

Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Thematik „Teilflächenspezifische Aussaat bei Mais“

Marktrecherche zur Erstellung von Aussaatkarten durch Dienstleister

Inhaltsverzeichnis

1	PROBLEMSTELLUNG	1
2	ÜBERSICHT DER ANBIETER	1
3	SYSTEMATIK ZUR VERGLEICHBARKEIT VON ANBIETERN	5
4	DETAILVERGLEICH VON APPLIKATIONSKARTEN VERSCHIEDENER ANBIETER	7
5	ZUSAMMENFASSUNG	16
	ANHANG	17

1 Problemstellung

Landwirtschaftliche Nutzflächen sind hinsichtlich der Merkmale des Bodens oft variabel gestaltet, so dass auch die Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen unterschiedlich sind. Mit der fortschreitenden Digitalisierung in der Landwirtschaft ist es möglich geworden, diese kleinräumige Variation zu erfassen. So stehen z.B. seit dem letzten Start der Sentinel-2-Erdbeobachtungssatelliten der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) im Jahr 2017 neue technische Möglichkeiten zur Verfügung. Das Satellitenpaar misst im Abstand von ungefähr drei Tagen die Reflexion des Sonnenlichts von der Erdoberfläche im roten bis nahinfraroten Wellenlängenbereich. Aus den 13 Spektralkanälen dieser Bilder (Auflösung 10 x 10 m) werden Parameter des Pflanzenbestandes abgeleitet. Weitere Datenquellen sind Messungen zur elektrischen Leitfähigkeit und zum Nährstoffgehalt des Bodens sowie zum Pflanzenwachstum infolge betriebsüblich durchgeführten Sensoreinsatzes und der Ertragskartierung. Mit Hilfe dieser Größen kann durch Bewirtschaftungsmaßnahmen die ortsspezifische Heterogenität, z.B. durch teilflächenspezifische Düngung, teils ausgeglichen werden.

Unter den klimatischen Bedingungen Mitteldeutschlands wird das Pflanzenwachstum oft durch das verfügbare Wasser im Boden limitiert. Weil Letzteres meist nicht direkt beeinflusst werden kann, scheint es sinnvoll, die Bestandesdichte der Wasserverfügbarkeit anzupassen. Von besonderer Bedeutung ist dieser Zusammenhang für Kulturarten, die nur einen Trieb bilden und damit hinsichtlich der Bestandsstruktur sehr beschränkt auf wechselnde Wachstumsbedingungen reagieren können. Beachtung findet hierbei aufgrund seines Anbauumfanges vor allem der Mais.

Das vor diesem Hintergrund entwickelte Verfahren der teilflächenspezifischen Aussaat soll es dem Landwirt ermöglichen, auf die standörtlichen Gegebenheiten mit einer Variierung der Aussaatstärke reagieren zu können. Um diese Technologie im praktischen Maisanbau zu etablieren, wurde die IAK Agrar Consulting GmbH vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) beauftragt, Handlungsempfehlungen zur Erreichung dieses Zieles zu erarbeiten. Im ersten Schritt galt es, die am Markt verfügbaren Angebote zu charakterisieren, eine Systematik zur verständlichen Unterscheidbarkeit derselben zu erarbeiten sowie im Rahmen eines Detailvergleiches ausgewählte Anbieter und ihre Ergebnisse näher zu untersuchen.

2 Übersicht der Anbieter

Die Gewinnung von Informationen hinsichtlich verfügbarer Lösungen zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Mais erfolgte über frei zugängliche Beschreibungen der Anbieter sowie die Befragung der im jeweiligen Unternehmen hierfür verantwortlichen Person in Form eines Telefoninterviews. Letzterem wurden definierte Kriterien zugrunde gelegt. Die so ermittelten Erkenntnisse werden nachfolgend als Exzerpt in tabellarischer Form dargelegt (Tab. 1).

Die Lösungen werden als Dienstleistung oder freie Anwendung angeboten (Tab. 1). Satellitenbilder bilden überwiegend die Datenbasis und können teils durch externe Daten ergänzt werden. Der agronomische Hintergrund der Lösungen ist vielfältig, wobei der Anwender sein Wissen stets in die Saatentscheidung einfließen lassen kann. Der Datentransfer wird in allen Fällen durch die verbreitetsten Dateiformate unterstützt.

Eine ausführliche Charakterisierung der Anwendungen zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Mais ist unter <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/aussaat-51688.html> aufgeführt.

Tabelle 1: Ausgewählte Charakteristika der Angebote zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Mais

Anbieter	Dienstleistung	Datenquelle intern	Datenquelle extern	Agronomischer Hintergrund	Modifikation der Applikationskarte	Validierung	Datenimport	Datenexport
Nextfarming	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, KML	Shape, TF-XML
KWS	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML
Helm AG	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, KML	Shape, ISO-XML
Agravis	✓	Satellit	✓	✓	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML
BayWa	✓	Satellit	⊖	⊖	✓	✓	Shape, KML	Shape, TF-XML
Dehner	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML etc.	Shape, ISO-XML
EXAgT	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML
geo-konzept	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, KML etc.	Shape, ISO-XML
Plantivo	✓	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, KML etc.	Shape, ISO-XML
xFarm	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML, etc.
365FarmNet	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML	ISO-XML
Kleffmann Digital	✓	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML etc.	Shape, ISO-XML
Saatbau Linz	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, ISO-XML, etc.	Shape, ISO-XML, etc.
Syngenta	✓	Satellit	✓	✓	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML, etc.
Limagrain	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape, KML, etc.	Shape, ISO-XML
xarvio	✓	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML	Shape, ISO-XML
Agromais	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape	Shape, ISO-XML, etc.
BAT Agrar	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML etc.	Shape, ISO-XML, etc.
Greising Agrar	✓	Satellit	⊖	✓	✓	⊖	Shape, KML	Shape, ISO-XML
OneSoil	⊖	Satellit	✓	⊖	✓	✓	Shape, KML	Shape, ISO-XML, etc.
Farmblick	✓	EM38-MK2	✓	⊖	✓	⊖	Shape	Shape, ISO-XML, etc.
Bayer	✓	Satellit	⊖	✓	✓	✓	Shape	Shape, ISO-XML, etc.
Greenspin	⊖	Satellit	✓	✓	✓	⊖	Shape, ISO-XML, etc.	Shape, ISO-XML, etc.
Solorrow	✓	Satellit	⊖	⊖	✓	⊖	Shape, ISO-XML	Shape, ISO-XML

✓ - trifft zu, ⊖ - trifft nicht zu

Beschreibung der in Tabelle 1 aufgeführten Charakteristika:

Anbieter

Name der Firma, die eine Lösung zur Erstellung von georeferenzierten Karten zur teilflächenspezifischen Aussaat anbietet

Dienstleistung

Kennzeichnung, ob die Kartenerstellung in Form einer Dienstleistung zur Verfügung gestellt wird

Datenquelle intern

Nennung der über die Modulanwendung zugänglichen Datenquellen

Datenquelle extern

Beschreibt die Möglichkeit des Anwenders, eigene georeferenzierte Daten in den Erstellungsprozess der Klassifikationskarte einfließen zu lassen

Agronomischer Hintergrund

Zeigt, ob der vom Anbieter empfohlenen Saatmenge agronomisches Wissen zugrunde liegt

Modifikation der Applikationskarte

Beschreibt die Möglichkeit des Anwenders, die Applikationskarte hinsichtlich ihrer Klassenanzahl und -besetzung sowie ihrer Geometrie zu modifizieren

Validierung

Kennzeichnet die Erprobung des in der Anwendung integrierten agronomischen Wissens

Datenimport

Charakterisiert das Format der im Rahmen der Kartenerstellung verwendeten Dateien

Datenexport

Charakterisiert das Format der im Rahmen der Anwendung erstellten und an ein Terminal zu exportierende Datei

3 Systematik zur Vergleichbarkeit von Anbietern

Die zielgerichtete Anwendung des Verfahrens der teilflächenspezifischen Aussaat, als Basis für dessen umfassende Verbreitung in der landwirtschaftlichen Praxis, setzt das Wissen über die am Markt verfügbaren Angebote und deren Charakteristika voraus. Die Vielzahl an Angeboten sowie deren Verschiedenartigkeit wirkt hierbei jedoch erschwerend. Demgemäß wurde zum Zweck einer verständlichen Vergleichbarkeit der Angebote eine auf den Erkenntnissen der Marktrecherche basierende Klassifikation erstellt.

Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob die Karten, die die Heterogenität des Schlages widerspiegeln, mit Beteiligung des Anbieters erstellt werden oder ob diese Aufgabe vollständig dem Anwender obliegt (Abb. 1):

- *(Teil-)Dienstleistung des Anbieters:* Es gibt Anbieter, die sowohl die Klassifikationskarte als auch die Applikationskarte erstellen und mit letzterer eine Saatmengenempfehlung aussprechen. Dabei können der Klassifikationskarte ausschließlich interne Daten zugrunde gelegt werden oder interne und externe Daten werden kombiniert (Abb. 1). In beiden Fällen sind die Anzahl und Besetzung der Klassen modifizierbar. Andere Anbieter stellen nur die Klassifikationskarte zur Verfügung und der Anwender muss die Applikationskarte selbst mit Saatmengen hinterlegen (Abb. 1). Auch hierbei wird unterschieden, ob die Daten ausschließlich vom Anbieter zur Verfügung gestellt werden oder ob der Anwender diese um externe Daten ergänzen kann.
- *Erstellung durch den Anwender:* Klassifikations- und Applikationskarte werden ausschließlich vom Anwender erstellt (Abb. 1). Es wird differenziert, ob die Daten für die Klassifikation der standörtlichen Heterogenität vom Anbieter bereitgestellt werden, ob der Anwender ausschließlich externe Daten verwendet oder interne und externe Daten kombiniert. In allen Fällen obliegt die Bestimmung der Saatstärke dem Anwender.

Die beschriebenen Angebote (vgl. Kapitel 2) sind dieser Klassifikation zugeordnet worden (Tab. A2).

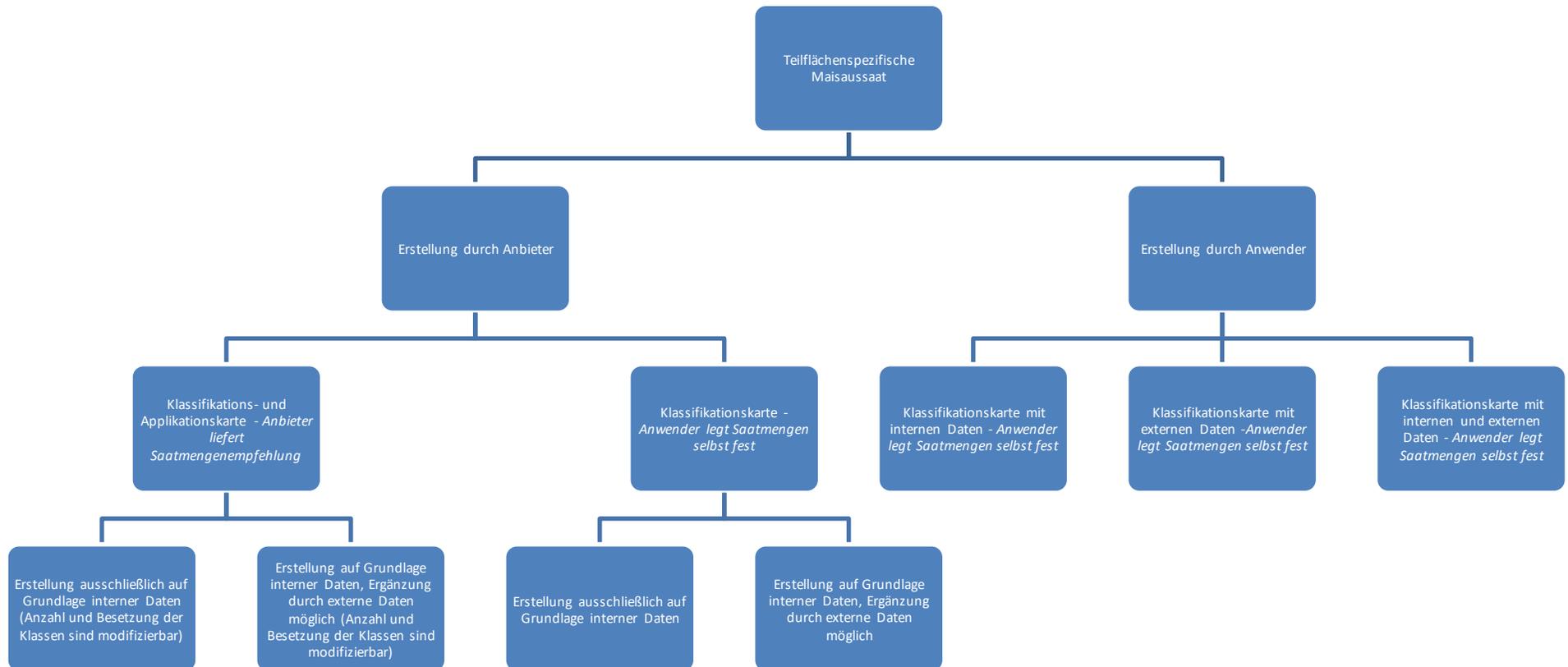


Abb. 1: Klassifikation von Angeboten zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Mais (Entscheidungsbaum)

4 Detailvergleich von Applikationskarten verschiedener Anbieter

Die Charakterisierung der am Markt verfügbaren Angebote hat gezeigt, dass die als Dienstleistung angebotenen Anwendungen auf wissenschaftlichen Algorithmen und Simulationsberechnungen beruhen und damit standardisiert sind. Deshalb war in dieser Kategorie eine vergleichende Betrachtung sich methodisch unterscheidender Angebote, vor allem hinsichtlich der Klassifizierung der Standortheterogenität wie auch der Saatmenge, von besonderem Interesse. Unter diesem Aspekt wurden die Anbieter EXAgT, KWS, Limagrain und NextFarming berücksichtigt.

Als Basis für diesen Vergleich wurde jeweils ein Schlag mit für die teilflächenspezifische Aussaat relevanter Bodenheterogenität und Niederschlagsmenge in Kunzwerda (Region Torgau), in Crostwitz (Region Bautzen) und in Memmendorf (Region Öderan) ausgewählt. Die Anbieter wurden mit der Erstellung einer Applikationskarte für jeden Schlag beauftragt. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, hat der Auftraggeber wichtige Ausgangsbedingungen vorab definiert (Tab. A 1).

Der detaillierte Vergleich der Anbieter erfolgte anhand von acht ausgewählten Kriterien:

- 1) Zonierung der Applikationskarten.
- 2) Aussaatmenge,
- 3) Güte der Klassifikationskarte,
- 4) Verfahren der Erstellung,
- 5) Transparenz,
- 6) Support,
- 7) Anwendung und
- 8) Kosten.

Zonierung der Applikationskarten

Beim Vergleich der von den Anbietern beschriebenen Heterogenität der Wachstumsbedingungen diente die von der Firma NextFarming auf der TalkingFields®-Karte basierende Applikationskarte als Referenz, zu ihr wurden die Karten der anderen Anbieter in Beziehung gesetzt (Tab. 2). Die Karte (<https://www.talkingfields.de/alle-produkte/basiskarte/>) wurde ausgewählt, da sie ein anerkanntes und leistungsfähiges Produkt ist.

Die Applikationskarten wurden im Programm QGIS derart aufbereitet, dass für jede Rasterzelle der Klassenabstand (siehe oben) ermittelt und der Flächenanteil der Abstandsklassen erfasst werden konnte (Tab. 2).

Die Ergebnisse zeigten, dass die Klassifikation in 21,40 bis 34,05 % der Fälle identisch zugeordnet werden konnte. Eine Abweichung von einer Klasse je Richtung kam zu 8,77 bis 42,98 % vor. Von einem doppelten Klassenabstand (+2 oder -2) war 0,71 bis 28,24 % der Fläche betroffen. Ein Unterschied von 3 Klassen wurde in bedeutsamen Umfang nur in den beiden niedrigsten Klassifikationsstufen der Referenz mit bis zu 14,30 % beobachtet. In den beiden höchsten Referenzklassen betrug dieser in einem Fall 7,68 % und war in den anderen oftmals zu vernachlässigen. Eine vollkommen gegensätzliche Beurteilung der Ertragsfähigkeit (+4 oder -4) konnte je einmal mit einem Anteil von 2,22 und 3,98 % festgestellt werden (Tab. 2). In den übrigen Fällen lag dieser Wert meist unter einem Prozent.

Der Vergleich unter Tolerierung einer geringen Abweichung von ± 1 Klasse offenbarte, dass die ausgewählten Anbieter die Heterogenität der Wachstumsbedingungen in 59,82 bis

89,26 % der Fälle ähnlich einschätzten. Lediglich bei der Klassifikation der Firma EXAgT am Standort Crostwitz lag dieser Wert mit 48,26 % deutlich niedriger (Tab. 2).

Eine gegensätzliche (± 4) bis nahezu gegensätzliche (± 3) Beurteilung der Wachstumsbedingungen war auf 0,76 bis 14,66 % der jeweiligen Anbaufläche zu verzeichnen (Tab. 2).

Diese Beobachtungen und die unähnliche Verteilung der Klassenabstände zwischen den Applikationskarten offenbarten, dass sich die Klassifikation derselben nur mäßig ähnelte.

Tabelle 2: Klassenabstand und Flächenanteil der Abstandsklassen (in v.H.) bei Applikationskarten verschiedener Anbieter im Vergleich zur Referenzklasse

NextFarming	Referenz- klasse	Ab- stand	Crostwitz			Kunzwerda			Memmendorf		
			EXAgT	KWS	Lima- grain	EXAgT	KWS	Lima- grain	EXAgT	KWS	Lima- grain
			Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil
1	0	2,44	0,32	5,6	2,06	0,05	9,40	3,76	1,08	7,18	
1	1	2,12	7,08	3,02	4,89	1,33	2,92	5,41	2,08	5,35	
1	2	4,22	4,32	0,74	8,50	5,91	1,95	11,37	6,64	5,83	
1	3	1,98	0,00	0,00	1,87	10,06	0,00	1,29	11,75	2,95	
1	4	0,96	0,00	2,22	0,02	0,00	3,98	0,01	0,29	0,54	
2	-1	0,50	0,12	2,62	1,13	0,00	5,72	1,95	0,29	5,38	
2	0	2,38	1,94	4,68	4,34	0,13	4,87	6,20	1,43	4,99	
2	1	4,70	9,94	2,66	6,53	1,22	1,84	11,05	2,86	6,93	
2	2	2,86	0,20	0,00	2,83	13,31	0,05	2,85	15,50	3,82	
2	3	1,74	0,00	2,44	0,16	0,32	3,40	0,58	2,55	1,51	
3	-2	0,66	0,00	1,92	0,75	0,00	3,28	0,48	0,02	2,92	
3	-1	2,28	0,76	6,56	1,38	0,14	6,80	4,42	1,33	4,76	
3	0	6,76	12,74	5,16	9,74	1,78	5,52	7,24	1,62	6,45	
3	1	3,28	3,46	0,12	6,91	11,31	1,65	4,26	12,78	2,70	
3	2	3,98	0,00	3,54	1,67	7,21	4,09	2,01	2,66	1,59	
4	-3	1,74	0,00	2,04	0,43	0,00	1,04	0,12	0,00	0,92	
4	-2	6,70	0,32	5,78	1,72	0,06	3,51	2,09	0,21	4,69	
4	-1	9,28	16,02	11,10	7,72	0,97	9,46	5,99	0,75	8,20	
4	0	5,18	9,02	1,38	13,03	10,55	4,26	4,19	13,57	2,05	
4	1	2,44	0,00	5,06	3,30	14,62	4,33	5,14	2,99	1,68	
5	-4	0,16	0,00	1,30	0,54	0,00	0,52	0,02	0,00	0,54	
5	-3	5,94	0,76	1,68	1,51	0,00	1,46	1,14	0,07	3,96	
5	-2	20,88	5,24	9,94	8,58	1,76	5,31	4,44	0,48	8,01	
5	-1	2,26	26,08	14,20	5,51	7,66	10,42	8,84	8,63	5,75	
5	0	4,64	1,78	6,76	4,88	11,60	4,21	5,15	10,41	1,33	
Summe	-4	0,16	0,00	1,30	0,54	0,00	0,52	0,02	0,00	0,54	
	-3	7,68	0,76	3,72	1,94	0,00	2,50	1,26	0,07	4,88	
	-2	28,24	5,56	17,64	11,05	1,82	12,1	7,01	0,71	15,62	
	-1	14,32	42,98	34,48	15,74	8,77	32,4	21,2	11,00	24,09	
	0	21,40	25,80	23,58	34,05	24,11	28,26	26,54	28,11	22,00	
	1	12,54	20,48	10,86	21,63	28,48	10,74	25,86	20,71	16,66	
	2	11,06	4,52	4,28	13,00	26,43	6,09	16,23	24,80	11,24	
	3	3,72	0,00	2,44	2,03	10,38	3,40	1,87	14,30	4,46	
	4	0,96	0,00	2,22	0,02	0,00	3,98	0,01	0,29	0,54	

Aussaatmenge

Die Saatmenge für einen Schlag wurde mit der Sortenwahl auf den vom Saatzüchter empfohlenen Bereich festgelegt. Die Anbieter berechneten auf dieser Basis unter Einbeziehung agronomischer Parameter einen Wert für jede Saatstufe. Die zugrunde liegenden Algorithmen wurden nicht bekanntgegeben.

In Erweiterung der Erkenntnisse zur Klassifizierung der Wachstumsbedingungen soll im Folgenden die absolute Saatempfehlung, der Variationsbereich derselben sowie ihre durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert beschrieben werden.

Die mittlere Saatmenge lag am Standort Crostwitz in einem Bereich von 8,26 bis 8,81 Körner/m² und damit geringfügig unter jener des Standortes Kunzwerda mit 7,99 bis 9,09 Körner/m² (Tab. 3). Unter günstigeren Boden- und Niederschlagsbedingungen in Memmendorf (Tab. A1) war die Saatstärke mit 8,28 bis 10,07 Körnern/m² teils deutlich höher (Abb. 2 bis 4). Die Saatmenge divergierte an diesen Orten mit 0,55, 1,10 und 1,79 Körnern/m² demnach unterschiedlich stark. Die Empfehlung des Anbieters Limagrain fiel dabei stets am niedrigsten aus (Abb. 2 bis 4; Tab. 3).

Die durchschnittliche Abweichung (s%) der spezifischen Aussaatmenge vom Schlagmittelwert lag meistens zwischen 4,76 und 11,83 % (Tab. 3). Nur bei den Applikationskarten des Anbieters EXAgT variierte dieselbe mit 2,00 bis 2,18 % deutlich weniger (Tab. 3). Die Variationsbreite der Aussaatmenge war hier mit einem Korn/m² kleiner gegenüber jenen der anderen Anbieter mit mindestens 1,4 Körnern/m². Die stärkste Differenzierung erbrachte mit 3,69 Körnern/m² die Empfehlung des Anbieters NextFarming für den Standort Kunzwerda.

Die Ungleichheit der Saatempfehlungen der vier Anbieter, ausgedrückt durch den Variationskoeffizienten, war mit 1,2 bis 11,4 % am Standort Crostwitz am geringsten (Abb. 5). In Kunzwerda und Memmendorf lag dieselbe mit 0,7 bis 15,0 % bzw. 2,0 bis 16,0 % in einem ähnlichen Bereich (Abb. 5). Ein Zusammenhang dieses Parameters mit der Klassifizierung der Wachstumsbedingungen konnte dabei nicht beobachtet werden. Dieses Ergebnis stützt damit die in der Klassifikationsanalyse gewonnene Erkenntnis von der Verschiedenartigkeit der von den Anbietern erstellten Applikationskarten (siehe oben).

Tab. 3: Kennzahlen einer differenzierten Aussaatmenge (Körner/m²)

Standort	EXAgT	KWS	Limagrain	NextFarming
Crostwitz	8,00 - 9,00 ¹	7,01 - 9,49	7,30 - 9,10	7,20 - 9,81
	8,52 ²	8,44	8,26	8,81
	2,18 ³	5,15	7,14	8,83
Kunzwerda	8,00 - 9,00	7,01 - 9,49	7,10 - 8,90	7,11 - 10,80
	8,55	8,99	7,99	9,09
	2,01	4,83	7,91	11,83
Memmendorf	9,00 - 10,00	8,26 - 10,74	7,60 - 9,00	7,56 - 10,80
	9,53	10,07	8,28	9,13
	2,00	4,91	4,76	10,86

1 - Variationsbreite, 2 - arithmetischer Mittelwert, 3 - Variationskoeffizient

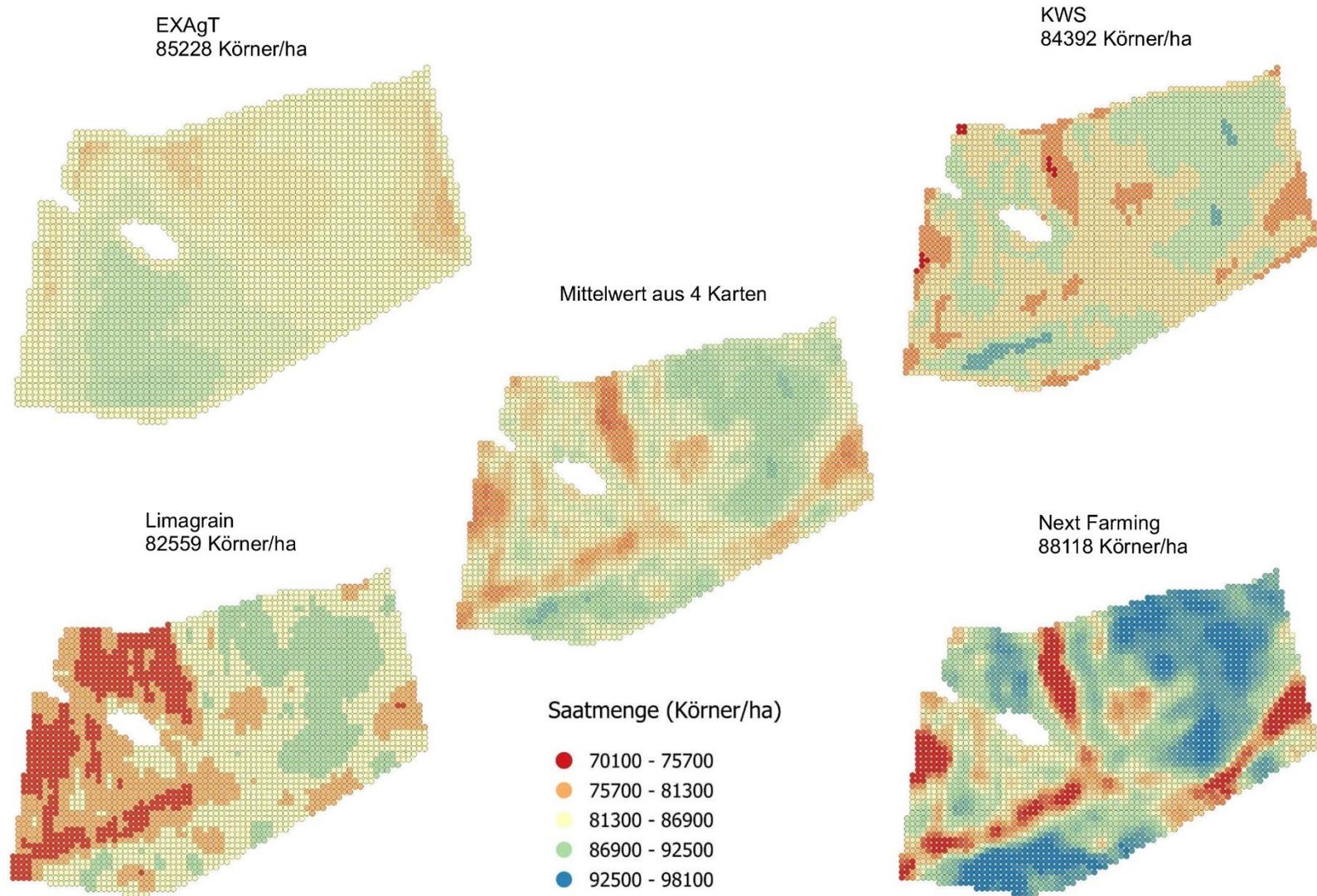


Abb. 2: Applikationskarten ausgewählter Anbieter für den Standort Crostwitz

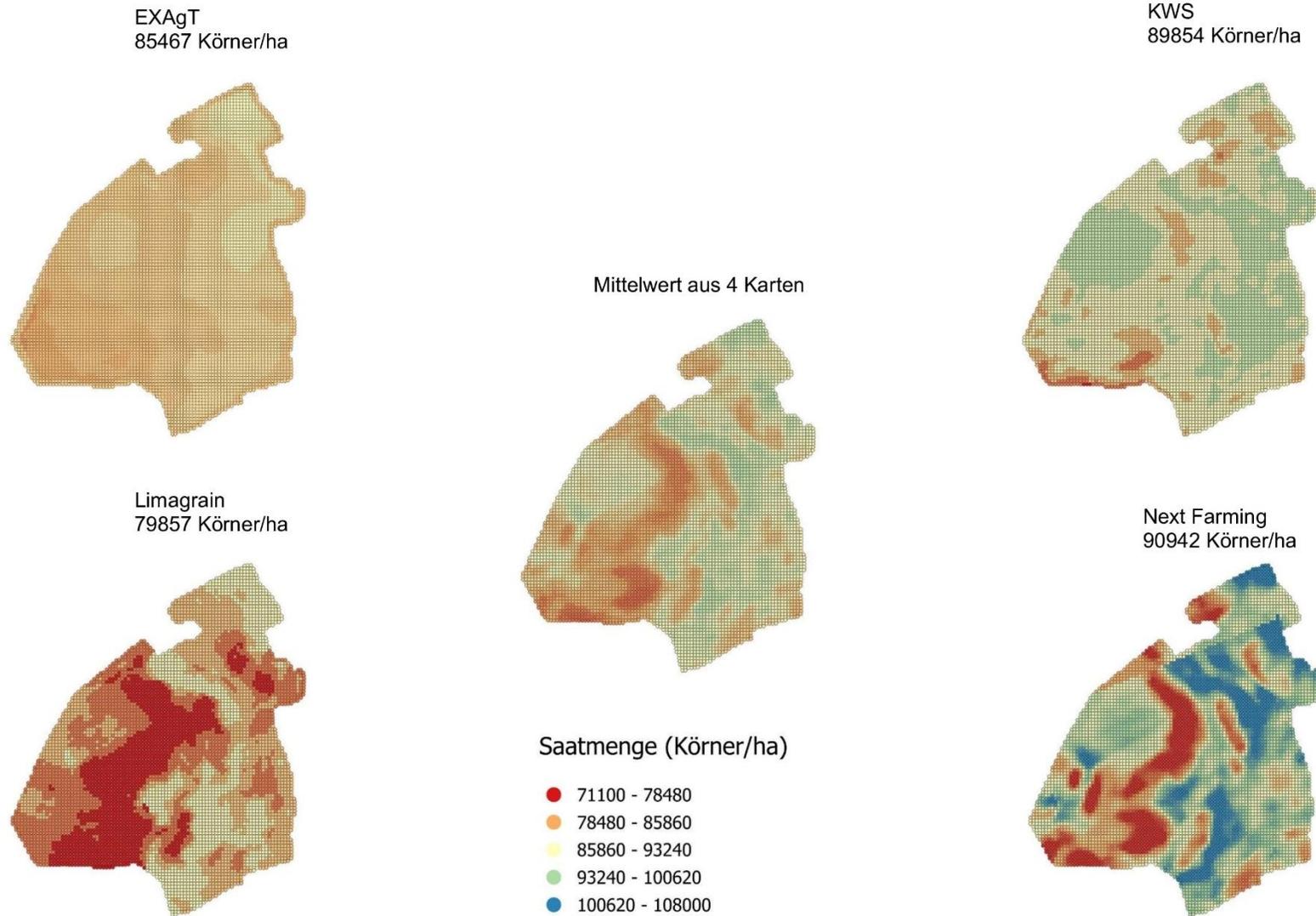


Abb. 3: Applikationskarten ausgewählter Anbieter für den Standort Kunzwerda

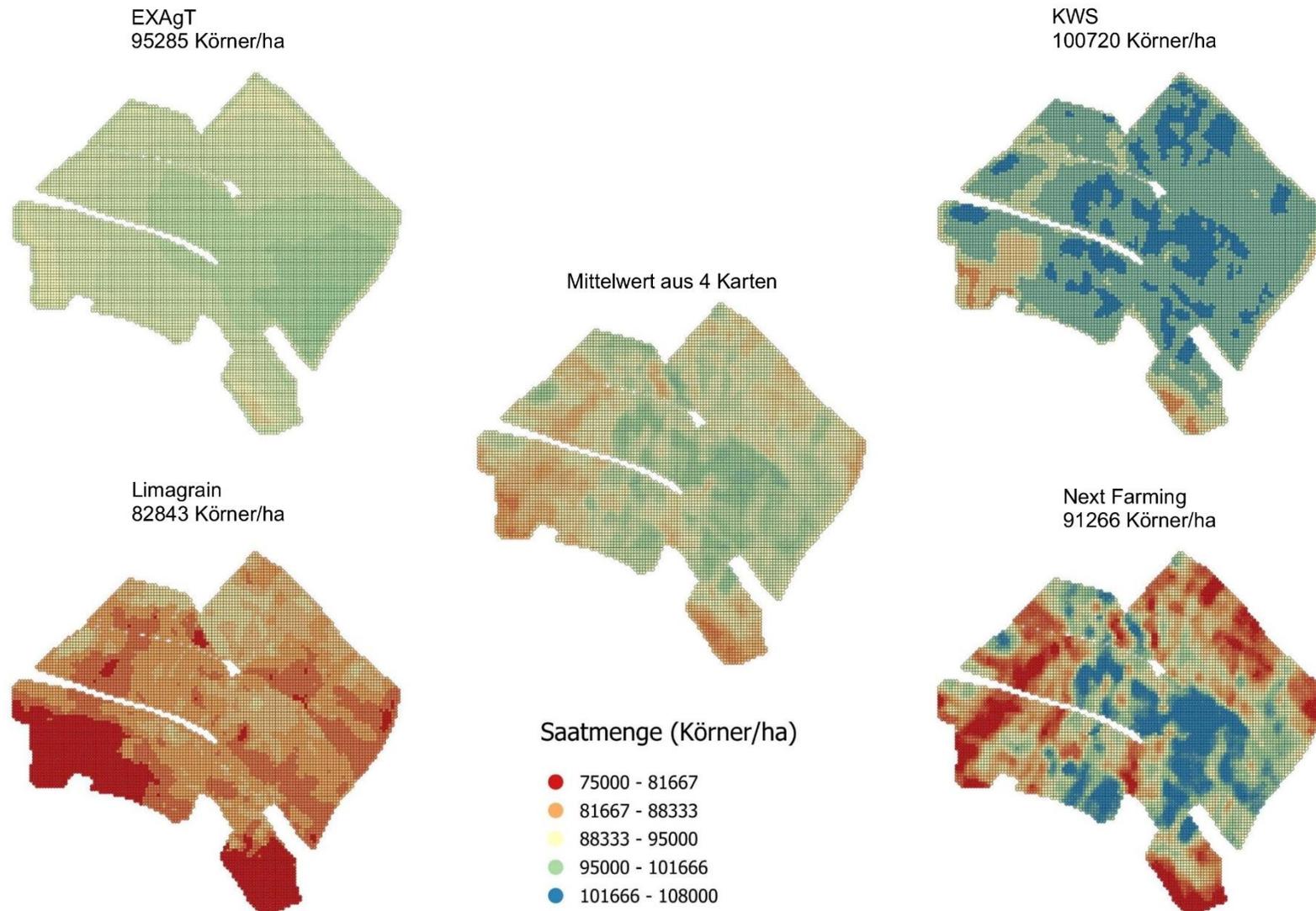
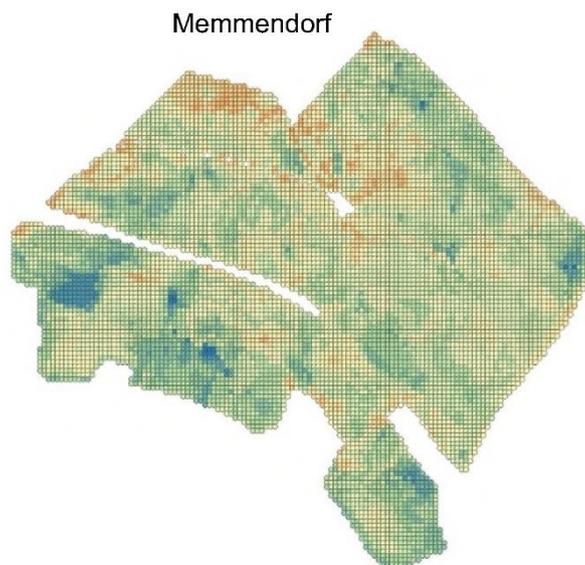
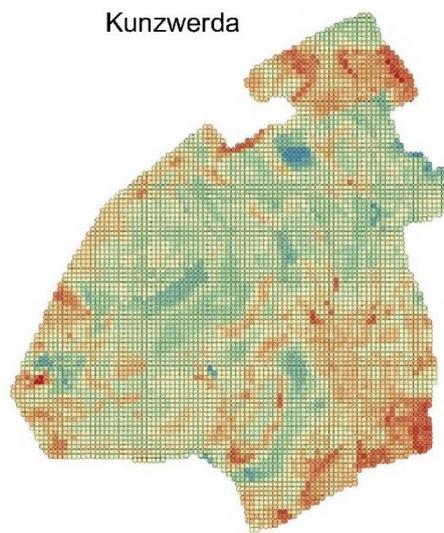
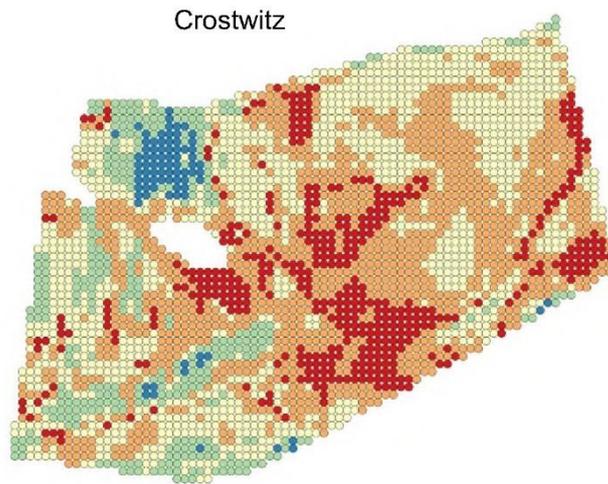


Abb. 4: Applikationskarten ausgewählter Anbieter für den Standort Memmendorf



Variationskoeffizient

- 1 - 4
- 4 - 7
- 7 - 10
- 10 - 13
- 13 - 16

Abb. 5: Variationskoeffizient (s%) für die Saatempfehlungen ausgewählter Anbieter

Bewertungskriterien für den Detailvergleich

Güte der Klassifikationskarte

Den Angeboten von KWS und Limagrain ist gemein, dass für den die Heterogenität der Wachstumsbedingungen beschreibenden Index kein Wertebereich angegeben wird (Tab. 4). Bei EXAgT und NextFarming wird dieser auf Wunsch in Form einer digitalen Klassifikationskarte zur Verfügung gestellt. Eine Entscheidungshilfe hinsichtlich der Wahl der Distanz zwischen den Heterogenitätsklassen und damit der Anzahl derselben stellt keiner der Anbieter bereit.

Verfahren der Erstellung

Die Anlage eines Schlages ist bei den vier Anbietern durch freies Zeichnen oder den Import einer entsprechenden Datei möglich (Tab. 4). Die Bereinigung von anormalen Daten erfolgt meist auf der Grundlage von Algorithmen. Bei den Anbietern KWS und Limagrain ist zusätzlich eine manuelle Selektion möglich. Die Firma EXAgT wählt im Vorerntezeitraum manuell nur ein Satellitenbild aus, so dass der Aufwand bei bis zu acht Szenen akzeptabel erscheint.

Im Fall der Anwendung von Algorithmen zur Datenbereinigung ist ein Ausschließen des Vorgehendes nicht erforderlich. Bei der EXAgT GmbH wird dieses standardmäßig entfernt.

Alle Anbieter erstellen die Klassifikationskarten ausschließlich auf der Basis von Satellitendaten oder alternativ ECa-Daten (EXAgT). Die angebotenen Applikationskarten können hinsichtlich der Anzahl sowie der Besetzung der Klassen modifiziert werden (Tab. 4). Die Geometrie der Polygone ist (Limagrain ab 2025), mit Ausnahme des Anbieters EXAgT, veränderbar.

Transparenz

Der Algorithmus zur Berechnung der Applikationskarte wurde im Detail nicht bekanntgegeben. Bei der Firma EXAgT ist jedoch die Verwendung des S2REP-Index zur Berechnung von Ertragspotenzialkarten auf ihrer Internetpräsenz beschrieben worden. In diesem Fall sind wesentliche Schritte zur Erstellung der Applikationskarte nachvollziehbar (Tab. 4).

Die der Klassifikationskarte zugrunde liegenden Satellitenbilder werden nur bei den Anbietern EXAgT und Limagrain angezeigt. Diese können jedoch nicht exportiert werden. Gleichsam sind keine Informationen verfügbar, die eine Validierung des Ergebnisses ermöglichen.

Support

Die Nutzung des Moduls wurde jeweils durch die schnelle Erreichbarkeit der zuständigen Ansprechpartner sowie deren sachdienliche Unterstützung erleichtert (Tab. 4).

Anwendung

Die Klassifikationskarte war in der Anwendung der Firma Limagrain nicht sichtbar. Bei der KWS konnte diese betrachtet, aber nicht exportiert werden. Die Anbieter EXAgT und NextFarming stellen diese in einem anerkannten Format und somit allgemein nutzbar bereit.

Die Applikationskarte ist bei allen Anbietern mit ESRI-Shape und ISO-XML in einem der gebräuchlichsten Datenformate exportierbar und damit Eigentum des Landwirtes (Tab. 4).

Beide Karten bleiben im System bei Vorliegen einer Zugangsberechtigung verfügbar.

Tabelle 4: Bewertungskriterien für den detaillierten Vergleich ausgewählter Anbieter

Kriterium	Frage	EXAgT	KWS	Limagrain	Next-farming
Güte der Klassifikationskarte	Wird der Wertebereich des Index genannt?	☐	☐	☐	☐
	Wird angegeben, ab welcher Distanz eine Klassifizierung sinnvoll ist?	☐	☐	☐	☐
Verfahren der Erstellung	Lassen sich die Feldgrenzen einfach einfügen?	✓	✓	✓	✓
	Werden anormale Daten im Vorfeld der Analyse automatisch entfernt?	✓	✓	✓	✓
	Können einzelne Datenschichten manuell von der Betrachtung ausgeschlossen werden?	✓	☐	☐	☐
	Lässt sich das Vorgewende von der Analyse ausschließen?	✓	☐	☐	☐
	Kann die vom Anbieter erstellte Applikationskarte hinsichtlich der Saatedichte modifiziert werden?	✓	✓	✓	✓
	Ist die Geometrie der Polygone veränderbar?	☐	✓	✓	✓
	Können externe Daten mit verrechnet werden?	☐	☐	☐	☐
Transparenz	Ist der Algorithmus zur Berechnung der Karte bekannt?	☐	☐	☐	☐
	Ist der Prozess zur Erstellung der Applikationskarte für den Anwender nachvollziehbar?	☐	☐	☐	☐
	Werden die Satellitenbilder angezeigt, welche in die Berechnung mit einfließen?	✓	☐	✓	☐
	Sind die Satellitenbilder und Informationen zur Validierung verfügbar?	☐	☐	☐	☐
Support	Gewährt der Anbieter bei Anfrage Hilfeleistung?	✓	✓	✓	✓
Anwendung	Ist die Applikationskarte in einem der verbreitetsten Datenformate exportierbar?	✓	✓	✓	✓
	Geht die Klassifikations- sowie die Applikationskarte in das Eigentum des Landwirts über?	✓	☐	☐	✓
	Sind die Daten in diesem Fall aus dem System exportierbar und auf anderen Plattformen nutzbar?	✓	✓	✓	✓
	Bleibt die Klassifikations- sowie die Applikationskarte langfristig im Modul verfügbar?	✓	✓	✓	✓
Kosten ¹	Wie hoch sind die Kosten (EUR)?	832,50	0,00	200,00	1536,77

✓ - trifft zu, ☐ - trifft nicht zu, 1 - zzgl. MwSt.

Kosten

Die Angebote unterscheiden sich hinsichtlich von Form und Umfang sowohl zwischen den Anbietern wie auch innerhalb derselben erheblich. So wird die Leistung der Anbieter Nextfarming mit 1.536,77 EUR und EXAgT mit 832,50 EUR flächenabhängig berechnet, die der Firma Limagrain flächenunabhängig mit einer Jahrespauschale von 200 EUR. Die KWS bietet die Leistung im Rahmen ihres Geschäftsmodells kostenfrei an (Tab. 4). Aus diesem Grund sollen die von den Anbietern genannten Kosten nicht miteinander verglichen werden.

5 Zusammenfassung

Die Marktrecherche offenbarte ein breites Spektrum von Angeboten zur teilflächenspezifischen Aussaat bei Mais. Diese unterschieden sich sowohl inhaltlich als auch in der Art der Anwendung. Damit der Anwender aus diesem verfügbaren Spektrum eine für ihn geeignete Lösung auswählen kann, wurde eine Systematik zur verständlichen Unterscheidbarkeit der Angebote erarbeitet.

Die als Dienstleistung angebotenen Lösungen ließen aufgrund ihrer Standardisierung reproduzierbare Ergebnisse erwarten. Daher wurden in dieser Gruppe Angebote, die sich methodisch unterscheiden, detailliert miteinander verglichen. Dabei zeigten die Applikationskarten eine nur mäßige Ähnlichkeit hinsichtlich der Beschreibung der Heterogenität der Wachstumsbedingungen. In gleicher Weise differierte sowohl die ausgebrachte Saatmenge als auch der Variationsbereich derselben.

Die ausgewählten Angebote zur Erstellung einer Applikationskarte ermöglichten das einfache Anlegen eines Schlages im System und die Auswahl von Daten mithilfe von Algorithmen. Das Ergebnis der Klassifikation der Wachstumsbedingungen war nur bei den Anbietern EXAgT und NextFarming in vollem Umfang zugänglich. In dieser Phase des Verfahrens sowie nach dem Vorlegen der Applikationskarte wurde dem Anwender die Möglichkeit einer Modifizierung gewährt. Der Algorithmus zur Berechnung der Karten wurde von den Anbietern nicht bekanntgegeben. Eine Validierung des Ergebnisses war aufgrund der Unzugänglichkeit der Satellitendaten und sonstiger Informationen nicht möglich. Die Applikationskarte war in einem der gebräuchlichsten Formate exportierbar.

Die Nutzung der Anwendung wurde von den vier Anbietern gut unterstützt. Dabei wäre zukünftig eine Entscheidungshilfe hinsichtlich der Wahl der Distanz zwischen den Heterogenitätsklassen und damit der Anzahl derselben wünschenswert.

Anhang

Tabelle A1: Parameter der Standorte und definierte Vorgaben zur Aussaat

Standort Crostwitz

Bodenart:	anlehmiger Sand
Bodenwertzahl:	35
Geogr. Höhe (NN):	200 m
Niederschlag (Jahr):	590 mm
Sorte:	Benedictio (Reifegruppe mittelfrüh; Körnerreifezahl 230)
Saatstärke:	8-9 Körner/m ² (Empfehlung vom Saatzüchter)
Nutzungsart:	Körnermais
Saattermin:	01.05.2024
Bewässerung:	nein

Standort Kunzwerda

Bodenart:	anlehmiger Sand
Bodenwertzahl:	23
Geogr. Höhe (NN):	90 m
Niederschlag (Jahr):	541 mm
Sorte:	Benedictio (Reifegruppe mittelfrüh; Körnerreifezahl 230)
Saatstärke:	8-9 Körner/m ² (Empfehlung vom Saatzüchter)
Nutzungsart:	Körnermais
Saattermin:	01.05.2024
Bewässerung:	nein

Standort Memmendorf

Bodenart:	sandiger Lehm
Bodenwertzahl:	40
Geogr. Höhe (NN):	400 m
Niederschlag (Jahr):	807 mm
Sorte:	Benedictio (Reifegruppe mittelfrüh; Körnerreifezahl 230)
Saatstärke:	9-10 Körner/m ² (Empfehlung vom Saatzüchter)
Nutzungsart:	Körnermais
Saattermin:	01.05.2024
Bewässerung:	nein

Tabelle A2: Zuordnung der Anbieter zum Klassifikationsschema

Anbieter	Anbieter erstellt Klassifikations- und Applikationskarte		Anbieter erstellt nur Klassifikationskarte		Anwender erstellt Klassifikations- und Applikationskarte		
	Datenquelle		Datenquelle		Datenquelle		
	intern	intern und extern	intern	intern und extern	intern	extern	intern und extern
Nextfarming	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘	⊘
KWS	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
Helm AG	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	✓
Agravis	✓	✓	✓	✓	⊘	⊘	⊘
BayWa	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘	⊘
Dehner	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	✓
EXAgT	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
geo-konzept	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘	⊘
Plantivo	✓	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	✓
xFarm	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	✓
365FarmNet	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓	⊘
Kleffmann Digital	⊘	⊘	✓	⊘	✓	✓	⊘
Saatbau Linz	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
Syngenta	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
Limagrain	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
xarvio	⊘	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘
Agromais	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
BAT Agrar	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓	✓
Greiw ing Agrar	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘	⊘
OneSoil	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	✓
Farmblick	⊘	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘
Bayer	✓	⊘	✓	⊘	✓	⊘	⊘
Greenspin	⊘	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘
Solorrow	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘	⊘

✓ - trifft zu, ⊘ - trifft nicht zu