schnittstelle, während ein anderes für den gleichen Prozess ein PDF zum Download anbietet, das ausgefüllt zurückgefaxt werden muss).

- **Diverse Systemlandschaft:** Als sehr herausfordernd wurde die sehr aufwändige Abstimmung zwischen den vielen Anbietern von Maschinen und Softwaresystemen eingeschätzt. Dies ist an sich ein komplexes Unterfangen, das von keinem zentralen Akteur gesteuert wird und zusätzlich durch verschiedene, z.T. widerstrebende Geschäftsinteressen von Maschinen- und Softwareanbietern erschwert bis boykottiert wird. Beispielhaft aufgeführt wurden verschiedene Lager um aktuell am Markt existierende oder im Aufbau befindliche Angebote und Initiativen wie ISOBUS/ISOXML mit EFDI, agrirouter und DataConnect. In dem Kontext wurde auch angeführt, dass sich insbesondere größere Anbieter nicht von anderen Technologieanbietern abhängig machen wollen und daher die eigenen Entwicklungen in den Mittelpunkt stellen. Die Gesprächspartner schätzten die Lage differenziert ein: Einerseits wollen große Unternehmen die eigene Entwicklungsgeschwindigkeit unter Kontrolle behalten, andererseits wollen sich kleinere Anbieter nicht an die großen anbinden, da sie sich nicht auf Augenhöhe sehen und so Nachteile befürchten.
- **Standardisierung:** Die Standardisierung von Daten, Schnittstellen und Prozessen wird als zwiespältig eingeschätzt. Zwar würde eine durchgängige Standardisierung die Herausforderungen geeignet adressieren, doch sei dieser Zustand nur sehr schwer bis gar nicht herstellbar. Es existierten zu viele Standards, Anbieter setzten vereinzelt zu stark auf eigene Entwicklungen und Standards und selbst wenn es Standards gebe, würden diese häufig verschieden interpretiert (bspw. ISOXML). Es fehle ein Standard, der die gesamte Breite der betrieblichen Prozesse abdeckt und es sei fraglich, ob sich überhaupt alle Prozesse standardisieren lassen (bspw. bei verschiedenen Methoden zur Buchhaltung). In Einzelfällen wurde der Gesetzgeber als der Akteur gesehen, der die Standardisierung vorantreiben sollte, wogegen sich allerdings mehrere Gesprächspartner aussprachen, da Behörden für die Anforderungen im Markt zu langsam reagierten. Die eigene Entwicklung werde als immer schneller eingeschätzt und daher würden sich die Akteure immer nur auf einen kleinsten gemeinsamen Nenner einigen. Ansätze wie die von AgGateway zur Standardisierung von Schnittstellen seien zwar wertvoll, aber vermutlich zu sehr auf den US-Markt zugeschnitten. Dort sind die betrieblichen Abläufe aber anders als in Deutschland.

Rolle und Wirken von Landwirten

- **Professionalisierung der Nutzer:** Die Gesprächspartner sehen auch die Nutzer der verschiedenen Softwarelösungen in der Pflicht, sich intensiver mit der Digitalisierung auseinanderzusetzen und die Professionalisierung beim Einsatz digitaler Maschinen und Systeme vorantreiben. Praxisprobleme entstünden auch durch Fehler bei der Dateneingabe und -pflege oder beim Einsatz ungeeigneter Systeme, was insbesondere bei der Kombination von mehreren Systemen zu Problemen führe.
- **Umgang mit Digitalisierung:** Die Gesprächspartner führten aber auch an, dass viele Praxisprobleme und daraus folgende Mehraufwände zu Frustration und Ablehnung digitaler Systeme bei Landwirtinnen und Landwirten führten und häufig der Nutzen nicht ausreichend sichtbar werde. Ablehnung entstehe nach Ansicht der Gesprächspartner aber auch daraus, dass viele Hintergründe unter Landwirtinnen und Landwirten nicht gut diskutiert und verstanden sind. So fehle häufig das Verständnis für Datenmanagement insgesamt und für die Bedeutung von Datensouveränität, wobei es hier ein starkes Gefälle in der Altersstruktur gebe und jüngere Landwirtinnen und Landwirte sich eher gut mit der Thematik auskennen würden. Trotzdem führten Vorbehalte dazu, dass digitale Technologien und Systeme nicht so eingesetzt werden, wie es möglich wäre. Insbesondere die Sorge vor illegitimen Zugriffen durch den Staat (Kontrolle) oder durch große Unternehmen (hin zum „Landwirtschafts-Google“) wird als Hemmnis gesehen.

- Verhandlungsposition von Landwirtinnen und Landwirten: Einige Gesprächspartner sahen Landwirtinnen und Landwirte nicht gut aufgestellt als Verhandlungspartner auf Augenhöhe mit Anbietern von Maschinen und Softwarelösungen. Hierbei käme es noch zu häufig dazu, dass sich Betriebe mit unbefriedigenden IST-Situationen arrangierten. Hier gab es aber auch Stimmen, die anmerkten, dass selbst Pilotbetriebe in Praxisproblemen ersticken und so wenig Zeit aufbringen könnten, entsprechenden Druck auf Anbieter auszuüben.

3.3.3.2.3 Mögliche Lösungen für die Herausforderungen im betrieblichen Datenmanagement

- **Ausbau von Standards:** Auch wenn die Umsetzung und Etablierung branchenweit akzeptierter Standards als schwer herzustellen eingeschätzt wurde, sehen die Gesprächspartner in Standards für Schnittstellen und Prozesse eine Chance zur Verbesserung der aktuellen Situation. Dabei sollte statt dem Aufbau neuer Standards mehr in den Ausbau bereits existierender investiert werden (bspw. ISOXML). Initiativen wie AgGateway¹⁴⁷ werden grundsätzlich positiv gesehen, hier wurde aber auch vermutet, dass diese zu sehr auf den US-Markt abzielen, wo sich die betrieblichen Abläufe und Gegebenheiten zum Teil stark von denen in Deutschland unterscheiden.
- **Datenhubs als Datenmanagement:** Ein Datenhub als Lösungsansatz wurde differenziert eingeschätzt, wobei vor allem diejenigen Gesprächspartner diesen Ansatz unterstützen, die ihre eigene Anwendung als einen Datenhub identifizieren. Für einen eigenständigen, neutralen Datenhub werden zwar ein Interesse seitens der Landwirtinnen und Landwirte und auch Vorteile für diese angenommen, die Unterstützung auf Seiten der Gesprächspartner war bis auf wenige Ausnahmen insgesamt aber eher zurückhaltend. Das lag mit daran, dass dem Aufbau eines solchen Hubs aktuell wenig Chancen auf Erfolg im Markt zugemessen werden.
- **Stärkung der Position als Kunde:** Landwirtinnen und Landwirte müssten sich nach Ansicht mehrerer Gesprächspartner stärker gegenüber Anbietern von Softwarelösungen positionieren und auf die Einhaltung gegebener konkreter Leistungsversprechen bestehen. Zu häufig würden sich Betriebe mit einer unbefriedigenden IST-Situation arrangieren, auch weil ihnen die Zeit fehle, sich damit tiefer auseinanderzusetzen. Ergänzend zu dieser Einschätzung sollten sich Landwirtinnen und Landwirte stärker mit der Erneuerung ihrer Softwarelösungen auseinandersetzen. So sollte insbesondere bei Neuanschaffungen darauf geachtet werden, dass diese über die gewünschte Interoperabilität verfügen.
- **Vorantreiben von Lösungen:** Das Vorantreiben von Lösungen egal welcher Art müsse intensiviert werden und dabei müsse global gedacht werden. Lösungen mit nur regionaler Wirkung werden zu keiner Verbesserung führen. In Deutschland sollte auf föderaler Ebene harmonisiert werden, besser wäre aber ein europäischer Ansatz. Es fehle noch ein Akteur oder mehrere, der oder die solche Aktivitäten vorantreiben.

3.3.3.2.4 Einschätzung der Gesprächspartner zum Thema Datensouveränität

- **Datensouveränität beim Landwirt:** Es wird von allen Anbietern anerkannt und unterstützt, dass die Datensouveränität bei den Landwirtinnen und Landwirten liegen soll und die eigenen Angebote auch dementsprechend gestaltet werden. Zwar formulierten einige Gesprächspartner ein Interesse des Unternehmens an spezifischen betrieblichen Daten, diese würden aber nicht ohne Zustimmung der Dateninhaber genutzt werden.

¹⁴⁷ <https://aggateway.org/>

- **Transparenz bei Datennutzung:** Kunden sollten sich mit den Hintergründen kostenloser Angebote an Softwarelösungen auseinandersetzen, da hier immer strategische oder geschäftliche Gründe der Anbieter dahinter stünden. Konkret sahen Gesprächspartner die Gefahr, dass durch die kostenlose Nutzung von Angeboten in die umfangreiche Nutzung eigener Datenbestände eingewilligt wird, ohne dass Kunden wie Landwirte die Auswirkungen absehen könnten. Als Beispiel wurde genannt, dass etwa in England alle Anbieter von Agrarsoftware zu Betriebsmittellieferanten gehören.
- **Daten als Erlösmodell:** Es gab aber auch Gesprächspartner, die in der Vermarktung eigener Daten eine Chance für Landwirtinnen und Landwirte sehen, weitere Erlöse zu erzielen. Dazu wird z.T. geplant, die eigenen Angebote so weiterzuentwickeln, dass sie Erlösmodelle für Landwirtinnen und Landwirte enthalten sollen.
- **Cloudbasierte Systeme:** Der Begriff „Cloud“ bzw. „cloudbasiertes System“ wird von den Gesprächspartnern als problematisch eingeschätzt, da er suggeriere, dass Daten und Systeme „irgendwo auf der Welt“ gehalten und betrieben werden. In den meisten Fällen sind die IT-Ressourcen allerdings eindeutig lokalisierbar und regional eingegrenzt. Die Gesprächspartner befürchteten, dass durch die Verwendung von Begrifflichkeiten wie „Cloud“ falsche Sorgen und Ängste bei Kunden entstehen könnten. Im Zweifel sollten sich Kunden genaue Auskunft darüber erbeten, wo die IT-Ressourcen betrieben werden.

3.3.3.2.5 Feedback der Gesprächspartner zu den verschiedenen Datenmanagementvarianten

- **Varianten des Datenmanagements:** Ein klarer Trend bei der Einschätzung zu den Varianten bilaterale Schnittstellen, Datenrouter, Datenhub und hybrider Ansatz war in den Gesprächen nicht zu erkennen.
- **Bilaterale Schnittstellen** wurden prinzipiell als gut funktionierend und etabliert eingestuft, aber auch als aufwändig und komplex. So sei die bilaterale Abstimmung ein aufwändiger Prozess, der in einzelnen Fällen auch immer wieder gescheitert sei und sogar zu gerichtlicher Klärung führen könne. Weiter steige mit der Anzahl bilateraler Schnittstellen die Komplexität des Gesamtsystems, in dem ohnehin schon sehr viele verschiedene Systeme existieren, die dann mit sehr hoher Variantenvielfalt untereinander verbunden werden müssten. In der Konsequenz seien bilaterale Schnittstellen gute Lösungen für einzelne Anbindungen, wurden aber nicht als alleinige Lösungsoption betrachtet.
- **Datenrouter** wurden sehr differenziert eingeschätzt. Einerseits wird der Ansatz als technisch sinnvoll betrachtet, andererseits werden fachlich-organisatorische oder unternehmenspolitische Hürden gesehen: Unternehmen wollen sich nicht von einem Datenrouter abhängig machen und fürchten um den Verlust der Eigenständigkeit, die letztlich die eigene Innovationskraft bestimmt. Der Verlust der Eigenständigkeit wird so begründet, dass man dem Standard und den Vorgaben des oder der Router folgen müsste. Teilweise werden die eigenen Systeme in der Rolle eines Datenrouters gesehen.
- **Ein Datenhub** wurde zwar häufiger als aussichtsreicher Lösungsansatz insbesondere in cloudbasierten Architekturen genannt, dann aber immer mit dem eigenen Softwareangebot als einem solchen Datenhub. Grundsätzlich wird die Zusammenführung betrieblicher Daten an einem Ort positiv eingeschätzt. Einige Gesprächspartner befürchteten in dem Zusammenhang aber, dass so ein Monopol des Datenhubbetreibers und damit eine Abhängigkeit von diesem entstehen könnte, noch stärker als bei einem Datenrouter. Kritische Stimmen wiesen darauf hin, dass jeder Anbieter der Betreiber eines solchen Datenhubs sein möchte oder dass ein cloudbasierter Hub zu anfällig für Hackerangriffe sein könnte. Weiter sei die technische Umsetzung eine enorme Herausforderung.

3.3.3.2.6 Diskussion verschiedener Aspekte von Schnittstellen mit Fokus auf die eigenen Angebote

- **Schaffung von Schnittstellen:** Grundsätzlich zeigten alle Gesprächspartner die Bereitschaft, Schnittstellen zu den eigenen Systemen zu schaffen, sofern das im Sinne der Kunden ist. Nur in wenigen Fällen wurde geäußert, dass auch das Interesse des eigenen Unternehmens berücksichtigt werden müsse. Häufiger geäußert wurde, dass andere Unternehmen aufgrund eigener Interessen zurückhaltend seien oder ein Geschäftsmodell darin sähen, sich die Schaffung neuer Schnittstellen vergüten zu lassen und Preise höher anzusetzen als notwendig.
- **Prozesse über Schnittstellen:** Schnittstellen stellen nach Aussage der Gesprächspartner nicht immer nur einfache Zugriffsmöglichkeiten auf einzelne Datenbestände dar, sondern sollten auch hinsichtlich der Integration in Prozesse betrachtet werden, etwa bei der Auslösung einer Wägung über eine Schnittstelle.
- **Kosten von Schnittstellen:** Aufwände für die Schaffung von Schnittstellen wurden sehr divers beziffert. Generell wird die Abschätzbarkeit von Aufwänden für komplexe Anforderungen ohne konkrete Spezifikation als nicht möglich gesehen, basierend auf Erfahrungswerten wurden aber verschiedene Aufwandsspannen genannt. Während sehr einfache Schnittstellen ab ein oder zwei Personentagen Aufwand umgesetzt werden könnten, seien komplexe Ergänzungen und Integrationen nach oben praktisch offen. Die Einschätzungen von Anbietern umfassender Softwaresysteme deuten eher darauf hin, dass Ergänzungen in diesen Systemen mit deutlich höheren Aufwänden verbunden sind, typischerweise mit mehr als einem Personenmonat Aufwand. Ein Problem dabei sei immer, dass auch Aufwände für die Pflege der Schnittstellen zu berücksichtigen seien und diese häufig vernachlässigt würden, was zu Problemen bei Änderungen auf einer Seite führe.
- **Finanzierung von Schnittstellen:** Bei der Umsetzung und Finanzierung von neuen Schnittstellen ergibt sich ein differenziertes Bild. Während manche Anbieter bei ausreichender Nachfrage von Kunden neue Schnittstellen in das Basisprodukt übernehmen, finanzieren andere Anbieter solche Schnittstellen im Rahmen kostenpflichtiger Module bis neue Schnittstellen als Individualentwicklung angeboten werden.

3.3.3.2.7 Einschätzung der Gesprächspartner zu einem gesamtbetrieblichen FMIS als Dashboard

- **Bedarf an einem FMIS:** Auch die Einschätzung des Bedarfs an einem gesamtbetrieblichen FMIS, das Daten aus verschiedenen weiteren Softwaresystemen aggregiert und im Rahmen eines Dashboards darstellt, wurde verschieden eingeschätzt. Grundsätzlich wurde der Bedarf an vergleichbaren Funktionen als hoch bis sehr hoch angenommen, wobei stark nach Betriebsstruktur und Nutzerrolle unterschieden wurde. Einzelne Gesprächspartner verneinten den Bedarf über existierende Softwareangebote hinaus bzw. würden diese eher hin zu einem solchen Funktionsangebot erweitern.
- **Eigenständige Betriebszweige:** Für große Betriebe wird angenommen, dass diese häufig stark in einzelne Betriebszweige unterteilt sind und diese jeweils nur auf die für sie relevanten Informationen zugreifen würden, d. h. dass ein betriebsübergreifendes FMIS oder Dashboard nicht unbedingt sinnvoll oder nutzenstiftend gegenüber betriebszweigspezifischen, bereits vorhandenen Softwaresystemen sei. Diese Einschätzung wurde aber nicht von allen Gesprächspartnern geteilt. Insbesondere der Bedarf der Betriebsleitenden oder der Besitzenden an einem übergreifenden Tool wurde hier als Gegenposition genannt.

- **Nutzerrollen:** Auch wurde betont, dass die Vielzahl an Informationen nicht für alle Nutzerrollen in Betrieben relevant ist bzw. diese nicht auf alle Informationen wie finanzielle Daten Zugriff haben sollten. In dem Kontext wurde auch die Sorge geäußert, dass ein betriebsübergreifendes Tool zu komplex sein könne, um realistisch zu sein. Hier wird auch die Hürde gesehen, dass nicht alle Betriebe einheitliche Abläufe wie bspw. Abrechnungsmethoden haben oder sogar sehr diverse Prozesse haben. Ein universelles Tool, das alles abbilden kann, wurde vereinzelt als unrealistisch eingeschätzt. Dies liegt insbesondere an der Komplexität der landwirtschaftlichen Prozesse und der Diversität existierender Softwaresysteme, wobei hier neben fachlich-technischen Hürden auch die Schwierigkeit gesehen wird, dass sich Wettbewerber untereinander abstimmen und einigen müssten.
- **Schaffung von Schnittstellen:** Prinzipiell zeigten alle Gesprächspartner die Bereitschaft, Schnittstellen zu Daten für ein solches FMIS oder Dashboard bereitzustellen, wenn dies im Interesse ihrer jeweiligen Kunden wäre. Es wurde in Einzelfällen aber auch deutlich, dass die eigenen geschäftlichen Interessen dadurch nicht bedroht sein dürfen. Zur Umsetzung hilfreich wäre in einem solchen Fall der Aufbau von Vertrauen durch die Betreiber und Anbieter eines solchen Systems.
- **Geeignete Betreiber:** Bei der Frage nach geeigneten Betreibern gab es ein gemischtes Meinungsbild. Genannt wurden anbieterneutrale Verbände und Organisationen wie die DLG. Andere Gesprächspartner sahen in der Rolle aber auch privatwirtschaftliche Betreiber, da Wettbewerb die Qualität der Angebote steigere. Einzig Behörden und staatliche Stellen sollten keine Betreiberrolle übernehmen, auch weil hier zu große Vorbehalte der Landwirtinnen und Landwirte zu erwarten seien.

3.3.3.2.8 Gesprächsabschluss mit offenen Fragen

- **Rolle von Behörden:** Auf die Frage, was keinesfalls passieren darf, wurde häufig die Beteiligung von Behörden und staatlichen Stellen genannt bzw. darauf hingewiesen, dass diese von Landwirtinnen und Landwirten abgelehnt wird. Behörden sollten nicht im privatwirtschaftlichen Raum aktiv werden und sich auf die eigenen Systeme und Schnittstellen fokussieren. Vielmehr wurden staatliche Stellen in der Rolle gesehen, Leitlinien zu definieren, Impulse zu setzen und eigene Angebote wie bspw. Stammdaten zu verbessern (ein Beispiel ist die Harmonisierung von Stammdaten). Landwirtinnen und Landwirte würden darüber hinaus Portale von Hoheitsträgern meiden, da hier stets die Sorge vor zu viel und falscher Kontrolle eine Rolle spielen würde.
- **Digitalisierung in der Landwirtschaft:** Die Digitalisierung hat nach Ansicht einiger Gesprächspartner keinen guten Ruf in der Landwirtschaft. Zwar gebe es bereits umfassende Angebote, die auch bei der Vereinfachung von täglichen Arbeiten helfen, insgesamt aber noch viele Praxisprobleme und negative Schlagzeilen aus anderen Branchen. Unter zunehmendem Digitalisierungsdruck müsse hier mehr geleistet werden, um Landwirtinnen und Landwirten echte und einfache Lösungen zu bieten, die einen robusten Einsatz in der Praxis ermöglichen. Die Landwirtschaft sei sehr komplex und werde es auch bleiben, sodass ein digitaler Vollausbau aktuell unrealistisch sei. Besser wäre hier ein langsames Wachsen um neue Funktionen.

3.3.4 Lösungsansätze für ein betriebliches Datenmanagement

Nach der konzeptionellen Vorbereitung möglicher Lösungskonzepte in Abschnitt 3.3.1, der Herausarbeitung von Anforderungen in Abschnitt 3.3.2 und den Erkenntnissen aus den Fachgesprächen mit Anbietern (Abschnitt 3.3.3) werden in diesem Abschnitt mögliche Gestaltungsoptionen für ein betriebliches Datenmanagement herausgearbeitet. Das Ziel ist dabei nicht, eine konkrete Spezifikation zur Umsetzung zu erstellen, sondern vielmehr mögliche geeignete Varianten zu identifizieren und miteinander in Vergleich zu setzen. Die Ergebnisse sollen dazu genutzt werden können, weitere Aktivitäten bzgl. der Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements zu unterstützen.

Basierend auf den bisherigen Studienergebnissen und unserer Einschätzung kristallisierte sich keine eindeutig zu bevorzugende Variante für ein betriebliches Datenmanagement heraus. Es konnte nicht eindeutig festgestellt werden, dass im aktuellen IST-Stand eine konkrete Komponente, also ein spezifisches Datenmanagementsystem, fehlt, vielmehr sind die aktuell verfügbaren Softwaresysteme und Teilbereiche noch nicht ausreichend aufeinander oder auf die übergreifenden, prozessbezogenen Anforderungen abgestimmt. So wird bspw. ein Datenhub oder ein Datenrouter keine Verbesserung bringen, wenn die Quellsysteme nicht über entsprechende Schnittstellen und Integration übergreifender Prozesse verfügen. Die in dieser Studie zu stellende Frage lautet also weniger, wie ein zu entwickelndes System aussehen muss, sondern vielmehr, was die tatsächlichen Bedarfe sind und ob man dafür überhaupt ein eigenständiges, spezifisches Datenmanagementsystem benötigt.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die bereits vielfach dargestellte und diskutierte Komplexität betrieblicher Prozesse und damit auch die Komplexität eines betrieblichen Datenmanagements. Anforderungen an ein gesamtbetriebliches Datenmanagement sind aktuell nicht in vollem Umfang erfasst und es ist fraglich, ob ein Datenmanagementkonzept absehbar alle betrieblichen Prozesse abdecken kann. In den Fachgesprächen wurden zudem vielfach politische und strategische Hemmnisse zum Ausbau des Datenmanagements genannt, die zusätzlich zur technisch-organisatorischen Komplexität die Lösungsgestaltung erschweren. An der Stelle muss auch die Frage gestellt werden, ob diese nicht sogar schwerer wiegen als die technisch-fachliche Gestaltung und deshalb mindestens gleichgewichtig adressiert werden sollten. Während dieser Abschnitt vorwiegend technische Lösungskonzepte diskutiert, werden organisatorische Ansätze zur Verbesserung des Datenmanagements in Abschnitt 3.5 abgeleitet und zusammengefasst, Abschnitt 3.6 formuliert übergreifende Handlungsempfehlungen hierzu.

3.3.4.1 Eingrenzung des Lösungsraums

Im Verlauf der Machbarkeitsstudie wurden mehrere Ansätze, Aktivitäten und Projekte (vgl. dazu Abschnitt 2.2.2) berücksichtigt, d. h. analysiert und auf Eignung hinsichtlich des Einsatzes in einem betrieblichen Datenmanagement bewertet. Allein die vergleichsweise große Anzahl an Forschungsprojekten und privatwirtschaftlichen Aktivitäten im Kontext der gegebenen Problemstellung zeugt von einer sehr hohen Relevanz des Themas, deutet aber auch darauf hin, dass mögliche Lösungsansätze nicht eindeutig und schnelle Ergebnisse nicht absehbar sind. Zudem unterscheiden sich die Aktivitäten durch eigene, spezifische Schwerpunkte.

Forschungsprojekte

Forschungsprojekte und Aktivitäten wie ATLAS¹⁴⁸, Demeter¹⁴⁹ und International Data Spaces¹⁵⁰ entwickeln eher Ergebnisse im Rahmen der Infrastruktur, ohne spezifische Datenmanagementlösungen zu konzipieren, zumindest was die Speicherung von Daten angeht. Bei anderen Forschungsprojekten sind keine aktuellen Folgeaktivitäten bekannt (SDSD und ODIL), während weitere Projekte wie Agri-Gaia noch in einer zu frühen Phase sind, um schon konkrete Ergebnisse erzielt zu haben, oder die Entwicklung konkreter Produkte einen eher langfristigen Zeithorizont aufweist (bspw. COGNAC mit einem Datenhub für digitale Zwillinge). Im Ergebnis bleibt für Forschungsprojekte festzuhalten, dass diese interessante und relevante Ansätze für das betriebliche Datenmanagement untersuchen, aber keine aktuell verfügbaren, alleinstehenden Lösungen generieren, die im Rahmen dieser Studie als unmittelbarer Lösungsansatz genutzt werden können.

¹⁴⁸ <https://www.atlas-h2020.eu/>

¹⁴⁹ <https://h2020-demeter.eu/>

¹⁵⁰ <https://internationaldataspaces.org/>

Eigenentwicklungen

Ebenfalls berücksichtigt und diskutiert wurden Eigenentwicklungen individueller Betriebe unter Zuhilfenahme existierender Technologien oder direkt einsetzbarer Softwarekomponenten. Hierzu kommt prinzipiell eine große Bandbreite verfügbarer Lösungen oder Technologien in Frage. Dazu gehören u.a.:

- Enterprise Service Bus als Kommunikationsinfrastruktur zwischen Softwarelösungen
- FIWARE als Rahmenframework zur Umsetzung einer digitalen Plattform
- Safe Feature Manipulation Engine als Datendrehscheibe mit Konvertierungsfunktion

Ohne an dieser Stelle bereits auf die konkrete Spezifikation einer solchen Lösung einzugehen, muss festgehalten werden, dass die Umsetzung eines betrieblichen Datenmanagements in Eigenentwicklung aus unserer Sicht keine realistische Option darstellt. Die Aufwände für Konzeption, Umsetzung, Betrieb und nachfolgende Pflege der Softwarekomponenten wären sehr hoch und wären für einzelne, auch große Betriebe oder selbst für einen kleinen Verbund weniger Betriebe nicht verhältnismäßig. Zwar könnten einige wenige Funktionen eines betrieblichen Datenmanagements leichtgewichtig und kostengünstig umgesetzt werden, doch würde das keinen wesentlichen Ausbau des IST-Standes mit sich bringen. Grundlegende Lösungen, die die formulierten Anforderungen erfüllen sollen, erfordern tendenziell eine große Anzahl finanzierender Betriebe. Das kann bspw. über ein Genossenschaftsmodell umgesetzt werden; vgl. dazu SEGES in Dänemark mit 30.000 Eigentümern, wo das Tool Mark Online aufgebaut wurde.

Eine Bezifferung der Aufwände für die Schaffung eines Datenmanagementsystems ist ohne dokumentierte Spezifikation oder ein Lastenheft nicht seriös einzuschätzen. Aus den Erfahrungen vergangener Projekte folgt, dass Kosten für komplexe Softwareprojekte regelmäßig unterschätzt werden. Im Kontext des betrieblichen Datenmanagements muss berücksichtigt werden, dass zusätzlich mit erheblichen Aufwänden für Koordination und Abstimmungen gerechnet werden muss, da eine Vielzahl an Interessensvertretern eingebunden werden muss, darunter insbesondere auch die Anbieter von Softwarelösungen, die in das Datenmanagement integriert werden sollen.

Einbeziehung führender Systeme als Komponenten des Datenmanagements

In den Fachgesprächen wurden mehrmals existierende Softwarelösungen als Datenhub eingeschätzt bzw. es wurde gesagt, dass diese die Rolle übernehmen könnten. Aus konzeptioneller Sicht spricht nichts gegen diese Einbindung von Softwarelösungen – es bestehen sogar Vorteile. Da Datenhubs grundsätzlich auch die Funktion eines Datenrouters erfüllen, können existierende Softwarelösungen also eine aktive Rolle im betrieblichen Datenmanagement übernehmen. Voraussetzung für eine solche Ausgestaltung ist aus unserer Sicht, dass die Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement berücksichtigt werden und insbesondere Zugänge zu den Datenbeständen von Landwirtinnen und Landwirten diskriminierungsfrei für weitere Drittanbieter zur Erbringung von Dienstleistungen für die Landwirtinnen und Landwirte möglich sind. Für eine solche Lösung spricht jedenfalls, dass keine Aufwände für ein zusätzliches Softwaresystem entstehen. Gegen eine solche Lösung spricht, dass dadurch Abhängigkeiten von einzelnen Softwareanbietern entstehen, die ggf. zu Konflikten führen oder von vornherein verhindern, dass Anbieter bereit sind, sich anzubinden. Wie sich solche führenden Systeme nun etablieren, hängt letztlich von den jeweiligen Strategien und den übrigen Marktteilnehmern ab. Anbieter verfolgen unterschiedliche Ansätze: Manche bieten nur eigene Funktionen, andere binden Partner unter eigenem Namen ein und wieder andere verstehen sich als offene Ökosysteme.

Hybrider Ansatz

Hinsichtlich einer gesamtbetrieblichen Lösung stellt sich die Frage, ob es eine Lösung geben kann, die alle betrieblichen Anforderungen erfüllt und dabei insbesondere für alle Betriebszweige nutzbar ist. Eine solche Lösung ist nach den bisherigen Erkenntnissen keine realistische Option und wenn überhaupt, dann nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand realisierbar. Es erscheint sinnvoller, für betriebliche Teilbereiche oder auch Teilprozesse jeweils individuelle Formen eines betrieblichen Datenmanagements zu etablieren, um die jeweiligen Bedarfe abzudecken. Dazu können die in dieser Studie vorgestellten Konzepte und entwickelten Anforderungen genutzt werden, um entsprechende Lösungen zu spezifizieren. Wichtig ist dabei, sich weniger auf betriebliche Bereiche als auf betriebliche Prozesse zu fokussieren. Betrachtet man bspw. den Düngeprozess über ein gesamtes Anbaujahr, werden die Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement aus diesem Prozess heraus wesentlich klarer identifiziert werden können, als wenn man ein Gesamtsystem etabliert, in das sich die am Prozess beteiligten Lösungen integrieren müssen. Dieses Vorgehen ist grundsätzlich in der Softwareentwicklung etabliert, d. h. Lösungen werden aus den konkreten Anwendungsfällen abgeleitet, da nur so die korrekten Anforderungen erfasst werden können. In der Konsequenz bedeutet das, dass statt der Konzeption eines gesamtbetrieblichen Datenmanagementsystems ein hybrider Ansatz verfolgt wird, bei dem Teilbereiche von eigenen, individuellen Datenmanagementansätzen abgedeckt werden, die nach Bedarf miteinander verbunden werden. Abbildung 30 zeigt ein beispielhaftes hybrides Szenario, in dem ein Datenhub als zentraler Datenspeicher sowie ein Datenrouter im Pflanzenbau existieren. Ein einheitlicher Zugang für die staatlichen sächsischen Systeme vereinfacht Zugriffe auf diese, indem bspw. die Zugriffsschnittstellen zusammengefasst und vereinheitlicht werden.

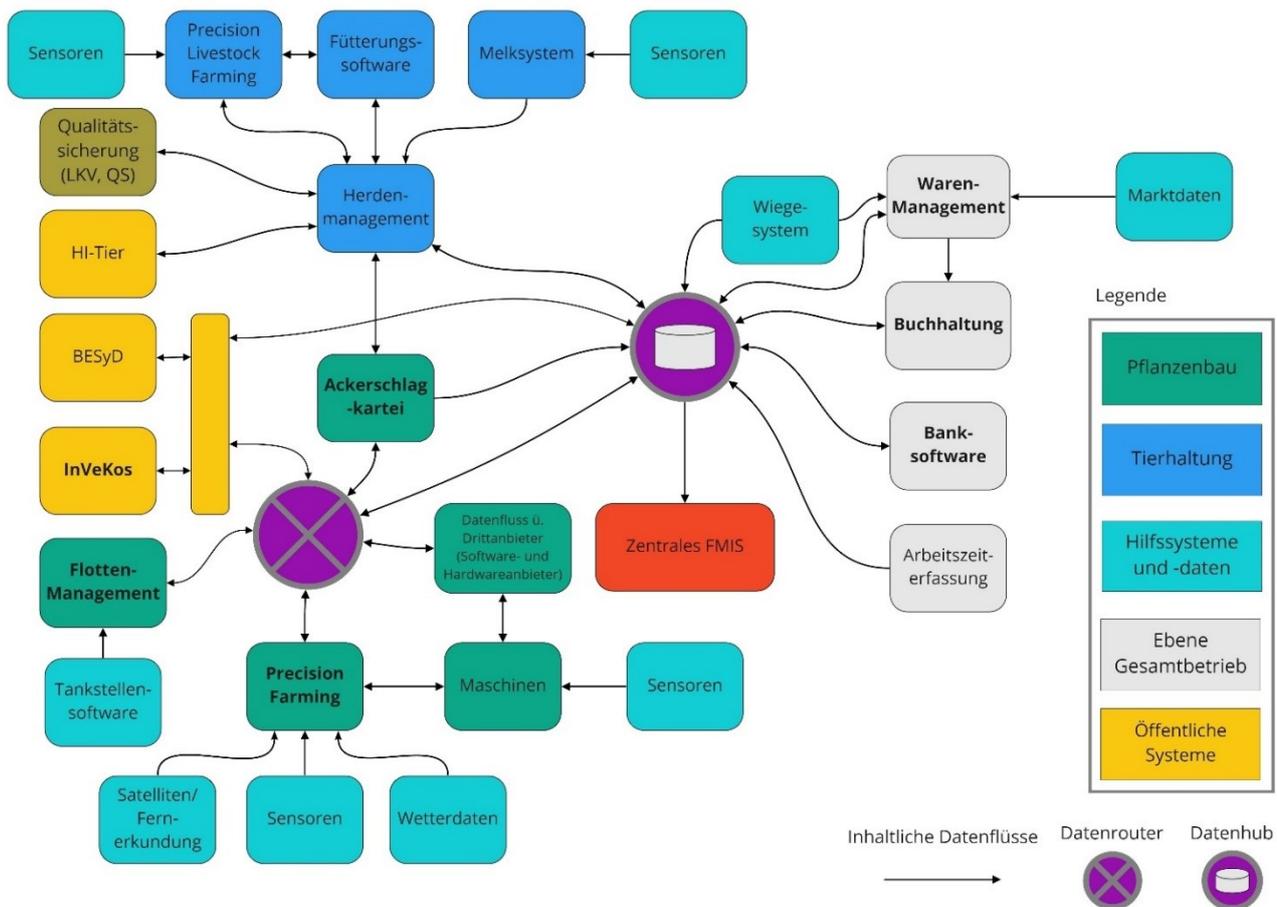


Abbildung 30: Beispielhaftes hybrides Szenario mit verschiedenen Datenmanagementansätzen in Kombination

Verfügbare dedizierte Datenmanagementsysteme

Dedizierte Softwaresysteme, die ein eigenständiges landwirtschaftliches Datenmanagement realisieren, sind am Markt aktuell kaum vertreten. Mit dem agrirouter gibt es einen etablierten Datenrouter, dessen Funktionen den Fokus auf agronomische Daten legen und der damit im Pflanzenbau ein Baustein für das Datenmanagement sein kann. Proagrica bietet mit agX die Funktion eines Datenhubs mit der Möglichkeit, Algorithmen zur Datenanalyse zu integrieren und weitere Systeme über Schnittstellen einzubinden. Durch die Kombination mit weiteren Softwarelösungen wie GateKeeper, FarmPlan und FarmRite ergänzt Proagrica das Angebot um Softwarelösungen im FMIS-Umfeld, die aktuell in Europa nur in Großbritannien verfügbar sind. Damit bietet Proagrica ebenso wenig wie bspw. 365FarmNet, John Deere Operations Center oder NEXT Farming ein eigenständiges, von weiteren Lösungen der jeweiligen Anbieter (Landmaschinen oder eigene Dienstleistungen) unabhängiges Angebot als unabhängiges, dediziertes Datenmanagementsystem.

Betriebsumgebung

Obwohl unter Landwirtinnen und Landwirten häufig Vorbehalte bzgl. cloudbetriebener Lösungen existieren, schätzen wir diese Betriebsform als insgesamt vorteilhaft ein. Wie in Abschnitt 2.3.3 zur Datensouveränität diskutiert, ergeben sich durch den Betrieb in externen Rechenzentren keine zwingenden Nachteile in puncto Datensouveränität gegenüber dem Betrieb auf dem eigenen Hof. Was die Anforderungen bzgl. Skalierbarkeit, Verfügbarkeit und Performance angeht, hat der Cloudbetrieb klare Vorteile. Durch die Verfügbarkeit hoch performanter Serverumgebungen in zentralen Rechenzentren und die gegebenen Sicherungsmethoden gegen Störungen können Cloudsysteme eine Betriebssicherheit bieten, die in Betrieben nicht mit vertretbaren Aufwänden erreichbar ist (bspw. Notstromversorgung, gekühlte Rechenzentren, zwei redundante Rechenzentren in räumlich getrennten Bereichen). Daneben werden bereits heute, aber mindestens zukünftig wesentliche Softwareangebote in Clouds betrieben sein, wodurch sich kein Vorteil aus einer räumlichen Abtrennung der Daten hin in betriebliche Umgebungen ergibt. Einschränkend wirken einzig die teilweise noch schlecht ausgebauten Internetinfrastrukturen, was aber durch Investitionen der öffentlichen Hand und Infrastrukturanbieter ausgeglichen werden kann und muss. Prozesse müssen einzeln abgesichert sein, sodass etwaige seltene Ausfälle kompensiert werden können. Das kann z. B. sein, dass zeitkritische Prozesse wie die Ernte ohne die Verfügbarkeit aller Systeme erfolgen können. Hier müssen Maßnahmen abhängig von den Prozessen getroffen werden. Eine Kaufentscheidung für einen neuen Traktor ist nicht so zeitkritisch wie die Umsetzung einer Applikationskarte oder Ernte. Eine Lösung kann hier sein, eher auf organisatorische Maßnahmen zu setzen.

Zwischenfazit Lösungsraum

Zusammenfassend lässt sich mit den hier diskutierten Punkten der Lösungsraum eingrenzen. Keine der gezeigten grundlegenden Paradigmen oder auch der im Markt verfügbaren Ansätze stellt unserer Ansicht nach eine alleinige, eigenständige Lösungsoption dar. In der tatsächlichen Umsetzung erscheint ein hybrides Datenmanagement am sinnvollsten, das sich an den jeweiligen Prozessen orientiert und modular aufgebaut ist, bspw. betriebszweig- oder teilbereichsspezifisch. Forschungsprojekte untersuchen relevante Themenaspekte und entwickeln interessante Lösungskomponenten, bieten aber auch keine eigenständigen oder kurz- bis mittelfristig verfügbaren Lösungen. Manche Forschungsprojekte wurden nach Projektschluss gar nicht mehr weitergeführt.

Eigenentwicklungen bzw. Individualaufträge können zwar kleinere Vorhaben realisieren, unserer Einschätzung nach ist aber ein umfassendes Datenmanagement von einzelnen oder wenigen Betrieben mit verhältnismäßigem Aufwand nicht realisierbar. Eigenständige, von weiteren Funktionen unabhängige Softwareangebote existieren im deutschen Markt mit Ausnahme des agrirouters nicht. Da dieser aktuell nur auf den

Pflanzenbau ausgerichtet ist, stellt er als Lösung für das Gesamtszenario ebenfalls keine Option dar. Die weitere Gestaltung wird deshalb nicht umhinkommen, in Betriebszweigen führende Softwaresysteme wie Ackerschlagkarteien, Herdenmanagementlösungen oder Buchhaltungssysteme als Bestandteile eines betrieblichen Datenmanagements zu berücksichtigen. Doch obwohl sich das aus technisch-fachlichen Gründen als lohnenswerte Option zeigt, gibt es noch wesentliche und relevante Vorbehalte zu berücksichtigen, bspw. das Risiko, sich von einzelnen Anbietern abhängig zu machen oder das Nichtzustandekommen von Verbindungen durch Vorbehalte der Softwareanbieter.

3.3.4.2 Entwicklung konkreter Lösungsansätze

Aufgrund der bisherigen Betrachtungen wird deutlich, dass eine umfassende Lösungskonzeption nicht einfach herstellbar und vermutlich auch nicht zielführend ist. Vielmehr erscheint es sinnvoll, ausgehend von betrieblichen Prozessen detaillierte, fachliche Anforderungen zu erheben und zusammen mit den allgemeinen Anforderungen in Abschnitt 3.3.2 ein konkretes Anforderungsprofil für ein Datenmanagement zu spezifizieren. In der Softwareentwicklung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, bei der Lösungskonzeption von konkreten Anwendungsfällen auszugehen, diese genau zu analysieren und so detaillierte Funktionen der avisierten Softwarelösung zu identifizieren.

In Abschnitt 3.1 werden exemplarische Produktionsprozesse detailliert modelliert und es wird dargestellt, welche Teilprozesse und -schritte durchlaufen und welche Daten dabei zwischen welchen Systemen ausgetauscht werden. Die Prozesse sind ohne Datentransfers zwischen Softwaresystemen dargestellt, d. h. Daten fließen immer zunächst zur Landwirtin bzw. zum Landwirt und werden von dort in ein Zielsystem übertragen. Abbildung 31 zeigt einen Ausschnitt der Darstellungen. In dem Beispiel werden Daten (Arbeitszeiten) aus der Ackerschlagkartei zur Landwirtin bzw. zum Landwirt übertragen (bspw. als grafische Anzeige in der Benutzeroberfläche) und diese bzw. dieser gibt diese Daten in das Buchhaltungssystem ein. Ohne Datenmanagement, bspw. über eine direkte Schnittstelle zwischen beiden Systemen, fällt also manueller Übertragungsaufwand an.

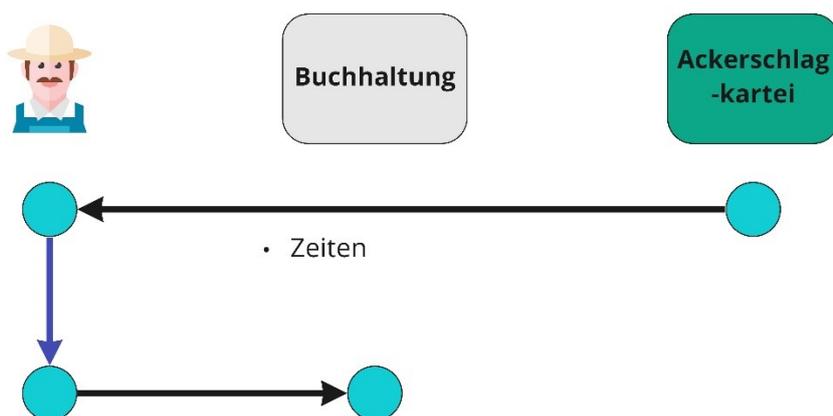


Abbildung 31: Manuelle Übertragung von Daten zwischen zwei Systemen

Mit einem Datenmanagement, das beide Systeme über Schnittstellen direkt miteinander verbindet, könnte der manuelle Aufwand beseitigt werden (vgl. Abbildung 32).

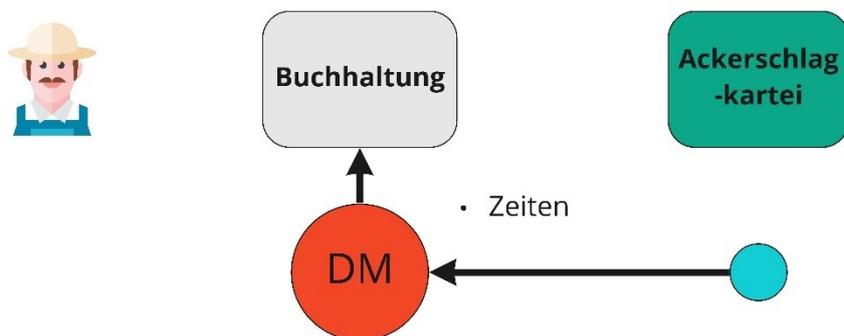


Abbildung 32: Automatische Übertragung von Daten zwischen zwei Systemen

Die detaillierte Analyse erlaubt es dann, alle Datentransfers eines Produktionsprozesses zu identifizieren, ebenso die beteiligten Systeme. Damit lassen sich, ausgehend von dem Anwendungsfall, alle beteiligten Schnittstellen und ausgetauschten Daten ermitteln, die für die Konzeption einer Datenmanagementlösung relevant sind. Abbildung 33 zeigt an einem Ausschnitt des Düngeprozesses, wie in diesem Daten zwischen Systemen transferiert werden.

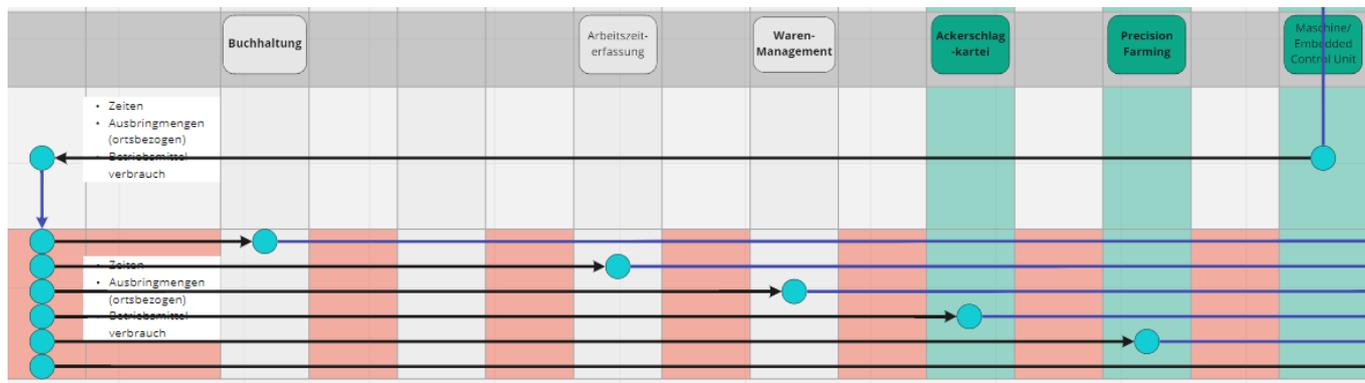


Abbildung 33: Ausschnitt eines realen Düngeprozesses (vgl. Abschnitt 3.1.2)

Die letztendliche Konzeption eines realen Datenmanagements gestaltet sich folglich aus den Produktionsprozessen mit den jeweiligen Anwendungsfällen, die vom horizontalen Datenmanagement unterstützt werden müssen. Um eine solide Konzeption zu erreichen, ist somit die detaillierte Analyse der Prozesse mit allen jeweiligen Schritten notwendig. Dabei ist es wichtig, nicht nur auf den Austausch eines Teilbereichs zu schauen, sondern sämtliche am Prozess beteiligten Systeme einzubeziehen.

Anhand des Ausschnittes in Abbildung 33 kann der Prozess der Konzeption exemplarisch wie nachfolgend beschrieben durchgeführt werden. In diesem Prozessschritt wurde ein Arbeitsauftrag ausgeführt und das Ergebnis der Arbeiten wird in Form einer Reihe verschiedener Daten bereitgestellt (Arbeitszeiten, ausgebrachte Mengen, Verbrauch Betriebsmittel, erfolgreiche Erledigung usw.). Diese Daten sollen in verschie-

dene Systeme übertragen werden (Buchhaltung, Arbeitszeiterfassung, Warenmanagement, Ackerschlagkartei und Precision Farming). Als konkretes Datenmanagementsystem können prinzipiell alle in Abschnitt 3.3.4.1 aufgeführten Paradigmen realisiert werden. Für diese ist dann zu prüfen, wie die prozessspezifischen und die allgemeinen Anforderungen (s. Abschnitt 3.3.2.2) umsetzbar sind. Ginge es bspw. nur um diesen einen Teilprozess, erscheint die Umsetzung eines Datenrouters oder Datenhubs als zu aufwändig, um die Anforderung nach Kosteneffizienz (DMAF5) zu befriedigen. Einfacher und flexibler erscheint es hier zu sein, bilaterale Schnittstellen zwischen den Systemen zu schaffen. Aber auch hier gibt es Gestaltungsmöglichkeiten. Beispiele sind:

- Möglichkeit 1: Die Maschine bzw. das Maschinenmanagement übergibt nach Erledigung der Arbeitsaufgabe alle Daten an die übrigen Systeme über deren jeweilige Schnittstellen. Dazu müssen diese die Bereitstellung untereinander abgestimmt haben. Sind die Schnittstellen auf Empfängerseite jeweils individuell umgesetzt und folgen keinem Standard, müsste das Maschinenmanagement die Implementierung jeder Ackerschlagkartei kennen und umsetzen, was sehr hohe Aufwände mit sich bringen kann. Sind die Schnittstellen standardisiert, kann das Maschinenmanagement bspw. alle dem Standard folgenden Ackerschlagkarteien gleichermaßen einbinden. Ein Vorteil dieser Implementierung ist die Automatisierung der Datenübertragung: Das Maschinenmanagement kann gleich nach Abschluss der Datenerfassung die Übertragung in mehrere Zielsysteme auslösen, wodurch diese die Daten automatisch entgegennehmen können und nicht jeweils einzeln das Maschinenmanagement abfragen müssen.
- Möglichkeit 2: Das Maschinenmanagement stellt eine standardisierte Schnittstelle zum Auslesen der Daten bereit, die die jeweiligen Systeme umsetzen. Sofern der Standard auch von weiteren Maschinenmanagementsystemen übernommen wurde, müssen die angebotenen Systeme diese Schnittstelle nur einmal einbinden. Bei diesem Ansatz müssen nun aber die datenempfangenden Systeme den Zugriff auf die Daten auslösen und die Schnittstelle des Maschinenmanagements aktiv abrufen. Dies können sie entweder permanent tun (erhöht die Netzlast und kann die Performance einer schwachen Internetverbindung beeinträchtigen) oder auf manuelle Auslösung hin, was bei fünf lesenden Systemen nicht unerheblichen manuellen Aufwand erfordert und gegen Anforderung DMAF3 verstößt.

In diesem kurzen Exkurs mit zwei verschiedenen Lösungsansätzen wollten wir zeigen, wie man ausgehend von den realen Prozessen mit allen Teilschritten und den formulierten Anforderungen ein konkretes Konzept für ein Datenmanagement entwickeln kann. Die Ideen sollten dabei eher das Vorgehen motivieren, als eine valide Gestaltung eines Datenmanagements für das Prozessbeispiel zu erzeugen. Die Betrachtung eines einzigen exemplarischen Ausschnittes genügt auch nicht, um ein übergreifendes Datenmanagement konzipieren zu können. Es müssen dazu weitere Teilprozesse und Anwendungsfälle einbezogen werden, um einerseits den notwendigen Funktionsumfang zu ermitteln und andererseits eine ausreichende Konfidenz aufzubauen, dass das entwickelte Konzept gesamtbetrieblich tragfähig ist. So wurde hier bspw. argumentiert, dass ein Datenhub oder ein Datenrouter aus Gründen der Kosteneffizienz nicht als Lösungsansatz gewählt wird. Das gilt aber nur für den Kontext des eher kleinen Prozessausschnittes. Bringt man viele weitere solcher Prozesse in die Anforderungserhebung mit ein, kann sich das anders gestalten und ein Datenhub oder Datenrouter plötzlich wieder lohnenswert erscheinen.

In dem Exkurs wurden Anforderungen zur Datensouveränität, Cybersecurity und Performanz nicht adressiert, sondern es wurde eher auf Schnittstellen fokussiert. Grundsätzlich sollten alle Anforderungen gleichermaßen betrachtet werden; für einzelne gilt jedoch, dass sie mehr Auswirkungen auf die grundlegende Konzeption haben als andere. Konkret heißt das, dass bspw. die vorgestellte Schnittstellengestaltung stark auf Anforderungen wie denen bezüglich Kosteneffizienz und manuellem Aufwand wirken, aber weniger auf

bspw. solche bezüglich Cybersecurity. Letztere hängt stärker von der nachfolgenden technischen Umsetzung der beteiligten Softwaresysteme ab, d. h., Cybersecurity ist hier für beide Datenmanagementansätze gleichermaßen erreichbar.

Im Rahmen dieses Abschnittes gehen wir bzgl. der Entwicklung konkreter Lösungsansätze nicht über das exemplarische Beispiel hinaus. Es wurde diskutiert, dass dazu die Einbeziehung und detaillierte Analyse weiterer Prozesse und Systeme notwendig ist, die im Rahmen der Betrachtungen hier nicht durchgeführt wird. Wir wollen in Abschnitt 3.4 eine weiterführende Konzeption eines betrieblichen Datenmanagements darstellen, das die Anforderungen des gesamtbetrieblichen FMIS adressiert und sich an den exemplarischen Zielgrößen ausrichtet (vgl. Abschnitt 3.2).

3.3.5 Kosten im Kontext betrieblichen Datenmanagements

Kosten von IT-Projekten können prinzipiell nur mit detaillierten und konkreten Spezifikationen eingeschätzt werden, was häufig in Form von Lastenheften formuliert wird¹⁵¹. Den Ergebnissen dieser Studie folgend schlagen wir kein dediziertes Datenmanagementsystem vor, was die Eingrenzung der Kosten für Realisierungen im betrieblichen Datenmanagement insgesamt erschwert. Grundsätzlich gilt, dass für neu zu schaffende Systeme wie einen Datenrouter oder Datenhub enorme finanzielle Aufwände anfallen, während einzelne Schnittstellen vergleichsweise günstig realisiert werden können. In diesem Abschnitt versuchen wir, erwartbare Kosten zur Schaffung einzelner Schnittstellen einzugrenzen und gehen dabei davon aus, dass diese im Rahmen bereits existierender Softwarelösungen realisiert werden sollen. Grundsätzlich entstehen bei der Schaffung von Schnittstellen Aufwände in zwei Softwaresystemen, da diese über die Schnittstellen miteinander angebunden werden. Das gilt unabhängig davon, ob ein Softwaresystem eine betrieblich genutzte Fachlösung darstellt oder eine Datenmanagementkomponente.

Aus den Fachgesprächen geht keine eindeutige Aussage zu Kosten zur Schaffung anbieterseitiger Schnittstellen hervor, die Angaben reichen hier von einem Personentag Aufwand bis hin zu nach oben offenen Kosten. Unserer Einschätzung nach sind zur Umsetzung einer Schnittstelle in einem sauberen Softwareentwicklungsprozess mit Dokumentation mindestens fünf bis zehn Personentage anzusetzen, was aber sehr stark von der Implementierung der Softwarelösung abhängt, zu der die Schnittstelle geschaffen werden soll. Wesentlich höhere Aufwände bis hin zu mehreren Personenmonaten sind prinzipiell vorstellbar. Beispielhafte und wesentliche Einflussfaktoren bzgl. der Aufwände zur Schaffung einer datenmanagementseitigen Schnittstelle sind:

- Lesende oder schreibende Schnittstelle: eine nur lesende Schnittstelle kann günstiger hergestellt werden als eine schreibende, da hier nur Daten gelesen und zurückgegeben werden müssen. Bei einer schreibenden Schnittstelle müssen eingehende Daten geprüft und korrekt in existierende Datenbestände eingepflegt werden, was deutlich höhere Aufwände erzeugt. Die Protokollierung von Schnittstellenzugriffen erzeugt zusätzliche Aufwände, ebenso die Prüfung auf Zugriffsberechtigungen.
- Umfang einzelner Schnittstellen: Schnittstellen, über die nur sehr wenige Datenbestände (Einzelwerte bis hin zu einer einstelligen, nicht strukturierten Anzahl von Werten) ausgetauscht werden, erfordern weniger Aufwand als solche, über die komplexe Datenstrukturen kommuniziert werden.

¹⁵¹ Detaillierte Diskussionen zu Entwicklungskosten im Rahmen des FMIS befinden sich in Abschnitt 3.4.7

- Automatisierungsgrad: Schnittstellen können auf manuelle Interaktion hin Daten kommunizieren (wie bspw. beim Abruf von Webseiteninformationen aus einem Browser) oder in automatisierte Prozesse eingebunden sein. Die Automatisierungsprozesse können in Softwarelösungen bspw. so wirken, dass das Schreiben eines neuen Datums eine folgende Bearbeitung im Datenmanagement auslöst, was die Umsetzung verteuert.
- Standardisierungsaufwand: wird eine noch nicht standardisierte Schnittstelle realisiert, müssen zunächst Schnittstelle und Datenformat erarbeitet werden. Hierbei entstehen je nach Komplexität der auszutauschenden Datenformate zusätzliche Aufwände.
- Nutzung existierender technologischer Komponenten: bestehen bereits technische Vorarbeiten, die zur Implementierung genutzt werden können, vergünstigt sich die Umsetzung einer Schnittstelle. Dies ist bspw. der Fall, wenn Open Source-Implementierungen genutzt werden können (bspw. stellt AgGateway ADAPT bestimmte Implementierungen bereit). Hier gilt aber, dass die bereitgestellten Komponenten zur eigenen Implementierung passen müssen. Positiv wirken immer eigene bereits implementierte Komponenten, wenn etwa zu einer bereits bestehenden Schnittstelle eine ähnliche neu geschaffen werden soll.

Die bisherige Diskussion zeigt, dass konkrete Kosten zur Schaffung von Schnittstellen und damit zur Einbindung einzelner Fachsoftwarelösungen ohne detaillierte Spezifikation sehr schwierig abzuleiten sind. Eingangs wurde argumentiert, dass Schnittstellen auf beiden Seiten von Softwaresystemen geschaffen werden müssen. Im Rahmen der Kostendiskussion ist also zu klären, wie Schnittstellen auf Anbieterseite finanziert werden können. Aus den Fachgesprächen ging hervor, dass Anbieter verschiedene Finanzierungsmodelle verfolgen (Individualentwicklung, Finanzierung als Modul, im Leistungsumfang enthalten). Aus Sicht des Datenmanagements ist die Frage zu beantworten, wie zusätzliche anbieterseitige Aufwände zu tragen sind. Folgt die Argumentation der Forderung nach Datenportabilität im Sinne der Datensouveränität, sollten Landwirtinnen und Landwirte das Recht haben, mittels Schnittstellen nach Wunsch über ihre betrieblichen Daten verfügen zu können. Unter der Annahme berücksichtigen wir im Folgenden keine anbieterseitigen Kosten zur Schaffung von Schnittstellen; diese sind auch zu variierend, um gültige Annahmen treffen zu können.

In Abschnitt 3.4.7.2 werden Kosten für die Schaffung eines FMIS eingegrenzt, die auch die Aufwände zur Implementierung von Schnittstellen auf Seiten des FMIS thematisieren. Dieser Rahmen kann für die Einschätzung der Kosten herangezogen werden, die für die Einbindung weiterer Softwaresysteme in ein Datenmanagement anfallen. Dort wurden je Schnittstelle in der Summe ca. 13 Personentage Aufwand veranschlagt. In Tabelle 1 der Leistungsbeschreibung wird die Einbindung von insgesamt 19 Softwareanwendungen gefordert. Wir gehen dabei davon aus, dass diese durch internetbasierte, automatisierte und computerlesbare Schnittstellen realisiert werden und keine manuelle Interaktion wie bspw. der Übertragung mittels USB-Stick erfolgt. Werden je Softwarelösung nun 13 Personentage angesetzt, ist insgesamt mit ca. 250 Personentagen zur Einbindung aller Lösungen zu rechnen. Veranschlagt man je Personentag 800 bis 1000 €, bewegen sich die Kosten zwischen 200.000 und 250.000 €. Diese Summe kann sich reduzieren, wenn bspw. standardisierte Schnittstellen umgesetzt werden. Das ist bei Bankensoftwarelösungen der Fall – auch wenn hier verschiedene Standards existieren und diese nicht verpflichtend sind, werden Synergieeffekte dazu beitragen, dass die Aufwände erheblich reduziert werden können. Wurde also eine Schnittstelle zu einer Bankensoftware mit Aufwänden von ca. 13 Personentagen implementiert, kann die Einbindung einer weiteren Bankensoftware mit geschätzten fünf Personen-

tagen erfolgen. Für das Szenario aus Tabelle 1 der Leistungsbeschreibung ergibt sich damit eine Reduktion um ca. 22.000 €. Für die übrigen Softwaresystemen gehen wir davon aus, dass sie jeweils eigene Schnittstellen- und Datenformate aufweisen und sich hier keine entsprechende Reduktion ergibt.

Die Kostenfrage hinsichtlich der Einbindung von Softwaresystemen kann noch einmal zusammenfassend nur dann konkret beantwortet werden, wenn eine detaillierte Spezifikation bspw. in Form eines Lastenheftes erstellt wurde. Die Schätzungen aus diesem Abschnitt basieren auf unseren Erfahrungswerten aus Softwareentwicklungsprojekten und Angaben aus den Fachgesprächen und sind mit einer hohen Ungenauigkeit behaftet. Sie bieten allerdings die Möglichkeit, ein Gefühl für erwartbare Kosten zu entwickeln und so einschätzen zu können, welche Aufwände zur Schaffung eines Datenmanagements erwartet werden können. Tendenziell werden Aufwände für Softwareentwicklungsprojekte immer unterschätzt und anfangs zu niedrig veranschlagt. Häufig werden „Nebenkosten“ wie für Dokumentation, ausführlichen Anforderungsprozess usw. vernachlässigt und diese Schritte bei der Umsetzung nicht durchgeführt, was aber nachfolgende Kosten in Fehlerbehebung und Betrieb erhöht. Regelmäßige Pflegekosten wurden im Rahmen dieses Abschnitts nicht berücksichtigt ebenso wie Aufwände zur Schaffung eines Datenhubs oder Datenrouters, für die jeweils von wesentlich höheren Gesamtkosten ausgegangen werden muss. Aus eigenen Projekterfahrungen schätzen wir Realisierungskosten für das Basissystem eines zu Tabelle 1 der Leistungsbeschreibung notwendigen Datenrouters oder Datenhubs als mindestens siebenstellig ein.

3.3.6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Abschnitt wurden zunächst grundlegende Konzepte und Hintergründe des betrieblichen Datenmanagements eingeführt und diskutiert. Dabei wurden elementare Funktionen des horizontalen und vertikalen Datenmanagements, Datenschnittstellen und grundlegende Paradigmen für die weitere konzeptuelle Ausarbeitung dargestellt. Im Folgenden werden die allgemeinen Herausforderungen an ein Datenmanagement beschrieben, basierend auf den übergreifenden Anforderungen. Um Lösungsansätze dieser Studie zu vertiefen und Feedback zu den vorgeschlagenen, grundlegenden Konzepten zu erhalten, wurden Fachgespräche mit Softwareanbietern geführt, deren Ergebnisse weit über rein technisch-fachliche Aspekte hinausgingen und einen interessanten sowie relevanten Einblick in unternehmensstrategische und organisatorische Aspekte erlauben. Hierbei wurde insbesondere sichtbar, dass ein Lösungskonzept nicht allein technisch-fachliche Aspekte einbeziehen darf und organisatorische Hintergründe und die Rolle sowie Strategien der verschiedenen Softwareanbieter einbeziehen muss. In einem beispielhaften Prozess wird abschließend beschrieben, wie durch detaillierte Prozessanalyse und Nutzung der grundlegenden Anforderungen eine Lösungskonzeption entwickelt werden kann. Wir stellen an dieser Stelle kein konkretes Konzept zur Gestaltung eines einzelnen, dedizierten Datenmanagementsystems vor; dazu nähere Ausführungen im Folgenden und Abschnitt 3.4.

Die folgenden Punkte fassen wesentliche Ergebnisse und Erkenntnisse zum Datenmanagement zusammen und geben basierend auf unseren Einschätzungen einen Ausblick auf mögliche Folgeaktivitäten dazu:

- **Fehlen von Voraussetzungen für ein effizientes, betriebliches Datenmanagement:** Auch aus den Fachgesprächen wurde deutlich, dass landwirtschaftliche Betriebe weiterhin vielen Herausforderungen und ungelösten Problemen im betrieblichen Datenmanagement ausgesetzt sind. Diese führen zu wesentlichen Mehraufwänden in der täglichen praktischen Arbeit. Ursachen dabei sind u.a. fehlende oder nicht interoperable Schnittstellen zwischen häufig genutzten Softwaresystemen. Fehlende Integration von Softwaresystemen in übergreifende Produktionsprozesse oder nicht ausreichende Robustheit führt zu notwendigen Fehlerbehebungen, die ohne IT-Fachwissen schwer zu erbringen sind und durch aufwändige Workarounds erreicht werden.
- **Technologische Voraussetzungen gegeben, fehlende Koordination:** Technologisch wie fachlich sind unserer Einschätzung nach ausreichend Wissen und Fähigkeiten in der Landwirtschaft und der IT-Branche vorhanden, um die Herausforderungen im betrieblichen Datenmanagement anzugehen und eine zum aktuellen Zustand verbesserte Situation zu schaffen. Es gibt verschiedene Aktivitäten, ob Forschungsprojekte oder privatwirtschaftliche Initiativen, eine Verbesserung des Gesamtzustands herzustellen. Diese verfolgen z.T. unternehmensspezifische Interessen und es kommt zu einer nicht ausreichenden Koordination zwischen Beteiligten, die sich in Extremfällen in einer Lagerbildung manifestiert. Verbesserung kann eine stärkere Zusammenarbeit der beteiligten Akteure bringen, um Aktivitäten über betriebliche Teilbereiche hinweg aufeinander abzustimmen. Im Bereich der Kommunikation von Maschinendaten übernimmt bereits die AEF eine solche Rolle, für die betrieblich übergeordnete Koordination fehlen hingegen treibende Kräfte. Auch wenn kein gesamtbetriebliches Datenmanagementsystem angestrebt wird, sollten die einzelnen Teilbereiche zur Verbesserung übergreifender betrieblicher Prozesse zusammenarbeiten. Im Fokus steht dabei die Schaffung notwendiger Schnittstellen sowie auf die Nutzung von Standards hinzuwirken. In dem Zusammenhang sollten Lücken in der Beschreibung und Dokumentation von Standards, Schnittstellen und Datenmodellen geschlossen werden. Auch wenn einheitliche Standards die Kommunikation grundsätzlich vereinfachen, ist für die komplexe System- und Anbieterlandschaft keine vollständig umfassende Standardisierung realistisch. Hier sollten aktuell erforschte Konzepte zur Koexistenz verschiedener, aber interoperabler Standards verfolgt werden. Bis hierfür konkrete Lösungen zur Verfügung stehen, ist die konsistente Nutzung aktuell existierender Standards eine gute Übergangslösung.
- **Hybrider Ansatz statt einzelner Datenmanagementsysteme:** Ein dediziertes, eigenständiges Softwaresystem als zentrales Datenmanagement für alle betrieblichen Anforderungen zeichnet sich aus unserer Sicht nicht ab. Dies liegt insbesondere in der Komplexität und Verschiedenartigkeit landwirtschaftlicher Betriebe und Prozesse und der daraus folgenden stark fragmentierten Marktsituation angebotener Softwaresysteme. Zwar würde ein zentrales Datenmanagementsystem wie bspw. ein Datenhub technische und organisatorische Vorteile bieten (etwa durch Standardisierung und zusammengeführte Datenbestände), doch wäre die Integration der vielen Softwaresysteme und Prozesse nur mit sehr hohem Aufwand umzusetzen. Zielführender erscheint uns ein verteilter Ansatz, der zu einem hybriden betrieblichen Datenmanagement führt. Hier werden verschiedene Varianten und konkrete Datenmanagementteilsysteme zu einem logisch gesehen gesamtbetrieblichen Datenmanagement kombiniert, um spezifische Anforderungen aus den einzelnen betrieblichen Prozesse zu erfüllen. Die Voraussetzung für eine solche Konzeption ist die detaillierte Analyse und Dokumentation betrieblicher Prozesse, die von einem solchen Datenmanagement unterstützt werden sollen.

3.4 Gesamtbetriebliches FMIS

Dieser Abschnitt behandelt die Konzeption eines gesamtbetrieblichen FMIS bzw. Dashboards. Nach der einführenden Zielsetzung werden grundlegende Anforderungen aufgestellt, die noch keine prozessspezifischen Funktionen enthalten. Im Rahmen der Studie wurde ein Fachkonzept entwickelt, das exemplarische Zielgrößen (vgl. Abschnitt 3.2) in einer grafischen Darstellung repräsentiert. Dieses Konzept wird als Abschnitt vorgestellt und von den Ergebnissen einer Evaluierung ergänzt, in der Landwirtinnen und Landwirten die grafischen Entwürfe vorgestellt wurden und wo diese Rückmeldung mit ihrer Einschätzung abgeben konnten. Nach der Diskussion des Fachkonzepts wird in einem technischen Konzept auf hohem Abstraktionsgrad dargestellt, wie ein solches FMIS basierend auf den Ergebnissen zum betrieblichen Datenmanagement (vgl. Abschnitt 0) realisiert werden kann. Dazu gehören auch Betrachtungen zum organisatorischen Konzept (bspw. Betreibermodelle) und zur Eingrenzung erwartbarer Kosten. Als Ergebnis ist keine vollständig ausgearbeitete Konzeption zur Umsetzung eines betrieblichen FMIS vorgesehen, sondern es soll eine Basis für auf diese Studie folgende Aktivitäten geschaffen werden.

3.4.1 Definition und Zielsetzung des FMIS im gesamtbetrieblichen Kontext

Abschnitt 2.3.1 diskutiert die Definition von „FMIS“. Dabei wird deutlich, dass es keine einheitliche Definition gibt und die Funktionen eines FMIS sich je nach Ansatz unterscheiden. Im Kontext dieser Studie fokussieren wir auf Funktionen zur Bereitstellung von Informationen zur betrieblichen Steuerung, ohne dass das FMIS selbst steuernde Funktionen, bspw. die einer Ackerschlagkartei, übernehmen soll. Das FMIS wird sozusagen als gesamtbetriebliches Dashboard konzipiert, in dem Informationen über alle betrieblichen Bereiche hinweg aggregiert und dargestellt werden.¹⁵² Diese Zielsetzung adressiert die Herausforderung, dass Betriebsleitungen bzw. betriebliche Mitarbeitende allgemein aktuell auf eine Vielzahl verschiedener Fachsoftwarelösungen zugreifen müssen, um den jeweiligen Informationsbedarf zu befriedigen. Dieser IST-Stand ist aufwändig und führt nicht immer zu den gewünschten Ergebnissen, wenn Informationen nicht zusammengeführt ausgewertet werden können.

Um die Darstellung von Informationen zu konkretisieren, wurden Zielgrößen ausgewählt, deren Darstellung die fachlichen Anforderungen an das FMIS bestimmt. Diese Zielgrößen stellen eine exemplarische Auswahl dar. In der Zielvorstellung eines solchen FMIS sollen prinzipiell beliebige Zielgrößen darstellbar sein, die sich an den individuellen Informationsbedarfen der jeweiligen Betriebe ausrichten.

3.4.2 Anforderungen an ein FMIS im Rahmen dieser Studie

Die in diesem Abschnitt aufgestellten Anforderungen an ein betriebliches FMIS im Sinne der Definition und Zielsetzung des vorherigen Abschnitts adressieren die formulierten Herausforderungen und stellen eine Grundmenge an Anforderungen dar, die von einem solchen FMIS prinzipiell zu erfüllen sind. Sie können in weiteren konkreten Umsetzungsprojekten zur Konkretisierung genutzt werden, sollten aber nicht als vollständig oder für alle Projekte gleichermaßen relevant betrachtet werden. Neben den Vorgaben der Leistungsbeschrei-

¹⁵² Vgl. dazu die Aktivitäten von SEGES in Dänemark. Hier wird mittels der Microsoft Power BI-Technologie ein Informationsdashboard konzipiert und entwickelt, das wesentliche betriebliche Informationen anzeigen kann. Zielsetzung und grundlegende Konzeption können mit denen in dieser Studie verglichen werden, allerdings sind die technischen und organisatorischen Voraussetzungen verschieden. Das Gesamtsystem greift auf umfassende Datenbestände zurück, die bereits in einer Art Datenhub verfügbar sind.

zung zu dieser Studie wurden umfassende Vorerfahrungen der Projektbeteiligten, eigene Recherchen und Zwischenergebnisse sowie die vom LfULG bereitgestellten Vorarbeiten (vgl. Abschnitt 2 und insbesondere 3.1.1) eingebracht. Die Anforderungen wurden in Teilen um die Ergebnisse der Evaluierung angepasst oder ergänzt. Dies hatte aber im Projektverlauf keinen Einfluss auf das in der Evaluierung vorgestellte Fachkonzept.

- **FMAF1 – Umsetzung betriebsindividueller Informationsbedarfe:** Das FMIS muss so gestaltet sein, dass der jeweilige Informationsbedarf eines Betriebs erfüllt werden kann. Die Unterscheidung kann bspw. nach Betriebszweigen erfolgen oder auch nach der Anbindung im Betrieb vorhandener Softwaresysteme und Datenquellen. Die Informationsbereitstellung ist nach dem jeweiligen Bedarf auszurichten, bspw. eine Kennzahl oder die Möglichkeit einer Analyse von Zusammenhängen.
- **FMAF2 – Flexibles Grundsystem:** Um der Komplexität landwirtschaftlicher Betriebe Rechnung zu tragen, soll das Grundsystem so flexibel gestaltet sein, dass Informationsbedarfe ohne großen Aufwand individuell konfiguriert werden können. Dazu bietet sich ggf. eine modulare Konzeption an, in der fachliche Bereiche unabhängig voneinander abgebildet werden.
- **FMAF3 – Automatische Zusammenführung von Datenbeständen:** Datenbestände sollen soweit möglich automatisch erfasst und im FMIS bereitgestellt werden, um manuelle Aufwände zu minimieren. Das Ziel ist die vollständige Automatisierung der Datenbeschaffung.
- **FMAF4 – Vollständige Einbindung benötigter Daten:** Das FMIS muss zur Darstellung einzelner Informationen die korrekte, zeitnahe und aktuelle Zusammenführung der dazu notwendigen Quelldaten umsetzen. Es dürfen keine nicht erkannte Datenlücken auftreten, die zu einer fehlerhaften Darstellung von Informationen führen.
- **FMAF5 – Unterstützende Funktionen:** Neben der reinen Informationsbereitstellung sollen unterstützende Funktionen ermöglicht werden. Diese richten sich an der jeweiligen Informationsart aus. Bisher identifizierte Funktionen sind:
 - Erinnerungsfunktion bei Terminen wie TÜV
 - Warnung bei Kostenexplosion im Betrieb einzelner Maschinen, bei Liquiditätsengpässen oder bei der Überschreitung von Kosten zu erwartbaren Erträgen im Pflanzenbau
 - Angabe von Soll-Kennzahlen und vergleichende Darstellung des IST-Standes
 - Report-Funktion ausgewählter Informationen (bspw. für den Bericht an Banken)
 - Internes Benchmarking des aktuellen IST-Standes zu Vergleichszeiträumen
 - Analysefunktion zur Betrachtung einzelner Sachverhalte (Drill-Down)
- **FMAF6 – Nachvollziehbarkeit der Darstellungen / Transparenz:** Es soll Nutzern möglich sein, die Herleitung und Plausibilität angezeigter Informationen zu überprüfen. Das kann bspw. umgesetzt werden, indem die einbezogenen Daten und Berechnungen dargestellt werden.
- **FMAF7 – Rollenkonzept:** Das FMIS muss ein Rollenkonzept implementieren, mittels dem Informationen bedarfsgerecht zusammengestellt werden können und Zugriffe von nicht berechtigten Personen eingeschränkt werden können.
- **FMAF8 – Kostengünstige Bereitstellung:** Für die Aufwände für Umsetzung und Betrieb muss der Investitionsspielraum landwirtschaftlicher Betriebe berücksichtigt werden; eine kosteneffiziente Realisierung ist vorteilhaft. Kosten sollen sich an dem konkreten Nutzen jeweiliger Betriebe orientieren (bspw. durch ein nutzer- oder funktionsabhängiges Lizenzmodell).

- **FMAF9 – Einfache Nutzbarkeit:** Das FMIS soll auch für Nutzergruppen ohne explizite Fachkompetenz einfach nutzbar sein. Dazu gehören bspw. eine einheitliche Nutzerführung oder ein gut verständliches „Look and Feel“. Eingriffe in die Konfiguration oder Umgestaltung der Informationsdarstellung können an Personen mit entsprechender IT-Fachkompetenz übertragen werden.
- **FMAF10 – Verfügbarkeit und Performance:** Das FMIS muss eine sehr hohe Verfügbarkeit (365 Tage, 5:00 bis 23:00 Uhr) erreichen und soll ausreichend performant für eine störungsfreie Nutzung realisiert werden.
- **FMAF11 – Unterstützung verschiedener Endgeräte:** Die Darstellung soll auf verschiedenartigen Endgeräten ermöglicht werden, bspw. auf Tablets oder Desktoprechnern.

3.4.3 Grundlegendes Konzept

Basierend auf den im vorherigen Abschnitt formulierten Anforderungen ergeben sich eine Reihe verschiedener Ansätze, das FMIS gemäß der Zielsetzung zu realisieren. Aus den Fachgesprächen bspw. ergab sich die Einschätzung, dass vergleichbare Funktionen bereits in einzelnen Softwarelösungen enthalten seien bzw. die je Betriebszweig führenden Systeme diese übernehmen sollten. Alternativ könnte ein solche FMIS auch als eigenständige Softwarelösung realisiert werden, die bisher existierende Systeme ergänzt. Beide Optionen sind valide und möglich; letztlich ist dies eine Entscheidung des Marktes. Für die folgenden Darstellungen im Rahmen dieser Studie konzipieren wir das FMIS als eigenständige Softwarelösung, um die wesentlichen Merkmale und Funktionen eigenständig darzustellen und damit auch die Zielsetzung des FMIS als System zur Informationsbereitstellung hervorzuheben.

Eine weitere Gestaltungsoption betrifft die Umsetzung als Cloudversion oder als Desktopvariante. Nach den Betrachtungen zur Datensouveränität im Cloudkontext und den Vor- und Nachteilen einer Cloudlösung (vgl. Abschnitte 2.2.3 und 2.3.3) schlagen wir eine Cloudlösung vor, da diese technisch und organisatorisch einfacher, kostengünstiger und mit ausreichend Rechenressourcen umzusetzen ist. Insbesondere die Anforderung nach einer Nutzung auf verschiedenen Endgeräten verlangt eine Umsetzung, in der das System von mehreren Stellen aus erreichbar ist, was bei einer Umsetzung im Betrieb erheblichen Aufwand erfordern würde. In dieser Umsetzung bildet die Internetverbindung eine mögliche Schwachstelle, da ohne funktionierende Verbindung keine Nutzung der Lösung möglich ist. Sofern die Anbindung eines Betriebs an das Internet realisiert ist, kann aber im Jahresmittel mit einer sehr hohen Verfügbarkeit gerechnet werden. Je nach Anbieter können individuelle Vereinbarungen geschlossen werden, die im Störfall eine schnelle Behebung zusichern. Darüber hinaus können Internetverbindungen auch redundant ausgelegt werden, sodass bspw. eine Mobilfunk- oder Satellitenstrecke für den Ausfall einer DSL- oder Glasfaserleitung vorgehalten wird. Die Kosten hierfür ergeben sich aus den typischen Kosten der Internetprovider, die sich je nach Bandbreite und Leistungsumfang unterscheiden. Eine Satellitenstrecke liegt in etwa in der Höhe eines normalen Internetzugangs. Alles in allem schätzen wir das Ausfallrisiko einer Internetverbindung als vertretbar ein, und da Softwarelösungen tendenziell ohnehin cloudbetrieben angeboten werden, würde die Umsetzung des FMIS auf Betriebsinfrastruktur bei einem Ausfall des Internets wenig Vorteile bringen. Um einen Ausfall dennoch abzumildern, besteht die Möglichkeit, eine leichtgewichtige Softwarelösung zur Installation im Betrieb umzusetzen. Diese baut prinzipiell auf der beschriebenen Cloudlösung auf, kann aber auf einem Desktoprechner installiert werden und speichert die letzten Zustände der Datenbestände bzw. Zielgrößen. So sind diese im Störfall zwischengespeichert verfügbar, allerdings möglicherweise nicht aktuell.

Für die Konzeption und insbesondere die Berechnung der gewünschten Informationsbereitstellung wurde angenommen bzw. vorausgesetzt, dass die dazu notwendigen Daten aus den Quellsystemen bezogen werden können. Auch wenn das für eine gewisse Anzahl der Quelldaten zutrifft, sind aktuell noch nicht alle Voraussetzungen dazu geschaffen. Das heißt, dass begleitend zur Konzeption und Entwicklung eines FMIS gemäß der Zielsetzung der Zugriff auf die notwendigen Quelldaten realisiert werden muss. Dazu muss das Datenmanagement entsprechend aufgebaut werden, aber es müssen auch die Quellsysteme integriert werden, was ggf. zusätzliche Aufwände erzeugt.

Das Grundkonzept des FMIS sieht zusammenfassend ein FMIS-System vor, das als Cloudsystem betrieben wird. Für Betriebe wird ein eigener Bereich eingerichtet, der über eine Zugangsverwaltung geschützt werden muss. Für Betriebe können mehrere Zugänge angelegt und so konfiguriert werden, dass jeweils verschiedene FMIS-Inhalte und -Funktionen angezeigt werden können. Für jeden Betrieb muss individuell konfiguriert werden, welche Fachsysteme eingebunden und welche Zielgrößen sowie Informationen angezeigt werden. Nutzer können sich über ein Endgerät per Internetverbindung zum FMIS verbinden und dort auf das Dashboard zugreifen. Das Dashboard selbst kann als Webseite angeboten werden und ist so mit den üblichen Browsern zu nutzen. Daten bezieht das FMIS ebenfalls über das Internet von den angebundenen Fachsystemen und weiteren Datenquellen, bspw. einem Wetterdienst oder einer Übersicht aktueller Marktpreise.

3.4.4 Fachkonzept

Ziel des ausgestalteten FMIS ist es, eine Unterstützung für landwirtschaftliche Betriebe zur Entscheidungsfindung im Tagesgeschäft zu haben. Weiterhin ermöglicht es auch, strategische Entscheidungen zu treffen. Hierbei geht das FMIS immer vom aktuellen Stand des jeweiligen Anbaujahres aus – je nach Zielgröße werden dem Nutzer aber auch Prognosen zum weiteren Verlauf präsentiert.

Um dies zu ermöglichen, werden die Daten zum einen als webbasiertes Dashboard visualisiert, zum anderen werden Daten aus zahlreichen Fachsystemen des Betriebs miteinander in Verbindung gebracht (vgl. Technisches Konzept, vgl. Betriebliches Datenmanagement). Darüber hinaus werden öffentliche Daten integriert, um betriebsrelevante aktuelle Nachrichten, die Wettervorhersage sowie aktuelle Preisentwicklungen der Märkte anzuzeigen. Hierdurch soll sich für den Nutzer jederzeit eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Betriebs ergeben. Das Dashboard in Form einer Webseite zu visualisieren erleichtert die Zugriffsmöglichkeiten der Nutzer. So müssen weder spezielle Geräte zum Verwenden benutzt werden, noch muss eine spezielle Software installiert werden. Die Nutzer sind in der Lage, mit dem Gerät, das sie gerade zur Verfügung haben (Smartphone, Tablet, Computer etc.) betriebsrelevante Größen jederzeit ortsunabhängig abzufragen. Die Daten selbst werden mit sogenannten Karten visualisiert. Hierbei wird jede logisch zusammenhängende Informationseinheit mit einer visuell abgegrenzten Kachel dargestellt. Diese Kacheln werden generell untereinander angeordnet; ist jedoch genug Bildschirmplatz verfügbar, können auch mehrere Kacheln nebeneinander dargestellt werden und gewisse Kacheln können ihre Inhalte auch breiter anzeigen. Um den Bedürfnissen der einzelnen Nutzer gerecht zu werden, sind die Sichten über Einstellungen anpassbar. Das heißt, je nach Rolle hat ein Benutzer andere Sichten zu Verfügung.

In den folgenden Beispielen stellen wir jeweils das Dashboard aus Sicht des Betriebsleitenden, der auf alle Bereiche Zugriff hat, vor. Weiterhin ist der dargestellte Betrieb hauptsächlich ein Ackerbaubetrieb, der jedoch auch kleinere Mengen an Viehbeständen hat.¹⁵³

3.4.4.1 Interaktion und Startseite

Für die Interaktion mit dem Dashboard wird die Philosophie des Eintauchens in die Daten verfolgt. Damit erfüllt jede Seite genau einen Zweck und kann dem Nutzer unterschiedlich detaillierte Fragestellungen beantworten. Weiterhin versucht das FMIS, auf den verschiedenen Detailebenen die gleichen Visualisierungsformen einzusetzen, um so eine intuitive Verständlichkeit zu gewährleisten. Das FMIS teilt sich fachlich neben der Übersichtsseite in folgende Hauptbereiche: Betriebszweige, Liquiditätsanalyse, Maschinen sowie Kalender.

Auf der Startseite des FMIS (vgl. Abbildung 34) finden sich aggregierte Daten für den Gesamtbetrieb. Diese Daten sollen eine tagesaktuelle Übersicht bieten, die auch als Ausgangspunkt der Interaktion mit dem FMIS dient. Die auf der Startseite aggregierten Inhalte können jeweils auf den Unterseiten vertieft werden. Hierzu bietet das FMIS eine hierarchische Navigationsstruktur im Menü auf der linken Seite an.

Die Navigation des FMIS orientiert sich am bekannten Navigationselement Tree View. Diese Interaktionsform findet beispielsweise Verwendung, um Ordnerstrukturen in Anwendungen zu visualisieren. Zum ändern aber lassen sich über die Inhalte der dargestellten Karten Unterseiten aufrufen, um diese Inhalte mit einem feineren Detailgrad darzustellen. Damit lassen sich Abkürzungen in der Navigation realisieren. Statt die Seiten Betriebszweige, dann Ackerbau gefolgt von Wintergeste aufzurufen, lässt sich über die Karte Anbauverhältnisse direkt diese Seite aufrufen, um einen genaueren Einblick in die für den Betrieb relevanten Zielgrößen und Kennzahlen zu dieser Frucht zu erhalten.

Beginnend mit der Startseite erhält der Nutzer auf einen Blick eine Übersicht über markante Liquiditätsgrößen sowie Finanzdaten. Hierbei werden die die Zielgrößen Kontostand, Barliquidität bzw. Liquiditätsgrad 1 sowie die Summe der offenen Rechnungen dargestellt und mit einem durch einen Pfeil dargestellten Trendindikator versehen. Weiterhin erhält der Nutzer eine Übersicht über anstehende Termine und Erinnerungen. Diese speisen sich aus dem Kalendermodul des FMIS. Weiterhin werden erste Kennzahlen zu den aktuellen Anbauverhältnissen und zur Vierhaltung visualisiert. Eine weitere Kernfunktionalität der Startseite ist die Einbindung von Drittanbieterinformationen. Zum einen kann der Nutzer sich wichtige Links zu anderen Systemen seines Betriebs konfigurieren, zum anderen werden auch automatisch passende Nachrichten aus der Agrarwelt passend zum Betrieb visualisiert. Darüber hinaus wird werden auch Matif-Preise zu den angebauten und eingelagerten Früchten dargestellt. Eine Wettervorhersage rundet diese Seite ab.

¹⁵³ Aus Gründen der Lesbarkeit finden sich im Folgenden nur auszugsweise Screenshots des gestalteten FMIS. Alle Ansichten sind jedoch vollständig in einem PDF im digitalen Anhang zu diesem Dokument enthalten.

FMIS

Mein Betrieb

30.07.2021

€

33.417,12 € Kontostand

27,36 % Barliquidität

16.147 € Offene Rechnungen

Aktuelle Matif Übersicht

Winterweizen	168,42 € / t	↗
Wintergerste	153,82 € / t	↘
Winterraps	371,81 € / t	↗
Maissilage	40,04 € / t	→
Mahl- & Brotroggen	147,2 € / t	↘
Milch	0,32 € / l	→

Termine und Erinnerungen

Heute	TÜV Termin 8Uhr	<input checked="" type="checkbox"/>
Morgen	Deadline Antrag	<input type="checkbox"/>
02.08.	Telefontermin	<input type="checkbox"/>
05.08.	Amtstermin	<input type="checkbox"/>
12.08.	Termin Herr Meier	<input type="checkbox"/>

Viehhaltung

Art	Herdengröße
Milchkühe	452
Jungviehaufzucht	371
Schweinemast	750
Ferkelaufzucht	194
Kälberaufzucht	185

News Ticker

Gerstenpreise steigen kräftig: Totreife Bestände und Ernteprobleme
Die schweren Unwetter der letzten Tage und anhaltende Regenfälle betreffen nicht nur...
Quelle: agrarNews24

Wetter

Aktuell: Sonnig 31°C

Dienstag	☀️	35°C
Mittwoch	☁️ 0,5 l/m²	26°C
Donnerstag	☁️ 2,5 l/m²	27°C
Freitag	☀️	30°C

Anbauverhältnisse

Kultur	Bisherige Kosten	Anbaufläche
Wintergerste	37.412 €	150 ha
Winterweizen	110.351 €	600 ha
Winterraps	39.546 €	300 ha
Winterroggen	37.332 €	150 ha
Silomais	27.541 €	150 ha
Gesamt	252.182,76 €	1.350 ha

Wichtige Links

- [AgMachine ControlPanel](#)
- [BESyD](#)
- [InVeKoS DIANAweb](#)

Abbildung 34: Startseite des FMIS aus der Sicht eines Betriebsleitenden

3.4.4.2 Betriebszweigübersicht

Die Betriebszweigübersicht bietet einen ersten Einstieg in die Viehhaltung und den Pflanzenbau an. Zum einen werden hier erneut die Kenngrößen rund um die Anbauverhältnisse und Herden dargestellt, zum anderen erhält man eine Übersicht über die Kosten und Leistungen des Betriebs. Neben der tabellarischen Darstellung der Einzelkosten und -leistungen in Verbindung mit dem zugehörigen Datum sowie Betrag erfolgt eine grafische Gewinndarstellung (siehe Abbildung 35) über die Zeit. Hier lässt sich zum einen ableiten, wann besonders hohe Kosten und Leistungen anfielen und wie sich der Gewinn entwickelt. Basierend auf historischen Daten, der aktuellen Entwicklung der Anbauverhältnisse sowie des Viehbestandes und der Marktpreise wird versucht, eine Gewinnprognose bis zum Ende des Anbaujahres fortzuschreiben.

Gewinn über Zeit



Abbildung 35: Gewinn über die Zeit für den Gesamtbetrieb mit Darstellung der IST-Werte in orange sowie der prognostizierten Daten in beige.

Die Darstellung der tabellarischen Kosten und Leistungen sowie die grafische Übersicht des Gewinnverlaufs findet sich ebenfalls in den Unterseiten der Betriebszweige (beispielsweise Pflanzenbau) wieder, hier jedoch gefiltert auf den jeweilig ausgewählten Bereich und nicht mehr betriebszweigübergreifend. Für den Pflanzenbau wird neben der Darstellung dieser beiden Zielgrößen noch die Verteilung der Anbauflächen nach Kulturen sowie die Arbeitsproduktivität visualisiert (Abbildung 36).



Abbildung 36: Anbauverhältnisse sowie Arbeitsproduktivität im Pflanzenbau

Über den Pflanzenbau erreicht man auch Unterseiten zur jeweiligen Kultur. Für die Kultur werden als Zielgrößen im Überblick Lagerbestand, Kosten pro Tonne, der Aktuelle Matifpreis sowie die Anzahl der Schläge mit dieser Frucht dargestellt. Auch auf dieser Seite werden wieder die Kosten und Leistungen dargestellt, dieses Mal bezogen auf die ausgewählte Kultur. Auch deren Gewinnverlauf wird grafisch angezeigt und fortgeschrieben. Weiterhin sieht der Nutzer eine Landkarte, auf der die für diese Frucht relevanten Schläge eingezeichnet sind. Über eine Karte navigiert der Nutzer zur jeweiligen Detailseite des einzelnen Schlages. Weiterhin kann man auf dieser Seite eine Kosten- und Leistungsrechnung erstellen oder anzeigen lassen sowie als PDF herunterladen (siehe Abbildung 37).

Kosten-Leistungsrechnung wurde erstellt:

Leistungs-/Kostenart	Menge	Preis	Betrag	KEA
Energie Winterraps	3,50 t/ha	347,00 €/t	1.214,50 €/ha	
Summe Leistung			1.214,50 €/ha	
Raps, Hybrid-Saatgut	0,33 U/ha	260,00 €/U	85,80 €/ha	33 MJ/ha
Kalkammonsalpeter (27 % N), lose	440,00 kg/ha	0,23 €/kg	101,20 €/ha	9.396 MJ/ha
Kohlensäurer Kalk	1,00 t/ha	40,70 €/t	40,70 €/ha	566 MJ/ha
PK-Dünger (18 % P ₂ O ₅ , 10 % K ₂ O), lose	360,00 kg/ha	0,20 €/kg	72,00 €/ha	2.026 MJ/ha
Fungizid, Intensitätsstufe 2			51,20 €/ha	413 MJ/ha
Herbizid, Intensitätsstufe 2			110,00 €/ha	620 MJ/ha
Insektizid, Intensitätsstufe 2			28,20 €/ha	413 MJ/ha
Wachstumsregler Intensitätsstufe 2			12,70 €/ha	413 MJ/ha
Hagelversicherung	1.210,00 €/ha	24,64 €/1000 €	29,81 €/ha	0 MJ/ha
Wasser, öffentliches Trinkwassernetz ohne Abwassergebühr	900,00 l/ha	0,00 €/l	0,00 €/ha	0 MJ/ha
Zinskosten (3 Monate)	132,90 €/ha	0,03 €/€	3,99 €/ha	0 MJ/ha
Summe Direktkosten			536,60 €/ha	13879 MJ/ha
Direktkostenfreie Leistung			678,90 €/ha	
Variable Maschinenkosten			170,89 €/ha	
Variable Lohnkosten	0,00 AKh/ha	13,25 €/Akh	0,00 €/ha	
Dienstleistungen			8,00 €/ha	
Zinskosten (3 Monate)	44,72 €/ha	0,03 €/€	1,34 €/ha	
Summe variable Kosten			715,83 €/ha	
Deckungsbeitrag			498,67 €/ha	
Fixe Maschinenkosten			211,65 €/ha	
Fixe Lohnkosten	9,20 AKh/ha	21,00 €/Akh	193,20 €/ha	
Summe Direkt- und Arbeitsleistungskosten			1.120,68 €/ha	
Direkt- und arbeitsleistungskostenfreie Leistung			93,82 €/ha	
Arbeitsleistungskosten			586,08 €/ha	

[Kosten-Leistungsrechnung als PDF herunterladen](#)

24.07.2021	Mähdrusch Winterraps Schlag „Annika“ 66 ha	-8.052 €
18.07.2021	Trocknung Winterraps Schlag „Dämmse“ 38 ha	-109 €
17.07.2021	Mähdrusch Winterraps Schlag „Dämmse“ 38 ha	-4.636 €

Ernte erfolgt?

Abbildung 37: Durchgeführte Kosten- und Leistungsrechnung für eine Fruchtart

Diese Seite stellt neben den Kosten und Leistungen und dem grafischen Gewinnverlauf schlagbezogene Größen dar. Neben der aktuell aufgebrauchten Frucht und der Schlaggröße in Hektar werden die Kosten pro Tonne sowie pro Hektar dargestellt.

3.4.4.3 Liquiditätsanalyse

Der zweite große Hauptbereich sind die Detailinformationen zur Liquiditätsanalyse. Hierfür werden Online-Banking, Buchhaltung, Maschinenpark sowie Lohn- und Gehaltsabrechnung zusammengeführt. Der Nutzer kann einzelne Datenquellen per Checkbox an- und abwählen. Auf der Seite sind der Kontostand, die drei Liquiditätsgrade sowie die Summe der offenen Rechnungsbeträge dargestellt. Die Kontostände werden auch einzeln nach den verfügbaren Konten aufgeschlüsselt. Weiterhin werden erwartete Kosten abgeleitet. Dies sind zum einen Kosten, die sich aus den zu zahlenden Gehältern ergeben, zum anderen aber auch alle weiteren Kosten, die das FMIS basierend auf Buchungsdaten, offenen Rechnungen, Historien sowie turnusmäßigen Kosten prognostiziert. Sowohl die gestellten als auch die erhaltenen Rechnungen werden als Einzelposten mit Zahlungsziel, dem Rechnungsempfänger oder -steller und dem Betrag tabellarisch angezeigt.

Gestellte Rechnungen		
Fälligkeit	Rechnungsempfänger	Betrag
29.07.2021	Raps Ölmühle „Aushäggn“	127.650 €
15.07.2021	Molkerei „O. Milch“	106.600 €
05.07.2021	Schlachtereij „O. Chsen“	5.526 €

Offene Rechnungen		
Fälligkeit	Rechnungssteller	Betrag
13.07.2021	Tierarzt	1.036 €
01.07.2021	Schlepper Kauf	169.000 €
08.07.2021	Externe Wartung Pflanzenschutzspritze	300 €

Abbildung 38: Übersicht über gestellte und offene Rechnungen

Weiterhin findet sich hier eine Übersicht über Kontobewegungen (siehe Abbildung 38 und Abbildung 39). Neben dem Datum, dem Zweck sowie dem Betrag lassen sich hierüber Buchungen identifizieren, die wiederholt auftreten. Eine Wiederholung ist wöchentlich, monatlich, alle zwei Monate, quartalsweise, halbjährlich oder jährlich einstellbar. Damit wird die oben erwähnte Funktion zur Vorhersage der monatlichen Kosten stets weiter trainiert.

Letzte Buchungen			
Datum	Zweck	Betrag	Wiederholung
29.07.2021	Tierarzt	-500,00 €	<input type="checkbox"/>
29.07.2021	Gehaltszahlungen	-49.359 €	<input checked="" type="checkbox"/> monatl.
24.07.2021	Verkauf alter Aufsitzrasenmäher	650,00 €	<input type="checkbox"/>
23.07.2021	Verkauf Milch 337.500 l	108.000 €	<input checked="" type="checkbox"/> monatl.
20.07.2021	Kauf neuer Aufsitzrasenmäher	-2.500 €	<input type="checkbox"/>

Abbildung 39: Übersicht über die letzten Buchungen

3.4.4.4 Maschinenparkauswertung

Die Maschinenparkauswertung (Abbildung 40) stellt eine filterbare Übersicht über den Maschinenpark dar. Hierbei lassen sich Übersichten für alle Maschinen, für Maschinen bestimmter Typen oder für eine bestimmte Maschine erzeugen. Neben laufenden Kosten wie Versicherung, Wartung und Reparatur sowie Dieserverbrauch gibt diese Seite eine Übersicht über die einzelnen Maschinen in Form einer Tabelle sowie eine Übersicht über die zuletzt aufgetretenen Fehler. Die Detailseite zu jeder Maschine listet im Detail diese Daten auf und ergänzt sie um die Betriebsstunden, die Einsatzfläche sowie die Gesamtkosten für den Arbeitseinsatz.

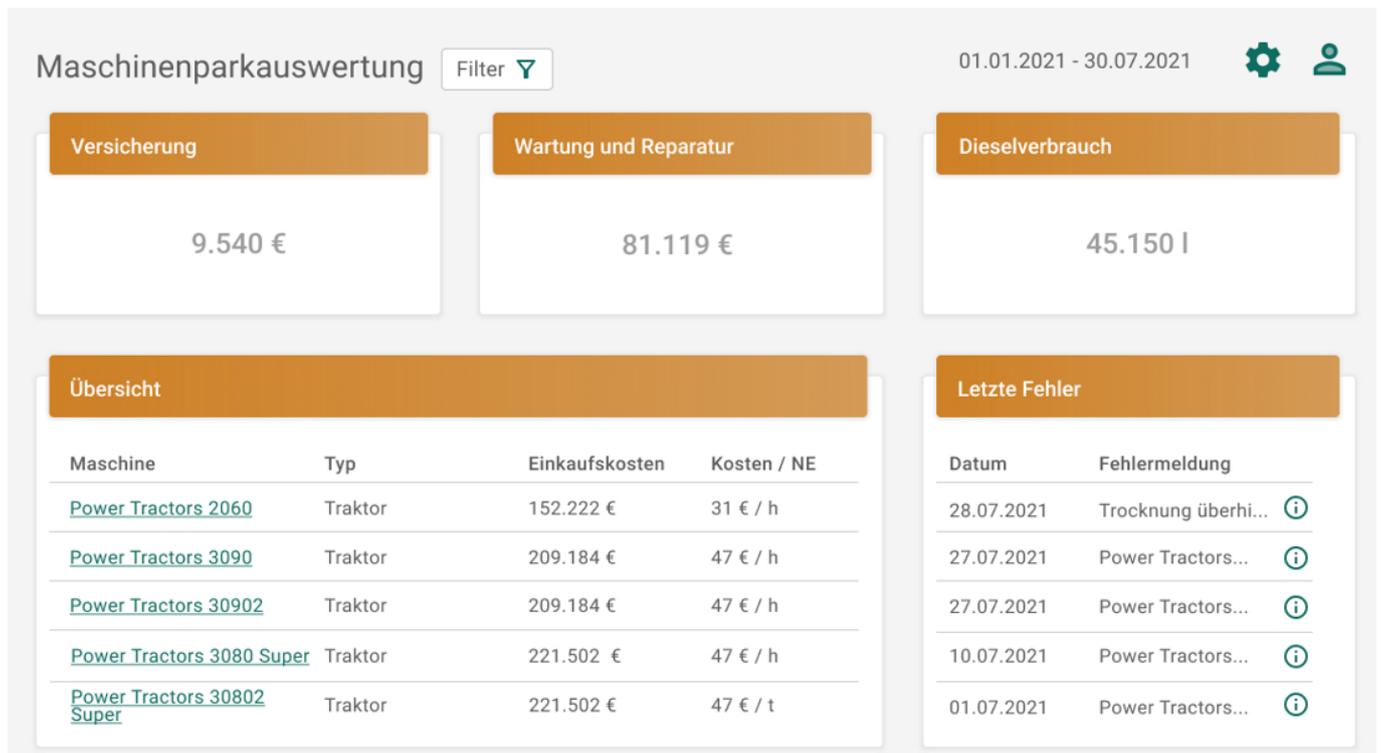


Abbildung 40: Übersicht über den gesamten Maschinenpark

3.4.4.5 Kalender

Das vierte Hauptelement des FMIS ist die Kalenderfunktion (Abbildung 41). Hierbei werden zahlreiche konfigurierbare Datenquellen als ganzheitlicher Betriebskalender erstellt. Neben den händisch einstellten eigenen Terminen sollen sich so unter anderem offizielle Abgabefristen, Feiertage, Urlaubsdaten, Maschinenparkdaten wie z. B. Wartungstermine sowie Termine aus dem Herdenmanagement übersichtlich darstellen lassen. Hierfür müssen die zugrunde liegenden Softwarelösungen lediglich ihre Termine über eine standardisierte Schnittstelle bereitstellen.

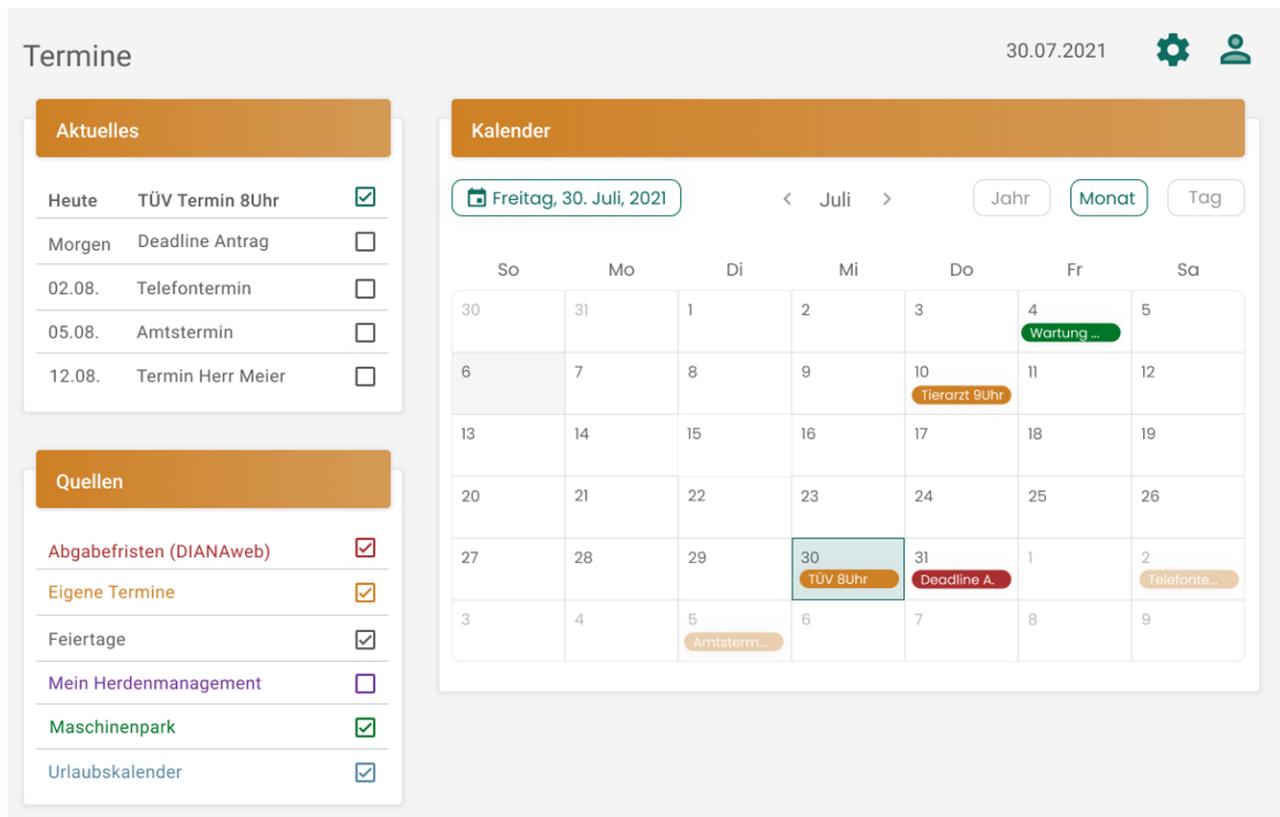


Abbildung 41: Übersicht über die Kalenderfunktion des FMIS

3.4.5 Evaluierung Fachkonzept

3.4.5.1 Ziel

Ziel der Evaluierung war es, mithilfe der erarbeiteten Mockups das erste Ergebniskonzept für das FMIS-Dashboard durch Landwirtinnen und Landwirte als Testpersonen hinsichtlich Bedarf, Verständlichkeit, Struktur der Informationspräsentation und Nutzen bewerten zu lassen. Es sollte evaluiert werden, ob die konzipierten Darstellungen der ausgewählten Zielgrößen einen Mehrwert für landwirtschaftliche Management- und Planungsprozesse bieten, sodass die erarbeiteten Ergebnisse in zukünftigen Projekten zu einer praxisnahen Lösung entwickelt werden können. Das Feedback dieser initialen Evaluierung wurde als Hinweise für weitere Ausarbeitungen aufgenommen.

3.4.5.2 Vorgehen und Strukturierung der Gesprächsinhalte

Die Evaluierung der konzipierten Mockups erfolgte an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im August 2021 durch in Absprache mit dem Auftraggeber aus dem Netzwerk des Konsortiums ausgewählte Landwirtinnen und Landwirte. Diese wurden gezielt eingeladen, um möglichst Ackerbau- und Viehhaltungsbetriebe abzudecken. Bedingt durch die Ernte- und Bestellzeit waren zwei kurzfristige Absagen zu verzeichnen. Die Evaluierung wurde nur mit Landwirtinnen und Landwirten durchgeführt, da diese die Zielgruppe der dargestellten Lösung sind. Sie erfolgte in zwei Evaluierungsgruppen à ein bzw. drei Teilnehmenden.

Als Kommunikationskanal für die jeweils 60-minütigen Evaluierungen diente Microsoft Teams, die Mock-ups wurden per Screen-Sharing gezeigt. Das Gespräch wurde schriftlich protokolliert.

Die Evaluierung erfolgte strukturiert nach einem Leitfaden mit vorformulierten Erläuterungen und Fragestellungen, die verwendeten Screens finden sich als PDF-Datei im Anhang 2.5.

In einer offenen Diskussionsrunde wurde die Grundhaltung zu einem solchen gesamtbetrieblichen FMIS erfasst und abgefragt, wofür die Teilnehmenden dieses nutzen würden und welche Kernfunktionen es bieten sollte.

Die Konzeptdiskussion erfolgte zweigeteilt. Auf Basis einer groben Übersicht der einzelnen Screens wurde um einen Erst- bzw. Gesamteindruck sowie eine Bewertung der Nachvollziehbarkeit des Tools gebeten. Es folgten bezogen auf die jeweils einzelnen Screens Detailfragen zu Liquidität und Kontostand, Kosten-Leistungs-Rechnung sowie Maschinenmanagement.

Abschlussfragen dienten dem Abgleich der eingangs genannten Ziele sowie der durch die Teilnehmer selbst formulierten Anforderungen. Es sollten die potenziellen Nutzer im Betrieb sowie deren Art und Weise der Nutzung erfasst werden. Eine Einschätzung des monetären Wertes und der möglichen Zeiteinsparung wurden ebenfalls erbeten.

Beendet wurde die Evaluierung mit einem Debriefing zum weiteren Fortgang des Projekts.

3.4.5.3 Wesentliche Ergebnisse

Dieser Abschnitt fasst die wesentlichen Ergebnisse aus den Evaluierungen zusammen, ohne Einzelaussagen zu zitieren. Dabei werden alle Kernaussagen über die gesamten Gesprächsverläufe thematisch strukturiert ohne eigene Bewertung wiedergegeben. Diese Aggregation stellt nicht die Resultate einer repräsentativen Umfrage dar, sondern gibt die Standpunkte und Einschätzungen unserer Gesprächspartner wieder.

Gesamteindruck und Informationsbedarf

Der Erst- bzw. Gesamteindruck wurde durchweg als positiv bewertet. Außerdem zogen die Teilnehmenden der Evaluierung einheitlich ein eigenständiges, gesamtbetriebliches FMIS der getrennten Informationsbereitstellung in führenden Betriebszweigsystemen vor. Die Landwirtinnen und Landwirte würden das FMIS zur Darstellung wesentlicher betrieblicher Kennzahlen nutzen. Ein Teilnehmender maß der Verortung ganzjahresbezogener Kennzahlen in einem zentralen Dashboard aufgrund deren seltenen Bedarfs eine sehr geringe Bedeutung bei. Von einem weiteren wurde die KLR als durch die Ackerschlagkartei abgedeckt gesehen; dort würden allerdings die Betriebsallgemeinkosten fehlen.

Nutzung

- **Konfigurierbarkeit und Rollenmanagement:** Mehrfach wurde die Möglichkeit der individuellen Konfigurierbarkeit der dargestellten Informationen hervorgehoben und der Wunsch nach einem Rollenmanagement für mehrere Nutzer(gruppen) mit unterschiedlichen Informationsbedarfen geäußert. Finanzdaten wie die Liquiditätsanalyse hätten so Relevanz in der Betriebsleitung/-verwaltung, während beispielsweise agronomische Details, tagesaktuelle Daten und TÜV-Termine für die Produktionsleitung bedeutend seien.
- **Modularität:** Aufgrund der unterschiedlichen betrieblichen Ausrichtungen und Bedarfe wurde zudem eine Modularität des FMIS-Dashboards erwartet.
- **Single Sign-on:** Im Kontext der gezeigten Verlinkungen zu wichtigen Programmen wurde von einem Teilnehmenden ein Single Sign-on (SSO), bezogen auf das Beispiel BESyD, für ein Anmelden mit einheitlicher, bekannter Bedienoberfläche und besonderer Bedeutung bei selten genutzten Programmen als wünschenswert erachtet.
- **Mobile Version:** Die Verfügbarkeit einer mobilen Version wurde vorausgesetzt. Hier sah ein Teilnehmender die Möglichkeit von Vor-Ort-Abfragen von durchgeführten Maßnahmen, um eventuelle Unterschiede zwischen beispielsweise Teilschlägen bewerten zu können. Eine damit verbundene Kommentarfunktion (Bemerkungsfeld) wurde als hilfreich erachtet.

Entscheidungsunterstützung

Wesentlich war für die Landwirtinnen und Landwirte die Entscheidungsunterstützung, für welche sie auf Basis der für das FMIS umfangreichen zusammengeführten Datengrundlage vielfältige Möglichkeiten sahen.

- **Anbauplanung:** Das FMIS-Dashboard wurde in mehrfacher Hinsicht als Basis für die Anbauplanung gesehen. Mit der Datengrundlage über Futtermittelbestände und -bedarfe wurde eine Verknüpfung mit dem Anbauplan als Basis für Handlungsempfehlungen vorgeschlagen. Zudem könne die Anbauplanung des Folgejahres basierend auf den Ergebnissen und Maßnahmen des aktuellen Jahres (bspw. Pflanzenschutz) erfolgen.
- **Maßnahmenplanung auf Basis der Kosten:** Die KLR wurde nicht nur in Bezug auf Jahresabschlüsse, sondern auch unter dem Aspekt der Entscheidungsunterstützung innerhalb der Produktionszeit diskutiert. So soll der Vorschlag eines Ampelsystems bei der Maßnahmenplanung zum Vergleich der im aktuellen Anbaujahr aufgelaufenen Kosten mit den Kosten des Vorjahres dienen. Hierbei könnten auch noch zu erwartende Kosten gemäß Vorjahr sowie Schätzwerte bspw. zum Marktpreis einfließen, um bei Entscheidungen für weitere Maßnahmen oder über die Intensität von Maßnahmen im Produktionsverlauf zu unterstützen.
- **Anbaukalender als Entscheidungsgrundlage:** Im Kontext von Entscheidungsunterstützung und Kalenderfunktionalität wurde der Wunsch nach einem Anbaukalender geäußert, der einen Abgleich des aktuellen Standes in der Produktion (bspw. Maisaussaat bereits erfolgt) mit dem Vorjahr unter Einbeziehung des jeweiligen Vorjahresergebnisses erlaubt.
- **Wetterdaten:** Neben der im FMIS-Dashboard enthaltenen Wetterprognose wurde auch die Informationsanzeige von eventuell vorhandenen betrieblichen Feldwetterstationen gewünscht.
- **Maschineneinsatz:** Die Vergleichsübersicht der Maschinenkosten im Screen „Maschinenparkauswertung“ wird zum einen als Entscheidungshilfe bei Maschineneinsatz (variable Kosten, beispielsweise Traktorauswahl nach Kraftstoffverbrauch) und Maschinenkauf (Fixkosten) gesehen, zum anderen auch zur Betrachtung der Kostenentwicklung für die Erkennung von Abweichungen von der Norm als Grundlage für Einsatz-, Reparatur- und Veräußerungsentscheidungen. Einige Teilnehmende wiesen bei der detaillierten Maschinengesamtkostenkalkulation auf die heute oft üblichen annahmenbasierten und bei großen Betrieben innerhalb von Maschinenklassen gemittelten Werte hin.
- **Vermarktung:** Die Ergebnisse der Kosten-Leistungs-Rechnung sollten aus Sicht der Teilnehmenden direkt nach der Ernte verfügbar sein, um in Verbindung mit Annahmen zum Verkaufspreis bei entsprechenden Verkaufsentscheidungen unterstützen zu können. Mittels vollständiger Wägung der Ernte könne hier auf Schätzungen der Erntemenge über die Ertragskartierung verzichtet werden. Durch einen schnellen Überblick über Lagerbestände könne gleichzeitig der mit der Vermarktung verbundene Logistikbedarf zu ermittelt werden.

Datenmanagement- und Transparenz

Die Bedeutung eines umfassenden Datenmanagements als Grundlage für die Realisierung des gezeigten FMIS-Dashboards war allen Landwirtinnen und Landwirten bewusst. Dabei hoben sie die folgenden Aspekte hervor:

- **Automatisierter Datenfluss:** Als Voraussetzung für die Nutzung des gezeigten FMIS-Dashboards nannte ein Teilnehmender den vollautomatischen Datenfluss. Bereits ein manueller, reibungsloser Export und Import sei zu aufwändig für eine Etablierung des Tools.
- **Datenlücken:** Erwarteten Datenlücken sollte durch die Nutzung von Planzahlen begegnet werden, wenn IST-Zahlen noch nicht vorlägen.
- **Transparenz:** Mehrfach wurde der Bedarf nach einer transparenten sowie verständlichen Darstellung und Entstehung (Herkunft und Zusammensetzung) der Kennzahlen betont bis hin zur detaillierten Auflösung in Einzelbuchungen (Drilldown, bspw. bis auf Einzeltier), die diese jeweils erklären. Ziel wäre dabei, die Gründe für eventuell auftretende Abweichungen zu anderen Vergleichszeiträumen erkennen zu können.

Planungswerkzeuge

- **Prognose:** Eine besonders große Rolle spielten für die Teilnehmenden die Prognosemöglichkeiten für zu erwartende Kosten (besonders bei wiederkehrenden Buchungen) und Erlöse sowie fällige Rechnungen (Fristen inkl. Skonto) verbunden mit (Warn)Hinweisen, um dann konkret in den Quellsystemen reagieren zu können. Dabei existierte ein Bewusstsein für die zunehmende Unschärfe in den Daten mit Ausdehnung des Prognosezeitraums verbunden mit deren Akzeptanz.
- **SOLL-IST-Abgleich:** Neben der einfachen Kennzahlendarstellung im FMIS-Dashboard wurde der Wunsch nach einem SOLL-IST-Abgleich im zweiten Schritt zur Einbeziehung der Planungsebene mit Zielkennzahlen geäußert. Hier ordnet sich auch der Bedarf an Trenddarstellungen sowie Übersichten für Vergleichszeiträume (u.a. Vormonat, Vorjahre) ein.

KLR und Berichte

- **KLR:** Dem Screen zur Kosten-Leistungs-Rechnung und der zugrundeliegenden automatisierten Datenzusammenführung wurde ein sehr großer Nutzen auch mit hoher Relevanz für die Produktionsleitung beigegeben, der gleichzeitig eine schnelle, handliche Übersicht biete, um Jahresabschlussberichte zu erklären.
- **Berichte:** Außerdem wurde verbreitet der Wunsch nach einer Funktion für die Erstellung von standardisierten, konfigurierbaren Berichten zur Ablage (Speichern und/oder Ausdrucken) für die direkte Vergleichbarkeit mehrerer Zeiträume geäußert. Die Berichtsfunktion könne auch zur Weitergabe von Informationen z. B. an die Bank dienen, da der von einem Teilnehmenden vorgeschlagene Zugriff für Externe auf die FMIS-Daten rein technisch ohne dortige Datenhaltung nicht möglich ist.

Maschinenmanagement

- **Bedeutung von Terminerinnerungen:** Der Konzeption entsprechend sahen die Landwirtinnen und Landwirte beim Thema Maschinenmanagement (Screen „Maschinenparkauswertung“) einen großen Informationsbedarf. Die Terminfunktion mit Erinnerung z. B. an TÜV-Termine oder Motorölwechsel wurde als sehr wichtig eingeschätzt. Hierbei trat der Wunsch nach einer Verknüpfung der Wartungsinformationen mit den aufgelaufenen Maschinenstunden aus der Ackerschlagkartei auf.
- **Flottenmanagement:** Im Kontext des Maschinenmanagements wurde auch der Wunsch nach einer Schlagübersicht mit Maschinenpositionen und Arbeitsfortschritt (Status Auftragserledigung) geäußert.

Monetäre Bewertung

Die Beantwortung der Frage, welchen monetären Wert die Landwirtinnen und Landwirte dem Tool beimessen würden, fiel diesen genauso schwer wie die nach der möglichen Zeiteinsparung, die teilweise erst bei einer tatsächlichen Nutzung bewertbar sei. Dennoch wurden auch grobe Einschätzungen abgegeben, wobei die möglichen Kosten stark betriebsgrößenabhängig seien. Für einen großen Betrieb mit bspw. 2000 ha LNF wurde von einem Teilnehmenden das Potenzial der Einsparung einer Arbeitskraft erwartet, womit Kosteneinsparungen von 10.000 Euro/Jahr möglich seien. Mehrere andere Teilnehmende bezifferten als akzeptablen Preis eine Größenordnung von 20-25 € je Monat und Nutzer. Zudem wurde eingewandt, dass zahlreiche Betriebe nicht die erforderlichen Voraussetzungen zur Generierung des vollen möglichen Nutzens eines solchen Tools mitbrächten. Hierfür sei beispielsweise eine wiegetechnische Erfassung aller Warenströme vonnöten.

3.4.5.4 Zusammenfassung und Bewertung

Es zeigte sich bei der Evaluierung eine große Übereinstimmung zwischen dem vorgestellten Konzept und den Erwartungen der Landwirtinnen und Landwirte. Die Einsatzzwecke deckten sich im Wesentlichen mit den das FMIS-Dashboard motivierenden und erwarteten Anwendungen.

Einige von den Teilnehmenden thematisierte Aspekte wurden vom Auftragnehmer als sehr hilfreiche Hinweise neu aufgenommen. Auf eine konkrete operative und strategische Entscheidungsunterstützung zielten viele der gewünschten zusätzlichen Funktionalitäten ab. Diese stellen, auch aus Sicht der Teilnehmenden, aufgrund der zugrundeliegenden Komplexität einen zweiten Schritt nach der einfachen Informationsbereitstellung dar.

Bei den Landwirtinnen und Landwirten war ein breites Bewusstsein für die Komplexität des für ein solches FMIS erforderlichen zugrundeliegenden Datenmanagements zur Zusammenführung der Informationen aus den unterschiedlichsten Quellsystemen zu erkennen.

3.4.6 Technisches Konzept

In diesem Abschnitt wird ein technisches Konzept entwickelt, das als Grundlage für die Umsetzung eines FMIS gemäß der Zielvorstellung in Abschnitt 3.4.1 genutzt werden kann. Das hier entwickelte Konzept adressiert die allgemeinen Anforderungen in Abschnitt 3.4.2 und die fachliche Konzeption mit der Diskussion der exemplarischen Zielgrößen in Abschnitt 3.2 und mit der visuellen Darstellung in Abschnitt 3.4.4. Sollen weitere fachliche Funktionen hinzugenommen werden, muss das technische Konzept entsprechend angepasst werden. Detaillierte fachliche und technische Anforderungen ergeben sich darüber hinaus aus Abschnitt 3.1, in dem dargestellt ist, wie in exemplarischen Produktionsprozessen Softwaresysteme integriert sind und als Quellsysteme für Daten dienen, die im FMIS verarbeitet werden.

Im Rahmen dieser Studie wurde bereits mehrfach die hohe Komplexität im Kontext des betrieblichen Datenmanagements diskutiert, die sich ebenfalls auf die korrekte Ableitung der Zielgrößen und die Einbeziehung von Quelldaten bzw. -systemen auswirkt. Für die folgende Konzeption stehen wir vor der Herausforderung, dass nicht alle potenziellen Quellsysteme detailliert analysiert und individuell eingebunden werden können. So müssen bspw. für die Umsetzung der Maschinenparkauswertung die Flottenmanagementlösungen (vgl. Abschnitt 2.2.1.4) aller relevanten Hersteller angebunden werden. In der konzeptuellen Betrachtung werden wir so vorgehen, dass wir diese Lösungen wie bisher als Systemklassen zusammenfassen und nicht individuell betrachten. Für die konkrete Umsetzung muss dann jedoch berücksichtigt werden, dass der Aufwand für eine Anbindung ggf. mehrfach zu erbringen ist. Ebenso kann im Rahmen der technischen Konzeption nicht

abschließend definiert werden, welche Quellsysteme und -daten für die Berechnung einzelner Zielgrößen im Detail heranzuziehen sind. So kann bspw. die Kosten- und Leistungsrechnung betriebsindividuell erfolgen und damit nicht einheitlich festgelegt werden. Wir versuchen, im Rahmen der Konzeption eine Abdeckung der prinzipiell dafür relevanten Quellsysteme darzustellen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit oder Korrektheit zu erheben.

3.4.6.1 Datenquellen der exemplarischen Zielgrößen

Bei der Ausarbeitung einer Konzeption werden zu Beginn die fachlichen Anforderungen im Mittelpunkt stehen. Das sind in unserem FMIS-Entwurf die exemplarischen Zielgrößen zu Kontostand, Liquidität und Kosten- und Leistungsrechnung. Diese haben jeweils verschiedene Bedarfe an Quelldaten und beeinflussen damit die Konzeption wesentlich. Abbildung 42 zeigt vereinfacht den Zugriff auf verschiedene Fachsysteme zur Übernahme der je Zielgröße notwendigen Quelldaten.

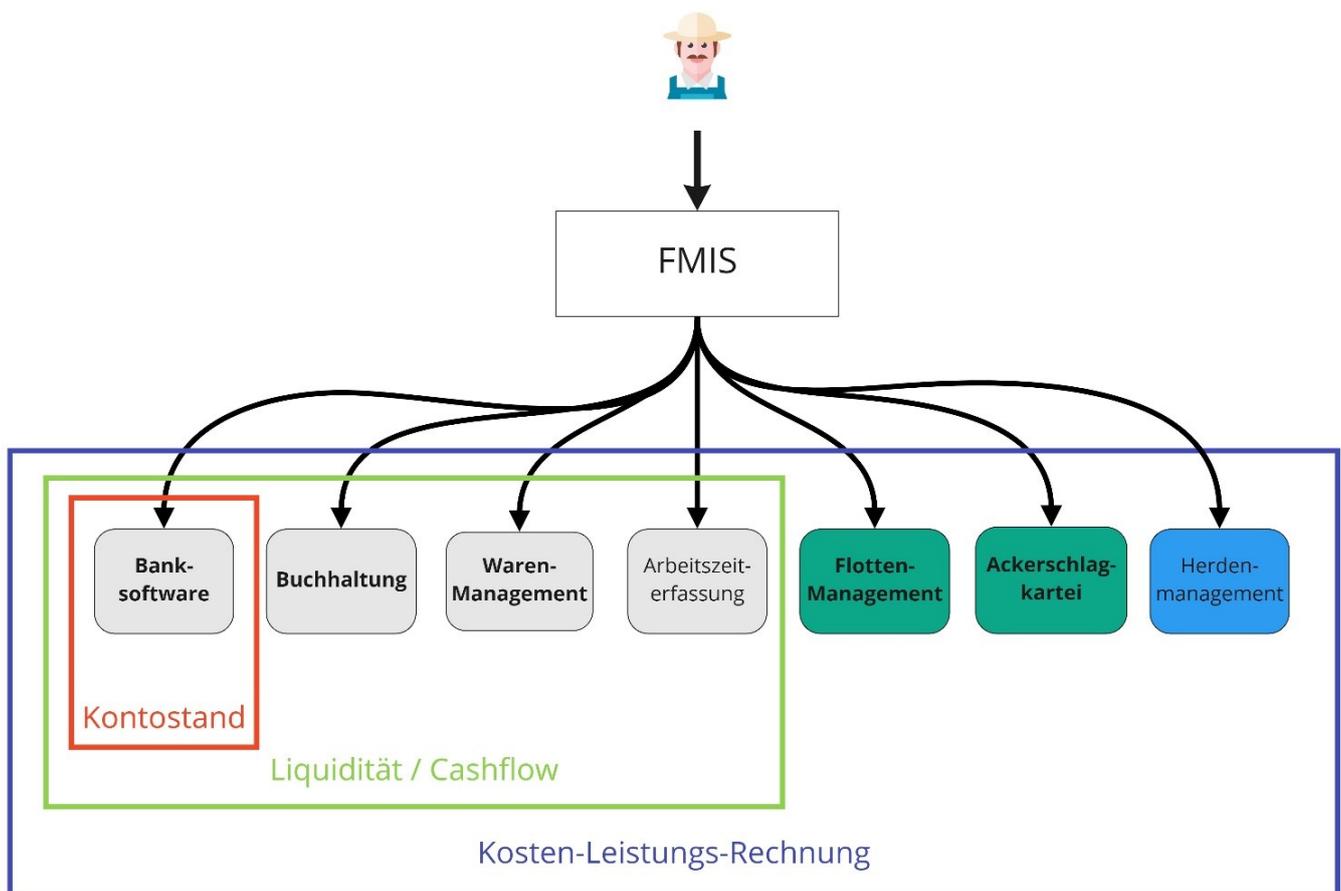


Abbildung 42 Potentiell einbezogene Quellsysteme je Zielgröße

Kontostand

Kontostände (vgl. Abschnitt 3.2.6) können über Datenschnittstellen der genutzten Banken¹⁵⁴ bezogen werden. Diese Schnittstellen müssen aufgrund der PSD2-Richtlinie für europäische Banken angeboten werden, sind aber nicht standardisiert und damit nicht unbedingt identisch, sodass mehrfacher Aufwand für die Anbindung der jeweiligen Schnittstellen anfallen kann. Über diese Schnittstellen können neben den Kontoständen auch Informationen zu Buchungen bezogen werden.

Liquidität oder Cashflow

Zur Darstellung verschiedener Liquiditäts- oder Cashflow-Informationen (vgl. Abschnitt 3.2.9) ist neben Zugriff auf die Banksoftware noch die Einbeziehung der Buchhaltungslösung und des Warenmanagements notwendig. Hier müssen das jeweils genutzte System und dessen eventuell vorhandene Schnittstellen einbezogen werden.

Kosten- und Leistungsrechnung

Die Kosten- und Leistungsrechnung stellt eine Zielgröße hoher Komplexität dar und erfordert die Einbeziehung einer großen Anzahl an Bezugsgrößen (vgl. Abschnitt 3.2.7), die zudem stark betriebsindividuell geprägt sein wird. Ergänzend zur Liquidität müssen je nach Betriebsausrichtung noch Personalmanagement, Ackerschlagkartei, Flottenmanagement und Herdenmanagement einbezogen werden. Die Liste dieser Quellsysteme ist nicht abschließend, d. h. je nach Betrieb können weitere Systeme dazukommen (bspw. bei Biogasanlagen, Erlösen aus Photovoltaik usw.).

3.4.6.2 Datenbezug

Für den Datenbezug wird vorgeschlagen, die jeweils individuellen Voraussetzungen im Kontext der Quellsysteme zu berücksichtigen und die technisch, organisatorisch und kostenmäßig günstigste Variante zu wählen. Beispielsweise können zum Zugriff auf Kontodaten existierende Schnittstellen zu Bankensoftwarelösungen eingebunden werden, sodass hier die Nutzung dieser bilateralen Schnittstellen den aktuell einfachsten Weg darstellt. Basierend auf den Vorbetrachtungen zum Datenmanagement in Abschnitt 0 wird so ein FMIS konzipiert, das auf einem hybriden Datenmanagement aufsetzt und die jeweiligen Komponenten nutzt. Dabei übernimmt das FMIS selbst keine aktive Rolle im gesamtbetrieblichen Datenmanagement, d. h. es nutzt das Datenmanagement zum Bezug notwendiger Daten, ist aber kein Bestandteil davon. Auch hier gilt, dass die jeweilige fachliche Anforderung wesentlich die technische Konzeption beeinflusst, da durch sie die benötigten Quelldaten und -systeme definiert werden.

Grundsätzlich stellt der notwendige Datenzugriff die technische Konzeption eines FMIS aktuell vor große Herausforderungen, da an vielen Stellen die notwendigen Voraussetzungen noch nicht geschaffen sind. Die wesentliche Herausforderung dabei ist die Interoperabilität mit den Quellsystemen, die für die Zielgrößen eingebunden werden müssen. Nach Abschnitt 3.3.1.3 muss dazu eine Interoperabilität von zumindest Stufe 1 (syntaktische Interoperabilität) erreicht werden, um Daten einzulesen, und von Stufe 2 (semantische Interoperabilität), um die Daten korrekt interpretieren zu können. Obwohl einige der Quellsysteme bereits über entsprechende Schnittstellen verfügen (vgl. Katalog in Abschnitt 2.2.1), müssen zunächst

¹⁵⁴ Vgl. dazu Abschnitt 2.2.1.7

noch zusätzliche geschaffen werden. Das heißt, dass für die Umsetzung eines FMIS auch von erheblichen Aufwänden auf Seiten der Softwareanbieter (vgl. Abschnitt 3.4.7.1) auszugehen ist und diese entsprechend einbezogen werden müssen.

Grundsätzlich können Daten auf zwei Arten in das FMIS gelangen:

- **Leseoperation auf Datenschnittstellen:** Ein Dienst im FMIS greift auf die Schnittstellen eines Quellsystems zu und liest die gewünschten Werte. Dieser Weg kann bei bilateralen Schnittstellen zu Fachsystemen oder Datenhubs gewählt werden. Das FMIS übernimmt hierbei eine aktive Rolle und fragt Daten in einem Quellsystem ab.
- **Entgegennahme von Daten:** Das FMIS stellt selbst eine Schnittstelle zur Verfügung, über die Daten entgegengenommen werden können. Auf diesem Weg übermitteln Datenrouter Daten an das FMIS, aber auch Datenhubs oder Fachsysteme können so Daten übertragen. Das FMIS übernimmt hier eine passive Rolle und nimmt Daten entgegen.

Abbildung 43 zeigt in einer vereinfachten Darstellung das gesamte Szenario einer FMIS-Realisierung. Der FMIS-Dienst ist vereinfacht als eine Komponente dargestellt, übernimmt aber verschiedene Aufgaben, auf die später detailliert eingegangen wird. Eine interne Datenbank speichert im Wesentlichen Konfigurationsdaten und unterstützt die Berechnung der Zielgrößen. Quellsysteme bzw. Fachsysteme werden über die beschriebenen Mechanismen des Datenmanagements eingebunden, wobei hier bereits ein hybrides Szenario vorgesehen ist. Externe Dienste wie Wetter, Landkarten oder Marktpreise können über die jeweiligen Schnittstellen eingebunden werden. Landwirtinnen und Landwirte können auf das FMIS zugreifen, indem sie mittels Browser auf beliebigen Endgeräten eine Webseite aufrufen, die vom FMIS-Dienst bereitgestellt wird. Die Pfeile stehen für Zugriffe, d. h. eine Landwirtin oder ein Landwirt greift bspw. mittels Browser auf den FMIS-Dienst zu oder der FMIS-Dienst greift auf einen Datenhub zu. Pfeile mit zwei Spitzen symbolisieren, dass auch Zugriffe in beide Richtungen möglich sind.

FMIS-Dienst

Der FMIS-Dienst ist die wesentliche Softwarekomponente, die das FMIS bereitstellt und die sämtliche Funktionen übernimmt. Obwohl hier nur als eine Box dargestellt, besteht der Dienst in einer konkreten Implementierung aus einer Reihe verschiedener Softwaremodule. Diese detaillierte Ausgestaltung ist für die Diskussion im Rahmen dieser Studie nicht notwendig und wird ausgelassen. Der Dienst übernimmt folgende wesentliche Aufgaben:

- Bereitstellung der Webseite zur Anzeige des FMIS (vgl. Abschnitt 3.4.4)
- Berechnung der Zielgrößen durch interne Algorithmen
- Anbindung an das betriebliche Datenmanagement über die jeweilige Schnittstelle zum Datenbezug aus den Fachsystemen
- Integration von externen Diensten (bspw. Wetter, Landkarten, Marktpreise ...)

Interne Datenbank

Eine interne Datenbank wird genutzt, um Konfigurationsdaten abzulegen und die Berechnung der Zielgrößen zu unterstützen. Prinzipiell gehen wir in unserer Konzeption davon aus, dass betriebliche Daten in den jeweiligen Fachsystemen liegen und über verschiedene Varianten des Datenmanagements angebunden sind. Da das FMIS keine aktive Rolle im Datenmanagement übernimmt, dient die interne Datenbank nicht dazu, Daten für externe Systeme bereitzustellen. Umgekehrt müssen in der internen Datenbank Daten im Zusammenhang mit Berechnungen verwaltet werden, wenn diese bspw. für historische Vergleiche genutzt werden sollen. Eine Spiegelung von Daten aus betrieblichen Systemen kann dann erfolgen, wenn es technische oder organisatorische Gründe dafür gibt, allerdings ist dann darauf zu achten, dass die Daten stets aktuell sind und mit den Quelldaten in den Fachsystemen synchron gehalten werden. Da das zusätzlichen Aufwand bei der Implementierung des FMIS-Dienstes und der Schnittstellen erfordert, sollte diese Art der Umsetzung detailliert geprüft werden. Bei der Anbindung von Datenroutern wird das Vorhalten von empfangenen Daten notwendig, da diese Daten nicht nach Bedarf vom FMIS abgefragt werden.

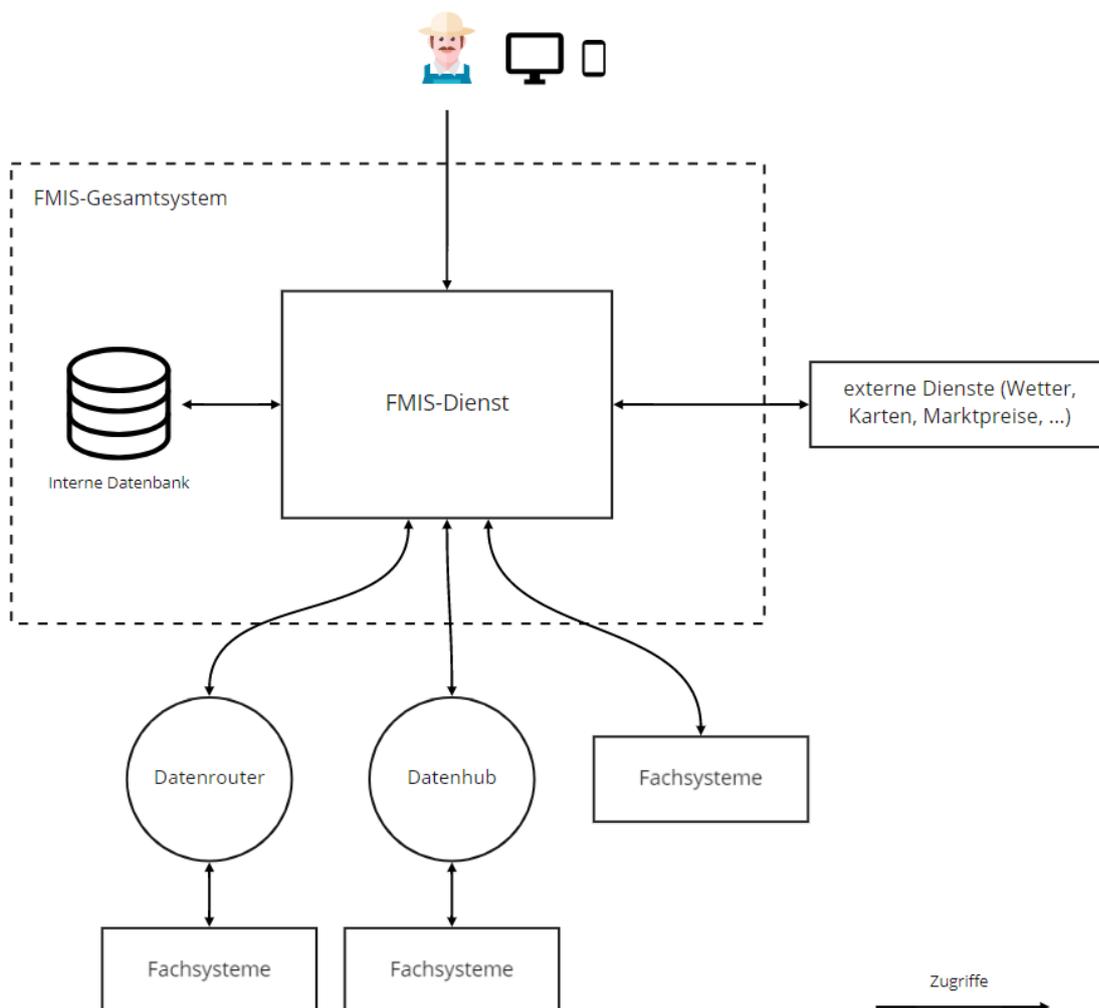


Abbildung 43: Vereinfachte Darstellung des Gesamtszenarios um das FMIS

Betriebliches Datenmanagement

Um die Zusammenhänge mit dem betrieblichen Datenmanagement darzustellen, diskutieren wir im Folgenden die einzelnen grundlegenden Ansätze (vgl. Abschnitt 3.3.1.4) im Kontext des FMIS.

Bilaterale Schnittstellen sind die für die Umsetzung eines betrieblichen FMIS notwendige Grundlage und müssen zunächst in allen einzubindenden Fachsystemen geschaffen werden oder vorliegen. Das gilt auch beim Einsatz von Datenroutern und Datenhubs, da diese selbst über Schnittstellen angebunden werden. Sind Schnittstellen in den Fachsystemen geschaffen, müssen die entsprechenden Gegenstücke im FMIS-Dienst umgesetzt werden. Hier gilt, dass für jede individuelle Schnittstelle eines Fachsystems eine eigene Implementierung vorgesehen werden muss, um die Daten entgegenzunehmen und zu interpretieren. Das kann am Beispiel des Kontostandes verdeutlicht werden: Bieten zwei verschiedene Banken eine standardisierte Schnittstelle zum Zugriff auf Kontodaten, muss der FMIS-Dienst diese standardisierte Schnittstelle einmal implementieren und kann dann mit beiden Banken Daten austauschen. Verwenden beide Banken individuelle Schnittstellen, muss der FMIS-Dienst beide Schnittstellen implementieren. Je nach Verschiedenartigkeit der Schnittstellen fallen dann zweimal die vollen Aufwände für die Umsetzung an. Standardisierte Schnittstellen bringen hier also den großen Vorteil, dass sie die Varianz der im FMIS-Dienst zu implementierenden Schnittstellen-Gegenstücke reduzieren. Das Beispiel mit den Banken kann auf alle weiteren Systemklassen übertragen werden und verdeutlicht die Auswirkungen auf die Aufwände einer FMIS-Realisierung, wenn die Schnittstellen nicht standardisiert sind oder nicht hinter einem Datenhub oder Datenrouter gebündelt werden.

Datenrouter bieten den Vorteil, verschiedene Fachsysteme zu bündeln und über eine einzelne Schnittstelle an den FMIS-Dienst weiterleiten zu können. Dadurch kann sich der Aufwand für im FMIS zu implementierende Schnittstellen enorm reduzieren, zumal der Datenrouter Daten aktiv an den FMIS-Dienst überträgt und dieser somit nicht den Bezug der Daten übernehmen muss. Dieser passive Bezug kann aber auch Nachteile mit sich bringen, da dann die empfangenden Daten vorgehalten und verwahrt werden müssen. Ein nach dem Empfang der Daten nochmaliger aktiver Bezug über den Datenrouter ist in der Regel nicht möglich; bei Bedarf muss ein alternativer Weg umgesetzt werden.

Ein **Datenhub** ist die theoretisch ideale Option zur Umsetzung eines FMIS. Würde der Datenhub über sämtliche Daten verfügen, müsste der FMIS-Dienst nur auf eine Stelle zugreifen und könnte von dort alle Daten beziehen, die er zur Darstellung der Zielgrößen und weiterer Informationen benötigt.¹⁵⁵ Aufwände für Schnittstellen wären minimal und da die Daten auf Abruf zur Verfügung stünden, könnte auf eine eigene Datenhaltung weitgehend verzichtet werden. Ein Datenhub könnte darüber hinaus sogar als Datenablage des FMIS dienen, sodass die interne Datenhaltung des FMIS-Dienstes stark reduziert werden könnte. Trotz der Vorteile eines Datenhubs im Kontext des FMIS stellt dieser Ansatz aktuell keine reale Option dar, da mit dem Aufbau und Angebot eines solchen Datenhubs im Kontext der sächsischen bzw. deutschen Landwirtschaft mittelfristig nicht gerechnet werden kann (vgl. dazu die Ergebnisse der Fachgespräche in Abschnitt 3.3.3). Aktuell gibt es im deutschen Markt kein Angebot eines dedizierten und unabhängigen Datenhubs für die Landwirtschaft. Je nach Betrachtungsweise können Fachsysteme als Datenhubs verstanden werden, wenn diese selbst weitere Fachsysteme einbinden und Datenbestände in einer gemeinsamen Datenbasis verwalten und über Schnittstellen entsprechend anbieten.

¹⁵⁵ In Dänemark realisiert die SEGES ein dem FMIS-Konzept vergleichbares Informationssystem für Landwirtinnen und Landwirte und kann dabei auf eigene, zentrale Datenhaltungssysteme zugreifen (vgl. Abschnitt 2.2.2.0).

Letztendlich wird die FMIS-Konzeption so auszugestalten sein, dass sie prinzipiell alle Varianten des betrieblichen Datenmanagements einbindet und somit ein **hybrides Datenmanagement** nutzt. Das erhöht den Aufwand der Integration, wird aber beim gegebenen IST-Stand in der Landwirtschaft nicht vermieden werden können. Aufwände in der FMIS-Realisierung könnten reduziert werden, wenn das vorgelagerte Datenmanagement bspw. durch umfassende Standardisierung oder den Einsatz von Datenhubs vereinfacht werden würde, was aber selbst Aufwände erzeugen und diese letztlich nur vom FMIS zum Datenmanagement verschieben würde.

3.4.6.3 Datenprozessierung

Nachdem Daten über die verschiedenen Möglichkeiten des betrieblichen Datenmanagements im FMIS erfasst und zwischengespeichert wurden, können sie prozessiert und zu aggregierten Informationen aufbereitet werden. Als Datenprozessierung wird übergreifend der Schritt beschrieben, der zur Berechnung der Zielgrößen führt. Automatische Dienste übernehmen die Datenverarbeitung und stellen diese auf Abruf durch die Nutzer bereit. Die Art der jeweiligen Berechnung erfolgt abhängig von den fachlichen Anforderungen, die sich aus den dargestellten Zielgrößen oder ergänzenden Informationen ergeben. Abschnitt 3.2 stellt detailliert exemplarische Zielgrößen dar und zeigt auf, wie sie zusammengesetzt und berechnet werden. Abschnitt 3.1 zeigt anhand exemplarischer Produktionsprozesse, welche Quell- bzw. Fachsysteme für die Zielgrößen relevante Informationen liefern. Hier zeigt sich aber auch die Komplexität der Herausforderungen bei der Umsetzung eines FMIS: Um etwa die vollständige Kosten- und Leistungsrechnung für bspw. eine Winterernte zu berechnen, müssen u.a. sämtliche zugehörigen Produktionsprozesse und eingesetzten Arbeitsmittel sowie Personalaufwände einbezogen werden. Es wird eine große Menge an notwendigen Daten und damit eine Vielzahl an einzubindenden Softwaresystemen und Schnittstellen benötigt.

Die Komplexität und Individualität landwirtschaftlicher Betriebe stellt nicht nur den Datenbezug vor große Herausforderungen, sondern auch die Prozessierung bzw. Berechnung der Zielgrößen. Aufgrund der Individualität landwirtschaftlicher Betriebe kann angenommen werden, dass das FMIS-System je Betrieb stark individualisiert werden muss, sowohl beim Datenbezug als auch bei den Berechnungen. Wir gehen davon aus, dass die Anpassungen, unabhängig von der Umsetzung des FMIS, in der Regel nicht von landwirtschaftlichen Betrieben selbst mit vertretbarem Aufwand übernommen werden können oder sollen, da die notwendige IT-Fachkompetenz nicht vorausgesetzt werden kann. Ein möglicher Lösungsansatz ist die Umsetzung eines FMIS-Rahmens, der die grundlegende Funktionalität des FMIS und einen konfigurierbaren Bereich zur individuellen Anpassung auf die jeweiligen Betriebe bereitstellt. Diese Individualisierung kann dann von Dienstleistern der FMIS-Betreiber übernommen werden, während die Betriebe selbst bspw. die Anordnung der Elemente im FMIS selbst nach eigenem Bedarf anpassen können.

Eine Alternative zur Eigenentwicklung der Datenprozessierung können Softwarelösungen sein, in denen bereits ein Basissystem analog zu diesem technischen Konzept besteht und in denen die Datenverarbeitung und -darstellung durch Konfiguration eingerichtet werden kann. Bekannte Beispiele sind Lösungen aus dem SAP-Portfolio oder ähnliche solcher „Business Intelligence“-Lösungen¹⁵⁶. Diese Tools bieten die Möglichkeit, Datenquellen einzubinden, Verarbeitungslogik hinzuzufügen und bspw. die Zielgrößen in vorgefertigten Masken darzustellen. Der von SEGES in Dänemark entwickelte Ansatz eines betrieblichen Analysetools (vgl.

¹⁵⁶ SAP ist einer der bekanntesten Anbieter solcher Systeme, es existiert ein insgesamt sehr breites Angebot. Weitere Beispiele sind Microsoft Power BI oder Tableau (vgl. Abschnitt 2.2.2).

Abschnitt 2.2.2.20) nutzt diese Variante und setzt dazu Technologie von Microsoft ein (MS Power BI, vgl. Abschnitt 2.2.2.11). Auch wenn solche Lösungen zur Realisierung eines betrieblichen FMIS grundsätzlich in Frage kommen, gibt es Einschränkungen: je nach Lösung sind die Aufwände für individuelle Anpassungen sehr groß und es sind ggf. nicht alle gewünschten Funktionen umsetzbar. So müssen z. B. die Schnittstellen (oder „Konnektoren“ im MS Power BI-Kontext) selbst realisiert werden, da im Kontext der Landwirtschaft nicht auf existierende Konnektoren zurückgegriffen werden kann. Diese Umsetzung erzeugt ähnliche Aufwände wie in den Abschnitten 3.4.7 dargestellt, auch wenn diese durch die Nutzung vorhandener Funktionen niedriger liegen können. Schwerer wiegt vermutlich, wenn sinnvolle und gewünschte Funktionen eines FMIS nicht abgebildet werden können. Beispiele dafür sind Kalenderfunktionen, Darstellung von Ackerschlägen, Einbindung des Flottenmanagements usw. MS Power BI ist im Kern ein Tool zur Datenvisualisierung, mit dem kein umfassendes FMIS realisiert werden kann. Ob diese Funktionalität genügt oder ein wie in diesem Projekt entworfenes FMIS mit umfassenderen Darstellungen gewünscht ist, hängt letztlich von der konkreten FMIS-Realisierung und -Zielsetzung ab. Betrieben werden können vergleichbare Lösungen in mehreren Varianten, als Desktoplösung, auf eigener Serverinfrastruktur oder als Cloudlösung. Ein FMIS wie in Abschnitt 3.4.4 konzipiert ist mit MS Power BI unserer Einschätzung nach nicht realisierbar. Eine Realisierung mit SAP-Lösungen können wir nicht abschließend einschätzen, ebenso wenig die erwartbaren Kosten. Aus eigenen Projekterfahrungen im Kontext und Recherchen leiten wir ab, dass die Funktionen des in dieser Studie konzipierten FMIS nicht mit den Standardkomponenten der SAP-Lösungen abbildbar und erhebliche Aufwände dafür zu erwarten sind.

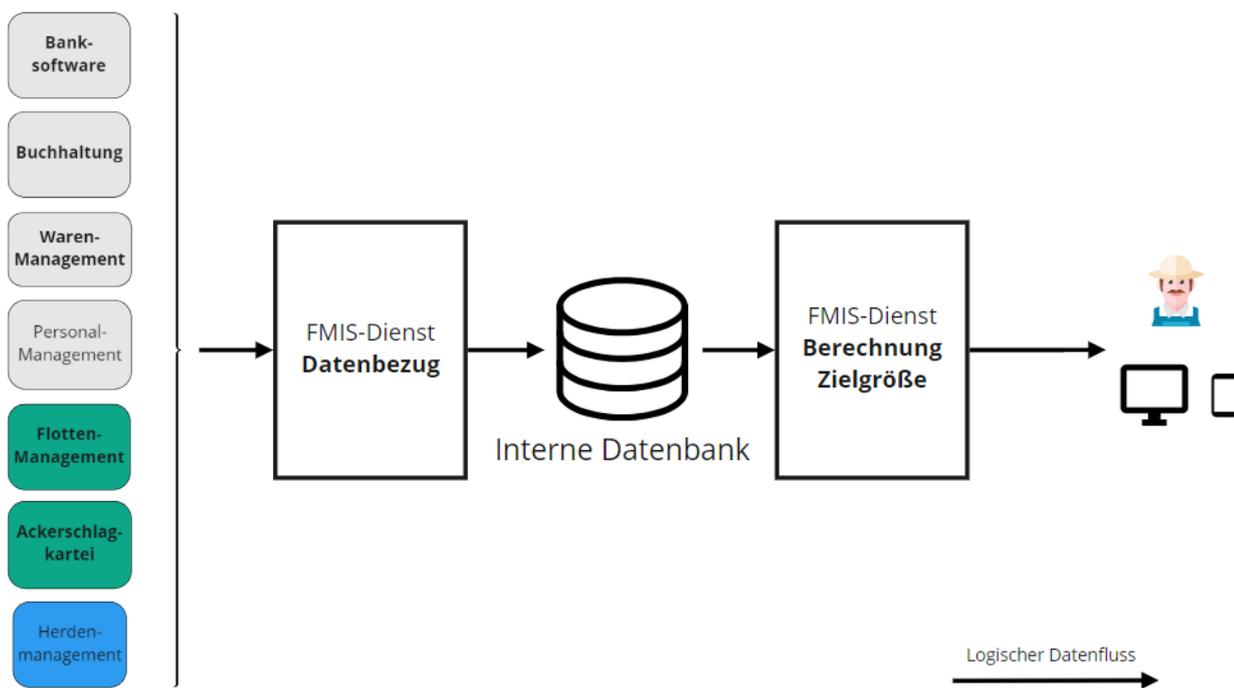


Abbildung 44: Prozessierung der Daten hin zu Zielgrößen durch verschiedene Funktionen des FMIS-Dienstes

3.4.6.4 Zusammenfassung

Im Rahmen des technischen Konzepts gibt es zwei wesentliche Herausforderungen: den Bezug der Daten aus vielen verschiedenartigen Datenquellen und die Prozessierung bzw. Berechnung komplexer Zielgrößen. Das FMIS-System selbst wurde als vom Datenmanagement entkoppelte, eigenständige Lösung konzipiert, die sich an ein hybrides betriebliches Datenmanagement anbindet, um die notwendigen Quelldaten zu erheben. Eine grundlegende Voraussetzung und große Herausforderung zur Realisierung ist, dass entsprechende Schnittstellen in den Quell- bzw. Fachsystemen angeboten werden müssen. Die Datenprozessierung bzw. die Berechnung der Zielgrößen erfordert eine für einzelne Betriebe stark individualisierte Konfiguration, sodass FMIS-Realisierungen eines Betriebes nicht ohne weiteres auf weitere Betriebe übertragen werden können. Es ist daher erforderlich, eine konkrete Umsetzung des FMIS so zu gestalten, dass einheitlich verwendbare Basiskomponenten unabhängig von denen entwickelt werden, die Datenbezug und Berechnung der Zielgröße übernehmen. So kann in allen Betrieben ein einheitliches Basissystem genutzt werden, für das die jeweiligen Betriebsspezifika individualisierbar sind.

Für die konkrete Realisierung eines FMIS wird empfohlen, den Einsatz verfügbarer Softwarelösungen aus dem Bereich der Business Intelligence zu prüfen. Mit solchen Tools können Daten schnell und einfach visualisiert werden, weiterführende Funktionen eines wie in dieser Studie konzipierten FMIS sind voraussichtlich nicht vollständig abbildbar. Ob eine Business Intelligence-Lösung als Basis eines FMIS mit reduziertem Funktionsumfang geeignet ist, hängt damit von den konkreten Anforderungen und erwarteten Funktionen ab. Insbesondere Darstellungen von finanziellen Aspekten können sehr gut realisiert werden, während beispielsweise Funktionen zur Maschinenübersicht oder Kalenderintegration schwerer umgesetzt werden können. Folglich kann ein FMIS als reines finanzielles Informationsdashboard voraussichtlich erfolgreich mit einer Business Intelligence-Lösung realisiert werden. Im Rahmen dieser Studie kann nicht abschließend beantwortet werden, ob diese Variante die Bedarfe landwirtschaftlicher Betriebe an einem betriebsweiten FMIS erfüllt. Zur Konkretisierung ist eine vertiefte Anforderungserhebung bzgl. konkreter Funktionen notwendig, die von Landwirtinnen und Landwirten benötigt werden.

Auch wenn sich Business Intelligence-Lösungen nicht zur FMIS-Realisierung eignen, stellen sie eine Möglichkeit zur Pilotierung einer FMIS-Umsetzung dar, in der es zunächst nur um die Integration notwendiger Datenquellen, die Datenprozessierung und die einfache Darstellung von Zielgrößen geht. So kann eine leichtgewichtige, prototypische FMIS-Realisierung erfolgen, anhand der Erfahrungen gesammelt und zur Planung weiterer Aktivitäten genutzt werden können.

3.4.7 Eingrenzung erwartbarer Aufwände

Eine wichtige Frage im Rahmen dieser Studie sind die Kosten für Umsetzung und Betrieb eines FMIS in Verbindung mit dem dazu notwendigen betrieblichen Datenmanagement. Nach den bisherigen Betrachtungen und Diskussionen sind dabei zwei einführende Bemerkungen wichtig: Die Schaffung notwendiger Schnittstellen in den Fach- bzw. Quellsystemen erfordert Aufwände auf Seiten der jeweiligen Softwareanbieter und tatsächliche, erwartbare Kosten können nur mithilfe einer detaillierten, ausführlich dokumentierten Spezifikation (bspw. einem Lastenheft) seriös eingeschätzt werden. Das Ziel dieses Abschnitts ist es, die Kosten für eine FMIS-Realisierung zumindest einzugrenzen und den jeweiligen Akteuren und Posten in der FMIS-Realisierung zuzuordnen. Eine konkrete Bezifferung späterer Kosten ist im Rahmen dieser Studie nicht seriös durchführbar.

Im Rahmen der folgenden Diskussion werden Aufwände entweder als Zeitaufwände für Arbeiten angegeben oder als unmittelbare Kosten etwa für Lizenzen. Wird bspw. der Aufwand für die Realisierung einer Schnittstelle mit einem Arbeitstag Aufwand geschätzt, entsteht ein Aufwand in Höhe eines Personentages (PT). Unternehmen rechnen pro Personentag im Mittel mit Kosten zwischen 800 bis 1000 €, wobei die Kosten je Rolle der Person oder Projektgröße variieren können. Für die Eingrenzung im Folgenden verwenden wir den genannten Kostenrahmen. Eine Personenwoche hat fünf Personentage (PT) und ein Personenmonat 20 Personentage.

3.4.7.1 Aufwände auf Seiten der Softwareanbieter

Eine Voraussetzung für die Schaffung eines gesamtbetrieblichen FMIS ist die Schaffung bzw. das Angebot von Schnittstellen in den betrieblich genutzten Fachsystemen. Liegen solche Schnittstellen noch nicht vor, müssten sie von Anbietern der Softwaresysteme geschaffen werden. Die Kosten hierfür hängen von der jeweiligen Implementierung der Softwaresysteme ab und können sehr stark variieren, was technologisch und organisatorisch begründet sein kann. Ohne Einblick in die konkrete Implementierung und die zugehörigen Prozesse ist eine realistische Einschätzung der Kosten auf Seiten der Softwareanbieter nicht möglich. Dabei spielen auch mehrere Faktoren eine Rolle. Falls bspw. noch keine Schnittstelle zum Softwaresystem existiert, muss zunächst die grundlegende Umsetzung in der Software und ggf. eine Datenmodellierung oder Standardisierung erfolgen, was sehr aufwändig sein kann. Existiert bereits die interne Infrastruktur für Schnittstellen, kann die Schaffung einer zusätzlichen Schnittstelle zum Bezug bestimmter Datenbestände mit weniger Aufwand verbunden sein. Neben der Schaffung müssen zusätzlich Aufwände für die kontinuierliche Weiterentwicklung und Pflege der Schnittstellen einkalkuliert werden.

Im Rahmen der Fachgespräche wurde erhoben, mit welchen geschätzten Werten zu rechnen ist, sollte eine neue oder zusätzliche Schnittstelle geschaffen werden (vgl. dazu Abschnitt 3.3.3). Die Gesprächspartner gaben überwiegend an, dass eine realistische Bezifferung schwer sei und einer konkreten Spezifikation bedürfe. Basierend auf Erfahrungen aus früheren Entwicklungen wurden Aufwände zwischen einem Personentag bis hin zu Personenmonaten genannt.

Für die Umsetzung eines betrieblichen FMIS können prinzipiell rein lesende Schnittstellen in den Fachsystemen vorgesehen werden, da das FMIS konzeptionell ausschließlich Daten bezieht. Lesende Schnittstellen sind mit weniger Aufwand verbunden als solche, über die auch Daten in Fachsysteme geschrieben werden können. Eigenen Erfahrungen und Schätzungen im Projektkonsortium zufolge sind einfache, lesende Schnittstellen mit einem Mindestaufwand von fünf bis zehn Personentagen umsetzbar, wenngleich diese Schätzung wie beschrieben erheblich mit der spezifischen Implementierung variieren kann. Muss eine Schnittstelle weiterentwickelt oder aktualisiert werden, sind vergleichbare Aufwände erwartbar. Eine Obergrenze für Aufwände kann ohne konkrete Spezifikation und Betrachtung der Implementierung nicht realistisch festgelegt werden und hängt von der Umsetzung der jeweiligen Fachsysteme ab.

Die Kosten bzw. Aufwände für die Schaffung und Pflege von Schnittstellen auf Seiten der Softwareanbieter sind zwar nicht unmittelbar den Herstellungs- und Betriebskosten eines FMIS zuzuordnen, müssen bei einem Umsetzungsprojekt aber berücksichtigt werden. Müssen benötigte Schnittstellen zu den Fachsystemen erst geschaffen werden, ist eine Abstimmung zwischen den Betreibern eines FMIS und den Softwareanbietern notwendig.

3.4.7.2 Aufwände für die Umsetzung des FMIS

Aufwände für die Umsetzung eines FMIS als Eigenentwicklung sind nur realistisch einzugrenzen, wenn die fachspezifischen Anforderungen detailliert erhoben und die daraus entwickelten Funktionen des FMIS spezifiziert wurden. Generell entwickeln sich die Kosten mit dem Funktionsumfang und dem Aufwand für über Schnittstellen anzubindende Systeme. Tendenziell werden Aufwände unterschätzt, da Softwareentwicklung ein komplexer Prozess aus vielen Teilschritten ist. Darüber hinaus enden die Aufwände nicht mit Fertigstellung der Software, sondern es ist vielmehr der gesamte Lebenszyklus zu berücksichtigen. Abbildung 45 zeigt die typischen Phasen der Softwareentwicklung über den gesamten Lebenszyklus der Software. In allen Phasen fallen eigene Aufwände an, die mit dem Umfang und der Komplexität der Softwarelösung wachsen.

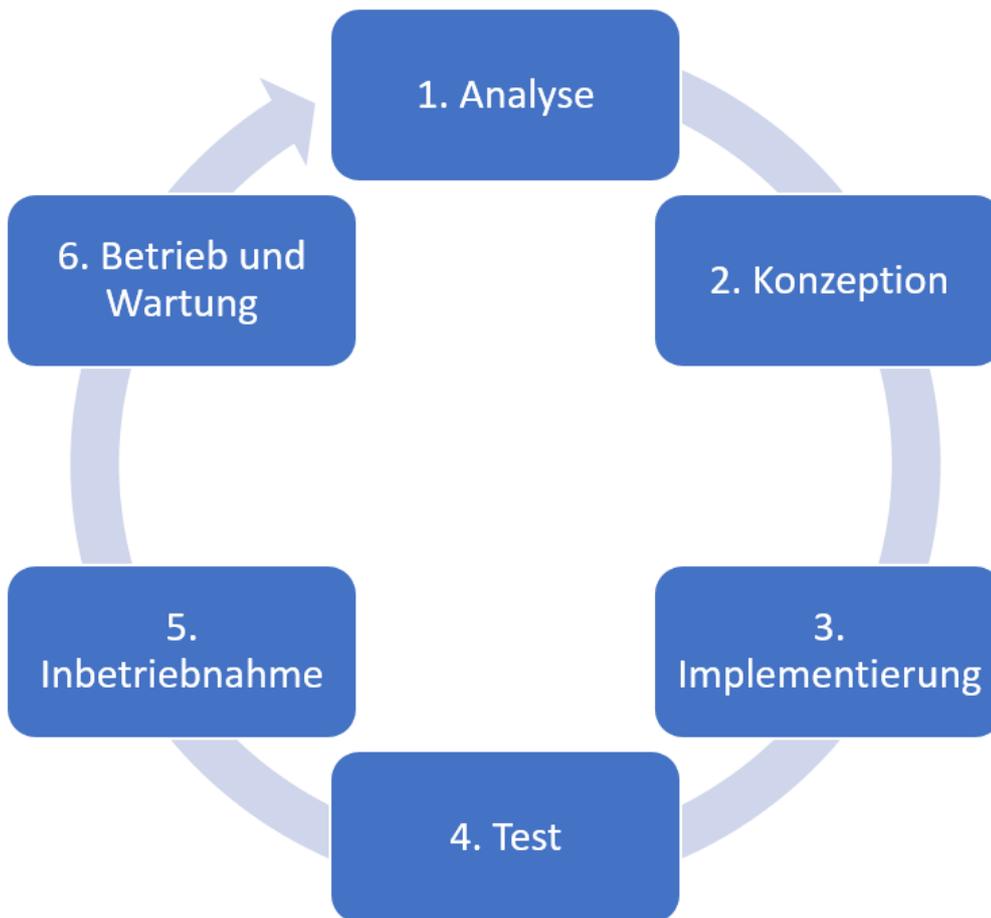


Abbildung 45: Typische Phasen im Lebenszyklus einer Softwareentwicklung

3.4.7.2.1 Aufwandsschätzung einer Eigenentwicklung

Wir wollen im Folgenden zur Eingrenzung der Aufwände für die eigenständige Entwicklung eines FMIS einen Auszug der dazu notwendigen Aktivitäten diskutieren, um eine grobe Idee der tatsächlichen Kosten zu vermitteln. Die Angaben dürfen keinesfalls als tatsächliche Schätzung verstanden oder genutzt werden, sondern nur als Hinweis, wie aufwändig die Entwicklung einer solchen Lösung sein kann. Wir führen eine Schätzung durch, die sich am Funktionsumfang des in Abschnitt 3.4.4 konzipierten FMIS orientiert. Als

Schätzmethode nutzen wir die Expertenschätzung¹⁵⁷ durch mehrere Mitarbeitende der Konsortialpartner. Die Schätzungen umfassen nicht alle notwendigen Aufwände und sollen lediglich eine Untergrenze darstellen.

Analyse

In der Analysephase werden die Interessensvertreter und Beteiligten identifiziert, analysiert und deren Anforderungen erhoben (vgl. Abschnitt 3.4.2). Hier werden auch die Produktionsprozesse, die Zielgrößen, die anzubindenden Systeme und deren Schnittstellen detailliert analysiert und es wird ein Lastenheft erstellt. Für das konzipierte FMIS und die vorgesehenen exemplarischen Zielgrößen sowie die zusätzlichen Informationen müssen nach Abschnitt 3.4.6.1 mindestens sieben verschiedene Systemklassen eingebunden werden. Von diesen wird je nach Klasse die Einbindung mehrerer Fachsysteme benötigt. Prinzipiell müssen alle in der sächsischen Landwirtschaft genutzten Systeme¹⁵⁸ angebunden werden. Zur weiteren Rechnung verwenden wir folgende Annahmen:

- 5 Banksoftwarelösungen
- 5 Buchhaltungslösungen
- 5 Warenmanagementlösungen
- 10 Ackerschlagkarteien
- 10 Flottenmanagementlösungen

Aufsummiert müssen bei diesen Annahmen 35 verschiedene Schnittstellen über Fachsysteme angebunden werden, die einzeln analysiert werden müssen. Wir gehen zur Vereinfachung davon aus, dass die Systeme über bilaterale Schnittstellen eingebunden werden können. Diese Schnittstellen sind nach aktueller Annahme nicht standardisiert und für jedes System individuell, was sowohl die genutzten Protokolle (syntaktische Interoperabilität) als auch die Daten (semantische Interoperabilität) betrifft. Zum guten Verständnis der Schnittstellen und Fachsysteme schätzen wir fünf PT je Schnittstelle, was sich auf 175 PT summiert. Für die Anforderungserhebung zusammen mit Landwirtinnen und Landwirten, agronomischem Fachpersonal und weiteren Interessensvertretern schätzen wir 50 PT. Für weitere Aufgaben im Zusammenhang mit der Analysephase wie bspw. Koordination, Projektleitung, Dokumentation und Recherchen werden weitere 75 PT geschätzt.

Geschätzte Aufwände für die Analysephase: 300 PT

Konzeption

In der Konzeption wird die Softwarearchitektur erstellt, die Oberflächen werden entworfen und die Funktionen der Software definiert. Das Ergebnis sind verschiedene Teilkonzepte, die als Bauplan für die folgende Umsetzung dienen. Hier müssen sehr detaillierte Spezifikationen und Dokumentationen erstellt werden, um die spätere Implementierung erfolgreich gestalten zu können. Wir nutzen hier z.T. die Erfahrungen aus dieser Studie, in der Teilkonzepte auf hohem Abstraktionsniveau erstellt wurden. Für die detaillierte Konzeption der Oberfläche und der fachlichen Funktionen schätzen wir 75 PT, für die Erstellung einer Softwarearchitektur, des internen Datenmodells und weiterer technischer Aspekte noch einmal 150 PT. Auch hier müssen begleitende Aufwände berücksichtigt werden, die wir auf weitere 50 PT schätzen.

Geschätzte Aufwände für die Konzeptionsphase: 200 PT

¹⁵⁷ <https://www.informatik-aktuell.de/entwicklung/methoden/schaetzen-und-bewerten-von-software-entwicklungsprojekten.html>

¹⁵⁸ Vgl. dazu Abschnitt 2.2.1

Implementierung

In der Implementierungsphase werden die Konzepte der letzten Phase umgesetzt. Hier können insbesondere durch die hohe Anzahl verschiedenartiger Schnittstellen hohe Aufwände entstehen. Für die Anbindung einer Schnittstelle schätzen wir im Mittel 5 PT, sodass sich ca. 175 PT für diese Implementierung ergeben. Weiter muss das Kernsystem des FMIS mit den verschiedenen Diensten implementiert werden, darunter ein Webserver zur Darstellung des FMIS, der Berechnungsdienst, ein Dienst zum Datenbezug und die interne Datenbank. Hierzu schätzen wir 150 PT. Ergänzt werden diese Aufwände um 75 PT für Projektleitung und Dokumentation.

Geschätzte Aufwände für die Implementierung: 400 PT

Testphase

In der Testphase wird die Implementierung auf die Umsetzung der Konzeption getestet. Wichtig sind auch umfassende Tests der Schnittstellen. Insbesondere die hohe Anzahl an Schnittstellen verursacht hier hohe Aufwände. Auftretende Fehler müssen in der Implementierung korrigiert werden, was zusätzliche Aufwände erzeugt. Für umfassende Tests einer Schnittstelle veranschlagen wir im Mittel 3 PT je Schnittstelle, also 105 PT, für Tests der übrigen Funktionen ca. 50 PT. Weitere Aufwände fallen an für Dokumentation und Projektleitung; wir schätzen dafür ca. 25 PT.

Geschätzte Aufwände für die Testphase: 180 PT

Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme wird die realisierte Softwarelösung produktiv in Betrieb genommen und kann ab diesem Zeitpunkt genutzt werden. Für das FMIS in der aktuellen Konzeption bedeutet das, dass das Basissystem nutzbar ist und für die Betriebe eingerichtet und konfiguriert werden kann. Die Inbetriebnahme des Basissystems erzeugt Aufwände im Rahmen des Cloudbetriebs, die unterschiedlich hoch ausfallen können, ebenfalls der Betrieb. Interessant sind hier allerdings die Kosten, die für die Integration eines landwirtschaftlichen Betriebs anfallen. Da gemäß unserer Annahme das FMIS mit den drei Zielgrößen genutzt werden soll und die Schnittstellen implementiert sind, d. h. nur noch konfiguriert werden müssen, schätzen wir betriebsindividuelle Aufwände in Höhe von 5 PT.

Technischer Betrieb, Wartung und Softwarepflege

Für den technischen Betrieb der notwendigen IT-Infrastruktur wie Server und Netzwerkdienste fallen i.W. die Kosten für den genutzten Cloud-Dienst und dessen Administration an. Daneben müssen Ressourcen für technischen Support und die Überarbeitung der Implementierung nach Bedarf bereitgehalten werden. Da Cloudressourcen vergleichsweise günstig ausfallen, rechnen wir hier mit nicht wesentlich mehr als 10.000 € jährlichen Kosten für die gesamte IT-Infrastruktur. Dazu kommen Kosten für die Administration und den Support, die vorgehalten werden müssen. Dies ist schwer einzuschätzen und hängt stark von der konkreten Organisation, der Betriebsform und der Anzahl der Nutzer ab. Für die Pflege der Software, die insbesondere die Weiterentwicklung bei Änderungen an Schnittstellen umfasst, fallen ebenfalls Kosten an. Wir schätzen ca. 1 PT je Schnittstelle im Jahr und ca. 20 PT für das Basissystem. Die folgenden Gesamtkosten fallen insgesamt an und sind nicht je Nutzer zu verstehen.

Geschätzte Aufwände für den Betrieb: jährlich 55 PT plus 10.000 € Betriebskosten für Cloudinfrastruktur.

3.4.7.2.2 Zwischenfazit

In der Summe ergeben sich für die Umsetzung des FMIS mit drei exemplarischen Zielgrößen Aufwände in Höhe von ca. 1.100 PT und damit ca. 1.000.000 €. Für jährliche Betriebskosten schätzen wir ca. 70.000 €.

Wie bereits diskutiert, können diese Schätzungen nicht als tatsächlich erwartbarer Kostenrahmen genutzt werden, sie sollen aber ein Gefühl dafür vermitteln, wie aufwändig die Entwicklung eines FMIS gemäß der Konzeption ausfallen kann. Ein wesentlicher Kostentreiber sind die Aufwände für die hohe Anzahl verschiedener Schnittstellen, die umso niedriger ausfallen würden, je mehr standardisierte Schnittstellen oder zentrale Datenmanagementkomponenten wie bspw. ein Datenhub genutzt werden könnten. Auch wenn diese Schätzung nicht zur Planung einer Umsetzung genutzt werden darf, zeigt sie, dass die Entwicklung eines FMIS mit erheblichen Aufwänden verbunden ist. Um zu belastbareren Zahlen und Vorhersagen zu kommen, müssen unbedingt weitere Detaillierungsschritte erfolgen und es muss auch geprüft werden, inwiefern die Situation im betrieblichen Datenmanagement angepasst werden kann, um die hohen Kosten für individuelle Schnittstellen zu reduzieren.

3.4.7.2.3 Alternative Nutzung von Business Intelligence-Software

In Abschnitt 3.4.6.3 wurde die zur Eigenentwicklung alternative Nutzung von Business Intelligence-Software vorgeschlagen, die aber Einschränkungen im Umfang der FMIS-Funktionen mit sich bringt (bspw. Kalenderfunktionen oder Visualisierungen wie die von Ackerschlägen). Sofern das FMIS nur zur reinen Datenvisualisierung genutzt werden soll und auf sonstige Funktionen verzichtet wird, kann eine solche Umsetzung möglich und vor allem kostengünstiger sein. Die Einbindung von Softwaresystemen über Schnittstellen wird vergleichbare Kosten erzeugen, aber tendenziell leicht günstiger sein. Business Intelligence-Lösungen wie bspw. Tableau¹⁵⁹ bieten eine Art Bibliothek bereits implementierter Schnittstellen (bzw. „Konnektoren“), die genutzt werden können. Für Tableau existieren bspw. Konnektoren zu Formaten wie MS Excel oder Geoinformationsformate wie Shapefiles, landwirtschaftsspezifische sind aber nicht bekannt und müssten zunächst selbst entwickelt werden. Trotzdem kann eine vergleichbare Lösung die Möglichkeit bieten, ein sehr einfaches FMIS zur Visualisierung von Zielgrößen oder auch nur eine Pilotierung dessen umzusetzen.

Bei der Nutzung einer Business Intelligence-Software ergeben sich die unten aufgeführten Änderungen zur Darstellung der Eigenentwicklung. Weiterhin werden auch hier hohe Aufwände für die initiale Umsetzung aus den verschiedenen Phasen entstehen, die in die Kalkulation mit einbezogen werden müssen:

- In Konzeption, Implementierung und Test fallen alle Aufwände weg, die für die Umsetzung des FMIS-Basissystems anfallen würden. Es müssen die Konnektoren zu den Fachsystemen, die Berechnungslogik und das Design der Darstellung umgesetzt werden.
- Es müssen neben der Business Intelligence-Lösung keine weiteren Komponenten betrieben werden, sodass direkt auf cloudbetriebene Angebote zurückgegriffen werden kann. Dadurch fallen ausschließlich Lizenzkosten für den Betrieb der Software an; Kosten für den Betrieb eigener Cloudressourcen fallen weg.
- Reine Lizenzkosten für Nutzer wie Landwirtinnen und Landwirte zur Nutzung der Business Intelligence-Lösungen beginnen je nach Angebot bei ca. 20 € monatlich, liegen in der Regel aber unter 50 €. Zu den Lizenzkosten kommen Kosten für die Umsetzung und den Betrieb hinzu analog zu den Betrachtungen zum FMIS hinzu.

¹⁵⁹ <https://www.tableau.com/de-de>

3.4.7.3 Aufwände für Landwirte

Grundsätzlich leiten sich die Kosten für Landwirtinnen und Landwirte von den Herstellungs- und Betriebskosten ab, die auf die erwartete Anzahl an Nutzenden umgelegt wird. Die bisherigen Ergebnisse und Diskussionen zeigen, dass zur Konkretisierung der Herstellungskosten detaillierte Spezifikationen benötigt werden, die zum IST-Stand in der Landwirtschaft im Rahmen dieser Studie nicht erstellt wurden. Durch eine erste Eingrenzung und Näherung an erwartbare Kosten konnte zumindest ein Gefühl für die Kosten vermittelt werden.

Prinzipiell unterteilt sich die Finanzierung des FMIS in initiale Aufwände für die Herstellung und regelmäßige Aufwände für den Betrieb. Durch Schätzungen erwarten wir eine Mindestsumme von 1 Mio. € zur Herstellung einer selbstentwickelten FMIS-Lösung vom Umfang des Fachkonzepts in Abschnitt 3.4.4. Dazu kommen jährliche Pflege- und Betriebskosten in Höhe von ca. 70.000 €. Verteilt man die Herstellungskosten auf vier Jahre, müssten zusammen mit den Betriebskosten über vier Jahre jährlich ca. 320.000 € aufgebracht werden. Bei 1.000 Nutzenden ergäben sich damit jeweils Kosten von 320 € jährlich oder ca. 27 € monatlich. Hierbei handelt es sich allerdings um die reinen Kosten für die Software und den Betrieb, weitere organisatorische Kosten oder bspw. die Umsetzung in den Betrieben müssen hinzugerechnet werden. Diese einfache Rechnung basiert auf zwangsläufig ungenauen Annahmen und Schätzungen zu den Herstellungskosten. Sie zeigt aber auch, dass bei einer ausreichend großen Zahl von Nutzenden die Finanzierung durchaus realistisch sein kann.

3.4.8 Organisatorisches Konzept

Das organisatorische Konzept beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie Datenmanagement und FMIS umgesetzt und betrieben werden können. Zentral ist dabei die Bereitstellung der Angebote an Landwirtinnen und Landwirte sowie der erwartbaren Kosten für diese. Für die konkrete Ausgestaltung eines organisatorischen Konzepts ergeben sich mehrere Optionen bzw. Betreiber- und Geschäftsmodelle, die im Folgenden exemplarisch dargestellt und diskutiert werden. Neben den potenziellen Akteuren als Betreiber spielt die Ausgestaltung der technischen Lösungen eine große Rolle bei den Betreibermodellen. In Abschnitt 3.3.5 wurde zum Datenmanagement argumentiert, dass wir zum aktuellen Zeitpunkt kein einzelnes, eigenständiges Datenmanagementsystem als Lösungsoption sehen. Zielführender ist demnach ein hybrider, verteilter Ansatz mit Teillösungen zum Datenmanagement. Für mögliche Betreibermodelle ergibt sich daraus, dass ein einzelner Betreiber einer kombinierten Datenmanagement- und FMIS-Lösung zum aktuellen Stand in der sächsischen digitalen Landwirtschaft unrealistisch erscheint. Zielführender ist eine Umsetzung mehrerer eigenständiger Angebote durch verschiedene Betreiber. Wir diskutieren im folgenden Abschnitt, wie potenzielle Betreiber die verschiedenen Komponenten des Datenmanagements und FMIS anbieten könnten, führen mittels SWOT-Analyse die jeweiligen Vor- und Nachteile auf und grenzen erwartbare Kosten für landwirtschaftliche Betriebe ein, soweit das der gegebene Kontext erlaubt.

3.4.8.1 Berücksichtigte Komponenten

Gemäß Projektplan sollen Betreibermodelle für Teil I (Datenmanagement) und Teil II (FMIS) diskutiert werden. In Abschnitt 3.3.1.2 wurde das Datenmanagement weiter unterteilt in ein horizontales und ein vertikales Datenmanagement. Das horizontale Datenmanagement betrachtet die Verbindung von Fachsoftwaresystemen untereinander zum Austausch im Rahmen betrieblicher Produktionsprozesse. Das vertikale Datenmanagement umfasst die Bereitstellung von Daten, die von einem wie in Abschnitt 3.4 konzipierten FMIS zur Berechnung und Darstellung von Zielgrößen benötigt werden. Auch wenn zum horizontalen Datenmanagement umfassende Betrachtungen in den Abschnitten 3.1 und 0 angestellt wurden, wird zur Umsetzung eines FMIS gemäß der Aufgabenstellung der Studie vorwiegend das vertikale Datenmanagement benötigt. Im Folgenden

werden folglich das vertikale Datenmanagement und das FMIS als einzelne Komponenten betrachtet und diskutiert. Beide können als eigenständige Komponenten angesehen werden, die jeweils im Rahmen eigenständiger Betreibermodelle angeboten werden. Ein exemplarisches Beispiel wäre ein FMIS eines privatwirtschaftlichen Anbieters, das Daten über einen Datenrouter eines weiteren privatwirtschaftlichen Anbieters und mehrere Schnittstellen von Fachsystemen bezieht. In diesem exemplarischen Szenario gibt es verschiedene privatwirtschaftliche Betreiber für das FMIS und den Datenrouter sowie die Anbieter der Fachsoftware, die mit Schnittstellen zu ihren Systemen aber strenggenommen kein dediziertes Datenmanagement betreiben. Das Szenario soll verdeutlichen, welche Möglichkeiten beim Betrieb der betrachteten Komponenten vertikales Datenmanagement und FMIS bestehen und dass diese nicht zwangsläufig als kombiniertes Angebot existieren müssen.

3.4.8.2 Einflussfaktoren und Schwierigkeiten für einen nachhaltigen Betrieb

Dieser Abschnitt führt Einflussfaktoren und Schwierigkeiten zusammen, die nach den Studienergebnissen unserer Ansicht nach auf den nachhaltigen Betrieb eines Datenmanagements und FMIS wirken. Relevante Aspekte wurden in verschiedenen Ergebnissen und Diskussionen dieser Studie erarbeitet und dargestellt. Aus unserer Sicht wesentlich sind:

- Nicht ausreichende Schnittstellen zu betrieblich genutzten Softwarelösungen hemmen die Realisierung eines FMIS und damit auch den nachhaltigen Betrieb (vgl. Abschnitt 3.3.6).
- Die hohe Komplexität des gesamtbetrieblichen Datenmanagements und der Marktsituation führen zu großen Unsicherheiten bzgl. der möglichen Realisierung eines FMIS, hierbei spielt auch die Bereitschaft der sich im Markt befindlichen Softwareanbieter zur Schaffung benötigter Schnittstellen eine Rolle (vgl. Abschnitt 3.5.1).
- Im aktuellen IST-Stand der Landwirtschaft erscheint ein einziges, dediziertes Datenmanagementsystem als unrealistisch und nicht zielführend (s. Abschnitt 3.3.6).
- Die Individualität und Diversität einzelner Betriebe erschwert die Erstellung einer einheitlichen FMIS-Lösung, wodurch Aufwände zur individuellen Anpassung steigen und so die Umsetzung weiter hemmen.
- Der betriebswirtschaftliche bzw. monetäre Nutzen eines FMIS ist derzeit nicht bekannt, aber notwendig, um die Investitionsbereitschaft der landwirtschaftlichen Betriebe genauer zu konkretisieren. Diese Bereitschaft bestimmt letztendlich den finanziellen Rahmen, der für die Schaffung eines FMIS aufgebracht werden kann. In der FMIS-Evaluierung wurde eine vergleichsweise niedrige Investitionsbereitschaft sichtbar, welche allerdings nicht repräsentativ ist (s. Abschnitt 3.4.5).

3.4.8.3 Potenzielle Betreiber

In verschiedenen Diskussionen wurden in der Vergangenheit Behörden oder staatliche Stellen als Betreiber eines Datenmanagements und FMIS in Betracht gezogen. Die im Rahmen dieser Studie konzipierten fachlichen Angebote bieten Funktionen, die weitgehend von privatwirtschaftlichen Anbietern angeboten werden oder angeboten werden könnten. Die deutsche Gesetzgebung setzt enge Grenzen für das Angebot von Lösungen durch Behörden oder staatliche Stellen, die im Wettbewerb zu privatwirtschaftlichen Angeboten stehen. Diese Thematik wurde ausführlich in der Machbarkeitsstudie zu staatlichen Datenplatt-

formen in der Landwirtschaft des BMEL behandelt.¹⁶⁰ Im Ergebnis wird dort argumentiert, dass sich Behörden und staatliche Stellen prinzipiell auf gesetzlich legitimierte Angebote¹⁶¹ beschränken müssen und keine Angebote darüber hinaus schaffen dürfen, die im Wettbewerb zur Wirtschaft stehen. In dieser Studie werden Behörden und staatliche Stellen somit nicht als potenzielle Betreiber eines Datenmanagements und FMIS berücksichtigt.

Als weitere potenzielle Betreiber sehen wir aktuell folgende Akteure:

- Landwirtschaftliche Betriebe
- Landwirtschaftlicher Verband, Interessensgemeinschaft oder Genossenschaft
- Privatwirtschaftliche Anbieter

3.4.8.4 Eigenbetrieb durch landwirtschaftliche Betriebe

Grundsätzlich können die in dieser Studie entworfenen Konzepte zu horizontalem Datenmanagement und FMIS von landwirtschaftlichen Betrieben in Eigenregie umgesetzt und betrieben werden. Wir haben allerdings argumentiert, dass die dafür notwendigen und sehr hohen Aufwände selbst für Großbetriebe in keinem vertretbaren Verhältnis zu den erwartbaren Einsparungen stehen. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass aktuell keine ausreichenden Funktionen im Sinne eines vertikalen Datenmanagements existieren, um Fachsysteme als Datenquellen einfach und kosteneffizient in ein FMIS einzubinden. Zwar wäre unserer Einschätzung nach die Umsetzung eines leichtgewichtigen FMIS mit einfacher Funktionalität für einzelne Betriebe prinzipiell denkbar, die Aufwände zur Integration der Datenquellen schätzen wir aktuell aber als deutlich zu hoch ein. Darüber hinaus gehen wir davon aus, dass viele Anbieter von Fachsystemen für einzelne, betriebsindividuelle FMIS keine zusätzlichen Datenschnittstellen schaffen werden. Zusammenfassend schließen wir damit den Eigenbetrieb eines FMIS und die Schaffung eines dazu benötigten vertikalen Datenmanagements zum aktuellen Zeitpunkt aus.

3.4.8.5 Angebot durch landwirtschaftlichen Verband, Interessensgemeinschaft (Genossenschaft)

Dieses Modell sieht prinzipiell vor, dass sich landwirtschaftliche Betriebe gemeinschaftlich organisieren und für den Betrieb von Datenmanagement und FMIS finanzielle und organisatorische Ressourcen bündeln. Auch hier gilt die Argumentation des vorherigen Abschnittes, dass vor der Umsetzung eines FMIS die notwendigen Funktionen eines vertikalen Datenmanagements geschaffen werden müssen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass neben rein technischen und finanziellen Herausforderungen vor allem auch die Rolle bzw. das Verhalten der Softwareanbieter erheblichen Einfluss auf den Erfolg einer FMIS-Umsetzung haben wird. Im aktuellen IST-Stand sind die Voraussetzungen für ein solches FMIS nicht ausreichend erfüllt, da nicht genug Schnittstellen für den Datenbezug vorliegen. Eine Gemeinschaft von landwirtschaftlichen Betrieben als FMIS-Betreiber ist in diesem Zusammenhang auch gleichzeitig eine Kundengruppe der Softwareanbieter und kann so eine wesentlich größere Marktmacht aufbringen, als einzelne Landwirtinnen und Landwirte oder ein wettbewerblicher FMIS-Betreiber.

¹⁶⁰ Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.html

¹⁶¹ Ein Beispiel ist BESyD (vgl. Abschnitt 2.2.1.6.2)

Zur Bewertung dieses Betreibermodells wird folgende, in der Darstellung vereinfachte SWOT-Analyse durchgeführt:

Chancen

- Bündelung von finanziellen und organisatorischen Ressourcen möglich, dadurch hoher Investitionsrahmen machbar.
- Im Vergleich zum privatwirtschaftlichen Angebot sind Einsparungen beim Betrieb möglich, da keine Gewinnmarge erzielt werden muss. So kann ein FMIS auch umgesetzt werden, wenn das Angebotskonzept für privatwirtschaftliche Anbieter uninteressant erscheint.
- Dieses Betreibermodell wird von privatwirtschaftlichen Anbietern möglicherweise weniger als Wettbewerb wahrgenommen, was die Bereitschaft zur Schaffung von Schnittstellen erhöhen kann.
- Innerhalb einer Genossenschaft kann ein starkes, gegenseitiges Vertrauensverhältnis beim Umgang mit Daten erreicht werden, wodurch zusätzliche Angebote möglich werden (z. B. Benchmarking auf Basis der FMIS-Zielgrößen).

Risiken

- Fehlende IT-Kompetenz und fehlende Erfahrung im Betrieb von Softwareangeboten können zum Scheitern von Umsetzung und Betrieb führen.
- Die erfolgreiche Umsetzung hängt ab von der Bereitschaft weiterer Softwareanbieter, Schnittstellen zu ihren Systemen zu schaffen.
- Es müssen dauerhaft ausreichend Mitglieder in der Genossenschaft beteiligt sein, um die notwendigen Investitionen zu tragen. Gelingt dies nicht, ist ein Scheitern möglich.

Stärken

- Durch Bündelung vieler potenzieller Kunden in einer Genossenschaft ist eine bedeutende Marktmacht erreichbar, die bei notwendigen Abstimmungen mit weiteren Softwareanbietern genutzt werden kann.
- Die FMIS-Konzeption kann unmittelbar den Anforderungen der Genossenschaftsbeteiligten folgen und damit einen hohen, individuellen Nutzwert erreichen.

Schwächen

- Fehlende IT-Kompetenz muss hinzugekauft oder in der Organisation aufgebaut werden, was zumindest initial hohe Aufwände erzeugt.
- Es entstehen insgesamt zusätzliche Aufwände, da eine eigenständige Organisation zum Betrieb geschaffen werden muss.

3.4.8.6 Angebot durch privatwirtschaftliche Anbieter

In der klassischen Betreiberform wird das FMIS durch einen Anbieter der Privatwirtschaft aufgebaut und betrieben. Anbieter können vom existierenden Agri-Business unabhängig sein und das FMIS als eigene Lösung vertreiben, es ist aber auch denkbar, dass am Markt existente Anbieter ein solches FMIS umsetzen und anbieten. Ein solches Betriebsmodell kommt insbesondere daher in Frage, da einzelne aktuell am Markt verfügbare Fachsoftwaresysteme bereits vergleichbare Funktionen enthalten, die allerdings auf den Fokus der Fachsoftware beschränkt sind. Trotzdem besteht hier das Potenzial, dass verfügbares IT-Fachwissen und Erfahrungen mit einem solchen FMIS genutzt werden können.

Zur Bewertung dieses Betreibermodells wird folgende, in der Darstellung vereinfachte SWOT-Analyse durchgeführt:

Chancen

- Potenzielle Markterfahrung und IT-Kompetenz erhöhen die Chancen auf einen nachhaltigen Betrieb.
- Der Wettbewerb zwischen mehreren privatwirtschaftlichen Anbietern kann die Qualität angebotener Leistungen erhöhen.

Risiken

- Anbieter ohne Erfahrung im landwirtschaftlichen Markt könnten an der Komplexität landwirtschaftlicher Prozesse scheitern.
- Die erfolgreiche Umsetzung hängt ab von der Bereitschaft weiterer Softwareanbieter, Schnittstellen zu ihren Systemen zu schaffen. Sofern der privatwirtschaftliche Anbieter von weiteren Softwareanbietern als Konkurrenz gesehen wird, könnten diese die Schaffung von Schnittstellen ablehnen oder erschweren.
- Gewinnmargen des privatwirtschaftlichen Anbieters erhöhen Kosten für ein FMIS, was bei der gegebenen Investitionsbereitschaft zu einer Ablehnung führen könnte und das Angebot für privatwirtschaftliche Anbieter uninteressant macht.
- Landwirtinnen und Landwirte könnten Vorbehalte gegenüber privatwirtschaftlichen Anbietern haben, die sensible betriebliche Informationen verarbeiten und speichern und so mögliche FMIS-Angebote ablehnen.

Stärken

- Privatwirtschaftliche Anbieter verfügen über umfassende IT-Kompetenz und können FMIS-Angebote effizient und kostengünstig realisieren und anbieten.
- Bestehende Organisationen verfügen in der Regel bereits über zum Betrieb notwendige Strukturen und Personal.

Schwächen

- Privatwirtschaftliche Anbieter sind bzgl. des Anforderungsmanagements gegenüber Genossenschaften möglicherweise im Nachteil, wenn sie die Vielfalt und Individualität der Betriebe potenzieller Kunden einschätzen müssen.

3.4.9 Konkretisierung durch Pilotierung

In den bisherigen Analysen und Darstellungen wurde gezeigt, welche technischen, aber vor allem welche organisatorischen Herausforderungen auf eine FMIS-Realisierung zukommen. Dabei steht die sehr große Anzahl potentiell einzubindender Fachsysteme im Fokus. Weiter besteht ein Spannungsfeld zwischen der Investitionsbereitschaft der landwirtschaftlichen Betriebe einerseits und den erwartbaren Kosten andererseits: die realen Kosten können ohne eine detaillierte Konzeption und Spezifikation der FMIS-Funktionalität nicht exakt bestimmt werden. Gleichzeitig wird nach den Ergebnissen der Evaluierung des FMIS-Entwurfs in Abschnitt 3.4.5 zwar der Bedarf an einem und der Nutzen eines solchen FMIS bejaht, aber der konkrete betriebswirtschaftliche bzw. monetäre Nutzwert ist nicht bekannt. Um sowohl die Konzeption als auch Kosten und Nutzwert weiter zu konkretisieren, schlagen wir in diesem Abschnitt die Pilotierung eines FMIS vor und entwickeln dazu einen Plan zur leichtgewichtigen Umsetzung. Hierzu werden die Ergebnisse des Projekts als Grundlage genutzt. Das Ziel ist es, aus den Erfahrungen der Pilotierung weitere Schlüsse für eine konkrete Realisierung ableiten zu können.

3.4.9.1 Umsetzungsvorschlag

In der Studie sind umfangreiche Betrachtungen zu landwirtschaftlichen Daten, Prozessen und Fachsystemen erfolgt. Weiterhin wurden Ansätze zum betrieblichen Datenmanagement untersucht und im Kontext eines gesamtbetrieblichen FMIS diskutiert. Zum aktuellen IST-Stand des betrieblichen Datenmanagements ist festzustellen, dass dieses von den Anbietern der verschiedenen Fachsysteme gestaltet wird und sich bis auf den agrirouter aus dem vereinzelt Angebot bilateraler Schnittstellen zu Softwarelösungen zusammensetzt. In diesem Kontext sehen wir das FMIS als eine vom Datenmanagement entkoppelte, eigenständige Komponente, die strenggenommen selbst in die Klasse der Fachsoftwarelösungen fällt. Als solches bindet sie sich an die vorhandenen Angebote des betrieblichen Datenmanagements an. Vor diesem Hintergrund kann die Pilotierung mittels einer Business Intelligence-Software (BI-Software) erfolgen, durch die eine einfache Darstellung von Zielgrößen erfolgen kann. Wie in Abschnitt 3.4.6 diskutiert hemmen Einschränkungen der BI-Softwarelösungen Funktionen über die Darstellung von Zielgrößen hinaus, d. h., eine vollständige Umsetzung eines FMIS wie in Abschnitt 3.4.4 konzipiert ist voraussichtlich nicht machbar. Für die Pilotierung liegt der Fokus daher auf der Einbindung betrieblicher Softwaresysteme, dem Bezug von benötigten Daten und der Aufbereitung der Zielgrößen. Die gewonnenen Erkenntnisse helfen dabei, Konzepte zur Umsetzung eines Datenmanagements und FMIS weiter zu konkretisieren, indem Anforderungen an Softwarelösungen und das Datenmanagement sichtbar werden. Zusätzlich können landwirtschaftliche Pilotbetriebe den Nutzen einzelner Zielgrößendarstellungen in der Praxis erproben, was Rückschlüsse auf den betriebswirtschaftlichen Nutzen erlaubt.

Geeignete BI-Software (bspw. MS PowerBI¹⁶² oder Tableau¹⁶³) sind für eine Pilotierung kostengünstig verfügbar, die größten Aufwände sind bei der Herstellung der Schnittstellen zu betrieblichen Softwaresystemen zu erwarten. Wir schlagen folgende Schritte zur Pilotierung vor, die bspw. als gemeinsames Projekt des LfULG Sachsen und Softwareanbietern durchgeführt werden können:

Planung

- Auswahl weniger, konkreter Zielgrößen für die Pilotierung. Die Auswahl sollte aufbauend auf den Studienergebnissen zusammen mit Pilotbetrieben, agronomischem Fachpersonal und den Anbietern von Softwarelösungen getroffen werden. Die exemplarischen Zielgrößen (vgl. Abschnitt 3.2) sollten einbezogen werden, da sie detailliert untersucht und aufbereitet wurden. Eine Abweichung oder Ergänzung ist möglich, maßgebliche Einflussgröße ist der Nutzwert für die Pilotbetriebe.
- Bestimmung notwendiger Datenmengen und benötigter Fachsysteme als Datenquellen. Hierbei empfiehlt es sich, die Softwarelösungen einzubeziehen, die in den Pilotbetrieben in der Praxis eingesetzt werden. Die Verfügbarkeit von Schnittstellen in den Softwarelösungen kann bei der Auswahl der Zielgrößen berücksichtigt werden, d. h. dieser und der vorherige Punkt der Planungsphase beeinflussen sich gegenseitig.

¹⁶² <https://powerbi.microsoft.com/de-de/>

¹⁶³ <https://www.tableau.com/de-de>

- Auswahl einer geeigneten BI-Software zur Pilotierung. Erwartete Kosten für die zur Pilotierung notwendigen Funktionalität liegen im zweistelligen Euro-Bereich für monatliche Lizenzkosten; ggf. sind für eine Pilotierung reduzierte Preise verfügbar. Hier muss berücksichtigt werden, dass die Umsetzung nicht ohne IT-Fachkompetenz erfolgen kann und Entwicklungskosten für die Anbindung an die Fachsysteme entstehen werden, sowohl auf der Seite der Fachsysteme (falls noch keine Schnittstellen existieren) als auch auf der Seite der BI-Software.

Durchführung

- Konzeption der Zielgrößendarstellung. Hierzu können die visuellen Konzepte zum FMIS genutzt werden, die dieser Studie als Anhang beiliegen.
- Einbindung der betrieblichen Softwaresysteme in die BI-Software mittels existierender Schnittstellen und Herstellung noch benötigter. Für die Pilotierung werden lesende Schnittstellen in den Softwaresystemen benötigt, der Datenbezug wird von der BI-Software realisiert.
- Realisierung der Datenprozessierung (vgl. Abschnitt 3.4.6.3) und Informationsdarstellung in der BI-Software. Dies erfolgt typischerweise über Konfiguration, umfassende Implementierungsarbeiten sind hier nicht zu erwarten.
- Als optionaler Schritt bietet es sich an, im Rahmen der Pilotierung Funktionen der BI-Software zu testen, die über die reine Zielgrößendarstellung hinausgehen. So kann erfasst werden, ob ergänzende Funktionen integriert werden können und die BI-Lösung ggf. als Basis für eine spätere konkrete FMIS-Realisierung eingesetzt werden kann. Die Entscheidung darüber erfolgt durch den Abgleich von Anforderungen und verfügbaren Funktionen. Ist bspw. die Kalenderfunktion eine notwendige Anforderung und kann die BI-Lösung diese nicht abbilden, scheidet sie als technologische Grundlage für eine FMIS-Realisierung aus.
- Wurden die bisherigen Punkte umgesetzt, können die Lösungen in den Pilotbetrieben realisiert werden. Hierzu werden die betrieblichen Softwaresysteme über die verfügbaren und geschaffenen Schnittstellen eingebunden und den Betrieben Zugang zur Zielgrößervisualisierung bereitgestellt. Die BI-Software kann im Rahmen der Pilotierung als Cloudlösung oder als Desktoplösung betrieben werden, die Entscheidung wird im Rahmen der Pilotierung getroffen.

Evaluierung

- Die Pilotbetriebe können über einen noch zu bestimmenden Zeitraum Praxiserfahrung mit der Zielgrößendarstellung sammeln. Diese Erfahrungen dienen zur anschließenden Evaluierung mit den unten aufgeführten Evaluierungszielen. Zur Evaluierung ist es wichtig, dass der gesamte Pilotierungsprozess protokolliert und dokumentiert wird, insb. um Entscheidungen und Festlegungen später nachvollziehen zu können. Es empfiehlt sich auch, während der Testphase in den Pilotbetrieben Erfahrungen mit der Nutzung zu dokumentieren und in der Evaluierungsphase systematisch auszuwerten. Hierzu kann den Pilotbetrieben ggf. eine Dokumentationshilfe zur Verfügung gestellt werden.
- Die Evaluierung sollte mindestens folgende Fragestellungen beantworten oder konkretisieren:
- Welchen betriebswirtschaftlichen bzw. monetären Nutzwert bietet das FMIS?
- In welchen Prozessen unterstützt das FMIS und wo fehlt Unterstützung?
- Welche Schnittstellen wurden einbezogen und wo bestand ein Fehlbedarf?
- Welche Aufwände fallen für Softwareanbieter an, um Schnittstellen zu realisieren?
- Welche Aufwände fallen an, um Konnektoren bzw. Schnittstellen im FMIS zu realisieren?

- Welche Aufwände fallen für die Prozessierung der Zielgrößen an?
- Welche Aufwände fallen für die Realisierung und den Betrieb des FMIS an?
- Genügen Funktionen der BI-Software zur Erfüllung der Bedarfe von Landwirten?¹⁶⁴

3.4.9.2 Nutzung der Pilotierungsergebnisse

Die Pilotierungsergebnisse dienen der Konkretisierung der FMIS-Konzeption und erlauben die bessere Einschätzung zur Umsetzung eines FMIS. Durch die Pilotierung wird auch deutlicher sichtbar werden, wie das Datenmanagement für das FMIS gestaltet werden muss. Eventuelle Betreiber eines FMIS können die Ergebnisse aufgreifen, um potenzielle Angebote zu prüfen und ggf. umzusetzen. Als ein weiteres Ergebnis ist eine FMIS-Spezifikation denkbar, die als „FMIS-Standard“ beschreibt, welche Zielgrößen relevant sind und wie diese aus Datenquellen abgeleitet und prozessiert werden. Dieser Standard richtet sich im Idealfall nach den betrieblichen Bedarfen und kann auch von Anbietern existierender Softwarelösungen übernommen werden, die einzelne Zielgrößendarstellungen in ihre jeweiligen Angebote mit aufnehmen. Für Anbieter von Quellsystemen kann der Standard als Orientierung dazu dienen, welche Schnittstellen geschaffen werden sollten. Zuletzt hilft eine solche Standardisierung Landwirtinnen und Landwirten bei der Übersicht verfügbarer Informationsangebote eines FMIS und damit auch der zielgerichteten Auswahl betrieblicher Softwarelösungen. Sie können so einschätzen, ob die Softwarelösung die Anforderungen an Schnittstellen für ein FMIS erfüllt oder ob sie selbst Zielgrößen darstellen kann¹⁶⁵.

3.4.10 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Abschnitt führte das FMIS als eigenständige Softwarelösung ein, die ausschließlich der systemübergreifenden gesamtbetrieblichen Informationsbereitstellung für die operative und strategische Betriebssteuerung dient. Exemplarisch wurden Zielgrößen zur Visualisierung in dem als Dashboard zu konzipierenden FMIS herausgegriffen.

Die Erarbeitung allgemeiner Anforderungen an das FMIS mündete in einem Grundkonzept als eigenständige Cloudlösung. Für diese wurde ein Fachkonzept erstellt, welches zur Informationsrepräsentation und Nutzerinteraktion grafisch als Mockup ausgearbeitet wurde. Dieses Mockup war die Grundlage für die nachfolgende Evaluierung mit Landwirtinnen und Landwirten zu Darstellungsweisen und Nutzen.

¹⁶⁴ Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurden exemplarische Zielgrößen berücksichtigt und Vorarbeiten zu den Anforderungen an ein FMIS einbezogen. Vorarbeiten und Ergebnisse der Studie können keiner ausreichenden Anforderungserhebung genügen, die im Rahmen einer konkreten FMIS-Entwicklung durchzuführen ist. Demzufolge kann durch diese Studie nicht abschließend geklärt werden, ob verfügbare BI-Softwareangebote den realen Anforderungen an ein FMIS genügen, d. h. als technologische Basis zur Umsetzung in Frage kommen. Unserer Einschätzung nach dienen BI-Softwarelösungen vorwiegend der Visualisierung von Daten (bspw. in Form von Zielgrößen), können aber nicht weiterführende Funktionen im Rahmen von Managementprozessen umsetzen (bspw. Kalender mit Erinnerung, Flottenübersicht).

¹⁶⁵ Vgl. dazu das Portal Agracheck zur Auswahl digitaler Technologien (<https://www.agracheck.de/>)

Die Evaluierung zeigte bei den Landwirten einen großen Bedarf für ein gesamtbetriebliches FMIS, dessen betriebswirtschaftlicher bzw. monetärer Nutzwert jedoch noch nicht ausreichend klar ist und weiter konkretisiert werden muss. Kernherausforderung bleibt das betriebliche Datenmanagement, von dem das FMIS losgelöst konzipiert wurde. Wesentliche Voraussetzung sind Schnittstellen zu Fachsystemen, die an vielen Stellen noch nicht ausreichend vorliegen. Eine weitere detaillierte Analyse ist notwendig, um zu ermitteln, welche Schnittstellen für welche Zielgröße konkret benötigt werden und in welchem Umfang diese verfügbar sind.

Das erstellte technische Konzept umfasst den Datenbezug aus vielen verschiedenartigen Datenquellen sowie die Prozessierung zu komplexen Zielgrößen. Die für die Umsetzung des FMIS-Konzepts zu erwartenden Aufwände sowohl für die Softwareanbieter als auch für Landwirtinnen und Landwirte wurden eingegrenzt, auch wenn die aufgestellten Schätzungen einer inhärenten Unsicherheit unterliegen. Denkbare Betreibermodelle wurden im Rahmen eines organisatorischen Konzepts dargestellt und bewertet.

Als Folgeaktivität zu dieser Studie wurde eine Pilotierung vorgeschlagen, die offene Fragestellungen adressiert und auf eine weitere Konkretisierung der FMIS-Konzeption (bspw. in Form eines Lastenhefts) hinarbeitet. Als leichtgewichtige Umsetzungsvariante wurde vorgeschlagen, eine Business Intelligence-Lösung zur Pilotierung zu nutzen, mit der Zielgrößendarstellungen vergleichsweise einfach umgesetzt werden können. Ob damit auch über die Zielgrößendarstellung hinausgehende Funktionen realisiert werden können, ist unserer Einschätzung nach fraglich und muss von Folgeaktivitäten untersucht werden.

Abschließend wurde die Umsetzung eines „FMIS-Standards“ vorgeschlagen, der Zielgrößen und deren Ableitung definiert und dokumentiert. Ein solcher Standard kann zur einheitlichen Gestaltung von Zielgrößendarstellungen in verschiedenen Softwaresystemen genutzt werden, aber auch von Landwirtinnen und Landwirten zur Auswahl ihrer betrieblichen Lösungen.

3.5 Zusammenfassung und mögliche nächste Schritte

In diesem Abschnitt werden die in der Studie erarbeiteten Ergebnisse zusammengeführt und interpretiert. Wir stellen als einschätzende Zusammenfassungen dar, welche konkreten Ergebnisse, Erkenntnisse und Schlüsse wir aus dem Projekt ziehen konnten, wie sich diese zur Zielstellung verhalten und welche möglichen folgenden Aktivitäten und Schritte sich daraus ergeben.

3.5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

In der Zielstellung der Studie sollte die Machbarkeit eines FMIS untersucht werden, das auf einem systemübergreifenden Datenmanagement aufbaut und im Rahmen eines tragfähigen Betreibermodells Landwirtinnen und Landwirten in Sachsen bereitgestellt werden kann. Im Rahmen dieser Studie wurden umfassende Untersuchungen durchgeführt, die neben praktischen Aspekten einer solchen Realisierung auch theoretische Rahmenbedingungen einbezogen. Die folgenden Darstellungen fassen die wesentlichen Ergebnisse der Abschnitte 3.1 bis 3.4 zu Schlussfolgerungen zusammen.

3.5.1.1 Ergebnisse nach thematischen Abschnitten

Abschnitt 3.1 untersuchte exemplarische **Produktions- und Managementprozesse** landwirtschaftlicher Betriebe und entwickelte eine eigene Darstellung, um in Prozessen auftretende Datenflüsse zwischen Softwaresystemen aufzuzeigen. Auf Basis dieser Darstellungen können so für die exemplarisch aufgeführten und weitere Prozesse detaillierte Analysen durchgeführt werden, deren Ergebnisse in der Konzeption eines Datenmanagements genutzt werden können. Die exemplarischen Analysen zeigten bereits eine sehr hohe Komplexität und Varianz der Gesamt- und Teilprozesse. Jeder Betrieb hat dabei ein eigenes Daten- und

Prozessprofil, das berücksichtigt werden muss. Das impliziert, dass die Prozesse gesamter Betriebe und insbesondere die von Mischbetrieben mit mehreren Betriebszweigen einer jeweils eigenständigen, detaillierten und umfassenden Analyse bedürfen, um korrekte und vollständige Anforderungen an ein Datenmanagement und FMIS ableiten zu können. Ein universelles Prozessmodell, das beliebige Betriebe abbildet, erscheint unwahrscheinlich. Prozesse können jedoch zu Klassen zusammengefasst werden, die die Einordnung und Analyse als „Vorlagen“ erleichtern können.

Abschnitt 3.2 stellt **betriebliche Zielgrößen** dar, die im Rahmen dieser Studie exemplarisch untersucht wurden. Die Zielgrößen wurden aus verschiedenen Komplexitätsklassen gewählt und es wird übersichtsartig beschrieben, aus welchen ursprünglichen betrieblichen Größen und Datenquellen sie sich zusammensetzen und berechnet werden. Die Ergebnisse dienen dazu, Anforderungen an das Datenmanagement und ein FMIS zu definieren. Aus dem Gesamtüberblick über die Zielgrößen wurde abgeleitet, welche Auswahl- und Abfragefunktionalitäten das Datenmanagement bereithalten muss und welche Herausforderungen bei der Umsetzung bestehen. Diese wurden auch nochmals in Beziehung gesetzt zu den in der Analyse der Ausgangslage zusammengestellten Datenkatalogen. Im nächsten Schritt wurden aus den vorliegenden Hintergrundinformationen über die Kennzahlen die in Abschnitt 3.4 illustrierten Visualisierungen erarbeitet. Die Darstellung solcher Zielgrößen ist grundsätzlich verstanden und kann auch individuell im Rahmen einer FMIS-Lösung erfolgen. Die Herausforderungen liegen dabei eher in der Einbindung der benötigten Softwaresysteme als Datenquellen.

Abschnitt 0 beschäftigte sich mit dem **betrieblichen Datenmanagement** und untersuchte grundlegende Ansätze und Paradigmen zur Realisierung eines solchen. Mögliche Umsetzungsvarianten wurden diskutiert und bewertet, wobei weitreichend relevante Themen und Fragestellungen mit einbezogen wurden: Schnittstellen im Datenmanagement, Interoperabilität, Medienbrüche, die Rolle von Landwirtinnen und Landwirten sowie der Softwareanbieter und der Status quo des Digitalen Ökosystems Landwirtschaft. Fachgespräche mit Anbietern landwirtschaftlicher Softwarelösungen halfen dabei, das Verständnis der aktuellen Situation zu vertiefen. Ergebnisse der in Abschnitt 0 berichteten Aktivitäten sind die Aufstellung grundlegender Anforderungen an ein betriebliches Datenmanagement und die Entwicklung konkreter Lösungsansätze, um die Bedarfe eines FMIS im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie erfüllen zu können. Die Auswertung der Ergebnisse aus diesem Abschnitt insgesamt führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Die technologischen Voraussetzungen für ein betriebliches Datenmanagement, das die im Projekt formulierten Anforderungen adressiert, sind grundsätzlich vorhanden. Zur Umsetzung entsprechender Datenmanagementsysteme könnten verschiedene Varianten genutzt werden. Ein einzelnes, alle Produktionsbereiche umfassendes Datenmanagementsystem ist aus unserer Sicht allerdings nicht erstrebenswert und zum aktuellen Zeitpunkt in auf eine Reihe von Betrieben übertragbarer, allgemeingültiger Form nicht umsetzbar. Das liegt einerseits in der sehr hohen Gesamtkomplexität betrieblicher Prozesse und andererseits in der gegebenen Marktsituation mit einer Vielzahl eigenständiger Systemanbieter begründet. Ein Datenmanagementsystem, das alle Produktions- wie Managementprozesse und technischen Systeme einbindet, wäre zu komplex und zu kostenaufwändig. Es muss auch davon ausgegangen werden, dass Anbieter von Softwarelösungen eine solche Lösung ablehnen und sich nicht beteiligen bzw. die eigenen Angebote einbinden werden. Erfolgversprechender schätzen wir einen flexiblen, hybriden Ansatz ein, der verschiedene Varianten (bilaterale Schnittstellen, Datenrouter und Datenhubs) kombiniert und an den Anforderungen der jeweiligen Produktionsbereiche ausgerichtet wird. Damit ist eine Lösung für das Datenmanagement als Kombination verschiedener Teillösungen zu sehen, die jeweils eigenständig sein können und entsprechend umgesetzt und betrieben werden.

- Zur Gestaltung der Teillösungen eines betrieblichen Datenmanagements ist es aus unserer Sicht unabdingbar, zunächst jeweils eine umfassende und detaillierte Analyse relevanter betrieblicher Prozesse durchzuführen. Eine solche Prozessanalyse muss detailliert klären und definieren, welche Datenbestände, Prozesse und Systeme beteiligt sind und im Datenmanagement abgebildet werden müssen. Hier sind alle beteiligten landwirtschaftlichen Produktions- und Managementprozesse einzubinden. Ein Beispiel: Bei der Analyse von Düngeprozessen wird sichtbar, dass Analyseergebnisse einer Bodenprobe aus einem Precision-Farming-System zu BESyD übertragen werden müssen, um dort Ableitungen für die Düngeempfehlung zu berechnen. Die Ergebnisse der Berechnung müssen zurück in das Precision-Farming-System und die Ackerschlagkartei übermittelt werden, sofern diese eigenständig sind. Das Datenmanagement ist demnach so zu gestalten, dass diese Datenarten über computerlesbare Schnittstellen automatisiert zwischen den Systemen übermittelt werden können. Hier wird auch deutlich, welche Schnittstellen die beteiligten Softwaresysteme aufweisen müssen. Solche Einzelschritte bzw. Anforderungen sind zwar auch ohne Analyse aller beteiligten Prozesse erkennbar, doch erlauben systematische Analyseverfahren (wie in Abschnitt 3.1 dargestellt) eine vollständige Abdeckung der beteiligten Prozesse und Systeme für die Anforderungsanalyse.
- Ein wesentliches Hemmnis beim Aufbau eines betrieblichen Datenmanagements sind fehlende Schnittstellen zu Softwarelösungen. Zwar bieten einzelne Lösungen Schnittstellen an, doch genügt der aktuelle technische Stand nicht den Anforderungen an ein umfassendes Datenmanagement als notwendige Voraussetzung für ein gesamtbetriebliches FMIS, das eine Vielzahl verschiedener Datenquellen einbeziehen muss. Ursachen und Gründe dafür sind vielfältig und liegen auch darin, dass kein koordinierter und übergreifender Bedarf formuliert und gegenüber Softwareanbietern eingefordert wird. In den Fachgesprächen mit Softwareanbietern wurde insgesamt eine Bereitschaft zur Schaffung von umfassenden Schnittstellen signalisiert, diese wurden jedoch häufig mit dem Kundeninteresse als Voraussetzung verknüpft. Weiter wurde in den Fachgesprächen sichtbar, dass Anbieter durch Schnittstellen zu eigenen Systemen ihr jeweiliges Geschäftsmodell oder ihre Eigenständigkeit bedroht sehen könnten.
- Moderne IT-Lösungen setzen zunehmend auf cloudbetriebene Infrastruktur, d. h. Rechenzentren und Server befinden sich nicht mehr in den landwirtschaftlichen Betrieben selbst, sondern an weltweiten Serverstandorten. Dieser Trend wird sich zukünftig verstärken und bringt Vor-, aber auch Nachteile mit sich. Grundsätzlich ist unserer Einschätzung nach ein sicherer und vertrauenswürdiger Betrieb in Cloudsystemen machbar, wenn Rahmenbedingungen beachtet und eingehalten werden (bspw. Serverstandorte in Deutschland, Sicherstellung der Datensicherheit). In der modernen Landwirtschaft werden Maschinen und Softwaresysteme mehr und mehr miteinander vernetzt arbeiten, sodass diese auch dann, wenn sie sich in landwirtschaftlichen Betrieben selbst befinden, über Schnittstellen aus dem Internet zugänglich und damit angreifbar sind – hier besteht folglich kein zwingender Vorteil gegenüber Cloudsystemen. Umgekehrt sind Cloudsysteme auf sehr hohem Niveau gegen technische Ausfälle abgesichert (Backups, redundante Rechenzentren, hoch skalierbare Serverressourcen), was mit vertretbarem Aufwand nicht in landwirtschaftlichen Betrieben erreicht werden kann. Trotzdem besteht bei Landwirtinnen und Landwirten gegenüber cloudbasierten Softwarelösungen häufig noch Skepsis, die z.T. die Digitalisierung der landwirtschaftlichen Domäne hemmt.

- Zurzeit gibt es unserer Einschätzung nach in der ohnehin komplexen digitalen Landwirtschaft eine große Dynamik, wenn man Themen rund um das Datenmanagement betrachtet. Die Digitalisierung existierender Prozesse schreitet stetig voran und es werden neue Technologien, Dienste und Angebote geschaffen. Das ist prinzipiell positiv zu bewerten, führt aber auch zu Herausforderungen und teilweise fehlender Balance. Aktuell kämpfen landwirtschaftliche Betriebe noch häufig mit zu wenig ausgereiften digitalen Technologien, was tägliche Arbeiten erschwert und die Akzeptanz digitaler Lösungen verringert. Hinsichtlich der Beschaffung digitaler Lösungen und dabei insbesondere der Vertragsgestaltung sind landwirtschaftliche Betriebe in vermutlich nachteiliger Position: Sie verfügen abseits der täglichen Arbeit nicht über ausreichend Ressourcen, um komplexe Vertragswerke und AGB nachzuvollziehen und umfassende Technik-Folgenabschätzungen anzustrengen. In dem Zusammenhang muss die Frage gestellt werden, inwiefern sich landwirtschaftliche Betriebe mit herausfordernden Themen zum betrieblichen Datenmanagement befassen sollten. Unserer Einschätzung nach ist die Lösung der aktuellen Problematik Aufgabe der Anbieter von technischen Systemen, Maschinen und Software. Landwirtinnen und Landwirte sollten über ausreichend Wissen verfügen, diese Lösungen einschätzen und gezielt auswählen zu können, sollten diese aber nicht technologisch (mit-)gestalten müssen.
- Herausforderungen bei der Abstimmung weiterer Schritte hin zu einem betrieblichen Datenmanagement sind einerseits die komplexe Gesamtsituation und andererseits das Fehlen einer koordinierenden Instanz. Softwaresysteme werden in hoher Vielfalt angeboten, was die Abstimmung zur Schaffung einer übergreifenden Interoperabilität erschwert. Zum Teil entstehen Lager um einzelne Aktivitäten, die miteinander nicht vernetzt sind und dies in Teilen auch ablehnen. Für die Nutzung digitaler Technologien ist diese Situation nachteilig, da so weiterhin nicht interoperable Systeme existieren werden. Als koordinierende Instanzen können einzelne privatwirtschaftliche Akteure wirken, die eigene Lösungen zum Datenmanagement anbieten oder auch Interessensverbände von Landwirtinnen und Landwirten.

In Abschnitt 3.4 wurde gemäß den Projektvorgaben ein **FMIS-Entwurf** entwickelt. Integriert wurden ausgewählte Zielgrößen und ergänzende Informationsdarstellungen wie bspw. die Marktsituation, Wetterinformationen oder ein Überblick über den Maschinenpark. Neben technischen und organisatorischen Anforderungen wurde ein Fachkonzept entwickelt und als Mock-up-Version umgesetzt, d. h. als eine grafische Darstellung ohne tatsächliche fachliche und technische Funktionalität. Das Fachkonzept wurde mit Landwirtinnen und Landwirten evaluiert, um Bedarf und Nützlichkeit aus Anwendersicht einschätzen zu können. Das Feedback zeigte durchweg einen hohen Bedarf für ein solches FMIS auf und es wird darin großes Potenzial gesehen. Umgekehrt wurde eine begrenzte Investitionsbereitschaft auf Seiten der Landwirtinnen und Landwirte deutlich. Hier kann betriebswirtschaftlich noch nicht eindeutig bewertet werden, wie groß der monetäre Nutzen durch ein FMIS tatsächlich ist und welcher Finanzierungsrahmen daraus abgeleitet werden kann, d. h. welche Kosten ein Betrieb bereit wäre zu tragen. Deutlich wurde, dass die Umsetzung von Datenmanagement und FMIS durch einzelne Betriebe kein realistisches Modell ist, da die Aufwände in keinem vertretbaren Verhältnis zum Nutzen stehen. Mögliche Modelle wären privatwirtschaftliche Angebote oder die Umsetzung durch landwirtschaftliche Interessensvertretungen oder Genossenschaften. Offen blieb, ob die mit dem FMIS vorgestellten Funktionen in einer eigenständigen Softwarelösung oder in einer bereits genutzten Lösung wie einer Ackerschlagkartei angeboten werden sollten. Die Reduzierung verwendeter Softwarelösungen ist zwar vorteilhaft, andererseits betrachten die meisten existierenden Softwarelösungen nur betriebliche Teilbereiche, während das FMIS alle Betriebszweige, bzw. den Gesamtbetrieb einbezieht. Letztendlich bleibt für das FMIS festzuhalten, dass diese Lösung auf ein hinreichendes Datenmanagement zum Bezug notwendiger Datenbestände angewiesen ist, was aktuell nicht gegeben ist.

3.5.1.2 Übergreifende Schlussfolgerung

Die Voraussetzungen zur Schaffung und zum Betrieb eines eigenständigen, dedizierten Datenmanagementsystems sind aus unserer Sicht aktuell nicht gegeben. Aufgrund weitreichend fehlender, über einzelne Anwendungsfälle hinausgehender interoperabler Schnittstellen zu betrieblich genutzten Softwarelösungen kann kein umfassendes Datenmanagement etabliert werden, da diese die Grundvoraussetzung dafür bilden. Weiter wird ein einzelnes Datenmanagementsystem der gesamtbetrieblichen Komplexität und Vielfalt in der Anbieterlandschaft nicht gerecht, d. h. die Anforderungen daran sind zu hoch, als dass ein solches System derzeit realisiert und betrieben werden könnte. Als Konsequenz schlagen wir einen hybriden Ansatz vor, der existierende wie noch zu schaffende Schnittstellen, Datenrouter und Datenhubs einbezieht und zu einem modularen, verteilten Datenmanagement kombiniert. Hierfür müssen zuvor detaillierte Anforderungsanalysen durchgeführt werden, um die konkreten Bedarfe eines FMIS über die in dieser Studie betrachteten Prozesse und Zielgrößen hinaus zu erheben und als Anforderungen zu formulieren. In diesen Prozess sollten für den Markt repräsentative Anbieter von Softwarelösungen und möglichst viele Landwirtinnen und Landwirte einbezogen werden. In einem hybriden Szenario werden verteilte Datenmanagementlösungen angeboten, die nach aktueller Einschätzung als privatwirtschaftliche Angebote betrieben werden.

Der Bedarf an einem gesamtbetrieblichen FMIS wurde in der Evaluierung bestätigt. Landwirtinnen und Landwirte sehen in den vorgestellten Funktionen großes Potenzial. Ein Hemmnis ist die vergleichsweise niedrige Investitionsbereitschaft, wobei der betriebswirtschaftliche, monetäre Nutzen einer solchen Lösung noch detailliert werden muss und letztlich den Investitionsspielraum definiert, der für Herstellung und Betrieb zur Verfügung steht. Vor der Realisierung eines FMIS muss allerdings ein ausreichend funktionales Datenmanagement geschaffen werden, da der Bezug von Daten aus den Softwarelösungen notwendige Bedingung ist. Als Optionen für Betreibermodelle sehen wir Angebote von privatwirtschaftlichen Unternehmen oder durch Interessensvertretungen bzw. landwirtschaftliche Genossenschaften.

3.5.2 Ausblick und mögliche nächste Schritte

In landwirtschaftlichen Betrieben existiert ein hoher Bedarf an einem übergreifenden und weitgehend automatisierten Datenmanagement. Dies gilt sowohl für horizontale Prozesse zum Austausch zwischen einzelnen betrieblich genutzten Softwarelösungen für die operative Produktionsabwicklung als auch für vertikale Prozesse zum Bezug von Quelldaten durch ein FMIS für die strategische Entscheidungsunterstützung im Betriebsmanagement. Im Ergebnis dieser Studie wird der aktuelle Stand hierzu als nicht hinreichend eingeschätzt, denn zu viele Prozesse verursachen noch Medienbrüche, sofern Softwaresysteme überhaupt miteinander verbunden sind. Umgekehrt existieren viele Aktivitäten zur Verbesserung der Interoperabilität, deren technologischer Erfolg möglich ist, aber auch von einer umfassenden Abstimmung zwischen den Anbietern von Softwarelösungen abhängt. In dieser Situation liegt auch eine Chance für Unternehmen, funktionierende Lösungen für Interoperabilität zu schaffen und entsprechende Marktanteile zu besetzen.

Landwirtinnen und Landwirte sollten im Rahmen der Digitalisierung nicht zur selbstständigen Lösung technischer Probleme gezwungen sein, sondern als primäre Nutzergruppe Anforderungen für die Gestaltung von Softwarelösungen liefern. Eine weitere Chance zur Mitgestaltung liegt für sie in bewussten Beschaffungsentscheidungen, die durch Wissenstransfer oder Kräftebündelung im Rahmen einer Interessensvertretung unterstützt werden können. Aus der Definition der Datensouveränität ergibt sich das legitime Interesse, die eigenen betrieblichen Daten auch nach Wunsch nutzen zu können. Diese Datenportabilität sollten Landwirtinnen und Landwirte gegenüber ihren Softwarelieferanten einfordern; implizit ergibt sich daraus letztendlich die Forderung nach Schnittstellen. In diesem Kontext kann der in Anhang 1.5 vorgeschlagene Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements als eine Hilfestellung für landwirtschaftliche Betriebe

be, um schrittweise Fortschritte im betrieblichen Datenmanagement zu erreichen, dienen. Hier wird ein einfacher Zyklus beschrieben, dessen Einzelschritte in verschiedenen Phasen dabei unterstützen, den IST-Stand hin zu einer konkreten Zielstellung zu verbessern. Diese Hilfestellung kann von Landwirtinnen und Landwirten selbst oder von beratenden Stellen genutzt und auch fortentwickelt werden. Für Anbieter von Softwarelösungen bietet sich in diesem Kontext die Chance, sich durch umfassende Transparenz und allgemeinverständliche Beschreibung eigener Leistungsangebote vom Wettbewerb zu differenzieren.

Als Folgeaktivität zur Studie sollte weiter geklärt werden, welchen konkreten betriebswirtschaftlichen bzw. monetären Nutzen ein FMIS zur Betriebssteuerung in landwirtschaftlichen Betrieben erreichen kann. Hiervon wird sich letztlich der Investitionsrahmen ableiten, der zur Nutzung einer solchen Lösung bereitgestellt werden kann. Eine vollständige Eigenentwicklung durch landwirtschaftliche Betriebe selbst erscheint unrealistisch, da zu aufwändig. Mögliche Optionen sind die Schaffung privatwirtschaftlicher Angebote oder der Zusammenschluss mehrerer Betriebe, bspw. im Rahmen von Interessensverbänden oder Genossenschaften. Die Schaffung eines FMIS und das Angebot im Rahmen eines Betreibermodells sind möglich, hängen aber von der konkreten Investitionsbereitschaft von Landwirtinnen und Landwirten ab. Prinzipiell gilt, dass die erwartbaren hohen Herstellungskosten auf möglichst viele Abnehmer umgelegt werden sollten, d. h., dass ein Angebot an einen möglichst großen Interessentenkreis gemacht werden sollte. Da die untersuchten und einzubindenden Softwaresysteme bundesweit vertrieben werden, ist auch ein bundesweites FMIS-Angebot zielführend. Softwareanbieter sollten die Ergebnisse zum FMIS als Marktbedarf annehmen und evaluieren, ob die Schaffung eigener Angebote eine Option für ihr Portfolio darstellt.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dieser Studie können genutzt werden, um die Ausgestaltung eines übergreifenden Datenmanagements weiter zu konkretisieren und voranzutreiben. Essenziell ist aus unserer Sicht die übergeordnete Einbeziehung relevanter Stakeholder, wozu insbesondere Landwirtinnen und Landwirte sowie die Softwareanbieter zählen. Letztere sind aus unserer Sicht in der Verantwortung, in ihren Angeboten die Grundlage für ein interoperables Datenmanagement zu schaffen. Aufgrund der komplexen Anforderungen eines umfassenden Datenmanagements, das alle Betriebszweige und betrieblichen Prozesse umfasst, schlagen wir vor, mit einzelnen konkreten Pilotierungen fortzufahren (vgl. Abschnitt 3.4.9). Hier könnten bspw. einzelne Kennzahlen wie im Rahmen der Studie entwickelt in Projektbetrieben mit den verfügbaren Softwarelösungen umgesetzt und in einem prototypischen FMIS dargestellt werden. Zur Prototypisierung bietet es sich an, eine verfügbare Business Intelligence-Lösung zu nutzen, in der abgeleitete Zielgrößen einfach visualisiert werden können. Die in solchen Pilotierungen gesammelten Erfahrungen können genutzt werden, um detaillierte Anforderungsprofile und konkrete Lösungskonzepte für das Datenmanagement und ein FMIS abzuleiten. Wir empfehlen, zunächst mit wenigen konkreten Anwendungsfällen zu starten und die entwickelten Lösungen nach und nach um Funktionalität zu erweitern. Welche Organisation eine solche Aktivität vorantreibt, muss in der sächsischen Landwirtschaft in einem der nächsten Schritte geklärt werden.

Unabhängig von Datenmanagement und FMIS empfehlen wir, den Wissenstransfer bzgl. der Digitalisierung insgesamt zu fördern und auszubauen. In verschiedenen Untersuchungen im Rahmen dieser Studie wurde deutlich, dass Landwirtinnen und Landwirte als Vertragspartner häufig in nachteiliger Position sind, was in Wissensvorsprüngen der Anbieter von technischen Anlagen, Landmaschinen, Softwarelösungen und digitalen Dienstleistungen begründet ist. Hierbei geht es nicht nur um Verträge oder AGB, sondern auch um das Wissen, welche Konsequenzen Entscheidungen mit sich bringen können. So ist für Landwirtinnen und Landwirte fast nicht nachvollziehbar, welche Folgen die Einwilligung in die Nutzung betrieblicher Daten durch privatwirtschaftliche Unternehmen mit sich bringen können. Hier unterstützen Aktivitäten wie die des LfULG Sachsen, aber auch unabhängige Landwirtschaftsverbände können diese Rolle einnehmen.

Die Digitalisierung der Landwirtschaft wird wie in anderen unternehmerischen und gesellschaftlichen Bereichen voranschreiten und zum Teil disruptive, aber auch positive Änderungen mit sich bringen. Negative Auswirkungen der Transformationsprozesse führen leider immer wieder zu Herausforderungen und Problemen wie Medienbrüchen in betrieblichen Arbeiten und lassen sich nicht vollkommen vermeiden. Wichtig ist es, beständig an der Verbesserung der Situation zu arbeiten und die Lasten nicht einseitig auf Landwirtinnen und Landwirte zu verteilen. Durch Digitalisierung ergeben sich viele zukünftige Potenziale, z. B. bei der Effizienzsteigerung betrieblicher Prozesse, der Maximierung von Erträgen, der Minimierung von klimatischen Auswirkungen und der Verbesserung der Nachhaltigkeit insgesamt. Landwirtschaftliche Betriebe sollten Digitalisierung als Chance verstehen und die betriebliche Umsetzung annehmen, gleichzeitig aber darauf achten, dass sie auch angemessen an den Vorteilen teilhaben.

3.6 Handlungsempfehlungen

Die folgenden, an konkrete Zielgruppen gerichteten Handlungsempfehlungen, wurden aus den Ergebnissen der Studie abgeleitet und stellen aus unserer Sicht geeignete Hebel dar, zentrale Herausforderungen in der sächsischen Landwirtschaft anzugehen.

3.6.1 Empfehlungen für Landwirte

3.6.1.1 HE1: Bildung von betrieblichen Interessensgemeinschaften

Das Genossenschaftswesen hat eine lange Tradition im Agrarbereich. Ähnliche Modelle zur Bündelung von Kräften sind auch im Umfeld der Digitalisierung denkbar. Eine Schaffung solcher Plattformen reduziert einzelbetriebliche Umsetzungsaufwände und es können kompetente Dienstleister mit anspruchsvollen Aufgaben betraut werden. Ein gemeinsames Auftreten würde die Marktmacht von Landwirtinnen und Landwirten stärken, sodass auch Interessen bezüglich der Digitalisierung gezielter vertreten werden könnten. Aus einer solchen Position heraus wäre es eher möglich, gegenüber den beauftragten IT-Anbietern einen diskriminierungsfreien Zugang zu den eigenen Daten mit APIs für Drittanbieter und eine Exportierbarkeit der eigenen Daten einzufordern. Zu beachten wäre dabei, diese Aspekte einer betrieblichen Datensouveränität bei der Umsetzung von Systemen auch explizit in Anforderungen mit aufzunehmen.

3.6.1.2 HE2: Digitale Technologien in landwirtschaftlichen Betrieben und Aufbau von Fachkompetenz

In Gesprächen mit Vertretern landwirtschaftlicher Betriebe werden regelmäßig Herausforderungen und hohe Aufwände als Digitalisierungshemmnisse beklagt. Diese liegen in Teilen sicherlich im Reifegrad verfügbarer Lösungen begründet, es muss dabei aber auch berücksichtigt werden, dass die digitale Landwirtschaft sich in einer Entwicklungsphase mit hoher Dynamik befindet und Angebote und Fähigkeiten noch nicht umfassend konsolidiert sind. Umgekehrt bietet die Digitalisierung ein enormes Potenzial für eine breite Bandbreite an Themen wie Produktionseffizienz, Nachhaltigkeit und Automatisierung.

Landwirtschaftliche Betriebe investieren bereits umfangreich in die Digitalisierung, acht von zehn Betriebe setzen digitale Technologien ein¹⁶⁶. Die Notwendigkeit weiterer Investitionen sollte als Chance zur Verbesserung der eigenen Produktion und Verwaltung erkannt werden, deren Potenzial sich möglicherweise erst

¹⁶⁶ Vgl. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Schon-8-von-10-Landwirten-setzen-auf-digitale-Technologien>

langfristig entwickelt. Als Analogie kann die Mechanisierung der Landwirtschaft herangezogen werden: Auch Traktoren mussten sich zunächst beweisen und einen ausreichenden Reifegrad entwickeln, bevor sie ihr volles Potenzial ausspielen konnten, während sie heute unverzichtbar sind. Dazu gehört, dass die Nutzung und auch das Teilen von Daten nicht per se negativ betrachtet oder gar ausgeschlossen werden sollte. Tatsächlich kann die Nutzung von Daten dabei helfen, Produktion und Prozesse effizienter zu gestalten und Produktqualitäten und -mengen zu erhöhen.

Der Aufbau von Fachkompetenz führt zum aufgeklärten und selbstbestimmten Nutzer, der auf „Augenhöhe“ mit seinen Vertragspartnern verhandeln kann. Aus unserer Sicht sollten Landwirtinnen und Landwirte nicht in die Lage kommen, selbsttätig technische Probleme bei der Nutzung digitaler Technologien lösen zu müssen - dies liegt im Verantwortungsbereich der Anbieter. Sie sollten aber in der Lage sein, Leistungen und Funktionen einschätzen zu können und auf die Erfüllung von Vereinbarungen zu bestehen. Es kann insbesondere für kleinere landwirtschaftliche Betriebe sinnvoll sein, hierfür auf unabhängige Beratung oder Interessensgemeinschaften zurückzugreifen. Eines der wichtigsten Themen, mit dem sich Landwirtinnen und Landwirte auseinandersetzen sollten, ist die Datensouveränität. Hierfür können die Informationen aus dieser Studie genutzt werden.

3.6.2 Empfehlungen für Behörden, beratende Stellen und landwirtschaftliche Interessensverbände

3.6.2.1 HE3: Bündelung von Aktivitäten über die föderale Ebene hinaus

Aktuell bilden sich eine Reihe von Initiativen auf verschiedensten Ebenen und in unterschiedlichen Organisationsformen rund um die Digitalisierung in der Landwirtschaft. Teilweise werden dabei Parallelentwicklungen durchgeführt, was beträchtlich zur bereits existierenden, aber fragmentierten Datenlandschaft im Agrarbereich beiträgt. Ein höheres Momentum könnte durch die Bündelung von Aktivitäten auf Landesebene mit ähnlichen Aktivitäten über die eigenen Landesgrenzen hinaus, auf nationaler oder sogar auf EU-Ebene, erreicht werden. Es sollte daher kontinuierlich beobachtet werden, welche Initiativen andere Akteure im Umfeld der Digitalisierung ankurbeln. Im Sinne der Förderung eines einheitlichen Vorgehens ist dabei der aktiven Beteiligung an existierenden Maßnahmen gegenüber eigenen in der Regel der Vorzug zu geben.

Die vorliegende Studie bezieht sich zwar auf den sächsischen Kontext, es ist aber sichtbar, dass die Ergebnisse mindestens deutschlandweit übertragbar sind. Eine Harmonisierung des Vorgehens über Ländergrenzen hinweg ist daher sinnvoll.

3.6.2.2 HE4: Aufbau und Transfer von Wissen

Digitale Werkzeuge im Kontext betrieblicher Produktionsprozesse, neue digitale Fähigkeiten von Landmaschinen, neuartige Sensorik und digitale Geschäftsmodelle sind nur einige Beispiele der Digitalisierung in der Landwirtschaft. Gepaart mit einer hohen Varianz an Produktionsprozessen in unterschiedlichen Betriebszweigen entsteht dabei eine Komplexität, die enorme Herausforderungen für Landwirtinnen, Landwirte und ihre Mitarbeitenden mit sich bringen. Vor dem produktiven Einsatz digitaler Hilfsmittel sind große Aufwände zum Erlernen der Technologien notwendig und häufig sind diese noch nicht so weit ausgereift, dass ein problemloser und aufwandsloser Betrieb möglich ist. Nach unserer Einschätzung ist der Einsatz digitaler Technologien insgesamt gewinnbringend und zukünftig sogar unerlässlich, jedoch erscheinen die Hürden dazu aktuell noch sehr hoch. Ein weiteres Hemmnis ist die Position von Landwirtinnen und Landwirten gegenüber Anbietern digitaler Technologien oder Softwarelösungen. Ohne umfassendes thematisches Wissen

können sie schnell in eine unterlegene Position geraten, wenn es bspw. um die Einschätzung der Leistungsfähigkeit eines Angebotes geht oder um die Verfügbarkeit von Alternativen.

Wir empfehlen daher, wesentlich in den Aufbau und den Wissenstransfer zu Themen rund um die Digitalisierung in der Landwirtschaft zu investieren. Häufig bieten Anbieter digitaler Technologien bereits Schulungen im Umgang mit ihren Produkten an. Diese sollten anwendergerecht ausgestaltet sein und idealerweise den umgebenden Kontext der jeweiligen Anwendung mit einbeziehen. Umgekehrt kann von Anbietern nur eingeschränkt erwartet werden, den gesamten, übergreifenden Kontext der Digitalisierung insgesamt darzustellen. Wir sehen landwirtschaftliche Interessensverbände und öffentliche oder staatliche Stellen in dieser Rolle und empfehlen, grundlegende Themen und Fragestellungen zu zielgruppengerechten Informationen aufzubereiten und über geeignete Wege zu verbreiten (bspw. Schulungen, Webinars, Informationswebseiten oder Unterlagen).

3.6.2.3 HE5: Prüfung und ggf. Verbesserung staatlicher Angebote

Staatliche Softwareangebote unterliegen prinzipiell den gleichen Anforderungen zur Verbesserung von Interoperabilität und Datenmanagement wie alle weiteren Systeme in der betrieblichen Softwarelandschaft. Diese sollten so bereitgestellt werden, dass sie Landwirtinnen und Landwirten einen maximalen Nutzen bei minimalen Hürden bieten. Damit einher geht auch die Berücksichtigung von Drittsystemen, die mit staatlichen Softwaresystemen interagieren. Hier kann durch eine übergreifende Abstimmung mit den Herstellern solcher Systeme eine bessere gegenseitige Integration erreicht werden, was die Nutzbarkeit für Landwirtinnen und Landwirte insgesamt erhöht.

Eine detaillierte Offenlegung aller Schnittstellen und Datenformatspezifikationen erleichtert die Umsetzung der Anbindung und Integration in betriebliche Managementsysteme. Landwirtinnen und Landwirte sollten Stammdaten nur einmalig eingeben müssen. Voraussetzung dafür ist, dass die staatlichen Softwareangebote mit einheitlichen Standards arbeiten. Beispielsweise sind Schlaggrenzen in allen Softwareanwendungen im Pflanzenbau eine entscheidende Größe, die sowohl zur Düngebedarfsermittlung im Februar als auch für den Agrarantrag im Mai benötigt werden. Praxisnahe Funktionalitäten wie die Handhabung auch von Teilschlägen bei der Düngebedarfsermittlung und die Anpassung von Schlagpolygonen für andere Anwendungsfälle können dabei die Akzeptanz erhöhen.

Die Möglichkeit, Konten verschiedener staatlicher Softwaresysteme beispielsweise durch Single Sign-on (SSO) zu verknüpfen, würde die häufig seltene Nutzung für die Landwirtinnen und Landwirte vereinfachen. Mit diesem Ziel sollten bei zukünftigen Entwicklungen auch automatisierte Schnittstellen Berücksichtigung finden.

3.6.2.4 HE6: Beteiligung an Diskussionsprozessen und Netzworkebildung

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft wird bereits in verschiedensten Gremien, Arbeitsgruppen und Veranstaltungen diskutiert (Kompetenznetzwerk Experimentierfelder, AEF, Gesellschaft für Informatik in der Landwirtschaft e.V., Bitkom Arbeitsgruppe Landwirtschaft usw.). Die Bildung weiterer Gruppen und Initiativen würde Ressourcen bei den Beteiligten binden und nicht unbedingt neue Erkenntnisse oder Fortschritte erzielen, was unserer Einschätzung nach eher kontraproduktiv wirken kann. Wichtig wäre jedoch, dass sich bestehende Gruppen stärker vernetzen, gegenseitig unterstützen, über Arbeiten an anderer Stelle informiert sind und Ergebnisse untereinander austauschen. Insofern sollte eine Beteiligung an vorhandenen Netzwerken mit teilweisen personellen Überlappungen angestrebt und in den Gruppen ein gegenseitiges Berichten angeregt werden. Dadurch kann ein branchenweiter Dialog zur Verbesserung der Gesamtsituation ins Rollen kommen, der in der Etablierung einer Datenkultur und dem Verfolgen einer gemeinsamen Strategie münden kann.

Die Schaffung einer FMIS-Spezifikation (s. Abschnitt 3.4.9.2) auf Basis der vorliegenden Konzepte wäre ein Beitrag, der die Diskussion positiv befruchten und als Anlass für einen intensivierten Austausch dienen kann.

3.6.2.5 HE7: Forderung nach offenen Schnittstellen und Standards

Für die Schaffung eines übergreifenden FMIS sind nicht verfügbare, schlecht oder nicht dokumentierte und in der Zugänglichkeit eingeschränkte Schnittstellen ein beträchtliches Hemmnis. Dies bedeutet nämlich, dass bei der Entwicklung mit Herstellern und Anbietern individuell Kontakt aufgenommen werden muss und teils aufwändige Abstimmungsgespräche zu führen sind – oft verbunden mit dem Risiko, dass sich später herausstellt, dass die Daten für die gewünschten Auswertungen nicht geeignet und verwertbar sind. HE11 führt diesen Aspekt etwas detaillierter aus.

Das Offenlegen und Dokumentieren von Schnittstellen nach oben genannten Grundsätzen kann von der freien Wirtschaft nicht erzwungen werden. Wenn vom Markt jedoch eine entsprechende Nachfrage signalisiert wird und gut informierte Kunden beginnen, die Umsetzung einzufordern, kann ein entsprechender Bewusstseinswandel – der teilweise schon im Gange ist – stattfinden oder beschleunigt werden. Staatliche Stellen sollten dabei mit gutem Beispiel vorangehen und die Dokumentation der Schnittstellen ihrer öffentlich zugänglichen Systeme – u. a. Spezifikationen, Schemas für Datenformate, Kodierlisten usw. – gut auffindbar über übliche Einstiegspunkte ihrer Angebote zugänglich machen. Spezifikationen sollten dabei ihrerseits auf offenen Standards beruhen.

3.6.2.6 HE8: Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements

Der in Anhang 1.5 beschriebene Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements kann und sollte ausgebaut werden. Dieser referenziert zwar in Teilen die auch im Rahmen der Studie genutzten Methoden und Vorgehensweisen, sodass diese als Modelle für Handlungsanweisungen genutzt werden können; allerdings wurden einige Teilaspekte nicht ausgearbeitet: Beispielsweise die Frage, welche Programme zur Förderung von Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen genutzt oder wie solche Programme ausgestaltet werden können, wurde im Rahmen der Studie nicht adressiert. Die Anwendung eines solchen kontinuierlichen Verbesserungsprozesses stößt in landwirtschaftlichen Betrieben sicher auch an praktische Grenzen. Allein schon der notwendige Zeitbedarf zur Beschäftigung mit den genannten Fragestellungen und Themen dürfte eine Herausforderung darstellen. Gegebenenfalls können die Ansätze aber im Rahmen von Demonstrationsprojekten erprobt werden und es kann dabei weiteres Material erarbeitet werden, das an die Nutzung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses heranzuführt und dabei hilft, diesen nach und nach in betriebliche Abläufe zu integrieren.

3.6.2.7 HE9: Weiterführung und Konkretisierung der FMIS-Konzeption und Pilotierung

Die Evaluierung des FMIS-Entwurfs hat gezeigt, dass Bedarf und Interesse an einem solchen Angebot besteht. Die Ergebnisse der Studie können als Impuls für die weitere Ausarbeitung der FMIS-Konzeption genutzt werden. In Workshops können Bedarfe von Landwirtinnen und Landwirten weiter detailliert werden, der Prozess sollte aber von Expertinnen und Experten im Informationstechnikbereich und dort speziell der Anforderungserhebung unterstützt werden. Anbietern von Software sollte dabei die Gelegenheit zur Mitwirkung gegeben werden, sodass diese Impulse setzen oder auch für ihre Angebote mitnehmen können. Begonnen werden sollte mit einer systematischen Anforderungserhebung. Dazu gehört die weitere Analyse von Prozessen, wie sie im Rahmen dieser Studie entwickelt und dargestellt wurde. Wegen des komplexen Umfelds sollte dabei schrittweise vorgegangen werden. Am besten wird zunächst für eine überschaubare Auswahl von Prozessen ein solides Konzept entwickelt. Hierfür müssen dann möglichst konkrete Anforderungen herausgearbeitet werden. Detaillierte Mock-ups erlauben dabei, vor der Implementierung das Systemverhalten auch für Endnutzer darzustellen und mit ihnen Teilaspekte zu diskutieren. „Rapid Prototyping“ mit einer leichtgewichtigen Pilotierung einzelner Prozesse unter Verwendung gängiger Business Intelligence Tools ist eine Möglichkeit, mit überschaubarem Aufwand Funktionsweisen aufzuzeigen und weiteren Evaluierungen zu unterziehen.

3.6.3 Empfehlungen für Softwareanbieter

3.6.3.1 HE10: Vereinheitlichung und Nutzung von Standards

In der Wissenschaft und Praxis werden Standards als Hilfsmittel zur Interoperabilität kontrovers diskutiert. Einerseits können von allen Beteiligten eines techno-digitalen Ökosystems einheitlich genutzte und interpretierte Standards ein hohes Maß an Interoperabilität herstellen. Andererseits ist es äußerst anspruchsvoll und bis heute nicht gelungen, eine domänenweite und von allen genutzte Standardisierung fachlicher und digitaler Inhalte umzusetzen. Die fehlende Umsetzung liegt einerseits in der fachlichen Komplexität der Landwirtschaft, andererseits aber auch in verschiedenen Entwicklungsgeschwindigkeiten und strategischen Ausrichtungen privatwirtschaftlicher Anbieter begründet. Ein wissenschaftlich aktuell breit untersuchter Lösungsansatz geht von der Koexistenz verschiedener Standards aus, die durch eine ergänzende Selbstbeschreibung zu gegenseitiger Interoperabilität gebracht werden können. Auch wenn dieser Lösungsansatz aussichtsreich erscheint, ist dazu noch Forschungsarbeit und praktische Entwicklung notwendig, sodass eine solche Lösung kurz- bis mittelfristig nicht absehbar erscheint.

Unsere Empfehlung ist es daher, bis dahin auf Standards als Zwischenlösung zu setzen und deren Nutzung mit jeweils geeigneten Aktivitäten zu fördern. So kann es ratsam sein, für Teilbereiche landwirtschaftlicher Produktion kleinere und flexiblere Bereichsstandards zu etablieren. Ein weiterer Ansatz ist die Harmonisierung oder Zusammenführung prinzipiell ähnlicher Standards, bspw. auf föderaler Ebene hin zu einer nationalen oder EU-weiten Lösung. Wichtig ist in jedem Fall, dass sich alle beteiligten Akteure auf möglichst wenige Standards verständigen, existierende einbeziehen und deren Nutzung konsequent umsetzen. Hierzu sind prinzipiell Anbieter von Technologien wie auch staatliche Stellen aufgerufen. Auch Zielgrößen im Rahmen eines FMIS könnten allgemeingültig definiert und zu einem Standard entwickelt werden, der zur „Befüllung“ der Zielgrößen genutzt werden kann.

3.6.3.2 HE11: Schaffung offener Schnittstellen

Recht einhellig wurde in den Fachgesprächen sowohl von Softwareanbietern als auch von Landwirtinnen und Landwirten sinngemäß formuliert, dass „die Daten der Landwirtin bzw. dem Landwirt gehören“: Über betriebsbezogene Daten, die im landwirtschaftlichen Produktionsprozess erzeugt werden, sollen Landwirtinnen und Landwirte somit souverän verfügen können. Damit dies möglich ist, müssen Systeme, die diese Daten verarbeiten und speichern, Schnittstellen zumindest für den lesenden Zugriff für Drittanbieter (die z. B. im Auftrag von Landwirtinnen und Landwirten agieren) anbieten. Für eine tatsächliche Zugänglichkeit reicht es jedoch nicht aus, proprietäre oder undokumentierte Schnittstellen zu schaffen, die lediglich auf Anfrage offengelegt werden. Ein solches Vorgehen schafft unnötige Barrieren und erzeugt vermeidbare Aufwände für individuelle, bilaterale Abstimmungen. Spezifikationen und – wenn vorhanden und möglich – Referenzimplementierung sollten daher gut auffindbar und frei zugänglich ins Internet gestellt werden, entweder in unmittelbarer Nähe zu den eigentlichen Anwendungen oder von dort verlinkt auf gängige Entwicklerplattformen, in denen die Information gut nutz- und auffindbar ist (z. B. GitHub, SourceForge). Beispielhaft können hier ADAPT¹⁶⁷, agrirouter¹⁶⁸ und HI-Tier¹⁶⁹ genannt werden.

Im Rahmen einer guten Praxis der Softwareentwicklung sind Schnittstellenspezifikationen und -dokumentationen auch im eigenen Interesse der Anbieter zu erstellen. Es entstehen hierdurch also nur begrenzt zusätzliche Aufwände. Davon unberührt bleibt die Möglichkeit, Daten durch Mechanismen der Zugriffsbeschränkung und Rollenkonzepte zu schützen. Der Begriff einer offenen Schnittstelle bezieht sich lediglich auf den Zugang zu Spezifikationen und Dokumentation und ist nicht gleichzusetzen mit offengelegten Daten (Open Data).

Im Idealfall sind in Systemen umgesetzte Schnittstellen sowohl standardisiert als auch offen (s. a. HE10). Die grundlegende Infrastruktur des Internets beruht auf diesen Grundsätzen. Das heißt, auch Standards und Normen sollten den Grundsätzen offener Schnittstellen folgen.

3.6.3.3 HE12: Transparenz beim Umgang mit Daten

Der Umgang mit betrieblichen Daten im Rahmen von Softwarelösungen ist ein wichtiges Anliegen von Landwirtinnen und Landwirten, dem Softwareanbieter mit Transparenz und Offenheit begegnen sollten. Das Thema wird zwar bereits im Rahmen von Leistungsbeschreibungen oder Vertragsbedingungen adressiert, ist häufig aber als Marketingversprechen formuliert oder für nur schwer nachvollziehbar. Mit der Definition von Datensouveränität in Abschnitt 2.3.3 wird ein Rahmen vorgeschlagen, der zur Darstellung des Umgangs mit Daten genutzt werden kann. Denkbar ist auch ein standardisiertes Beiblatt, das den Umgang mit betrieblichen Daten vergleichbar und verständlich darstellt. Durch eine Bereitstellung dieser Information für potenzielle Käufer können Anbieter der wachsenden Sensibilisierung für das Thema begegnen und ihr eigenes Angebot herausstellen.

¹⁶⁷ <https://github.com/ADAPT/ADAPT>

¹⁶⁸ <https://github.com/DKE-Data/agrirouter-interface-documentation>

¹⁶⁹ <https://www1.hi-tier.de/HitCom3/apiHelp>

4 Zusammenfassung

Im Kontext des betrieblichen Datenmanagements und FMIS in landwirtschaftlichen Betrieben bestand beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) ein wissenschaftlich fundierter Informationsbedarf zur Konzeption eines Betriebssteuerungssystems für landwirtschaftliche Betriebe in Sachsen. Diese Studie untersuchte die gegebenen Fragestellungen umfassend durch Recherchen, Umfeldanalysen und Gespräche mit Interessensvertretern. Es wurden Lösungskonzepte erstellt und bewertet sowie eigene Modellierungshilfen und praxisorientierte Hilfestellungen entwickelt, die auch über die aktuellen Aktivitäten des LfULG Sachsen hinaus für Folgeaktivitäten genutzt werden können. Für landwirtschaftliche Betriebe wurden Informationsblätter erstellt; weitere Inhalte zum Wissenstransfer können aus der Studie abgeleitet werden.

Eine ausführliche inhaltliche Darstellung der Studienergebnisse befindet sich in Abschnitt 3.5.1. Die Aufgabenstellung der Studie war in drei Teile untergliedert: Datenmanagement (Teil I), FMIS (Teil II) und Betreibermodelle (Teil III). Die Projektergebnisse dazu sind:

Teil I: Die IST-Situation zum betrieblichen Datenmanagement ist nicht ausreichend, um ein FMIS gemäß den Projektzielen zu etablieren. Hauptursache dafür ist das Fehlen ausreichender oder offener Schnittstellen zu betrieblich genutzten Softwaresystemen als notwendige Datenquellen des FMIS. Verfügbare technologische Fähigkeiten genügen prinzipiell, doch erschweren die Komplexität landwirtschaftlicher Prozesse und die Marktsituation mit einer Vielzahl an Softwareangeboten eine umfassende Gesamtlösung. Ein Lösungskonzept für ein einzelnes, dediziertes Datenmanagementsystem erscheint unter den gegebenen Umständen unrealistisch und nicht zielführend. Vorgeschlagen wurde ein Lösungskonzept, das ein hybrides Datenmanagement vorsieht, in dem verschiedene verfügbare und zukünftige Ansätze und Angebote kombiniert werden. Als Projektergebnis wurde das landwirtschaftliche Gesamtszenario betrieblich genutzter Softwaresysteme dargestellt, dies kann als Orientierungshilfe für die weitere konkrete Ausgestaltung genutzt werden. Es wurden konkrete Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der aktuellen IST-Situation aufgestellt. Kritisch für den Erfolg ist, dass in zukünftigen Aktivitäten die Anbieter von betrieblich genutzten Softwarelösungen möglichst umfassend einbezogen werden.

Teil II: Das entwickelte und als grafisches Konzept evaluierte FMIS stellt betriebliche Zielgrößen dar, die aufbauend auf Quelldaten aus betrieblich genutzten Softwarelösungen berechnet werden. Diese Zielgrößen dienen der Betriebssteuerung und führen Informationen betriebszweigübergreifend zusammen. Existierende Softwarelösungen fokussieren vorwiegend auf ihre jeweiligen spezifischen Teilbereiche. In einer Evaluierung mit Landwirtinnen und Landwirten wurde dem entwickelten FMIS Potenzial und konkreter Nutzen zugemessen. Es wurde aber auch sichtbar, dass nur eine eingeschränkte Investitionsbereitschaft für eine solche Lösung besteht. Offen blieb, welcher konkrete monetäre bzw. betriebswirtschaftliche Nutzen aus einem solchen FMIS in einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben entsteht. Dieser Nutzen bedingt letztlich den möglichen finanziellen Investitionsrahmen und sollte in Folgeaktivitäten konkretisiert werden. Der grundsätzlich gegebene Bedarf an einem FMIS gemäß der Zielsetzung kann aktuell durch das Fehlen dazu notwendiger Schnittstellen zu einzubeziehenden Softwaresysteme nicht erfüllt werden.

Teil III: Betreibermodelle für Bestandteile des vorgeschlagenen hybriden Datenmanagements sehen wir vorwiegend als privatwirtschaftliche Angebote, beispielsweise als Datenhub, Datenrouter oder gemeinsamer Schnittstellenstandard. Diese können eigenständige Lösungen oder auch Teillösungen in existierenden Softwareangeboten sein. Für ein FMIS kommen aus unserer Sicht als Betreiber privatwirtschaftliche Unternehmen oder landwirtschaftliche Interessensvertreter bzw. Genossenschaften in Frage. Letztere können sich aus landwirtschaftlichen Betrieben zusammensetzen und die Realisierung eines FMIS gemeinschaftlich und nach eigenen Anforderungsprofilen umsetzen. Die Umsetzung selbst sollte durch IT-Unternehmen erfolgen, während die Genossenschaften konzeptionell mitwirken und die Finanzierung tragen sollten.

Ergänzend zu den Ergebnissen der Teile I bis III wurden eigene **Modelldarstellungen und Hilfestellungen** entwickelt, die die Entstehung der Studienergebnisse unterstützten und über die Studie hinaus genutzt werden können. Dazu gehören insbesondere folgende Ergebnisse:

- Ein Datenkatalog zur Übersicht über landwirtschaftliche Datenbestände (s. Abschnitt 2.1.2)
- Eine Übersicht verfügbarer Softwareangebote (s. Abschnitt 2.2.1)
- Ein Prozessmodell zur Abbildung betrieblicher Prozesse (s. Abschnitt 3.1)
- Ein grafischer und fachlicher Entwurf für ein FMIS (s. Abschnitt 3.4.4)
- Als Informationsblätter bereitgestellte Inhalte für den Wissenstransfer (Anhang 0)
- Ein an das Konzept kontinuierlicher Verbesserungsprozesse angelehnter Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements in landwirtschaftlichen Betrieben (Anhang 1.5)

Auf Basis der Projektergebnisse wurden abschließend konkrete **Handlungsempfehlungen** für Landwirtinnen und Landwirte, Softwareanbieter, Behörden, beratende Stellen sowie landwirtschaftliche Interessensverbände formuliert (s. Abschnitt 3.6). Die Empfehlungen haben zum Ziel, den IST-Stand im Kontext dieser Machbarkeitsstudie zu verbessern und die Digitalisierung der Landwirtschaft allgemein zu unterstützen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die gegebene Zielsetzung zu Datenmanagement und FMIS in der Landwirtschaft hohe Relevanz aufweist und Defizite vorliegen: ein betriebliches Datenmanagement zur nahtlosen Integration von technischen Systemen, Maschinen und Softwarelösungen fehlt ebenso wie ein betriebszweigübergreifendes FMIS. Lösungsansätze sind vorhanden, müssen vor der Verbesserung des Datenmanagements und der Umsetzung eines FMIS aber weiter detailliert und konkretisiert werden. Eine wesentliche Herausforderung liegt darin, alle für ein FMIS relevanten Softwareangebote übergreifend einzubeziehen.

5 Glossar

Begriffe/ Abkürzungen	Erläuterung
Access-Datenbank	Ein Datenbanksystem, welches ein Produkt des Softwareherstellers Microsoft ist.
ADED	Agricultural Data Element Dictionary
ADIS	Agricultural Data Interchange Syntax
AEF	Agricultural Industry Electronics Foundation
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
API	Application Programming Interface
ATR	Acid Test Ratio
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
AWS	Amazon Web Services
BESyD	Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung
BI	Business Intelligence
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
C5	Cloud Computing Compliance Criteria Catalogue
DFÜ-Abkommen	Im DFÜ-Abkommen hat die deutsche Kreditwirtschaft den EBICS-Standard in der Schnittstellenspezifikation zum „Abkommen über die Datenfernübertragung zwischen Kunde und Kreditinstitut“ verankert
DIH	Data Intelligence Hub
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
EBICS	Electronic Banking Communication Standard
EBIT	Earnings before Interest and Taxes
EC2	Elastic Compute Cloud
EFDI	Extended FMIS Data Interface
EKR	Eigenkapitalrentabilität
ELSTER	Elektronische Steuererklärung
EPPO-Code	Der EPPO-Code, früher auch Bayer-Code genannt, ist ein System zur schnellen Identifikation von Schadorganismen in landwirtschaftlich genutzten Kulturpflanzen
ERP-System	Enterprise Resource Planning System
ESRI Shapefile	Dateiformat entwickelt von ESRI für vektorielle Geodaten
FBZ	Förder- und Fachbildungszentrum
FinTS	Financial Transaction Services
FME	Feature Manipulation Engine
FMIS	Farm Management Informationssystem (siehe auch Abschnitt 2.3.1)
FMS	Farm Management System
GeoJSON	GeoJSON ist ein Format für den Austausch von Geodaten, das auf JavaScript Object Notation (JSON) basiert ¹⁷⁰ .
GIS	Geoinformationssystem
GML	Geography Markup Language

¹⁷⁰ <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7946.txt>

Begriffe/ Abkürzungen	Erläuterung
GoBD	Grundsätze zur ordnungsmäßigen Führung und Aufbewahrung von Büchern, Aufzeichnungen und Unterlagen in elektronischer Form sowie zum Datenzugriff
HBCI	Homebanking Computer Interface
HI-Tier	Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a Service
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
ISS	Informations- und Servicestelle
JSON	JavaScript Object Notation
KEA	Kumulierter Energieaufwand
KLR	Kosten-Leistungsrechnung
KSE	Kombinierte Schlagebene
LKV	Landeskontrollverband
LPIS	Land Parcel Information System
Medienbruch	Siehe Abschnitt 2.3.2
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
Native	In der Informatik sind native Software oder Datenformate solche, die für die Ausführung auf einem bestimmten Betriebssystem entwickelt wurden
Nmin	Im Boden verfügbarer mineralisierter Stickstoff
OGC	Open Geospatial Consortiums
PaaS	Platform as a Service
PSD2	Zweite Europäische Zahlungsdienstrichtlinie
QS	QS Qualität und Sicherheit GmbH. Qualitätssicherung in der Lebensmittelkette vom Produzenten bis zum Endkonsumenten (z. B. Schweinehaltung)
SaaS	Software as a Service
SLA	Service-Level-Agreements
SSO	Single Sign-on
TC	Task Controller
URI	Uniform Resource Identifier
XML	Extensible Markup Language
XS2A	Access to Account

Anhang

Anhang 1 Informationsblätter

Dieser Teil des Anhangs wird dem Abschlussbericht der Studie als separate Informationsblätter beigelegt.

Anhang 1.1 Datensouveränität

Informationsblatt Datensouveränität.pdf

Anhang 1.2 Medienbrüche

Informationsblatt Medienbrüche.pdf

Anhang 1.3 Cloubasierte Software

Informationsblatt Cloubasierte Software.pdf

Anhang 1.4 Datenmanagementvarianten

Informationsblatt Datenmanagementvarianten.pdf

Anhang 1.5 Prozesszyklus zur Verbesserung des betrieblichen Datenmanagements

Informationsblatt KVP.pdf

Anhang 2 Digitaler Anhang

Dieser Teil des Anhangs wird dem Abschlussbericht der Studie in digitalen Formaten beigelegt.

Anhang 2.1 Datenkatalog auf Attributebene für die Data Dictionaries von ISO11783 und ADED

Datenkatalog-v5.xlsx

Anhang 2.2 Katalog landwirtschaftlicher Softwareanwendungen

Katalog_Softwareysteme_LfULG.xlsx

Anhang 2.3 Produktionsverfahrensübersichten

Anhang 2.3.1 Grassilage als Beispiel aus dem Bereich Grünlandwirtschaft

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Produktionsverfahrensübersicht - Grassilage als Beispiel aus dem Bereich Grünlandwirtschaft.pdf

Anhang 2.3.2 Milcherzeugung

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Produktionsverfahrensübersicht - Milcherzeugung.pdf

Anhang 2.3.3 Winterraps mit Vorfrucht Wintergerste

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Produktionsverfahrensübersicht - Winterraps mit Vorfrucht Wintergerste.pdf

Anhang 2.3.4 Winterweizen mit Vorfrucht Silomais

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Produktionsverfahrensübersicht – Winterweizen mit Vorfrucht Silomais.pdf

Anhang 2.4 Grafische Darstellungen exemplarischer Produktionsprozesse

Anhang 2.4.1 Düngeprozessmodell

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Düngeprozess.pdf

Anhang 2.4.2 Input ohne Ausbringung

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Detailansicht Datenflüsse Input ohne Ausbringung (z. B. Bodenbearbeitung).pdf

Anhang 2.4.3 Monitoring

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Detailansicht Datenflüsse Monitoring (vereinfacht anhand mehrerer Beispiele).pdf

Anhang 2.4.4 Output

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Detailansicht Datenflüsse Output (z. B. Ernte).pdf

Anhang 2.4.5 Tierhaltung

LfULG-Machbarkeitsstudie (2021) - Detailansicht Datenflüsse Tierhaltung.pdf

Anhang 2.5 FMIS-Oberflächen

FMIS Design komplett.pdf

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E- Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.lfulg.sachsen.de

Autoren:

Prof. Dr. Thomas Herlitzius, Benjamin Striller
TU Dresden, Institut für Naturstofftechnik
Bergstraße 120, 01069 Dresden
Telefon: + 49 351 46 33 2777
Telefax: + 49 351 46 33 7133
E-Mail: Thomas.Herlitzius@tu-dresden.de

Jens Henningsen, Thomas Jeswein, Philipp Neuschwander,
Bernd Rauch, Simon André Scherr
Fraunhofer IESE

Daniel Martini, Nils Reinosch, Dr. Jan Ole Schroers,
LivSeuring KTBL

Redaktion:

Nikolaus Staemmler
Abteilung 2/ Referat 22
August-Böckstiegel-Straße 3, 01326 Dresden Pillnitz
Telefon: + 49 351 2612-2217
Telefax: + 49 351 451 2610 010
E-Mail: Nikolaus.Staemmler@smekul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

10.10.2021

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber
als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de>
heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung
im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information
der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder
Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt
für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf
Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie
das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer
Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe
an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de