

Europäische Innovationspartnerschaften Agrar
Digitale Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen



Abschlussbericht „DigitalFarmPraxis NRW“
zum Projektzeitraum vom 03.02.2020 bis 31.12.2022



Praxistest, -bewertung und Ansätze zur Weiterentwicklung aktueller Precision-Farming-Saat- und Düngetechnologien für den überbetrieblichen Einsatz in kleinstrukturierten Agrarregionen Nordrhein-Westfalens

Projektverantwortlicher: Prof. Dr. Bodo Mistele
Prof. Dr. Jan-Henning Feil

Projektkoordinator: Lukas Berwinkel-Kottmann

Projektlaufzeit: 03.02.2020 – 31.12.2022

Ansprechpartner: Fachhochschule Südwestfalen
Baarstraße 6
58636 Iserlohn

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Kurzdarstellung des Projektes.....	1
1.1 Ausgangssituation und Bedarf.....	1
1.2 Projektziel und konkrete Aufgabenstellung.....	1
1.3 Mitglieder der OG.....	2
1.4 Projektgebiet	5
1.5 Projektlaufzeit und Dauer	6
1.6 Budget.....	6
1.7 Ablauf des Vorhabens.....	7
1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	9
2 Eingehende Darstellung.....	11
2.1 Verwendung der Zuwendung.....	11
2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn.....	13
2.3 Ergebnisse der OG	17
2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes	18
2.5 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis.....	39
2.6 (Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse	40
2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	40
2.8 Nutzung Innovationsdienstleisterin	41
2.9 Kommunikations- und Disseminationskonzept	42

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis	VII
Anhang.....	VIII
Versuchsergebnisse Getreide 2021	IX
Versuchsergebnisse Mais 2021	XII
Versuchsergebnisse Getreide 2022	XV
Versuchsergebnisse Mais 2022	XIX

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der OG im Projektgebiet.....	6
Abbildung 2: Durchschnittliche Relativerträge Mais, 2021 & 2022	10
Abbildung 3: Durchschnittliche Relativerträge Getreide, 2021 & 2022	11
Abbildung 4: Darstellung einer Applikationskarte auf einem Schlepperterminal.....	18
Abbildung 5: Teilflächenspezifische Bodenprobenentnahme mit einem Quad	19
Abbildung 6: Düngeversuch Winterweizen.....	22
Abbildung 7: Aussaat- & Düngeversuch Mais	23
Abbildung 8 Darstellung Aufzeichnungsfehler bei der Ertragskartierung	24
Abbildung 9: Kontrolle der Aussaatversuche	32
Abbildung 10: Beispielhafter Versuchsaufbau Düngung	33
Abbildung 11: Teilflächenspezifische mineralische Düngung mit Crop-Sensor	34
Abbildung 12: Teilflächenspezifische organische Düngung mit NIR-Sensor im Maisbestand	35
Abbildung 13: Filmaufnahmen für Kurzfilme.....	35
Abbildung 14: Teilflächenspezifische Maisaussaat.....	36
Abbildung 15: Mischprobenentnahme von Silomais.....	37
Abbildung 16: Achsverwiegung mittels Plattenwaage im Feld.....	37
Abbildung 17: Vorbereitung der Abschlussveranstaltung.....	38
Abbildung 18: Die Teilnehmer der OG und Landwirte.....	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufteilung der Zuwendungssummen nach Ausgabenkategorien der EIP-Agrar-RL 12

Tabelle 2: (Mehr-) Kosten PF Anwendungen Maschinengemeinschaft Freckenhorst..... 26

Tabelle 3: Kosten-Nutzen-Analyse Getreide, Beispiel v. Mersch..... 26

Tabelle 4: Kosten-Nutzen-Analyse Silomais, Beispiel gr. Kamp..... 27

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BP	Bodenpunkte
DEULA	DEULA Westfalen Lippe GmbH
DWD	Deutscher Wetterdienst
dt	Dezitonne
EU	Europäische Union
FH SWF	Fachhochschule Südwestfalen
FMS	Farm-Management-System
GPS	Global Positioning System
ha	Hektar
MGF	Maschinengemeinschaft Freckenhorst GmbH
N	Stickstoff
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie
NRW	Nordrhein-Westfalen
OG	Operationelle Gruppe
PF	Precision Farming
t	Tonne
TF	TalkingFields
TM	Trockenmasse
USA	United States of America

1 Kurzdarstellung des Projektes

1.1 Ausgangssituation und Bedarf

Moderne Sämaschinen, Dünge- und Pflanzenschutztechnik sind mittlerweile auf der Grundlage digitaler Applikationskarten technisch in der Lage, teilflächenspezifisch und standortangepasst pflanzenbauliche Maßnahmen exakt zu dosieren und zu variieren. Derartige Precision-Farming-Technik wird gegenwärtig vorrangig in Großbetrieben mit großen Schlagsstrukturen außerhalb von NRW angewandt. Viele Praktiker im Bundesland sehen derzeit noch nicht ihre Vorteile, sondern sie scheuen die damit verbundenen Kosten und müssen weiterhin noch vom störungsfreien Zusammenwirken der Komponenten, von der Genauigkeit der Applikationskarten und der überbetrieblichen Anwendbarkeit überzeugt werden. Insbesondere zum überbetrieblichen Einsatz in vergleichsweisen kleinstrukturierten und intensiv bewirtschafteten Agrarregionen wie in NRW fehlen bisher belastbare praktische Erfahrungen, vergleichende Ertrags- und Boden-Daten sowie überzeugende Kosten-Nutzen-Analysen. Auch zur Nutzerakzeptanz, Nutzerfreundlichkeit und zur Datensicherheit insbesondere in der überbetrieblichen Anwendung von Precision-Farming-Technologie liegen bisher noch nicht ausreichend gesicherte Erfahrungen vor.

1.2 Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Ziel des EIP-Projektes war es, die in Kapitel 1.1 angeführten Erfahrungs- und Wissenslücken zu schließen. Dazu sollte die PF-Technologie überbetrieblich in der Region eingeführt werden, um mittels Praxistests auf den teilnehmenden landwirtschaftlichen Betrieben die Vorteile der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung darzustellen. Neben der praktischen Versuchsanlage im Feld sollten diese zudem geerntet und ausgewertet werden, damit die Kosten und der Nutzen bewertet werden können. Durch die Auswertung der Versuche sollen die Karten und Zonen, anhand derer die Versuche angelegt werden, flächendeckend weiter optimiert und verbessert werden. Um die interessierten Landwirte zu schulen und um das gewonnene Wissen in die Lehre und Ausbildung zu übertragen, sollen zudem Schulungsunterlagen erstellt werden, welche zur weiteren Publikation der Erkenntnisse beitragen können.

Die Aufgabenstellungen des Projektes um diese Ziele zu erreichen, waren dabei ganz unterschiedlich. Um zunächst die Anlage der Praxisversuche zu planen, war die Hautaufgabe der Operationellen Gruppe (OG) die Vorbereitung und Organisation. Dazu gehörte u.a. die Bildung des Netzwerkes innerhalb der OG, aber auch die Konfiguration der Maschinen und

Software. Zudem mussten Bodenproben gezogen und für die Erstellung der Applikationskarten verarbeitet werden. Um diese dann in die praktischen Feldversuche zu übertragen, benötigte es weitere Abstimmungen mit den Landwirten und einige Trockenversuche mit den Maschinen auf dem Gelände der Maschinengemeinschaft Freckenhorst (MGF). Während der Bewirtschaftung der Flächen durch die Landwirte und die Anlage der Versuche ergaben sich nach den Ernten immer wieder neue Erkenntnisse, welche es galt in die weiteren Versuchsplanungen und -anlagen mit einzubeziehen, was in der Regel durch die weitere Optimierung der Applikationskarten erfolgte. Weiterhin konnten nach den Versuchsernten erste Auswertungen hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Analysen erfolgen, um den Erfolg der Maßnahmen zu bewerten. Aber nicht nur die ökonomischen Sichtweisen sollten betrachtet werden, auch die Bedienerfreundlichkeit und Akzeptanz seitens der Nutzer wurden untersucht. Abschließend galt die Frage nach Datenhoheit und -sicherheit zu klären, welche durch die DEULA bearbeitet wurde. Im Rahmen von einer großen, öffentlichen Abschlussveranstaltung sollten die Erfahrungen und Ergebnisse dem interessierten Plenum vorgestellt werden.

1.3 Mitglieder der OG

Die Mitglieder der OG unterteilen sich in Forschung, Lehre, Dienstleister und praktizierende Landwirte. Bei der Auswahl der teilnehmenden Landwirte wurde darauf geachtet, dass diese vor allem in der praktischen Projektdurchführung einen möglichst großen Querschnitt der Landwirte aus der Region rund um Warendorf widerspiegeln.

Fachhochschule Südwestfalen

Die Fachhochschule Südwestfalen (FH SWF) übernimmt in dem EIP-Projekt die Leitung und Koordination der OG. Dabei wurde die Leitung durch Herrn Prof. Dr. Bodo Mistele und Herrn Prof. Dr. Jan-Henning Feil durchgeführt. Herr Prof. Dr. Mistele ist an der FH SWF zuständig für den Bereich Agrartechnik und Herr Prof. Dr. Feil bearbeitet den Bereich Agrarökonomie und Farm Management Systeme. Zusätzlich wurden durch die FH SWF die administrativen Aufgaben übernommen, welche im Wesentlichen die Bearbeitung der Mittelabrufe und die Dokumentationsarbeiten betrafen. Die Koordination des Projektes wurde durch Herrn Lukas Berwinkel-Kottmann verantwortet, welcher im Juni 2020 für das Projekt durch die FH SWF angestellt wurde. Herr Berwinkel-Kottmann hat neben der Projektleitung auch die Projektdurchführung in der Praxis unterstützt.

DEULA Westfalen Lippe GmbH

Die DEULA Westfalen Lippe GmbH (DEULA) hat die FH SWF vor allem im Management des Projektes unterstützt. Durch die Initiative u.a. von dem Geschäftsführer der DEULA Herrn Björn Plaas konnte dieses EIP-Projekt Anfang 2020 starten. Neben den unterstützenden Tätigkeiten im Management, hat die DEULA mit dem internen Fachbereich Landwirtschaft, welches durch Herrn Heinz Nordhues geleitet wird, maßgeblich in den praktischen Arbeiten im Projekt mitgewirkt. So hat Herr Jan Büscher zunächst als Praktikant und im weiteren Verlauf als Mitarbeiter der DEULA bei allen Versuchsanlagen und Auswertungen einen großen Teil der Arbeiten übernommen.

Maschinengemeinschaft Freckenhorst GmbH

Die Maschinengemeinschaft Freckenhorst GmbH (MGF) war das wichtigste Dienstleistungsunternehmen im Projekt. Aufgrund der Idee des Geschäftsführers Bernd Strotmann wurde dieses EIP-Projekt überhaupt erst initiiert. Durch die ersten Erfahrungen im Umgang mit teilflächenspezifischer Bewirtschaftung bei verschiedenen Kunden des Lohnunternehmens, konnte Herr Strotmann bereits einige wichtige Informationen für die Versuche und für das Projekt beitragen. So hat Herr Strotmann zudem auch interessierte Kunden für das Projekt gewinnen können, welche als Landwirte Teil der OG wurden.

BHD Agrar Service GmbH

Der Betriebshilfdienst (BHD) war ein weiterer Projektpartner, welcher durch den Geschäftsführer Georg Hülsmann ebenso zu den Initiatoren des Projektes wurde. Der BHD konnte durch seine Erfahrungen im Nährstoffmanagement und durch vorhandene Technik im Bereich der teilflächenspezifischen Bodenproben gut in das Projekt mit eingebunden werden. Durch den Mitarbeiter des BHD Philipp Reiker stand der OG zudem eine gute Beratung für die richtigen Düngestrategien zur Seite.

Landwirtschaftlicher Betrieb Jochen Cremann

Der landwirtschaftliche Ackerbaubetrieb von Jochen Cremann liegt im westlichen Teil des Projektgebietes und ist geprägt durch den reinen Anbau von konventionellen Drusch- und Hackfrüchten ohne Tierhaltung. Die Böden der Versuchsflächen des Betriebes weisen im Durchschnitt Bonitäten von 30 bis zu 60 Bodenpunkten (BP) auf, welche sich auf die Bodenarten „lehmiger Sand“ und „sandiger Lehm“ verteilen. Durch die für die Region großen und arrondierten Strukturen, konnten auf den Flächen viele verschiedenen Versuche angelegt werden.

Landwirtschaftlicher Betrieb Josef Debbert

Der Landwirt Josef Debbert bewirtschaftet einen konventionellen Sauen- und Schweinemastbetrieb im süd-westlichen Teil des Projektgebietes. Der Familienbetrieb baut vor allem Druschfrüchte für die Fütterung der Schweine an. Die Versuchsflächen, welche durch den Betrieb für das Projekt bereitgestellt wurden, liegen arrondiert um den Betrieb und weisen durchschnittliche Bonitäten von 20 bis 50 BP auf. Die vorherrschenden Bodenarten teilen sich dabei in „toniger Lehm“ und „lehmiger Ton“ auf. Durch die wechselnden Böden konnten verschiedenste Versuche mit teilflächenspezifischer Bewirtschaftung angelegt werden.

Landwirtschaftlicher Betrieb Werner Horstrup

Die Bullenmast ist im Familiengeführten Betrieb Horstrup, welcher sich im Nord-Osten des Projektgebietes befindet, das Hauptaugenmerk. So werden auch die angebauten Kulturen des Betriebs auf die Bullenmast ausgerichtet, die sich somit vor allem auf Silomais und Roggen fokussieren. Dies ist jedoch auch durch die verhältnismäßig geringen Bonitäten der sandigen Böden begründet, da diese lediglich 18-35 BP betragen. Zudem ist die Wasserhaltefähigkeit dieser Böden stark begrenzt, was die teilflächenspezifische Versuchsanlage spannend machte.

Landwirtschaftlicher Betrieb Alfons Wittkamp

Der Familienbetrieb Wittkamp befindet sich im Nord-Westen des Projektgebietes und fokussiert sich auf Schweinemast und Ackerbau. Dementsprechend werden die Anbauplanungen ausgeführt, heißt es werden vor allem Druschfrüchte für die Fütterung der Mastschweine angebaut. Ähnlich wie bei dem Betrieb Horstrup, findet sich bei A. Wittkamp ein sehr sandiger Boden wieder, welcher Bonitäten im Bereich von 20-30 BP aufweist. Auf den trockenen Böden versuchte der Landwirt bereits vor dem Projekt durch verschiedene innovative Anbauformen die Erträge zu sichern. Im Rahmen des Projektes konnten diese durch weitere teilflächenspezifische Versuche erweitert werden.

Landwirtschaftlicher Betrieb Markus Wittkamp

Markus Wittkamp bewirtschaftet seinen Sauen- und Schweinemastbetrieb mit Ackerbau gemeinsam mit seiner Familie am westlichen Rand der Stadt Warendorf. Neben der Stadtnähe wird auch er durch stark schwankende Bonitäten beim Anbau seiner Drusch- und Hackfrüchte gefordert. So schwanken die BP von 15 bis 60 Bodenpunkte zum Teil im selben Feld. Die Bodenarten wechseln in den Flächen von „Sand“, über „lehmiger Sand“ bis hin

zum „sandigem Lehm“. Durch die wechselhaften Bodenverhältnisse konnten verschiedenste Versuchsanlagen durchgeführt werden.

1.4 Projektgebiet

Das EIP-Projektgebiet liegt im Westen Deutschland, im Bundesland Nordrhein-Westfalen (NRW). Zwischen den Städten Münster und Bielefeld, am Rande des Münsterlandes, liegt der Kreis Warendorf. Der Kreis Warendorf ist landwirtschaftlich geprägt, ca. 65 % der Kreisfläche, dies entspricht 85.000 Hektar (ha), werden von über 2.000 Betrieben bewirtschaftet. Die Schwerpunkte liegen dabei vor allem bei der Viehhaltung, doch auch spezialisierte Betriebszweige, wie bspw. Erdbeer- und Spargelanbau, bilden die Bestandteile der landwirtschaftlichen Betriebe. Der Großteil der Wertschöpfung wird auf den Betrieben jedoch nicht mit dem Ackerbau, sondern mit der Veredlung erwirtschaftet. Der durchschnittliche Betrieb im Kreis Warendorf bewirtschaftet rund 41 ha und etwa die Hälfte der Betriebe wirtschaften im Haupterwerb. (KREISVERBAND WARENDORF 2010).

Klimatisch gesehen herrscht in dem Landkreis ein gemäßigtes und warmes Klima vor. Entsprechend der Daten vom Deutschen Wetterdienst (DWD) fällt im langjährigen Mittel von 1991-2020 in Warendorf 767 mm Niederschlag. Die Durchschnittstemperatur beträgt 10,2 Grad Celsius. Die gemessenen Jahresniederschläge waren jedoch im Projektzeitraum geringer, so wurden im Jahr 2020 735 mm, in 2021 613,5 mm Niederschlag und in 2022 lediglich 593 mm Niederschlag gemessen. (DEUTSCHER WETTERDIENST 2023)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 1: Verteilung der OG im Projektgebiet

Die Abbildung 1 zeigt die Verteilung der OG im Landkreis Warendorf. In Rot sind in diesem Fall die Landwirtschaftlichen Betriebe dargestellt, welche sich alle im Umkreis rund um Warendorf verteilen. Neben dem BHD befindet sich auch die DEULA in Warendorf, lediglich die MGF hat ihren Sitz in dem südlichen Stadtteil Freckenhorst.

1.5 Projektlaufzeit und Dauer

Die EIP-Projektlaufzeit belief sich auf fast drei Jahre. Begonnen wurden die Arbeiten nach der Bekanntgabe der Bewilligung am 03.02.2020. Durch die Gliederung der Mittelabrufe in halbjährliche Abschnitte, wurden insgesamt sechs Abschnitte über die Mittelabrufe abgerechnet, bis das Projekt schließlich am 31.12.2022 nach 35 Monaten beendet wurde.

1.6 Budget

Im Projektantrag wurden insgesamt 489.110,00 € beantragt, wovon 60.910,00 € für die Zusammenarbeit der OG (Nr. 6.4.1 der EIP-Agrar-Richtlinien) und 428.200,00 € für die Durchführung des Innovationsprojektes (Nr. 6.4.2 der EIP-Agrar-Richtlinie) veranschlagt wurden. Bewilligt wurden für die Durchführung insgesamt Mittel in Höhe von 488.974,88 €. Auf-

grund von Mittelverschiebungen und -änderungen ergaben sich durch den ersten Änderungsbescheid Kürzungen der bewilligten Summe auf insgesamt 486.905,05 € und durch den zweiten Änderungsbescheid auf insgesamt 486.646,30 €.

1.7 Ablauf des Vorhabens

Das EIP-Projekt mit dem Kurztitel „DigitalFarmPraxis NRW“ wurde während der gesamten Projektlaufzeit im Wesentlichen durch die Corona-Krise beeinflusst. Dies prägte vor allem die Treffen in Präsenz, welche daraufhin nach Möglichkeit digital durchgeführt wurden.

Zu Beginn des ersten Projektjahres 2020 wurde zunächst mit der OG ein grober Plan ausgearbeitet, wie in den darauffolgenden Projektjahren die Arbeiten der Arbeitspakete umgesetzt werden sollten. So hat bspw. der BHD die Aufgabe erhalten, die Bodenproben zu ziehen und auszuwerten um anhand dieser die Applikationskarten zu erstellen bzw. zu optimieren. Die MGF hat sich als erstes damit beschäftigt die Maschinen und die Fahrer im Umgang mit der Technik zu schulen, damit im praktischen Einsatz bei der Versuchsanlage keine Grundlegenden Einstellungen mehr vorgenommen werden müssen. Dies zeigte sich schon sehr zeitintensiv, da bereits zu Beginn einige Hard- und Software Komponenten fehlten und organisiert werden mussten. So wurden im weiteren Jahresverlauf einige erste Versuche angelegt, um vor allem den Umgang mit der Technik zu testen, aber auch um die ersten pflanzenbau-lichen Erkenntnisse zu gewinnen. Durch die Einstellung des Projektkoordinators durch die FH SWF im Juni 2020 konnten die Arbeiten im Projekt gemeinsam mit der DEULA vor Ort betreut werden. Die Ernte der Kulturen in 2020 wurde dazu genutzt neben den Erträgen auch die Maschinendaten zu erfassen, um diese auf etwaige Abweichungen hin zu untersuchen.

Anhand der Erfahrungen und Ergebnisse aus den ersten Versuchsanlagen im Maisanbau wurden für das Anbaujahr 2020/2021 umfangreiche Versuche im Getreide und im Mais geplant. So wurden beispielsweise im Herbst 2020 teilflächenspezifische Aussaatversuche in Weizen und Gerste angelegt, um durch die Variation der Saatstärken nach der Ernte Aussagen hinsichtlich Ertrags- und Qualitätsauswirkungen treffen zu können. Aber auch für die Frühjahrsaussaat 2021 im Mais wurden teilflächenspezifische Applikationskarten in Zusammenarbeit mit den Landwirten vorbereitet. Dies zeigte sich bei manchen Versuchsflächen schwierig, da aufgrund der Versuchsgrundlage des „OnFarmResearch“ Verfahrens die Flächen teilweise zu klein waren, um ausreichend Wiederholungen der Versuchspartellen anlegen zu können.

Für die Düngesaison im Frühjahr 2021 wurden weitere Versuchsreihen angelegt. So wurden bspw. neben den organischen Düngerversuchen auch mineralische Düngerversuche im Praxiseinsatz getestet. Die Arbeiten, wie bspw. die Düngung mittels Applikationskarte und N-Sensor, wurden von der MGF ausgeführt und durch die FH SWF und DEULA betreut. Die enge Betreuung war notwendig, da durch fehlerhafte Datenübertragung gelegentlich Maschineneinstellungen oder Auftragsdaten im Feld bearbeitet werden mussten. Neben den reinen Aussaat- und Düngerversuchen wurden gemeinsam mit den Landwirten, der MGF, DEULA und der FH SWF auch kombinierte Versuche integriert, was eine Verbindung von Aussaat- und Düngerversuchen auf dem gleichen Versuchsfeld beinhaltete. Da der Einbezug der Öffentlichkeit durch die Corona-Beschränkungen weiterhin schwierig war, hatte sich die OG dazu entschlossen Kurzfilme zu produzieren, die dann über die Internetauftritte der Teilnehmer publiziert werden konnten. So entstanden Beiträge und Dokumentationen über die PF-Anwendungen im Mais- und Getreideanbau in der Region rund um Warendorf.

Die Ernte der Versuchspartellen im Sommer und Herbst 2021 verschaffte der OG weitere pflanzenbauliche wie auch technische Ergebnisse, welche auf die Versuchsanlagen für das letzte Projektjahr übertragen werden konnten. Die Ernte wurde konsequent von der FH SWF und der DEULA begleitet und betreut, damit alle Ergebnisse dokumentiert und später ausgewertet werden konnten. So wurden anhand der Ergebnisse aus den ersten Versuchen wieder Aussaatversuche im Getreide angelegt, welche sich in diesem Jahr wieder auf Gerste und Weizen verteilten.

Das Frühjahr 2022 wurde wiederum intensiv für die neuen Versuchsanlagen in der Maisausaat und Getreide- und Maisdüngung genutzt. Dabei wurde versucht die Versuche möglichst vergleichbar zum Vorjahr anzulegen, damit auch über eine gewisse Zeitreihe ein Vergleich möglich ist. Über die Projektjahre wurden so insgesamt 25 verschiedene Feldversuche angelegt. Neben den praktischen Arbeiten im Projekt wurde das Frühjahr für die Aufarbeitung und Auswertung der Daten genutzt. Da die Corona-Auflagen gelockert wurden, konnten wieder Treffen in Präsenz stattfinden, welche intensiv genutzt wurden um die ersten Ergebnisse und Erfahrungen zu diskutieren.

Die zweite Jahreshälfte 2022 wurde erneut für die Ernte der Versuchspartellen genutzt. Die Ernte wurde wieder durch die FH SWF und die DEULA betreut und gemeinsam mit der OG organisiert. Die Verwiegung der Partellen erfolgte dabei in vielen Fällen direkt am Feld, da in der näheren Umgebung keine Wiegemöglichkeiten vorhanden waren. Im weiteren Verlauf der Jahreshälfte wurde schließlich die Abschlussveranstaltung des EIP-Projektes geplant,

organsiert und vorbereitet. Im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung konnten dann so am 11.11.2022 bei der DEULA in Warendorf über 120 interessierte Teilnehmer über das Projekt informiert werden.

1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Um die Ergebnisse zusammenfassend zu strukturieren, wird im Folgenden eine Unterteilung in Technik, Pflanzenbau und Nutzeranwendung vorgenommen.

Technik

Die eingesetzte Technik der MGF und vor allem die PF-Anwendungen haben im Projekt einen maßgeblichen Anteil bei den Versuchen und Ergebnissen eingenommen. Falls die passende Technik nicht vorhanden war, wurde diese von anderen Dienstleistern oder Herstellern zur Verfügung gestellt. So musste im ersten Projektjahr zunächst viel Arbeit hinsichtlich der Kommunikation und Verbindung zwischen den Maschinen aufgebracht werden, damit ein Zusammenspiel zwischen den Applikationskarten, der Datenübertragung und der Ausführung im Feld problemlos möglich war. Hierfür war eine Reihe an Arbeitsschritten zu erledigen, was bspw. die Informationsgewinnung, die Kartenerstellung sowie die Maschinenkommunikation und die Datenübertragung umfasste. Dazu waren zunächst einige „Trockenübungen“ auf dem Betriebsgelände der MGF notwendig, um beim späteren praktischen Einsatz bei den Landwirten einen möglichst reibungslosen Ablauf zu garantieren.

Neben den Schwierigkeiten der Datenübertragung, wo oftmals ein falsch gesetztes Häkchen in Untermenüs schon zu falschen Ausbringmengen oder fehlerhaften Anzeigen führte, war auch die Dokumentation durch die Maschinen noch nicht zufriedenstellend. Durch rückwärtsfließende Gülleströme beim einklappen des Ausbringfasses wurden beispielsweise negative Ausbringmengen erfasst, was zu Differenzen bei den ausgebrachten Mengen führte. Aber auch die Ertragskartierung durch die Erntemaschinen wurde nur mangelhaft ausgeführt. So haben sich auch nach mehrmaligen Kalibrierungen immer wieder Schwankungen zwischen den realen Erträgen und denen der Maschinendokumentation ergeben. Das Kalibrieren der Maschinen war wichtig, um eine Aussagekraft durch die Ertragskarten zu bekommen. So konnten teilweise eine Genauigkeit zwischen Waage und Ertragskartierung von unter 1 % erzielt werden. Jedoch mussten trotz erfolgreicher Kalibrierung auch Fehlerwerte von bis zu 18 % Abweichungen festgestellt werden.

Pflanzenbau

Im Bereich des Pflanzenbaus konnten im Verlauf des Projektes verschiedenste Ergebnisse erzielt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass vor allem durch die unterschiedlichen Witterungseinflüsse in den Jahren 2021 und 2022 die Ertragsvorteile durch PF variierten. Die Abbildung 2 stellt in diesem Fall den Durchschnitt über alle Versuche dar, die im Maisanbau in den Jahren 2021 und 2022 angelegt wurden. Die Abbildung zeigt dabei bspw. deutlich, dass in 2022 die Kombination zwischen teilflächenspezifischer Aussaat und Düngung mit durchschnittlich 9,5 % deutliche Ertragsvorteile mit sich brachte. Aufgrund der Vielfalt in den Versuchen ist es jedoch immer wichtig die einzelnen Versuche zu betrachten, die Abbildung soll daher nur einen Überblick über alle Ergebnisse ermöglichen.

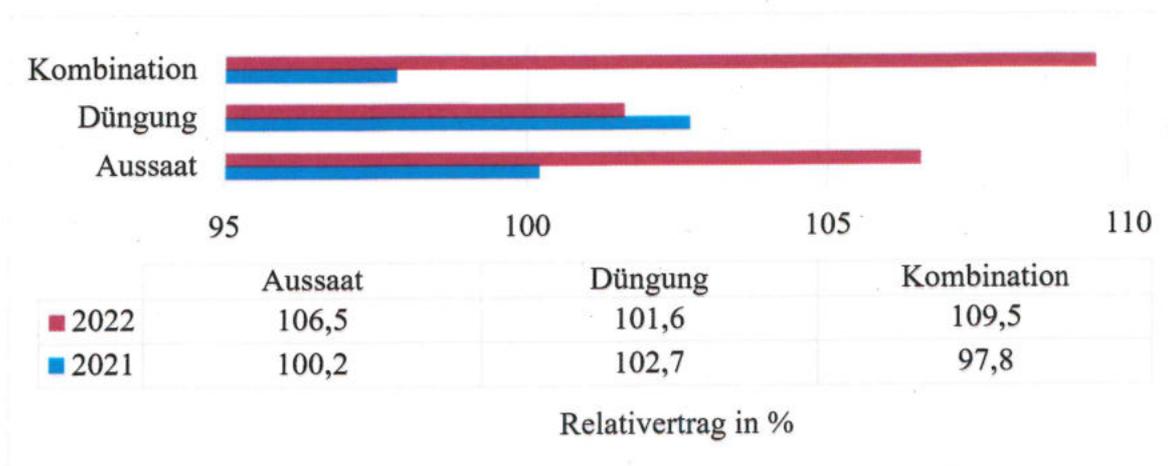


Abbildung 2: Durchschnittliche Relativerträge Mais, 2021 & 2022

Lediglich die Düngung brachte im Jahr 2021 mehr Ertragsvorteile als in 2022, was sich auf die stärkeren Niederschläge zurückführen lässt. Rückblickend auf die Niederschlagsverteilung in den Versuchsjahren, lässt sich sagen, dass gerade in trockenen Jahren oder bei Frühjahrstrockenheiten die teilflächenspezifische Aussaat als Risikominimierungstool genutzt werden kann.

Im Getreideanbau zeigten sich hingegen andere Ergebnisse, welche wieder im Durchschnitt über die Versuchsjahre in Abbildung 3 dargestellt werden. Deutlich wird hier, dass vor allem die teilflächenspezifische Aussaat eher zu Ertragsdepressionen führt, als zu Ertragssteigerungen. Ähnliches zeigten auch die Gespräche mit den Saatgutzüchtern, von denen nur wenige Aussagen oder Empfehlungen hinsichtlich teilflächenspezifischer Aussaat treffen konnten.

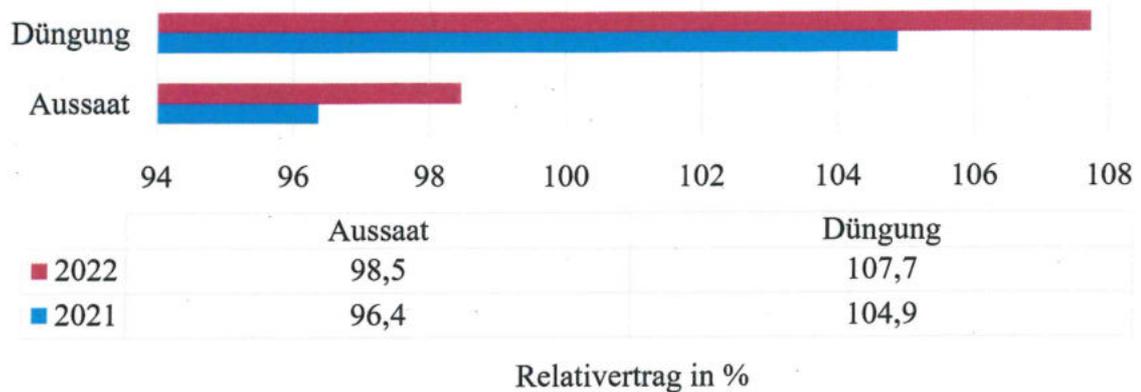


Abbildung 3: Durchschnittliche Relativerträge Getreide, 2021 & 2022

Entgegen der Aussaat mittels PF brachte die Düngung deutliche Ertragsvorteile. So konnte in 2021 im Durchschnitt aller Versuche ein Ertragsvorteil von ca. 5 % erzielt werden, woraufhin in 2022 diese mit durchschnittlich 7,7 % noch übertroffen wurden (vgl. Abbildung 3).

Neben den Ertragssteigerungen wurden auch hinsichtlich der Erntequalitäten Vorteile festgestellt. Vor allem im Mais konnten bessere Qualitäten geerntet werden, was nach Rücksprache mit den Landwirten einen noch weitaus größeren Vorteil für diese hat, da das im Silo eingelagerte Futter somit eine bessere Grundlage für die Tierernährung liefert. Neben den Qualitäten wurde durch die MGF zusätzlich eine homogenere Abreife der Versuchspartellen bei der Ernte festgestellt, was im Projekt zunächst nur eine subjektive Wahrnehmung durch die Fahrer der Erntemaschinen war, aber durch die Ertragskartierung bestätigt werden konnte.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Verwendung der Zuwendung

In der nachfolgenden Tabelle 1 wird dargestellt welche Mittel beantragt wurden und wie diese sich im Laufe des Projektes durch Änderungsbescheide verändert haben.

Eingehende Darstellung

Tabelle 1: Aufteilung der Zuwendungssummen nach Ausgabenkategorien der EIP-Agrar-RL

	Bewilligt	1. Änderungs- bescheid vom 03.02.21	2. Änderungs- bescheid vom 29.11.22	Angefordert
Gesamtausgaben der Maßnahme	488.974,88 €	486.905,05 €	486.646,30 €	458.033,14 €
Festgestellte förderfähige Gesamtausgaben	488.974,88 €	486.905,05 €	486.646,30 €	458.033,14 €
förderfähige Ausgaben f. d. Zusammenarbeit d. OG (Ziffer 6.4.1 RL)	60.909,75 €	59.991,51 €	59.991,51 €	67.459,62 €
davon:				
- Personalausgaben	52.965,00 €	52.166,53 €	52.166,53 €	52.908,12 €
- Ausgaben nach den Ziffern 6.4.1 lit. b) bis f) RL	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Gemeinkostenpauschale nach Ziffer 6.7 RL	7.944,75 €	7.824,98 €	7.824,98 €	14.551,50 €
Fördersatz gem. Ziffer 6.5.1 RL	100%	100%	100%	100%
förderfähige Ausgaben f. d. Durchführung d. Projektes (Ziffer 6.4.2 RL)	428.065,13 €	426.913,54 €	426.654,79 €	390.573,52 €
davon:				
- Personalausgaben nach lit. a)	295.717,50 €	294.716,10 €	294.491,10 €	224.107,87 €
- Aufwandsentschädigungen nach lit. b)	87.990 €	87.990,00 €	87.990,00 €	139.464,75 €
- Bewirtschaftungskosten nach lit. c)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Ausgaben für Fremdaufträge nach lit. d)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Ausgaben für Reisekosten nach lit. e)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Ausgaben für Material und Bedarfsmittel nach lit. f)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Ausgaben für den Zukauf von Rechten nach lit. g)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Ausgaben für geringfügige Investitionen nach lit. h)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
- Gemeinkostenpauschale nach Ziffer 6.8 RL	44.357,63 €	44.207,44 €	44.173,69 €	27.000,90 €
Fördersatz gem. Ziffer 6.5.3 RL	100%	100%	100%	100%
- Ausgaben für Investitionen nach lit. i)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Fördersatz gem. Ziffer 6.5.5 RL	60%	60%	60%	60%
Summe:	488.974,88 €	486.905,05 €	486.646,30 €	458.033,14 €
Zuwendungsbetrag insgesamt:	488.974,88 €	486.905,05 €	486.646,30 €	458.033,14 €

* Bis zum Zeitpunkt der Verfassung noch keine Bewilligung

Bei der Tabelle 1 ist zu berücksichtigen, dass zum Ende der Projektlaufzeit eine Verschiebung der Mittel beantragt wurde. Dies wurde dadurch begründet, dass durch die intensive Zusammenarbeit und die zahlreichen Versuche auf den Flächen der Landwirte während der Projektphase höhere Aufwandsentschädigungen beantragt werden mussten.

2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

a) Ausgangssituation

„*Eyes in the Sky Help Farmers on the Ground*“ (SMILEY 2019)

So leitet die Journalistin Lauren Smiley im Jahr 2019 in der New York Times ihren Artikel über den Nutzen von Satellitengestützten Bildern und Daten aus hochauflösenden Spektalkameras für die moderne Landwirtschaft ein. Sie beschreibt durch die präzisen und standortgenauen Aufnahmen der Kulturen eine Effizienzsteigerung in der landwirtschaftlichen Produktion, welche durch das Nutzen der daraus resultierenden Datensätze erfolgt. Mittels Einsatzes der passenden Software und der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung auf ihren Flächen, können die amerikanischen Landwirte und Landwirtinnen die Erträge und Effizienz bei der Bewirtschaftung steigern (IBID.)

Doch nicht nur in Kalifornien, auch in der Europäischen Union (EU) und in Deutschland beschäftigen sich vermehrt Landwirte und Landwirtinnen mit einer präziseren Bewirtschaftung ihrer Flächen (REICHARDT & JÜRGENS 2009). Durch den Wechsel von der kleinbäuerlichen Landwirtschaft in den vergangenen Jahrhunderten hin zu einer industrielleren Landwirtschaft, bei der die Produktion weniger arbeits- und stattdessen mehr kapitalintensiv wurde, setzen die Landwirte und Landwirtinnen mit durchschnittlich immer größeren Flächen- und Betriebsgrößen stärker auf digitale Planungshilfen (PAUSTIAN & THEUVSEN 2016; FINGER et al. 2019). Dennoch bleibt die Adaption des Precision Farmings (PF) bei deutschen Landwirten und Landwirtinnen weit hinter den Erwartungen der Industrie und Politik (GANDORFER et al. 2017; TAMIRAT et al. 2018). Wenden in den United States of America (USA) bereits über 50 bis 80 % der Farmer Technologien im Bereich des PF auf ihren Betrieben an (KUTTER et al. 2011; SCHIMMELPFENNIG 2016; ERICKSON et al. 2017), so sind es in Deutschland lediglich 10 bis 30 % der Betriebe (REICHARDT & JÜRGENS 2009; KUTTER et al. 2011; PAUSTIAN & THEUVSEN 2016; GANDORFER et al. 2017; GABRIEL & GANDORFER 2020). Reichardt stellt in ihren Untersuchungen fest, dass vor allem die größeren Ackerbaubetriebe in Nord- und Ostdeutschland vergleichsweise mehr PF-Anwendungen in ihren Betrieben nutzen, als Betriebe, die in kleinstrukturierten Gebieten wie Süd- oder Westdeutschland liegen (REICHARDT 2010).

Ähnliche Erkenntnisse wie sie in der Literatur zu finden sind, waren zu Projektbeginn auch bei den beteiligten Landwirten in der OG festzustellen. Ein fest im Schlepper verbautes, Global Positioning System (GPS) gestütztes Lenksystem war lediglich auf einem Betrieb

vorhanden. Da ein GPS in der Regel, neben weiteren Freischaltungen der Maschinen und anderer notwendiger Hard- und Software, die Grundlage für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung darstellt, mussten die Arbeiten durch die MGF als Dienstleister ausgeführt werden. Die MGF sammelte dabei alle Daten der Flächen und der Aufträge in einem Farm-Management-System (FMS) des Herstellers FarmFacts, womit im weiteren Verlauf des Projektes auch die Applikationskarten und Aufträge erstellt wurden. Dies war notwendig, da ein Teil der Landwirte bis zum Projektbeginn noch keine digitalen Schlagkarteien oder FMS führten.

Abgesehen von einem Landwirt, wurden bei den anderen bis zum Projektbeginn noch keine Arbeiten mit PF durchgeführt. Trotz der Bereitschaft der Landwirte, dies mittels der Versuche auf ihren Flächen einzuführen und zu testen, war es zunächst wichtig die geplanten Schritte und Arbeiten intensiv den Landwirten gegenüber zu kommunizieren und zu diskutieren.

Bei der MGF waren die notwendigen Maschinen und Freischaltungen, sowie die passende Hard- und Software zu Projektbeginn bereits vorhanden. Dennoch benötigte es einige Zeit und Übungen, bis die übertragenen Applikationskarten auf den Schlepperterminals erschienen und daraufhin auch korrekt ausgeführt wurden. Aufgrund der Tatsache, dass die Technik zwar vorhanden, aber bisher durch die Kunden der MGF kaum bis gar nicht nachgefragt wurden, fehlte die Routine im Umgang damit. Neben den „Trockenübungen“ auf dem Betriebsgelände der MGF mussten somit auch Fahrer und Mitarbeiter geschult werden, da die Bedienung der PF-Anwendungen auf den Maschinen weiteres Fachwissen und tieferegehende Menüführungen benötigt.

b) Projektaufgabenstellung

Um die Aufgabenstellungen im Projekt im Folgenden zu strukturieren, wird diese im Rahmen der geplanten Arbeitspakete (AP) dargestellt.

AP 1 – Management

Das Management und die Koordinierung des Projektes und der Aufgaben lagen vor allem bei der FH SWF. Neben diesen Aufgaben wurden auch die administrativen Aufgaben wie bspw. das Verfassen der Berichte oder die Bearbeitung der Mittelabrufe durch die FH SWF übernommen. Zusätzlich wurde das Projekt im Feld begleitet, d.h. die Betreuung der OG und die Anlage der Versuche gehörten ebenso zu den Managementaufgaben wie die Vorbereitung von Veranstaltungen oder Vorträgen zur Vorstellung des Projektes.

AP 2 – Vorbereitungen

Im AP 2 galt es bei der gesamten OG sich zunächst auf die anstehenden Versuchsanlagen vorzubereiten. Dies beinhaltete vor allem das Sammeln aller notwendigen Daten und Karten, sowie die Erstellung der schlagbezogenen Zonenkarten. Neben der Datenverarbeitung war es jedoch auch notwendig die Maschinen und die Technik aufeinander abzustimmen. Dazu gehörte u.a. die Schulung der Fahrer auf die Maschinen und die ersten Übungen im Umgang mit der Technik auf dem Betriebsgelände der MGF.

AP 3 – Boden

Der Bereich Boden nahm im Projekt einen wichtigen Baustein ein. Durch das Ziehen der Bodenproben durch den BHD wurde die Grundlage für Basiskarten und die Düngedarfsermittlung geschaffen. Gemeinsam mit den Landwirten sollten Düngeberatungen durchgeführt und nach den Ernten wiederholt werden, um die Produktion im Getreide- und Maisanbau weiter zu optimieren.

AP 4 – Applikationskarten

Um die Applikationskarten zu erstellen war die Zusammenarbeit zwischen MGF, den Landwirten der OG und der DEULA sowie der FH SWF notwendig. Zunächst war es die Aufgabe der MGF TalkingFields (TF) Karten zu organisieren. Diese langjährigen Biomassekarten wurden durch einen Dienstleister bereitgestellt. Anhand dieser sollten dann die Applikationskarten gemeinsam mit dem Praxis- und schlagbezogenem Wissen der Landwirte erstellt werden. Um die Applikationskarten mit den Aussaatstärken zu komplettieren, sollten Beratungsempfehlungen bei den Saatgutzüchtern eingeholt werden. Weiterhin galt es, die Karten auch durch N-Sensoren oder Drohnen mit Multispektralkameras zu erstellen.

AP 5 – Landbewirtschaftung

Die Landbewirtschaftung nahm im Projekt den größten Aufgabenteil ein. Dies beinhaltete nach der Erstellung der Applikationskarten auch die Anlage der Versuche anhand dieser Karten. Zusätzlich sollte weitere Sensorik bei der Durchführung eingesetzt werden, wie beispielsweise Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) Sensoren oder Ertragsmessungssensoren. Bei der Anlage der Versuchspartellen und der Bewirtschaftung wurde darauf geachtet, dass zur Auswertung Nullpartellen angelegt werden, damit diese später im Ertragsvergleich berücksichtigt werden können. Durch den Einsatz der vorhandenen Technik der MGF galt es diese auch im weiteren Projektverlauf hinsichtlich PF zu beurteilen.

AP 6 – Optimierung der Karten

Im sechsten AP wurden die gewonnenen Daten der Ernte, der Satellitenaufnahmen und weiterer schlagbezogener Daten gesammelt und evaluiert. Durch die Aufarbeitung gemeinsam mit der MGF und den Landwirten sollten neue Applikationskarten hinsichtlich einer optimierten Zonenbildung in den Versuchsflächen entstehen, um diese dann in der Folgenden Vegetationsperiode nutzen zu können. Eine weitere Optimierung der Karten ergibt sich durch die Kombination der Daten mit den Daten aus N-Sensoren und der Drohnenbefliegung mit Multispektralkamera.

AP 7 – Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse wurde vor allem für die Auswertung der Versuche geplant. Um die Ausgaben und Einnahmen durch die PF-Anwendungen zu analysieren, wurden während des gesamten Projektverlaufes Daten gesammelt und ausgewertet, um diese abschließend in Kosten-Nutzen-Analysen darzustellen. Grundlage der Vergleiche sollten immer die normale Bewirtschaftung der Null-Parzellen sein, um später die Standardbewirtschaftung und das PF vergleichen zu können. Diese Bewirtschaftung entsprach immer den praktischen Vorgaben der Landwirte, so wie diese üblicherweise die Fläche ohne PF bewirtschaftet hätte.

AP 8 – Nutzer-/Bedienerfreundlichkeit und Akzeptanz

Gemeinsam mit den beteiligten Praktikern sollten in diesem AP Tests und Analysen hinsichtlich Umgang und Einsatz des PF in der Praxis durchgeführt werden, damit später Aussagen bezüglich der intuitiven Bedienung und Einstellung der Systeme getroffen werden können.

AP 9 – Datenhoheit und -sicherheit

Im AP 9 Datenhoheit und -sicherheit befassten sich die Aufgaben vor allem damit zu untersuchen, welche Datenströme zu verzeichnen sind und wie bei diesen die Datensicherheit zu beurteilen ist. Zudem behandelt dieses AP die Diskussion von Nutzungs- und Besitzrechten ebenso wie die Transparenz im Umgang mit dem Austausch mit Beratern.

AP 10 – Erfahrungs- und Ergebnistransfer

Das letzte AP 10 befasste sich mit dem Erfahrungs- und Ergebnistransfer in die Öffentlichkeit. In diesem AP sollten Schulungsunterlagen zur Information von Interessierten potentiellen Nutzern erstellt werden, damit die Erfahrungen auch in den Bereich der Lehre integriert werden können. Zudem war es geplant einige öffentliche Veranstaltungen zu organisieren,

um dort auch durch den Einbezug der Technik- und Softwarehersteller die PF-Anwendungen dem breiten Publikum näher zu bringen. Die Anfertigung der Projektberichte und Vorträge fiel ebenfalls in dieses AP.

2.3 Ergebnisse der OG

a) Zusammenarbeit der OG

Die Zusammenarbeit der OG und den beteiligten Landwirten im EIP-Projekt „DigitalFarm-Praxis NRW“ kann während der gesamten Laufzeit als sehr positiv beurteilt werden. Dadurch, dass die Projektteilnehmer, abgesehen von der FH SWF, aus der gleichen Region stammen, war in den meisten Fällen schon eine Bekanntschaft vorhanden. Nach der anfänglichen Findungsphase im Projekt war die Arbeit durchaus sehr kooperativ und zielorientiert. Zudem war die Zusammenarbeit stets sehr dynamisch, sodass auch Probleme bei den Versuchsplanungen schnell gemeinsam gelöst werden konnten.

b) Mehrwert der OG

Durch die Zusammenarbeit zwischen den praktischen Landwirten, Dienstleistungsunternehmen, Lehr- und Fortbildungsinstituten sowie der wissenschaftlichen Begleitung haben sich spannende Sichtweisen bei der Projektdurchführung ergeben und alle Projektteilnehmer konnten voneinander profitieren. Dies führte vor allem in Problemsituationen zu konstruktiven Lösungsansätzen.

c) Weitere Zusammenarbeit der OG

Nach Abschluss des Projektes wird es auch in vielen Fällen weiterhin eine Zusammenarbeit bei den Teilnehmern geben. Da das Dienstleistungsunternehmen MGF erfolgreich das Produkt der PF-Anwendungen bei den Landwirten umsetzen konnte, werden die Landwirte diese Arbeit auch weiterhin gemeinsam mit der MGF durchführen. Durch die positiven Ergebnisse der Versuche wurden die Landwirte hinsichtlich der Vorteilhaftigkeit der PF-Anwendungen überzeugt, einige haben bereits während der Projektarbeiten weitere Flächen ihres Betriebes, die nicht im Projekt integriert waren, durch die MGF teilflächenspezifisch bewirtschaften lassen.

2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes

a) Zielerreichung

Um die Ergebnisse des Innovationsprojektes im Folgenden wieder strukturiert darstellen zu können, werden diese nach den Arbeitspaketen gegliedert aufgeführt.

AP 2 – Vorbereitungen

Bei den Vorbereitungen der Versuchsanlagen wurde deutlich, wie wichtig eine intensive Planung und Datensammlung ist. Nach der Datenvorbereitung und -sammlung durch die OG und die Bereitstellung der Daten seitens der Landwirte wurden die ersten Applikationskarten erstellt um mit diesen den Einsatz der Technik auf dem Gelände der MGF zu testen. Dazu wurden die Maschinen so kombiniert, wie diese später auch im Feld eingesetzt werden sollten.



Abbildung 4: Darstellung einer Applikationskarte auf einem Schlepperterminal

Bei der Konfiguration und dem überspielen der Daten in ISO-XML oder als Shape-Datei, ob mittels USB-Stick oder online, wurden die ersten Komplikationen festgestellt und es wurde deutlich, dass nicht jedes Fabrikat ohne weiteres mit den vorhandenen Datensätzen kompatibel war. In der Regel fehlte in einem Untermenü ein Haken oder ein Neustart des Terminals war ausreichend um diese zu beheben, allerdings wird dabei klar, dass für die Vorbereitung der Daten ausreichend Zeit und Geduld eingeplant werden musste. Im Laufe des Projektes mussten immer wieder die Hersteller zur Unterstützung herangezogen werden, was

in teils unterschiedlichen Qualitäten geschah. Zudem müssen die Nutzer und Fahrer der Maschinen intensiv geschult werden, da die Zusammenhänge und die Menüführungen in der Software teils sehr komplex sind und hohe Anforderungen an den Fahrer stellen.

AP 3 – Boden

Im dritten AP wurden die im Frühjahr durch den BHD gezogenen Bodenproben genutzt, damit die Flächen hinsichtlich der Nährstoffverfügbarkeit kartiert und die Daten für die Erstellung der Applikationskarten berücksichtigt werden konnten. Die Abbildung 5 zeigt den BHD bei der Bodenprobenentnahme mittels Quad.



Abbildung 5: Teilflächenspezifische Bodenprobenentnahme mit einem Quad

Aufgrund dessen, dass der durchführende Mitarbeiter des BHD zu Beginn des Projektes das Unternehmen verlassen hatte, konnte niemand die weiteren Bodenproben durchführen. Abschließend war das Gerät defekt, daher konnten lediglich im ersten Projektjahr Proben gezogen werden.

Neben den praktischen Arbeiten des Bodenprobenziehens wurden gemeinsam mit dem BHD und den teilnehmenden Landwirten Düngestrategien für die Versuchsfelder erarbeitet. Diese ergaben sich aus den ersten Bodenproben, welche Informationen über die Nährstoffgehalte im Boden lieferten. Im Laufe der folgenden Versuchsjahre konnten diese Strategien immer wieder in die Praxis und die Versuche übertragen werden.

AP 4 – Applikationskarten

Die Bearbeitung der Applikationskarten im FMS wurde vor allem von der MGF und der DEULA durchgeführt. Aufgrund der Vorerfahrungen der Projektpartner war der Datenimport in das FMS in der Regel problemlos, da auch die Datenbereitstellung im Vorfeld gut funktioniert hat.

Grundlage der Applikationskarten waren in diesem Projekt in der Regel immer die Talking-Fields (tf) Basiskarten, welche auf langjährigen Biomassekarten beruhen. Die tf-Basiskarten wurden mithilfe des FMS in Applikationskarten umgewandelt. Wichtig ist bei der Betrachtung der Ergebnisse, dass in dem EIP Projekt „DigitalFarmPraxis NRW“ keine Einsparung von Betriebsmitteln untersucht wurde, sondern eine effizientere Verteilung dieser auf der Fläche anhand der Applikationskarten analysiert werden sollte.

Während der Projektlaufzeit hat es sich bewährt, wenn die Applikationskarten vor der Durchführung der Maßnahmen gemeinsam mit den Bewirtschaftern der Versuchsflächen, den Landwirten, besprochen wurden. Auf das praktische Wissen über die Schläge kann bei der Erstellung nicht verzichtet werden, da die langjährigen Erfahrungen der Landwirte essentiell sind, um auf etwaige Abweichungen in den Satellitendaten reagieren zu können. Die Bearbeitung der Karten ist dabei oft sehr zeitintensiv, da jeder Landwirt mit einer anderen Effizienz die Bearbeitung der Applikationskarten beschleunigt oder verzögert.

Weiterhin hat es sich im Rahmen der Versuchsanlage als positiv erwiesen, dass vor allem bei den ersten Versuchsanlagen ein Laptop beim Feldeinsatz mitgeführt wurde, damit etwaige Fehler in den Karten direkt korrigiert werden konnten. In einigen Fällen führten Mengenangaben, wie bspw. Körner/Quadratmeter bei der Applikationskarte zu einer falschen Darstellung auf dem Schlepperterminal, welches nur mit der Angabe Körner/Hektar (ha) arbeiten konnte. Dies war wiederum von Hersteller zu Hersteller unterschiedliche und bedurfte einige Anpassungen im Rahmen des Projektes. Falls diese falschen Angaben im Schlepperterminal durch den Fahrer nicht erkannt werden, kann es zu erheblichen Unterschieden bei den ausgebrachten Mengen führen.

Probleme bereitete zudem die Übertragung der Daten auf die Maschinenterminals. Online war dies in der Regel nicht problemlos möglich, woraufhin im Projekt nur noch die Datenübertragung mittels USB-Stick genutzt wurde. Sowohl die Übertragung mittels Shape-Dateien oder im ISO-XML Format brachte immer wieder Fehler mit sich, ein simples

„Plug&Play“, wie es von Seiten der Hersteller beworben wird, ist im Projekt nicht möglich gewesen.

AP 5 – Landbewirtschaftung

Das AP 5 – Landbewirtschaftung hat im Projekt den größten Teil der Arbeit eingenommen und spannende Ergebnisse konnten erzielt werden. Alle Arbeiten der Bewirtschaftung, welche mit den PF Versuchen im Zusammenhang standen, ebenso wie die Ernte der Versuchspartellen, wurden durch die MGF durchgeführt. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass eine gewisse Konstanz bei der Durchführung stattfand, da in der Regel die gleichen Mitarbeiter mit den Maschinen die Versuche bearbeitet haben. Alle Arbeiten wurden dabei von der DEULA und der FH SWF begleitet.

Pflanzenbaulich konnten durch die teilflächenspezifische Bewirtschaftung vor der Ernte homogenere Bestände beobachtet werden. Gleichzeitig fiel gerade bei den Versuchspartellen in dem Jahr 2022 auf, in welchem im Vergleich zum Vorjahr geringere Niederschläge verzeichnet wurden (vgl. Kap. 1.4), dass vor allem die Kulturen auf den leichteren Böden mit geringerer Wasserhaltefähigkeit weniger Hitzestress und Trockenschäden aufwiesen als die konventionell bewirtschafteten Nullpartellen.

Aufgrund des Platzmangels werden alle weiteren Versuche im Getreideanbau mit den Erläuterungen der Versuchsanlagen im Anhang aufgeführt. Die Abbildung 6 stellt beispielhaft einen teilflächenspezifischen Düngeversuch dar. Die Grafik zeigt deutlich die Ertragsvorteile durch die Anwendung von PF. Die Null- und Vergleichspartelle wurde bei beiden Düngeterminen N1 und N2 einheitlich mit 90 kg Stickstoff pro ha (N) gedüngt, dies entspricht dem, wie der Landwirt die Fläche standardmäßig gedüngt hätte. Durch die reine teilflächenspezifische organische Düngung, bei der die erste Düngegabe N1 mit einer Spreizung von 60-120 kg N/ha und die N2 rein mineralisch mit 90 kg N/ha aufgedüngt wurde, ergibt sich ein Ertragsvorteil von 6,1 Dezitonnen pro Hektar (dt/ha), was in Relation zur Nullpartelle einen Mehrertrag von 7 % ergibt. Die gewählte Düngestrategie war in diesem Fall die Differenzierung, also die höhere Düngegabe an den guten Stellen mit der höheren Ertragsersparnis und die Reduzierung an schlechteren Stellen mit der geringeren Ertragsersparnis im Feld.

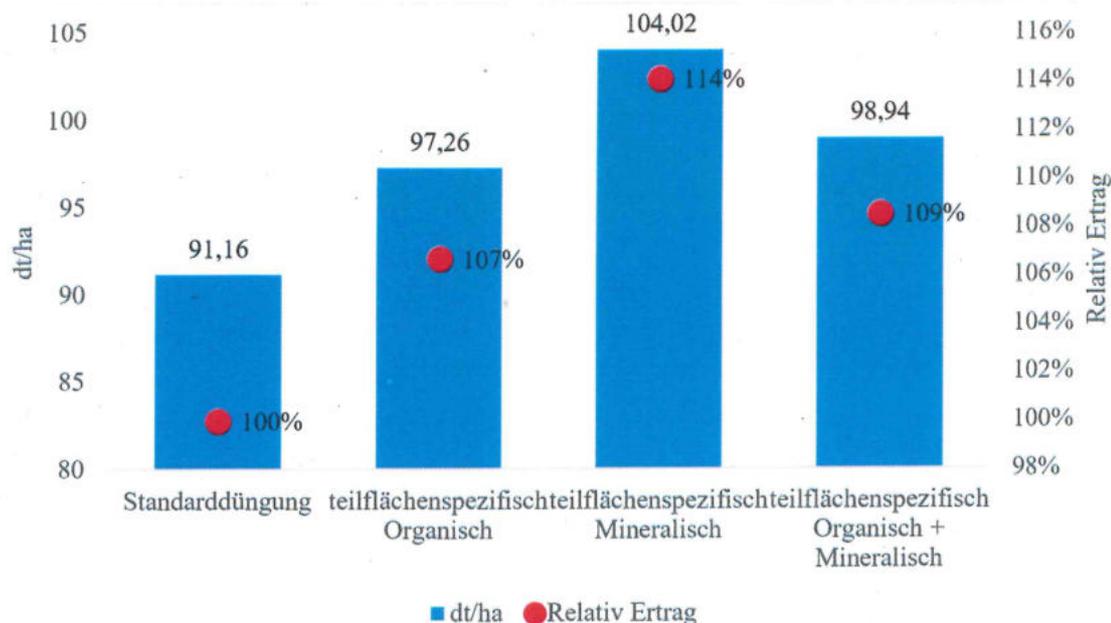


Abbildung 6: Düngerversuch Winterweizen

Noch deutlichere Ertragsvorteile ergaben sich in dem Versuch durch die teilflächenspezifische mineralische Düngung. Bei dieser Düngemaßnahme wurde die N1 organisch einheitlich gedüngt und die N2 mit der gleichen Spreizung von 60-120kg N durchgeführt. Diese Düngung erbrachte einen Ertragsvorteil von 12,86 dt/ha oder 14 % im Vergleich zur Nullparzelle. Vergleichsweise etwas geringere Erträge wurden durch die Kombination der teilflächenspezifischen organischen und der teilflächenspezifischen mineralischen Düngung erzielt. In dieser Versuchsparzelle wurden sowohl N1 als auch N2 mit einer Spreizung von 60-120 kg N/ha differenziert gedüngt, was zu einem Ertragsvorteil von 7,78 dt/ha oder 9 % im Vergleich zur Nullparzelle führte.

Die Abbildung 7 zeigt einen beispielhaften kombinierten PF Versuch im Maisanbau, alle weiteren Versuche werden mit den Versuchsaufbauten ebenfalls im Anhang aufgeführt. Die Kombination bestand in diesem Versuch darin, dass neben der teilflächenspezifischen Aussaat auch die Düngung teilflächenspezifisch durchgeführt wurde, in einer Versuchsparzelle als Kombination aus beidem. Die Nullparzelle wurde als Vergleichsparzelle wie in allen anderen Versuchen auch nach den Vorgaben des Landwirts angelegt, ebenso wie er seine anderen Flächen bewirtschaftet. Dies entspricht in diesem Fall 90.000 Körner/ha und 120 kg N/ha.

Der erste Versuch bestand darin, die Aussaat teilflächenspezifisch und die Düngung standardisiert durchzuführen. In diesem Fall wurde die Aussaatstärke von 75.000 bis 105.000 Körner/ha anhand der im Vorfeld erstellten Applikationskarte gestreut. Durch die andere

Eingehende Darstellung

Verteilung der Körner in der Fläche konnte ein Mehrertrag von 0,21 Tonnen (t) Trockenmasse (TM) geerntet werden. Das entspricht 3 % Mehrertrag als die Nullparzelle. (Vgl. Abbildung 7)

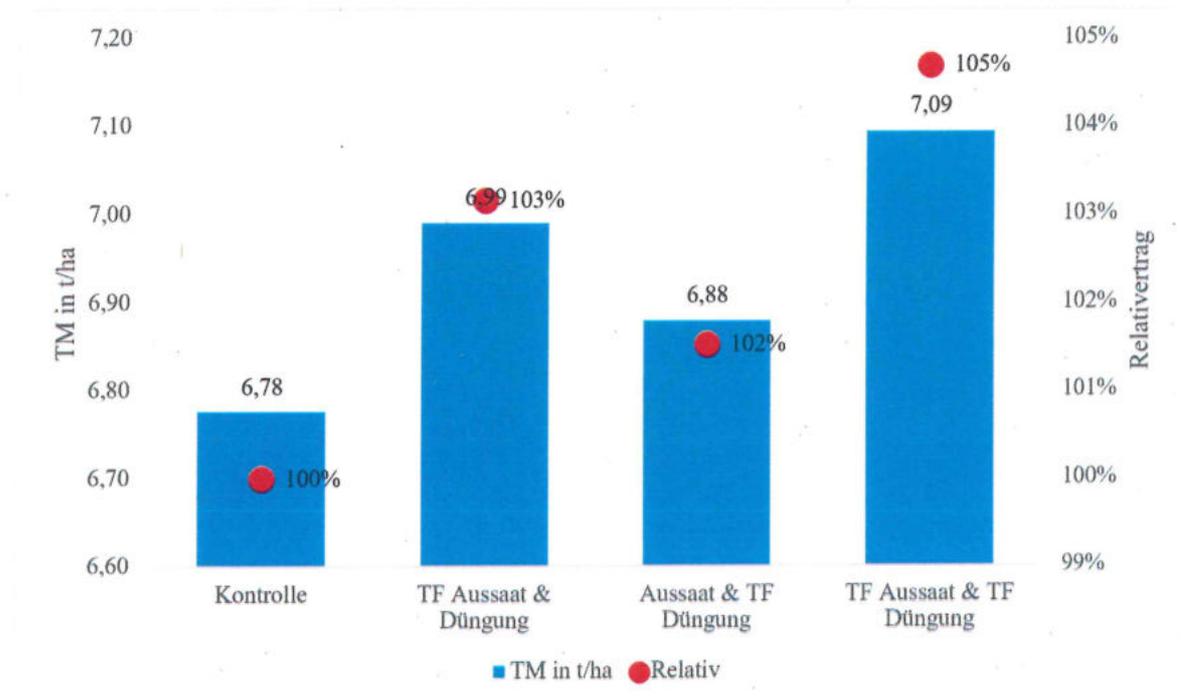


Abbildung 7: Aussaat- & Düngerversuch Mais

Durch die teilflächenspezifische Düngung bei der standardisierten Aussaat wurden 0,1 t TM/ha mehr geerntet, was 2 % Mehrertrag bedeutet. Bei dieser Variante wurde die Düngung, in diesem Fall organisch, mit einer Spreizung von 80 bis 160 kg N/ha variiert. Nochmals deutlichere Mehrerträge wurden durch die Kombination aus beiden teilflächenspezifischen Bewirtschaftungsvarianten geerntet. 5% mehr TM im Vergleich zur Nullparzelle oder 0,31 t TM/ha wurden in diesem Versuch ausgewertet.

Neben den pflanzenbaulichen Ergebnissen wurden auch die Maschinen im Einsatz überprüft und lieferten einige Aussagen hinsichtlich Bedienung und PF Anwendungen. Wie bereits beschrieben war zu Beginn jeder Versuchsanlage immer wieder die Frage nach den richtigen Dateiformaten und den passenden Aufträgen zum Übertragen auf die Maschinenterminals, ohne diese keine Applikationskarten genutzt werden konnten. Diese Arbeiten haben immer wieder einige Zeit in Anspruch genommen. Zudem war vor allem die organische teilflächenspezifische Düngung für die Fahrer äußerst anspruchsvoll, da die automatische Regelung des Ausbringfasses nicht in der schnelle reagieren konnte wie das Terminal, bzw. der NIR-Sensor die Ausbringmengen vorgegeben hat. Daher wurde die Fahrgeschwindigkeit durch

den Fahrer immer wieder angepasst, was zu einer erheblichen Arbeitsbelastung während der Ausbringung führte.

AP 6 – Optimierung Karten

Während der Versuchsernten wurden die Erträge der Versuchsflächen nicht nur durch das Team der DEULA und der FH SWF gewogen, sondern auch durch die Ertragssensoren der Erntemaschinen wie Mähdrescher und Maishäcksler erfasst und in Ertragskarten dargestellt. Diese Ertragskarten sollten ursprünglich für die Optimierung der Applikationskarten genutzt werden, was jedoch aufgrund einiger Fehler in den Ertragskarten und den trotz regelmäßiger Kalibrierungen wiederholenden Abweichungen von bis zu 18 % der Ertragsdaten nicht möglich war. Die Abbildung 8 stellt beispielhaft dar, wie sich solche Fehler darstellen. Im Falle des Maishäckslers werden Fehler deutlich, an denen beispielsweise an der Vorwand neu in den Bestand gefahren wurde oder an welchen Stelle im Bestand die Abfuhrgespanne gewechselt wurden. Die Anfahrkurve, die die Geschwindigkeits- und Massenveränderung kompensieren soll, passt nicht zum Fahrverhalten und der spezifischen Situation. Solche fehlerhaften Aufzeichnungen führten wiederum zu fehlerhaften Applikationskarten, woraufhin die Ertragskarten nicht mehr zur automatisierten, sondern lediglich zur manuellen Optimierung der Applikationskarten genutzt wurden.

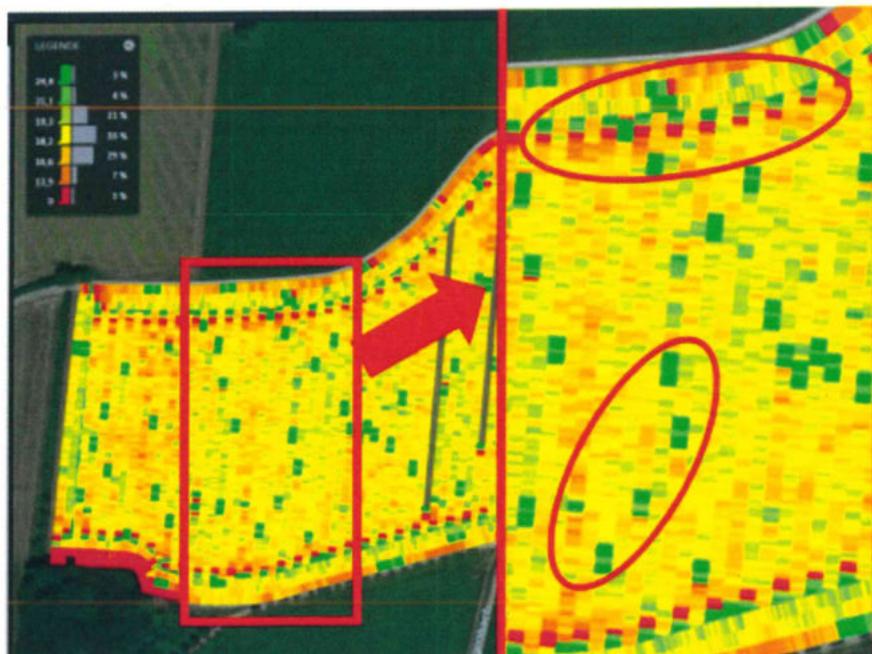


Abbildung 8 Darstellung Aufzeichnungsfehler bei der Ertragskartierung

Ein wichtiger Baustein der Optimierung waren jedoch immer wieder die Gespräche mit den Landwirten, welche die Bestände über die Vegetationszeiträume intensiv betreut und inspi-

ziert haben. Die Landwirte konnten durch ihre Beobachtungen den Aufbau der Applikationskarten weiter optimieren. Eine weitere Anpassung der Rasterung anhand der Bearbeitungsrichtung war nicht mit dem vorhandenen FMS System möglich, was vor allem in der praktischen Ausbringung zu Problemen mit der Technik führen kann.

Neben den Optimierungen im Büro wurden weitere Versuche mittels zusätzlicher Sensorik durchgeführt. So wurden kurz vor Düngemaßnahmen Drohnenflüge mit einer Spektralkamera durchgeführt, um die aktuellen Chlorophyllgehalte der Pflanzen zu erkennen und darauf aufbauend die neuen Applikationskarten zu erstellen, was zwar zu einem Mehraufwand an Arbeit führt, aber auch aktuellere Daten liefert. In einem weiteren Versuch wurden die Applikationskarten, die auf Grundlage der tf-Basiskarten erstellt wurden, mit einem N-Sensor und Faktorkarte kombiniert, um dadurch die Ausbringmengen noch exakter zu verteilen.

AP 7 – Kosten-Nutzen-Analysen

Um die Kosten und den Nutzen der PF-Anwendungen zu analysieren und dementsprechend auch die Wirtschaftlichkeit bewerten zu können, sind viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Neben der Betriebsgröße und der Einsatzfläche, auf der die Technik eingesetzt wird, ist ebenso die Heterogenität des Standortes ausschlaggebend für einen wirtschaftlichen Einsatz des PF. Für Landwirte mit verhältnismäßig geringer Flächenausstattung lohnt sich die Anschaffung der PF fähigen Technik oft nicht, sodass diesen der Zugang, bzw. der Nutzen verwehrt bleibt. Die notwendigen Investitionen für die Hard- und Software werden nur durch eine ausreichende Auslastung der Technik wirtschaftlich. Erst durch den Einsatz in Maschinen-, bzw. Betriebsgemeinschaften oder als Dienstleistung durch einen Lohnunternehmer können auch Betriebe mit kleiner oder mittlerer Struktur und Flächenausstattung wie in diesem EIP-Projekt von den neuen Möglichkeiten des PF wirtschaftlich profitieren.

Nicht nur die Investitionskosten sind zu berücksichtigen, auch die regelmäßig wiederkehrenden Rüst- und Lernzeiten, bzw. -kosten, dürfen nicht vernachlässigt werden. Dazu gehören ebenso die Datenverarbeitungskosten wie die Informationskosten für den Umgang mit den Systemen für den Anwender. Aufgrund der Vielzahl der Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit für den Landwirt beeinflussen, wurden in diesem EIP-Projekt alle Arbeiten von dem Dienstleister übernommen und angeboten. Um die Kostenstruktur der einzelnen Mehrkosten darzustellen, ist in Tabelle 2 eine Übersicht aufgeführt. Diese stellt die Kosten dar, die für die Landwirte entstehen, je nachdem in welchem Umfang die Dienstleistungen angenommen werden.

Tabelle 2: (Mehr-) Kosten PF Anwendungen Maschinengemeinschaft Freckenhorst

Verfahren	Nutzungsdauer in a	Kosten/ha/a
tf-Basiskarte	3	5,00 €
Bodenprobenentnahme nach Zonen	3	6,33 €
Probenanalyse	3	6,67 €
Kartenbearbeitung	1	8,50 €
Düngung Organisch 25 Kubik/ha	1	2,27 €
Aussaat Mais	1	5,00 €
Aussaat Getreide	1	5,00 €
Drohnenaufnahmen mit Bearbeitung	1	8,70 €
Düngung Mineralisch Pantera	1	2,00 €
Düngung Mineralisch Streuer	1	0,80 €
Ernte	1	8,00 €

Quelle: Eigene Berechnungen nach Maschinengemeinschaft Freckenhorst (2022)

Aufgrund der mehrjährigen Nutzungsperiode, bspw. der tf-Basiskarte oder den Bodenprobeergebnissen, werden diese Kosten für den Landwirt über einen Zeitraum von drei Jahren verrechnet. Um nun die Kosten für eine Maßnahme zu ermitteln, müssen lediglich die einzelnen Arbeitsschritte addiert werden. Bei einer teilflächenspezifischen mineralischen Düngung fallen Kosten für die tf-Basiskarte, die Bodenprobenentnahme nach Zonen, Bodenprobenanalyse, die Kartenbearbeitung und Vorbereitung für die Maschinen, die Düngung und die Ernte mit Ertragskartierung an. Somit ergeben sich in dem Beispiel der Tabelle 3 Mehrkosten pro ha in Höhe von 23,50€. Dabei ist zu beachten, dass dies lediglich die Mehrkosten für die Anwendung von PF pro ha darstellt, die eigentlichen Bewirtschaftungskosten sind immer noch betriebsindividuell zu betrachten und können pauschal nicht berechnet werden. Für die Kosten-Nutzen-Analyse ist das jedoch irrelevant.

Tabelle 3: Kosten-Nutzen-Analyse Getreide, Beispiel v. Mersch

	Relativertrag in %	Mehrertrag in dt/ha	Mehrerlös in €/ha*	Kosten in €/ha	Mehrgewinn in €/ha*
Düngung TF organisch	106,69	6,1	107,96 €	23,77 €	84,19 €
Düngung TF mineralisch	114,11	12,86	227,60 €	23,50 €	204,10 €
Düngung TF organisch + mineralisch	108,53	7,78	137,69 €	25,77 €	111,92 €
Notwendiger Mehrertrag (Schnitt)	-	1,38	24,35 €	24,35 €	0,00€

* Bei einem durchschnittlichen Weizenpreis im Zeitraum 2016-2021 von 17,70 €/dt, Quelle: Statista (2021) Mittels der durchschnittlichen Weizenpreise der Jahre 2016 bis 2021 ergibt sich somit ein Mehrgewinn von 204,10 € pro ha durch die teilflächenspezifische Bewirtschaftung, im Vergleich zur Nullparzelle, die der Standardbewirtschaftung durch den Landwirt entspricht. Bei Betrachtung der Tabelle 3 wird klar, dass bei einem Mehrertrag von durchschnittlich ca. 1,4

dt/ha die Kosten des PF bereits gedeckt werden. Der geringe Mehraufwand durch die Bewirtschaftung des Dienstleisters macht den Einsatz von PF durch die höheren Erträge für den Landwirt schnell wirtschaftlich.

Ähnliche Ergebnisse stellt die Tabelle 4 dar, welche als Beispiel für die Versuche und die Kosten-Nutzen-Analysen des Maisanbaus hier aufgeführt wird. Die Kosten berechnen sich durch das gleiche Vorgehen wie bereits oben beschrieben. Der Mehrgewinn durch den Einsatz von PF fällt in diesem Beispiel jedoch nicht ganz so deutlich wie in Tabelle 3 aus, in einem Fall wird das Ergebnis negativ. Durch die Kombination der teilflächenspezifischen Aussaat und Düngung in den gleichen Parzellen konnte ein Mehrgewinn von ca. 90 € pro ha erwirtschaftet werden, wieder im Vergleich zur Nullparzelle ohne den Einsatz von PF.

Tabelle 4: Kosten-Nutzen-Analyse Silomais, Beispiel gr. Kamp

	Relativertrag in %	Mehrertrag in t TM/ha	Mehrerlös in €/ha*	Kosten in €/ha	Mehrgewinn in €/ha*
TF Aussaat	102,49	0,39	30,45 €	26,50 €	3,95 €
TF Düngung	101,7	0,27	21,08 €	23,77 €	-2,69 €
TF Aussaat & Düngung	109,6	1,51	117,90 €	28,77 €	89,13 €
Notwendiger Mehrertrag (Schnitt)	-	0,34	26,35 €	26,35 €	0,00 €

* Bei 77€/t TM Silomais, Berechnung anhand Umrechnungsfaktor zum Fünfjahresschnitt Weizen, Quelle: Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und ländlichen Räume (LEL) (2015)

Betrachtet man nun jedoch in Tabelle 4 wiederum die Kosten und den notwendigen Mehrertrag, wird deutlich, dass auch bei diesen Einsätzen von PF die Kosten je ha verhältnismäßig gering sind und nur geringe Mehrerträge notwendig sind, damit die Kosten ausgeglichen werden. Wie in Abbildung 2 dargestellt, wurden in fast allen Versuchen im letzten Projektjahr 2022 deutliche Mehrerträge erzielt. Vergleicht man im Gegensatz dazu das Jahr 2021, war der Einsatz der PF-Anwendungen nicht in allen Fällen wirtschaftlich.

Insgesamt lässt sich aus den Versuchsjahren und den verschiedenen Versuchen schließen, dass der Einsatz von PF-Anwendungen nicht pauschal gewinnbringend ist. Dennoch kann und sollte die teilflächenspezifische Bewirtschaftung durchaus als Risikomanagement Maßnahme betrachtet werden, da sich die Stärken dieser Bewirtschaftungsform vor allem in den Jahren mit geringeren Niederschlägen, wie in 2022, bezahlt machen. Die Analysen der Versuche haben gezeigt, dass eine deutliche Tendenz hin zu den Mehrerträgen vorhanden ist, gerade in den Extremjahren.

AP 8 – Nutzer- und Bedienerfreundlichkeit

Die Nutzung der Maschinen führte zu einigen Ergebnissen hinsichtlich der Nutzer- und Bedienerfreundlichkeit. Die Konzepte der einzelnen Hersteller sind hinsichtlich der Bedienung in vielen Punkten teils noch sehr unterschiedlich, was vor allem bei unerfahrenen Bedienern für Schwierigkeiten in den ersten Schritten führen kann. Wenn in den Betrieben verschiedene Maschinenparks vorhanden sind, ist es für die Fahrer dementsprechend schwieriger sich mit den unterschiedlichen Bedienkonzepten auseinanderzusetzen. Nutzen die Betriebe einheitliche Maschinenparks, ist sind solche Probleme eher zu vermeiden.

Wichtig ist es zudem, dass die Bediener eine intensive Schulung für die jeweilige Technik erhalten. Gerade für den Einsatz von PF ist eine tiefere Menüführung notwendig, damit die entsprechenden Einstellungen vorgenommen werden können. Teilweise sind die Menüstrukturen bei einzelnen Herstellern noch sehr verschachtelt, was die Menüführung zusätzlich erschwert. Sind dann noch Maschinen verschiedener Hersteller kombiniert, wird es dementsprechend komplizierter die Konfigurationen für die einzelnen Geräte zu erstellen.

Ein weiteres Problem stellte im Projekt die Datenübertragung dar. Die Software der Hersteller fordert zum Teil unterschiedliche Dateiformate, so wurde teilweise das Format ISO-XML oder shape benötigt. Zusätzlich waren spezielle Ordnerstrukturen notwendig, damit die Daten korrekt übertragen werden konnten.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Nutzer- und Bedienerfreundlichkeit zum Teil noch ausbaufähig ist. Gerade die Maschinenkonfiguration benötigt noch hohe Rüstzeiten und stellt hohe Ansprüche an den Fahrer oder Bediener. Die Fehleranfälligkeit ist dabei in vielen Schritten noch sehr hoch, sodass vor dem Einsatz von PF ein gewisser Schulungsbedarf durchaus notwendig ist und angeboten werden sollte. Durch eine vertiefende Schulung kann für den Fahrer zudem eine Bedienungssicherheit geschaffen werden, was in dem späteren Einsatz für Selbstvertrauen sorgt und den Einsatz damit begünstigt.

AP 9 – Datenhoheit und -sicherheit

Im Projekt wurde das FMS „AG Office“ der Firma Next Farming genutzt. Dabei handelt es sich um eine PC-Lösung, wodurch die Datenhoheit gestärkt wird. Teilweise musste für die Übertragung der Daten, bspw. bei der Ertragskartierung, auf die Telemetriesysteme der Hersteller zurückgegriffen werden. Durch die intransparente Nutzung dieser Daten durch die Anbieter wird wiederum die Datenhoheit geschwächt.

Aufgrund der Zusammenarbeit mit Lohnunternehmen im Precision Farming erhöht dies den Austausch von Daten und es ergeben sich neue Fragen in Bezug auf den Datenschutz. Grundsätzlich müssen beim Precision Farming in der Zusammenarbeit zwischen Landwirten und Lohnunternehmern Daten ausgetauscht werden, ohne den Austausch funktioniert kein Precision Farming.

Zwei Wege kann man im Umgang und der Generierung von Daten für Precision Farming unterscheiden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass der Landwirt die Applikationskarten selbst erstellt. Der Lohnunternehmer nutzt diese Daten auf der entsprechenden Maschine und löscht die Daten im Idealfall anschließend direkt. Bei dieser Variante legt der Landwirt wenig Daten offen und der Datenschutz kann als vergleichsweise hoch angesehen werden.

Die andere Möglichkeit ist, dass der Lohnunternehmer ein FMS für seine Kunden unterhält. Der Landwirt muss dazu grundlegende Informationen zu seinen Schlägen zur Verfügung stellen. Der Lohnunternehmer pflegt das FMS, beschafft in Absprache mit dem Landwirt nötige Informationen, wie z.B. langjährige Biomassekarten, und erstellt bei Bedarf die entsprechenden Applikationskarten. Einerseits bringt dieses Vorgehen Vorteile für Landwirte. Es muss kein FMS erworben, eingerichtet und gepflegt werden, wodurch Kosten und Zeit gespart werden können. Zudem kann der Landwirt auf das Wissen des Lohnunternehmers zurückgreifen. Besonders bei kleinen Betrieben und für Betriebe, die in Precision Farming einsteigen möchten bzw. diese nur testen möchten, wird die Einstiegshürde deutlich gesenkt. Andererseits ergeben sich auch Vorteile für den Lohnunternehmer. Dadurch dass der Lohnunternehmer die Daten selbst erstellt, kann er gezielt auf die Datenkompatibilität achten und diese verbessern bzw. sichern. Des Weiteren kann der Lohnunternehmer eine neue Einnahmequelle schaffen und die Kundenbindung erhöhen.

Wie bereits beschrieben wurde im Projekt die zweite Variante genutzt. Bei dieser Variante sind besondere Anforderung an den Datenschutz wichtig. Der Lohnunternehmer erhält viele Daten von den Betrieben und damit auch viele wichtige Betriebsdaten.

Ein Aspekt zum Schutz der Daten ist die Definition von Zugriffsrechten im Lohnunternehmen. Bei der Maschinengemeinschaft Freckenhorst hat nur der Geschäftsführer Bernd Strotmann auf seinem Computer Zugriff auf das FMS und damit auf die sensiblen Daten aus dem Bereich des Precision Farming. Diese Handhabung ist in Bezug auf den Datenschutz als sehr positiv zu bewerten.

Des Weiteren sollten „Eigentumsrechte der Daten“ bzw. die Datenhoheit klar definiert werden. Wünschenswert wäre hierzu eine schriftliche Vereinbarung. Neben den Daten, die der Landwirt den Lohnunternehmer zur Verfügung stellt, sollten auch die Daten, die vom Lohnunternehmer (bspw. Drohnenbilder oder Ertragsdaten) oder externen Dienstleistern (bspw. langjährige Biomassekarte) erstellt werden, entsprechend beachtet werden. Zudem werden mit verschiedensten Dritten, wie z.B. den Softwareanbieter für das FMS oder den Hersteller des Telemetriesystems, vertragliche Vereinbarungen getroffen und damit auch die Datenhoheit des Landwirts beeinträchtigt. Dennoch könnte eine vertragliche Vereinbarung, die auch nur einen Teil der Datenhoheit umfasst und die Parteien über den Umgang mit den Daten aufklärt, die Souveränität der Partner stärken und Hemmnisse reduzieren.

Die Entkopplung der Dienstleistung im Bereich Precision Farming von der agrartechnischen Dienstleistung des Lohnunternehmens ist nicht selbstverständlich aber um Precision Farming zu fördern wünschenswert. Die Maschinengemeinschaft Freckenhorst zeigte sich sehr offen und erstellt Applikationskarten auch für andere Lohnunternehmen. Dadurch können Maschinen anderer Lohnunternehmer genutzt werden und der Landwirt erhält seine Flexibilität.

AP 10 – Ergebnistransfer

Das letzte AP wurde maßgeblich durch die Corona-Pandemie beeinflusst. Aufgrund der zahlreichen Kontaktbeschränkungen konnten keine öffentlichen Feldabende stattfinden, woraufhin sich die OG für die Erstellung von Kurzfilmen entschieden hat. Ein regionales Produktionsteam hat dabei einige Arbeiten der OG bei der Versuchsdurchführung begleitet, wodurch interessante Beiträge sowohl zu PF-Anwendungen im Getreide- als auch im Maisanbau aufgenommen werden konnten. In den Beiträgen erläutern die Teilnehmer sachlich und verständlich wie die Arbeiten im Projekt durchgeführt wurden und erläutern den interessierten Zuschauern die Grundlagen der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung in der Region rund um Warendorf. Diese Beiträge wurden nach der Veröffentlichung durch die OG auf den Online-Plattformen geteilt und sind nach wie vor abrufbar. Ein Link zu den Kurzfilmen befindet sich im Anhang.

Zum Abschluss der Projektlaufzeit waren die Coronabeschränkungen wieder so weit aufgehoben, dass auf dem Gelände der DEULA eine große, öffentliche Abschlussveranstaltung durchgeführt werden konnte. Bei dieser wurden die im Projekt genutzten Maschinen bei der

DEULA in Warendorf ausgestellt und zur Präsentation der Ergebnisse aufgebaut. Der Vortragsteil, welcher gemeinsam durch die FH SWF und der DEULA vorgetragen wurde, umfasste neben der Ergebnisvorstellung noch eine gemeinsame Diskussionsrunde mit den Veranstaltungsteilnehmern, welche wiederum das große Interesse an PF bei den Landwirten, Landwirtinnen und Unternehmen aus der Region verdeutlichte.

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden zudem einige Artikel in Fachzeitschriften veröffentlicht, welche im Anhang aufgeführt werden. Zusätzlich konnten einige Vorträge über das EIP-Projekt im Rahmen von Fach- und Lehrveranstaltungen vorgestellt werden. Im Rahmen der ersten Agrarforschungstage am 01. September 2022 wurde das Projekt bei dem Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW in Düsseldorf den interessierten Zuhörern vorgetragen. Eine weitere Auflistung der wahrgenommenen Veranstaltungen ist in Kapitel 2.9 zu finden.

b) Abweichungen

Aufgrund der Tatsache, dass es beim BHD personelle Veränderungen gegeben hat, war kurzfristig kein Mitarbeiter für die Fortführung der Bodenprobeentnahme zur Verfügung. Diesbezüglich hat die MGF das Gerät zur teilflächenspezifischen Bodenprobenentnahme übernommen und wollte diese Arbeiten statt des BHDs durchführen. Diese konnten jedoch nicht in dem Umfang wie geplant durchgeführt werden, da im Frühjahr 2021 schwerwiegende technische Probleme bei dem Gerät festgestellt wurden und dieses daraufhin für einige Zeit aus dem Dienst genommen wurde. Durch die technischen Probleme war der Einsatz im Projekt nur noch bedingt möglich, daher konnten nur wenige Ergebnisse hinsichtlich der teilflächenspezifischen Bodenprobenentnahme erzielt werden.

c) Projektverlauf

2020

Zu Beginn der Projektphase wurden die Arbeiten im Projekt noch maßgeblich durch die Corona-Pandemie beschränkt, wodurch sich die Besprechungen untereinander auf die digitalen Medien verlagert haben. Dennoch wurden viele Vorbereitungen getroffen, damit das EIP-Projekt und die Versuchsanlagen durchgeführt werden konnten. Neben der Datenbereitstellung seitens der Landwirte und der Datensammlung durch DEULA und MGF wurden durch den BHD die ersten teilflächenspezifischen Bodenproben entnommen. Dabei wurden im Vorfeld mit der OG ein Raster für die Bodenprobenentnahme anhand von tf-Basiskarten

Eingehende Darstellung

und den langjährigen, praktischen Erfahrungen der Landwirte bestimmt, anhand dessen der Mitarbeiter des BHDs die Beprobung vornehmen konnte.

Bevor im Frühjahr die weiteren Feldarbeiten begonnen, und dementsprechend auch die Versuche angelegt werden konnten, mussten auf dem Betriebsgelände der MGF zunächst umfassende Tests mit den Maschinen durchgeführt werden. Neben der Durchführung von Softwareupdates zur Datenverarbeitung auf den Terminals, fehlten immer wieder passende Verbindungskabel oder -stecker, damit eine problemlose Kommunikation zwischen den Maschinen möglich wurde. Während der Vorbereitenden Maßnahmen an und mit den Maschinen wurden deutlich, wie wichtig ein tiefergehendes Verständnis der Menüstrukturen der Bedienterminals seitens der Bediener war. Aufgrund dessen wurden die Fahrer mit Unterstützung der Hersteller geschult.



Quelle: Eigene Aufnahme (2021)

Abbildung 9: Kontrolle der Aussaatversuche

Trotz der „Trockenübungen“ auf dem Betriebsgelände, mussten die Einstellungen und Parameter im Feld immer wieder kontrolliert und angepasst werden, wie die Kontrolle der Aussaat in Abbildung 9 darstellt. Dort wurden beispielsweise die Abschaltzeitpunkte des Maislegegerätes überprüft, damit im Feld keine Fehl- oder Doppelbelegungen ausgesät werden. Nach den teils langwierigen Konfigurationen waren die Fahrer überrascht, in welcher Geschwindigkeit die Maschinen die Ausbringmengen regeln konnten. Insgesamt wurden im Jahr 2020 auf 56,5 ha Versuche angelegt.

Durch die aufwändigen Vorbereitungen und Tests wurde das erste Projektjahr somit vor allem mit der Technik und den Einstellungen verbracht. Die Bestände und die Versuche wurden im Laufe der Vegetationsperiode intensiv von den Landwirten und der OG untersucht und betreut. Während der ersten Versuchsernte im Sommer und Herbst 2020 wurden weitere Erkenntnisse im Umgang mit PF gesammelt und bspw. die Ertragskartierung der Erntemaschinen kontrolliert und kalibriert. Die Ertragskartierungen wurden nach der Ernte ausgewertet, woraufhin eine weitere Nutzung der Daten für die neuen Applikationskarten aufgrund der Fehler in den Karten sich als ungeeignet herausgestellt hat.

Nach der letzten Versuchsanlage im Herbst 2020, mehreren teilflächenspezifischen Aussaatversuchen im Getreide, wurde die kalte Jahreszeit genutzt, um mit der OG die neuen Versuchsanlagen zu planen. Gemeinsam mit den Landwirten wurden alle Versuchspartellen besprochen und die Durchführung der Versuchsanlagen diskutiert. Schwierigkeiten bereitete dabei immer wieder die passende Verteilung der Partellen, da nach dem System des „OnFarmResearch“ gearbeitet wurde und somit in der Regel die Arbeitsbreiten der Pflanzenschutzspritze die Breite der Versuchspartellen vorgegeben hat. Einen beispielhaften Versuchsaufbau zeigt die Abbildung 10. Im Rahmen des „OnFarmResearch“ werden keine Kleinpartellenversuche angelegt, die Versuche konzentrieren sich eher darauf möglichst praxisnah und mit den vorhandenen Maschinen die Arbeiten durchzuführen. So war in der Regel die Breite der Fläche ausschlaggebend, wie viele Versuchspartellen angelegt werden konnten. Wichtig bei allen Versuchen war, dass immer mindestens drei Wiederholungen inklusive Nullpartellen angelegt wurden.

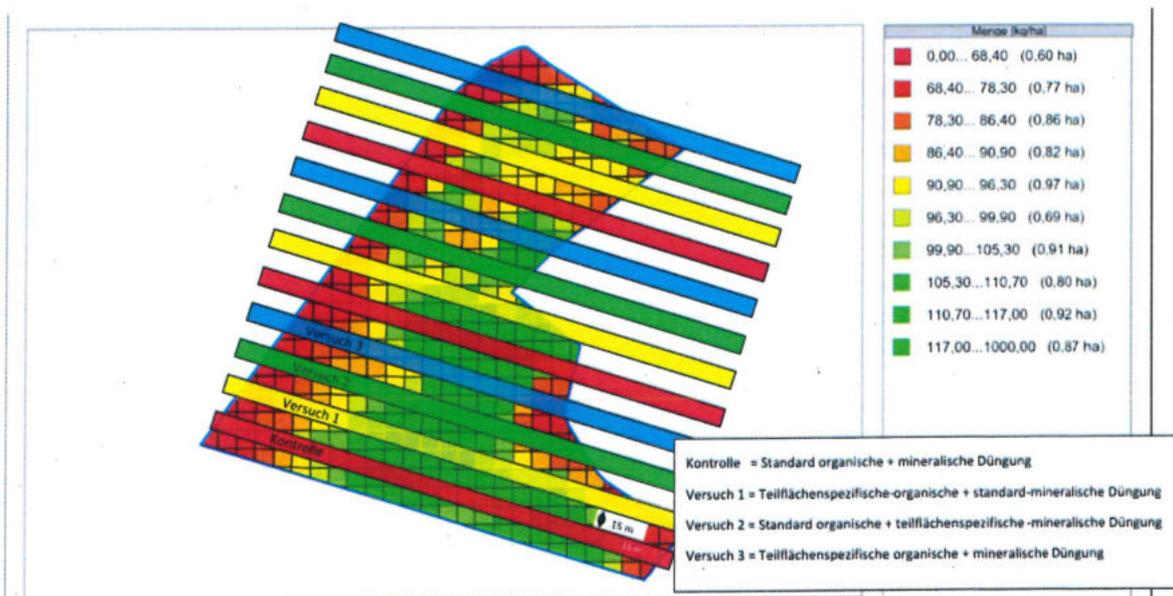


Abbildung 10: Beispielhafter Versuchsaufbau Düngung

2021

Im Frühjahr 2021 begannen die Feldarbeiten mit den ersten Düngemaßnahmen. Wie beispielsweise in Abbildung 11 wurden einige Versuche mineralisch mittels Pflanzenschutzspritze teilflächenspezifisch gedüngt. Bei einzelnen Versuchen wurden neben der Grundlage der tf-Basiskarte auch aktuelle Werte für die Ausbringung mit einbezogen, die durch den Einsatz eines N-Sensors, welcher am Schlepper mitgeführt wurde (vgl. Abbildung 11), oder durch den Einsatz einer Drohne mit Multispektralkamera ermittelt wurden.



Abbildung 11: Teilflächenspezifische mineralische Düngung mit Crop-Sensor

Die Versuchsanlagen wurden durch die DEULA und die FH SWF begleitet und mittels farbiger Markierungsstäbe gekennzeichnet, damit auch im Jahresverlauf die einzelnen Parzellen wieder aufgefunden und zugeordnet werden konnten. Durch die unterschiedlichen Arbeitsbreiten mussten in manchen Fällen Kompromisse mit den Arbeitsbreiten der Landwirte eingegangen werden, damit bei den Versuchsanlagen oder bei den Erntearbeiten im Jahresverlauf keine Überlappungen stattfanden. Doch durch die sehr kooperative Kommunikation untereinander war dies kein Problem.

Nach der teilflächenspezifischen Maisaussaat im Frühjahr 2021 wurden insgesamt ca. 134 ha Versuchsfläche durch das Team der OG bewirtschaftet. Neben Aussaatversuchen wurden Düngerversuche mittels organischer und mineralischer Düngung angelegt, aber auch die kombinierten Varianten wurden untersucht. Bei allen Versuchsanlagen waren die Landwirte die maßgebenden Partner, da sich die Versuche nach den Vorgaben dieser orientiert haben. Dies ermöglichte eine sehr praxisnahe Anlage der Versuche, da die Landwirte die Entscheidungen der Aussaatstärken oder Düngemengen, sowie Zeitpunkte der Durchführung selber entscheiden haben. Die Abbildung 12 zeigt in diesem Fall die organische Düngung in den stehenden Maisbestand. Mittels NIR-Sensors, welcher als gelber Kasten auf dem Ausbringfass zu erkennen ist, wurden die ausgebrachten Nährstoffe ermittelt und in den Versuchspartellen teilflächenspezifisch ausgebracht.



Abbildung 12: Teilflächenspezifische organische Düngung mit NIR-Sensor im Maisbestand

Aufgrund der anhaltenden Coronabeschränkungen hat sich die OG im Frühjahr 2021 dazu entschlossen, die Arbeiten im Projekt durch ein regionales Filmteam zur Produktion von kurzen Informationsfilmen über das EIP-Projekt begleiten zu lassen. Die Filme behandeln verschiedene Arbeitsschritte des PF im Projekt und beziehen die OG und die teilnehmenden Landwirte an verschiedenen Stellen durch Wortbeiträge mit ein. Bei den Aufnahmen wurde drauf geachtet, dass diese während der Versuchsarbeiten aufgenommen werden konnten, so entstanden zugleich spannende und lehrreiche Kurzfilme (vgl. Abbildung 13).



Abbildung 13: Filmaufnahmen für Kurzfilme

Kurz vor der Ernte wurden einzelne Versuchspartellen hinsichtlich Ähren pro Quadratmeter und Körner pro Ähre bonitiert, was Aufschluss über die Aussaatversuche liefern sollte. Nach der Ernte der Versuchsflächen im Sommer und Herbst 2021 wurden die gewonnenen Daten

für die neuen Versuchsplanungen für das Jahr 2022 genutzt und aufbereitet. Die Ertragsdaten der Versuchspartzen wurden regelmäßig mit der OG und den Landwirten geteilt und vorgestellt, sodass alle Beteiligten über die aktuellen Bearbeitungsstände informiert waren.

2022

Das letzte Projektjahr begann erneut mit der Bearbeitung der neuen Versuchsanlagen und der gemeinsamen Besprechung und Diskussion mit den eigentlichen Bewirtschaftern der Versuchsfächen, den Landwirten. Durch eine Neuanschaffung der MGF konnte in diesem Jahr neben der teilflächenspezifischen Maisaussaat auch die Unterfußdüngung teilflächenspezifisch durchgeführt werden. Die Abbildung 14 zeigt die Maschine bei der Versuchsanlage.



Abbildung 14: Teilflächenspezifische Maisaussaat

Bei den weiteren Versuchsplanungen wurde darauf geachtet, dass die Versuchspartzen durch einen ähnlichen Aufbau wie in den Vorjahren angelegt werden. Somit sollte eine Vergleichbarkeit zwischen den Jahren ermöglicht werden. Insgesamt konnten im letzten Jahr auf über 141 ha Versuche angelegt werden.

Die Ernte und Beprobung wurden bei allen Versuchen nach einem ähnlichen Schema durchgeführt. Die Erntearbeiten, die durch die MGF durchgeführt wurden, wurden von der DEULA und der FH SWF begleitet. Jede Parzelle wurde dabei einzeln durch eine Mischprobe beprobt (vgl. Abbildung 15), damit später Rückschlüsse auf die Qualitätsparameter der Versuchspartzen möglich waren.



Abbildung 15: Mischprobenentnahme von Silomais

Die Beprobung der Erntegüter mussten in der Regel zeitgleich mit dem Verwiegen der Parzellen stattfinden. Da in den meisten Fällen keine Brückenwaagen zur Verfügung standen, wurden die einzelnen Achsen der Transportfahrzeuge vor Ort auf dem Feld verwogen. Dies war notwendig, da die Erntearbeiten so gering wie möglich durch die Erfassung der Daten beeinträchtigt werden sollten. Das genaue Verwiegen der einzelnen Achsen mit großvolumiger Bereifung stellte das Team vor kleine Herausforderungen, doch durch die gute Zusammenarbeit mit den Fahrern war ein reibungsloser und schneller Ablauf möglich. Die Abbildung 16 zeigt deutlich, wie klein die Aufstandsfläche auf der Waage war.



Abbildung 16: Achsverwiegung mittels Plattenwaage im Feld

Das Hauptaugenmerk wurde im letzten Halbjahr 2022 auf die geplante große und öffentliche Abschlussveranstaltung bei der DEULA in Warendorf gelegt. Durch die gelockerten Corona-Maßnahmen konnte eine Veranstaltung in Präsenz organisiert werden, welche in einer der Schulungshallen der DEULA stattfinden konnte. Dort sollten nicht nur die genutzten Maschinen ausgestellt werden, zusätzlich sollte den Besuchern im Rahmen einer Vortragsveranstaltung der Hintergrund des PF und die Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt werden. Die Bühne wurde imposant durch die Erntemaschinen der MGF eingerahmt, was

Eingehende Darstellung

für eine stimmungsvolle Atmosphäre am Abend der Veranstaltung sorgte (vgl. Abbildung 17). Neben den Maschinen hatten auch Hersteller die Möglichkeit die im Projekt eingesetzten Geräte im Rahmen der PF-Anwendungen zu erläutern. Da nicht alle Ergebnisse in den Vorträgen beschrieben werden konnten, wurden diese an einer großen Plakatwand ausgestellt.



Abbildung 17: Vorbereitung der Abschlussveranstaltung

Insgesamt wurden über 120 interessierte Besucher der Veranstaltung am 11.11.2022 gezählt, was die Erwartungen des Organisationsteams aus MGF, DEULA und FH SWF bei weitem übertraf. Durch die angeregte Diskussion während und nach den Vorträgen wurde deutlich, wie wichtig das Thema PF bereits für viele Landwirte, Landwirtinnen und Unternehmen aus der Region war, jedoch auch viele vor ähnlichen Problemen zurückschreckten welche in diesem Projekt zu Beginn auffielen. Vor allem die Wirtschaftlichkeit und die Kosten-Nutzen-Analysen wurden laut den Aussagen der Veranstaltungsteilnehmer in Frage gestellt, doch durch die Ergebnisse des EIP Projektes wurden die Anfragen für teilflächenspezifische Bewirtschaftung an die Lohnunternehmer aus der Region wieder deutlich mehr.



Abbildung 18: Die Teilnehmer der OG und Landwirte

Die OG: (Vorne, v.l.n.r.): Werner Horstrup, Bernd Strotmann, Stefan Horstrup, Christian Wittkamp, Philip Reiker, Jan Büscher, Jochen Cremann; **(Hinten, v.l.n.r.):** Josef Debbert, Lukas Berwinkel-Kottmann, Markus Wittkamp, Prof. Dr. Bodo Mistele, Prof. Dr. Jan-Henning Feil, Björn Plaas, Heinz Nordhues, Mike Atig (Moderation)

Nach Abschluss der Veranstaltung zeigten sich alle Projektteilnehmer (vgl. Abbildung 18) als äußerst zufrieden. Durch viele konstruktive Diskussionen am Rande oder nach der Veranstaltung wurde allen deutlich, wie wichtig die Arbeit der letzten drei Projektjahre für sie und die anderen Betriebe aus der Region war.

d) Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP-Zielen

Das Ziel der EIP-Projekte liegt darin, innovative Prozesse zu fördern und diese in die ländlichen Strukturen zu übertragen. Vor allem geht es darum, die landwirtschaftliche Produktion mit möglichst geringem zusätzlichem Input zu steigern und diese somit auch nachhaltiger zu gestalten. Durch den Ansatz der Verbindung von Praktikern, Unternehmen, Beratung und der Lehre sowie der Wissenschaft können die OGs Probleme in der Praxis erkennen und gemeinsam für die Praxis innovativ bearbeiten.

Genau die genannten Punkte hat dieses EIP-Projekt vollumfänglich erfüllen können. Durch die Vernetzung der OG mit Landwirten, der MGF als dienstleistendes Unternehmen, der BHD als Beratung, der DEULA als Lehr- und Versuchsanstalt sowie der FH SWF als wissenschaftliches Forschungsorgan hat sich eine sehr gut funktionierende Gruppe ergeben. Die Zusammenarbeit war stets sehr praxisnah und zielorientiert, woraus sich für alle Beteiligten viele neue Möglichkeiten ergeben haben. Die Versuche haben auch anderen Landwirten aus der Region gezeigt, wie sie noch weiteres Potential aus der Bewirtschaftung ohne großen Mehraufwand erzielen können.

e) Nebenergebnisse

keine

f) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

keine

2.5 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Für die landwirtschaftliche Praxis sind die gewonnenen Ergebnisse von großer Bedeutung. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben ist die Adaptionrate des PF bei den landwirtschaftlichen, gerade bei kleinen und mittleren Betrieben, noch weit hinter der von der Politik erhofften

Vorstellung. Durch die Erfahrungen in der Versuchsanlage ist die Hemmschwelle die Digitalisierung auf den Betrieben weiter zu entwickeln bei den teilnehmenden Betrieben gesunken. Die positiven Erfahrungen der Landwirte im Projekt ist die beste Werbung für den Einsatz von PF, da die Mund-zu-Mund Propaganda gerade unter den Landwirten als wichtiger Erfahrungsaustausch gilt. Dies ist auch schon während der Projektphase in Gesprächen mit anderen Landwirten deutlich geworden.

Neben den positiven Erfahrungen ist vor allem für jeden Unternehmer die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wichtig. Auch hier konnten die Ergebnisse der Versuche und Analyse überzeugen. Trotz dessen, dass nicht in allen Versuchen positive Mehrgewinne zu erwirtschaften waren, waren sich die Landwirte einig, dass PF gerade in den aktuellen Extremjahren eine gute Risikoabsicherung ist. Zusätzlich wird es durch politische und gesetzliche Vorgaben notwendiger, dass die Maßnahmen durch PF automatisch dokumentiert und die eingesetzten Betriebsmittel durch gestiegene Kosten effizienter eingesetzt werden.

2.6 (Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen im Umgang mit PF werden aktuell in der Praxis umgesetzt und fortgeführt. Bereits während der Projektlaufzeit haben sich die teilnehmenden Landwirte dazu entschieden weitere Flächen ihrer Betriebe teilflächenspezifisch zu bewirtschaften oder bewirtschaften zu lassen. Seitens des Lohnunternehmers MGF wird über eine gestiegene Nachfrage nach den PF Anwendungen auch von anderen landwirtschaftlichen Betrieben berichtet. Vor allem durch die Abschlussveranstaltung mit der Präsentation der Ergebnisse wurden bei vielen Landwirten das Interesse größer auch auf ihren Betrieben die Digitalisierung weiter voran zu treiben.

Durch das EIP-Projekt konnten gerade die ersten Hürden, die ersten Versuche im Umgang und im Einsatz mit PF bewältigt werden. Durch die Erfahrungen der verschiedenen Akteure der OG wurden gemeinsam Lösungsansätze gesucht die nun in die Praxis übertragen und in die Ausbildung und Lehre transferiert werden.

2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Für die beteiligten Unternehmen ist es nach Abschluss des Projektes wichtig die Digitalisierung der Betriebe weiter fortzuführen und die Versuche mit PF nicht fallen zu lassen. Gerade die anfänglichen Arbeiten waren zunächst frustrierend, da die Kompatibilität fehlte und die Maschinen nicht das gemacht haben, was sie sollten. Doch nach einiger Übung und neuen

Versuchen hat es in der Regel immer geklappt und es ist beeindruckend zu sehen, wie exakt die Technik arbeiten kann und welche Möglichkeiten sie bietet.

Dennoch ist seitens der Hersteller aber auch seitens der Nutzer noch weitere Arbeit und Entwicklung notwendig. Die Bedienung der Systeme muss intuitiver und simpler werden. Zudem ist die Kompatibilität oft noch nicht so gegeben wie die Technik beworben wird. Dies erschwerte im Projekt immer wieder die Versuchsanlage und führte zur Frustration bei den Fahrern, was im praktischen Einsatz auch zur Resignation führen kann.

Wissenschaftlich gesehen ist die Bewertung der Versuche und der Ergebnisse nur punktuell aussagekräftig, da vor allem für die pflanzenbaulichen Versuche noch nicht ausreichend belegbares Datenmaterial zur Verfügung steht. Die pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Vorteile sind zwar vorhanden, dennoch müssten die Versuche auf eine längere Zeitreihe ausgeweitet werden um belastbare Aussagen treffen zu können. Da die Vegetationsperiode im Ackerbau in der Regel ein Jahr beträgt, müssten die Versuche noch über mehrere Jahre in einem ähnlichen Umfang angelegt werden, damit die Daten belastbar und statistisch sicher sind.

Da in diesem Projekt lediglich die Verteilung der Betriebsmittel auf den Versuchsschlägen verändert wurde, wäre es für zukünftige Projekte sicherlich interessant die Einsparung der Betriebsmittel zu untersuchen, bzw. die Effizienz der eingesetzten Betriebsmittel zu bewerten. Gerade vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und einer nachhaltigen Landwirtschaft ist es wichtig den Eintrag von bspw. Nitrat in das Grundwasser zu minimieren, was durch den Einsatz von PF möglich sein kann. Dazu müssten jedoch weitere und umfangreichere Versuchsarbeiten angestellt werden.

2.8 Nutzung Innovationsdienstleisterin

Die Innovationsdienstleisterin Frau Claudia Leibrock war während der Projektdurchführung stets eine große Hilfe und Unterstützung, sei es im Vorfeld zur Gründung der OG, für die Bearbeitung des Projektantrages aber auch während der Projektphase. Gerade bei der Bearbeitung der Mittelabrufe war es sehr hilfreich eine beratende Ansprechpartnerin zur Seite zu haben, die die Regularien der EIP-Richtlinien kennt.

Neben den beratenden Funktionen waren die Treffen mit ihr und anderen EIP-Projekten immer sehr befruchtend. Frau Leibrock hat regelmäßig versucht die Projekte auch untereinander zu verknüpfen, wodurch sich die Projekte wechselseitig bei Fragen unterstützen konnten.

Trotz der Coroneinschränkungen hat Frau Leibrock mehrere Treffen online veranstaltet, damit die EIP Projekte untereinander vernetzt und informiert blieben.

2.9 Kommunikations- und Disseminationskonzept

Die Erfahrungen und Ergebnisse aus der Projektlaufzeit wurden während der Projektphase bereits an einigen Stellen vorgestellt und transferiert. Die folgende Auflistung ermöglicht einen Überblick über die besuchten Veranstaltungen oder Veröffentlichungen. Die Beiträge in den Fachzeitschriften sind zudem im Anhang aufgeführt.

01.10.2020	Pitch im Rahmen der Digitalkonferenz: „Innovationen in der Landwirtschaft – Wie geht es mit EIP weiter?“
26.03.2021	Vortrag und Vorstellung des EIP-Projektes im Rahmen eines Digitalisierungsseminars an der FH SWF
19.04.2021	Vortrag und Vorstellung des EIP-Projektes im Rahmen der EIP-Agrar-Tage des Agronym e.V.
Juni 2021	Fachartikel Zeitschrift LOHNUNTERNEHMEN 06/2021: Teilflächenspezifischer Ackerbau „Ab wann lohnt es sich?“; Seite 24-28
21.06.2021	Vortrag und Vorstellung im Rahmen einer Vorlesung von Prof. Dr. Feil an der FH SWF
07.09.2021:	Vortrag im Rahmen der ZeLe-Veranstaltung „Klimawandel und Landwirtschaft – innovative Entwicklung“
16.11.2021	Diskussion der EIP-Projekte im Rahmen der Online-Veranstaltung des LANUV
13.12.2021	Vortrag im Rahmen der Arbeitsgruppe „Digitalisierung“ der Landwirtschaftskammer NRW
Dezember 2021	Beitrag in den „Soester Agrarnotizen“ Nr. 47, Dezember 2021; Seite 11
Juni 2022	Vortrag & Vorstellung im Rahmen einer Vorlesung von Prof. Dr. Feil an der FH SWF
22.06.2022	Einleger in Praxisblatt B&B Agrar

Eingehende Darstellung

- 01.09.2022 Vortrag und Vorstellung des EIP-Projektes im Rahmen der 1. Agrarforschungstage beim Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, Düsseldorf, zusätzlich Posteraustellung
- 15.09.2022 Conversation Starter, Pitch im Rahmen der innovate! in Osnabrück
- 10.11.2022 Vorstellung der Ergebnisse bei der ZeLe Veranstaltung „Zukunftslandwirtschaft – Innovative Entwicklungen“ bei der LWK Köln-Auweiler
- 11.11.2022 Öffentliche Abschlussveranstaltung bei der DEULA in Warendorf
- 19.12.2022 Vorstellung der Ergebnisse bei dem Landtechnikhersteller Krone, Spelle
- 2021-2022 Produktion von Kurzfilmen, abrufbar unter:
<https://www.youtube.com/watch?v=AKB4oPVuddQ>
- 23.01.2023 ThinkTankOWL – Leitung einer Diskussionsrunde im Rahmen einer Digitalisierungsveranstaltung beim Kreis Paderborn
- Anfang Februar 2023 Beitrag im Westfälisch-Lippischen Wochenblatt zum Thema „Organisch teilflächenspezifisch düngen“

Literaturverzeichnis

DEUTSCHER WETTERDIENST (2023). Vieljährige Mittelwerte. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html. Abgerufen am 10.01.2023

ERICKSON, B., LOWENBERG-DEBOER, J., BRADFORD, J. (2017). 2017 Precision Agriculture Dealership survey. *Departments of Agricultural Economics and Agronomy*. Purdue University.

FINGER, R., SWINTON, S. M., EL BENNI, N., WALTER, A. (2019). Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment. *Annual Review of Resource Economics 11 (1)*: 313-335.

GABRIEL, A., GANDORFER, M. (2020). Landwirte-Befragung 2020, Digitale Landwirtschaft. *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*.

GANDORFER, M., SCHLEICHER, S., HEUSER, S., PFEIFFER, J., DEMMEL, M. (2017). Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen. *Ackerbau - Technische Lösungen für die Zukunft*: 9-19.

KREISVERBAND WARENDORF (2010). <https://wlv.de/kreisverbaende/warendorf/der-kreisverband/landwirtschaft-in-der-region>. Abgerufen am 15.12.2022.

KUTTER, T., TIEMANN, S., SIEBERT, R., FOUNTAS, S. (2011). The role of communication and cooperation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture 12 (1)*: 2-17.

PAUSTIAN, M., THEUVSEN, L. (2016). Einfluss von betrieblichen und soziodemografischen Faktoren auf die Nutzung von IT-basierten Planungshilfen durch landwirtschaftliche Unternehmer. *Lecture Notes in Informatics*: 161-164.

REICHARDT, M. (2010). *Precision Farming in der deutschen Landwirtschaft: eine GIS-gestützte Analyse*. Ruhr-Universität Bochum.

REICHARDT, M., JÜRGENS, C. (2009). Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. *Precision Agriculture 10 (1)*: 73-94.

SCHIMMELPFENNIG, D. (2016). Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture. *Economic Research Report 217*.

SMILEY, L. (2019). *Eyes in the Sky Help Farmers on the Ground*. New York Times. <https://www.nytimes.com/2019/09/18/business/farms-aerial-imagery-agriculture.html>. Abgerufen am 10.08.2020.

TAMIRAT, T. W., PEDERSEN, S. M., LIND, K. M. (2018). Farm and operator characteristics affecting adoption of precision agriculture in Denmark and Germany. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 68 (4)*: 349-357.

Anhang

Posterbeitrag im Rahmen der Agrarforschungstage am 01.09.2022

EIP-Projekt „DigitalFarmPraxis NRW“

M. Sc. Lukas Berwinkel-Kottmann, Prof. Dr. Bodo Mistele, Prof. Dr. Jan-Henning Feil
 Fachhochschule Südwestfalen, Landwirtschaft

Fachhochschule Südwestfalen
 University of Applied Sciences

Einleitung

„Das haben wir immer schon so gemacht! – Bei uns lohnt sich das doch nicht!“ Um solche Aussagen zu entkräften, wurde das EIP-Projekt in der Region rund um Warendorf ins Leben gerufen. Auf kleinstrukturierten Flächen mit wechselnden Böden soll gezeigt werden, dass sich der Einsatz von Precision Farming durch ein Lohnunternehmen auch für kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe rentiert.

Vorgehen

In der Projektlaufzeit von Februar 2020 bis Dezember 2022 werden auf den Versuchsschlägen bei den teilnehmenden Landwirten im Rahmen von OnFarmResearch Projekten Aussaat- und Düngeversuche im Mais und Getreide angelegt. Basierend auf TalkingFields-Basiskarten werden Applikationskarten erstellt und anhand dieser Versuchspartellen angelegt, welche nach der Ernte den Vergleich zwischen teilflächenspezifischer und einheitlicher Bewirtschaftung ermöglichen sollen.



Abb. 1: Schlepperterminal mit Applikationskarte



Abb. 2: Ernte mit NIR-Sensor

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse aus den ersten beiden Projektjahren lassen sich aufgrund der Witterung in den meisten Fällen nur schwierig interpretieren. Dennoch zeigen sich die Getreide- und Maisbestände zur Ernte deutlich homogener und reifen gleichmäßiger ab, wodurch die Bestimmung des richtigen Erntezeitpunktes sowie die Ernte erleichtert werden.

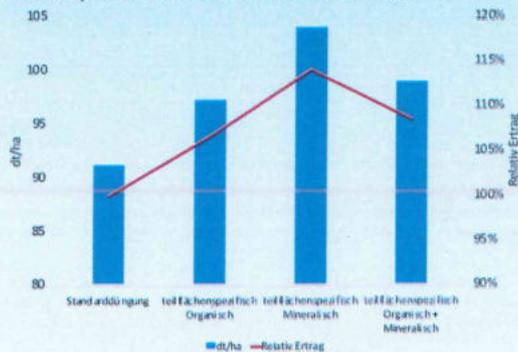


Abb. 3: Ertragsunterschiede Düngeversuch Weizen Schlag „v. Mersch“, Ernte 2022

Demgegenüber stehen die Versuche im Maisanbau. Dort zeigt sich die teilflächenspezifische Düngung ebenso wie im Getreide ertraglich etwas besser als die Standarddüngung ohne Einsatz von Sensorik oder Applikationskarten (vgl. Abb. 4). Die teilflächenspezifische Aussaat von Mais konnte nur auf den leichteren Böden überzeugen. Die Aussaat auf schweren Böden brachte keine Ertragsvorteile mit sich, was im letzten Jahr vor allem auf ausreichend Niederschläge zurückzuführen ist.

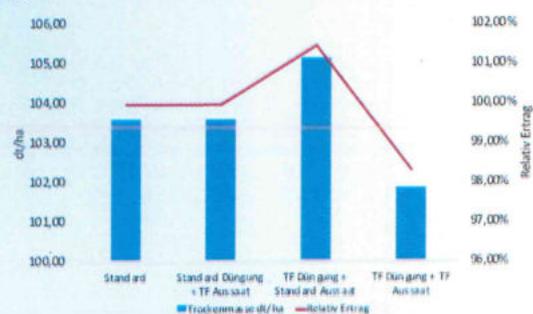


Abb. 4: Ertragsunterschiede Dünge- & Aussaatversuch Mais Schlag "Heide", Ernte 2021

Ertraglich zeigt sich die teilflächenspezifische Bewirtschaftung gegenüber der üblichen Standardbewirtschaftung durch den Landwirt leicht im Vorteil. Vor allem die teilflächenspezifische Düngung erzielte im Getreideanbau etwas höhere Erträge in den Versuchen (vgl. Abb. 3), wobei die teilflächenspezifische Aussaat oder auch die Erhöhung der Aussaatstärke nur geringe Ertragssteigerungen mit sich brachte.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die teilflächenspezifische Bewirtschaftung im Projekt nicht nur Ertragsvorteile mit sich bringt, auch eine homogene Abreife und ein effizienter Einsatz von Betriebsmitteln sind die Folge. Dennoch ist die Integration von Precision Farming in den Betriebsablauf zeitintensiv und für den Anwender in vielen Fällen nicht trivial.

Schlussfolgerung

- Vorbereitung & Erstellung der Applikationskarten ist arbeitsintensiv, Durchführung für Fahrer oft nicht intuitiv
- Teilflächenspezifische Bewirtschaftung kann zu Ertrags- & Qualitätsvorteilen auch in kleinen Strukturen führen
- Auswertung über längere Zeiträume notwendig

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums:
 Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete unter Beteiligung des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Lukas Berwinkel-Kottmann, Fachhochschule Südwestfalen, Lübecker Ring 2 59494 Soest
 berwinkel-kottmann.lukas@fh-swf.de
 Vorgestellt am 01.09.2022, Düsseldorf

Wir geben Impulse

Versuchsergebnisse Getreide 2021



Europäische Landwirtschaftliche für die Erweiterung des ländlichen Raums
 Ihre nächsten Ergebnisse der ländlichen Entwicklung werden ermöglicht durch den ländlichen Westfalen



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
 Natur- und Verbraucherschutz
 des Landes Nordrhein-Westfalen



Düngeversuch – Düngung mit NIRS-Sensor

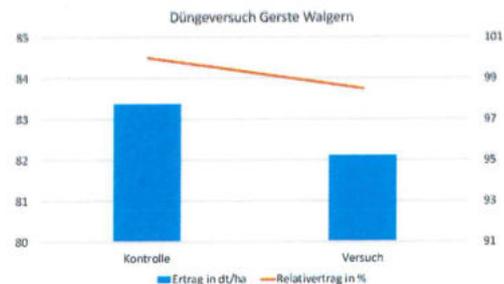
Schlag: Walgern
Frucht: Wintergerste
Bodenart: Sand – lehmiger Sand
Bodenschätzung: 20 – 50

Düngeversuch

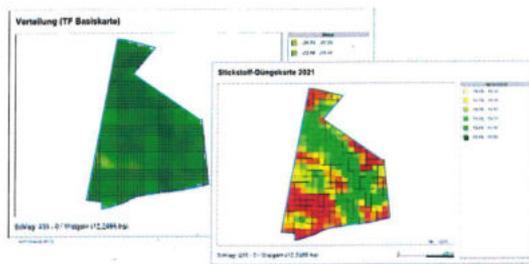
Versuchstermin: N2: 12.04.2021
Dünger: N2: Sauengülle
Düngemenge: N2: 57,6 kg N/ha // 24 m³/ha
Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000

Kontrolle: einheitliche Düngung nach m³
 → 24 m³/ha x 2,4 kg N/ha → 57,6 kg N/ha

Versuch 1: einheitliche Düngung nach NIRS → kg N/ha
 → 57,6 kg N/ha



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektolitergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	67,95	100,00	66,63	10,28
Versuch	74,76	110,02	66,73	10,43



EF-Project Digitalisierungs-NRW



Europäische Landwirtschaftliche für die Erweiterung des ländlichen Raums
 Ihre nächsten Ergebnisse der ländlichen Entwicklung werden ermöglicht durch den ländlichen Westfalen



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
 Natur- und Verbraucherschutz
 des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

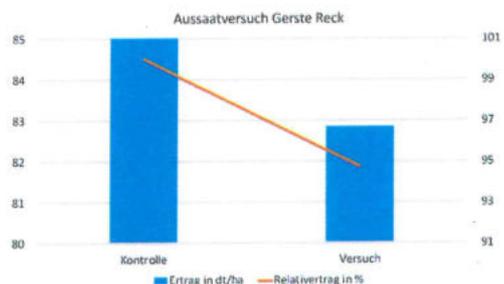
Schlag: Reck
Frucht: Wintergerste
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 20 – 30

Aussaatversuch

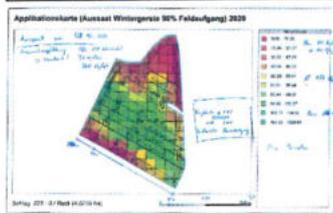
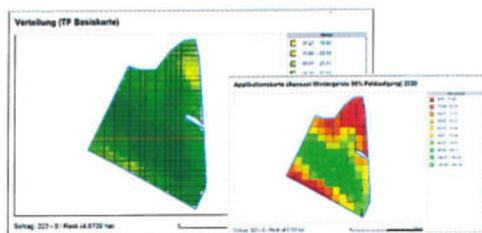
Versuchstermin: 07. Okt. 2020
Sorte: SY Jetto
Aussaatmenge: 200 Kö/m² (95 kg/ha)
Maschine: Fendt 927 Vario + Imants Spatenfräse + Lemken Sämaschine + Horsch Dosieraggregat
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Aussaat (200 Kö/m²)

Versuch 1: teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
 → differenzieren (Hoher Biomasseindex → hohe Aussaatstärke)
 → 155 – 222 Kö/m² (nach Empfehlung von Syngenta)



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %
Kontrolle	87,46	100,00
Versuch	82,86	94,74



EF-Project Digitalisierungs-NRW

Düngeversuch – teilflächenspezifische mineralische Düngung mit langjähriger Biomassekarte und N-Sensor

Schlag: Kuckenfeld
Frucht: Wintergerste
Bodenart: toniger Lehm
Bodenschätzung: 20 – 50

Düngeversuch

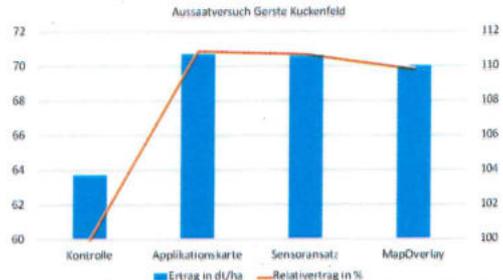
Versuchstermin: N1: 31.03.2022
Dünger: AHL + ATS (32 % N/l)
Düngemenge: 70 kg N/ha (218 l/ha)
Maschine: Amazone UF 1801 + Fendt 712 Vario + Farm Facts GreenSeeker
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte) + N-Sensor

Kontrolle: einheitliche Düngung
→ 70 kg N/ha (218 l/ha)

Versuch 1: Karte
teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
→ differenziert
→ 56 – 84 kg N/ha (175 – 262 l/ha) → Ø 70 kg N/ha

Versuch 2: Sensor
teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
→ differenziert
→ 56 – 84 kg N/ha (175 – 262 l/ha) → Ø 70 kg N/ha

Versuch 2: Map-Overlay
teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
→ differenziert
→ 56 – 84 kg N/ha (175 – 262 l/ha) → Ø 70 kg N/ha



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	63,72	100,00	56,86	12,60
Versuch 1: Karte	70,70	110,95	56,50	12,10
Versuch 2: Sensor	70,59	110,78	57,45	11,70
Versuch 3: Map-Overlay	70,02	109,88	57,65	11,83



Düngeversuch – teilflächenspezifische mineralische Düngung und der Einsatz eines NIRS-Sensors zur organischen Düngung

Schlag: Fressmann Heide
Frucht: Winterroggen
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 18 – 35

Düngeversuch

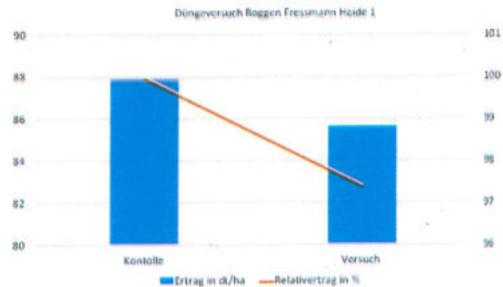
Versuchstermin: N1: 02.03.2021 N2: 08.03.2021 N3: 05.05.2021
Dünger: N1: ASS N2: Rindergülle N3: AHL
Düngemenge: N1: 39 kg N/ha N2: 62 kg N/ha N3: 40 kg N/ha

Maschine: N1: Amazone ZG-8 8200 + MF 6716 S
N2: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
N3: Amazone UF 1801 + Fendt 712 Vario

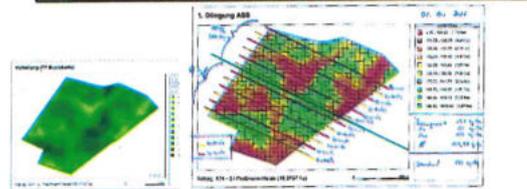
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: N1: einheitliche mineralische Düngung mit ASS (Schleuderstreuer)
→ 39 kg N/ha (150 kg/ha)
N2: einheitliche organische Düngung nach NIRS (kg N/ha)
→ 62 kg N/ha (~20 m³)
N3: einheitliche mineralische Düngung mit AHL (Feldspritze)
→ 40 kg N/ha (223 l/ha)

Versuch 1: N1: teilflächenspezifische mineralische Düngung mit ASS
→ 31 – 39 kg N/ha (120 – 150 kg N/ha) → differenzieren
N2: einheitliche organische Düngung nach NIRS (kg N/ha)
→ 62 kg N/ha (~20 m³)
N3: teilflächenspezifische mineralische Düngung mit AHL (Feldspritze)
→ 32 – 48 kg N/ha (179 – 268 l/ha) → differenzieren



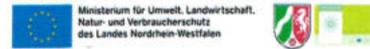
	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl
Kontrolle	87,91	100,00	79,60
Versuch	85,63	97,41	79,60



Versuchsergebnisse Getreide 2021



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
Das Wachstum Europas und die ländlichen Ökonomie werden Entwicklung des Landes Nordrhein-Westfalen



Düngeversuch – teilflächenspezifische mineralische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Fressmann Heide
Frucht: Winterroggen
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 18 – 35

Düngeversuch

Versuchstermin: N1: 02.03.2021 N2: 08.03.2021 N3: 05.05.2021
Dünger: N1: ASS N2: Rindergülle N3: AHL
Düngemenge: N1: 39 kg N/ha N2: 20 m³/ha N3: 40 kg N/ha

Maschine: N1: Amazone ZG-B 8200 + MF 6716 S
N2: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
N3: Amazone UF 1801 + Fendt 712 Vario

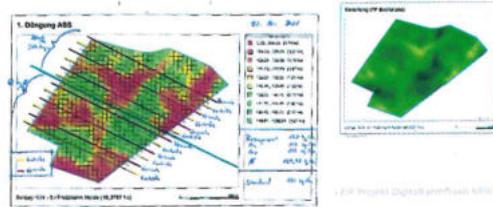
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: N1: einheitliche mineralische Düngung mit ASS (Schleuderstreuer)
→ 39 kg N/ha (150 kg/ha)
N2: einheitliche organische Düngung nach NIRS (kg N/ha)
→ 62 kg N/ha (≈ 20 m³)
N3: einheitliche mineralische Düngung mit AHL (Feldspritze)
→ 40 kg N/ha (223 l/ha)

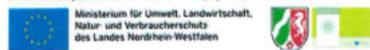
Versuch 1: N1: teilflächenspezifische mineralische Düngung mit ASS
→ 31 – 39 kg N/ha (120 – 150 kg N/ha)
N2: einheitliche organische Düngung nach NIRS (kg N/ha)
→ 62 kg N/ha (≈ 20 m³)
N3: teilflächenspezifische mineralische Düngung mit AHL (Feldspritze)
→ 32 – 48 kg N/ha (179 – 268 l/ha)



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl
Kontrolle	82,01	100,00	79,47
Versuch	83,29	101,56	79,47



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
Das Wachstum Europas und die ländlichen Ökonomie werden Entwicklung des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaatsversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Westhoff Halle
Frucht: Winterweizen
Bodenart: Sand – sandiger Lehm
Bodenschätzung: 20 – 60 BP

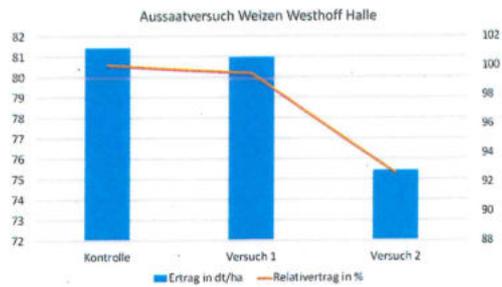
Aussaatsversuch

Versuchstermin: 20. Okt. 2020
Sorte: Kamerad
Aussaatsmenge: 330 Kö/m² (182 kg/ha)
Maschine: Amazone ADP 3001 Special + Fendt 724 Vario ProfiPlus
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

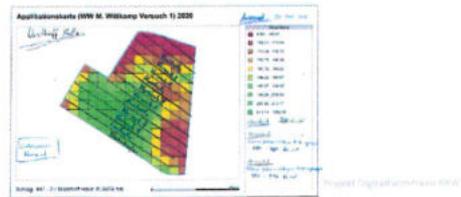
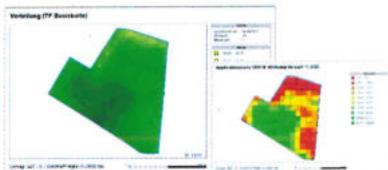
Kontrolle: einheitliche Aussaat (330 Kö/m²)

Versuch 1: teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
→ Hoher Biomasseindex → hohe Aussaatstärke
→ 270 – 390 Kö/m²

Versuch 2: teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
→ Hoher Biomasseindex → niedrige Aussaatstärke
→ 390 – 270 Kö/m²



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	81,43	100,00	75,53	9,63
Versuch 1	80,97	99,43	75,93	9,63
Versuch 2	75,43	92,63	75,77	9,63



Versuchsergebnisse Mais 2021



Europäische Landwirtschaftliche für die Entwicklung der ländlichen Räume
Das verbindet Europa in der ländlichen Ökonomie sowie Beteiligung des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaatsversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Gr. Flaßkamp
Frucht: Winterweizen
Bodenart: lehmiger Sand – sandiger Lehm
Bodenschätzung: 25 – 60 BP

Aussaatsversuch

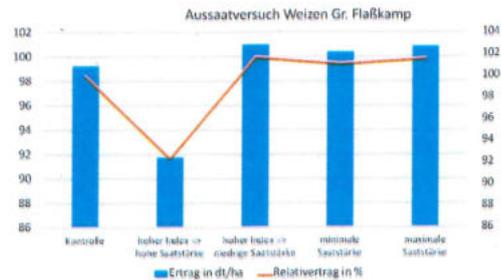
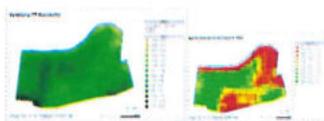
Versuchstermin: 13. Okt. 2020
Sorte: Chevington
Aussaatmenge: 320 Kö/m² → 149 kg/ha
Maschine: Amazone ADP 3001 Special + Fendt 724 Vario ProfiPlus
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Aussaat (320 Kö/m²)

Versuch 1: teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
 → Hoher Biomasseindex → hohe Aussaatstärke
 → 240 – 400 Kö/m²

Versuch 2: teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
 → Hoher Biomasseindex → niedrige Aussaatstärke
 → 400 – 240 Kö/m²

Min: einheitliche Aussaat mit minimaler Aussaatstärke (240 Kö/m²)
Max: einheitliche Aussaat mit maximaler Aussaatstärke (420 Kö/m²)



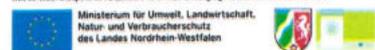
	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	99,24	100,00	75,46	9,96
hoher Index => hohe Saatstärke	91,74	92,44	75,17	9,53
hoher Index => niedrige Saatstärke	100,98	101,75	75,17	10,00
minimale Saatstärke	100,39	101,16	75,57	10,23
maximale Saatstärke	100,84	101,61	75,53	10,03

© Projekt Digitaler Farming

Versuchsergebnisse Mais 2021



Europäische Landwirtschaftliche für die Entwicklung der ländlichen Räume
Das verbindet Europa in der ländlichen Ökonomie sowie Beteiligung des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaats- und Düngeversuch – teilflächenspezifische Aussaat und organische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Heide
Frucht: Körnermais (CCM)
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 20 - 30

Aussaats- und Düngeversuch

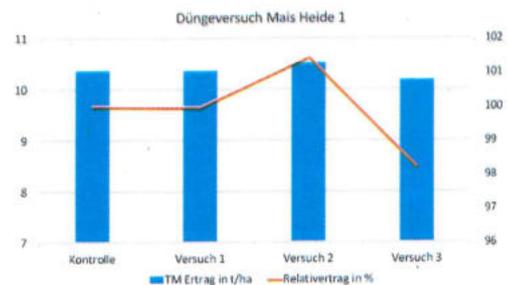
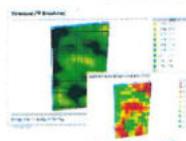
Versuchstermin: Düngung: 15.04.2021 Aussaat: 24.04.2021
Sorte: SY Talisman
Aussaatmenge: 80.000 Kö/ha
Dünger: Mastschweinegülle
Düngemenge: 25 m³/ha
Maschine: Samson PG II 20 + Fendt 927 Vario + Kuhn Striger
 Becker Aeromat Profiline + Massey Ferguson 6716 S
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Düngung und Aussaat
 → 80.000 Kö/ha und 25 m³/ha

Versuch 1: einheitliche Düngung und teilflächenspezifische Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 95.000 Kö/ha → differenzieren
 → Düngung: 25 m³/ha

Versuch 2: teilflächenspezifische Düngung und einheitliche Aussaat
 → Aussaat: 80.000 Kö/ha
 → Düngung: 20 – 30 m³/ha → differenzieren

Versuch 3: teilflächenspezifische Düngung und Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 95.000 Kö/ha
 → Düngung: 20 – 30 m³/ha → differenzieren



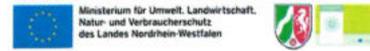
	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Schwein in MJ/kg	NE w. Schweine in MJ/kg
Kontrolle	10,36	65,57	100,00	9,40	72,57	15,30	12,20
Versuch 1	10,36	65,70	99,97	9,33	73,30	15,30	12,20
Versuch 2	10,51	65,70	101,46	9,40	73,00	15,30	12,20
Versuch 3	10,18	64,03	98,22	9,30	73,07	15,30	12,20

© Projekt Digitaler Farming

Versuchsergebnisse Mais 2021



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
 How smartest Europe in the countryside of the future with the help of the European Union



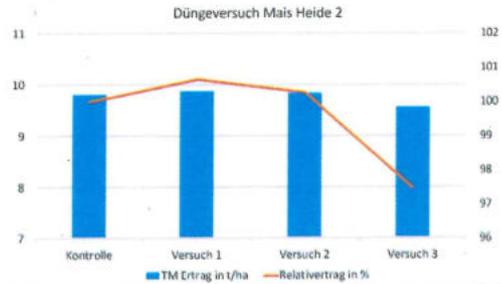
Aussaat- und Düngeversuch – teilflächenspezifische Aussaat und organische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Heide
Frucht: Körnermais (CCM)
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 20 - 30

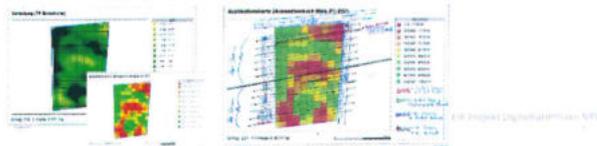
Aussaat- und Düngeversuch

Versuchstermin: Düngung: 15.04.2021 Aussaat: 24.04.2021
Sorte: Agro Dentrico
Aussaatmenge: 80.000 Kö/ha
Dünger: Mastschweinegülle
Düngemenge: 25 m³/ha
Maschine: Samson PG II 20 + Fendt 927 Vario + Kuhn Striger
 Becker Aeromat Profiline + Massey Ferguson 6716 S
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

- Kontrolle:** einheitliche Düngung und Aussaat
 → 80.000 Kö/ha und 25 m³/ha
- Versuch 1:** einheitliche Düngung und teilflächenspezifische Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 95.000 Kö/ha → differenzieren
 → Düngung: 25 m³/ha
- Versuch 2:** teilflächenspezifische Düngung und einheitliche Aussaat
 → Aussaat: 80.000 Kö/ha
 → Düngung: 20 – 30 m³/ha → differenzieren
- Versuch 3:** teilflächenspezifische Düngung und Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 95.000 Kö/ha
 → Düngung: 20 – 30 m³/ha → differenzieren



	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Schwein in MJ/kg	NE w. Schweine in MJ/kg
Kontrolle	9,81	63,00	100,00	9,03	71,67	15,20	12,03
Versuch 1	9,88	62,93	100,66	8,93	71,93	15,20	12,07
Versuch 2	9,84	63,80	100,28	8,77	71,50	15,20	12,10
Versuch 3	9,56	62,83	97,47	9,03	71,83	15,20	12,07



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
 How smartest Europe in the countryside of the future with the help of the European Union



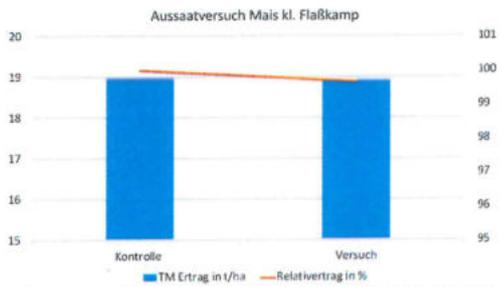
Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: kl. Flaßkamp
Frucht: Silomais
Bodenart: lehmiger Sand
Bodenschätzung: 30 - 60

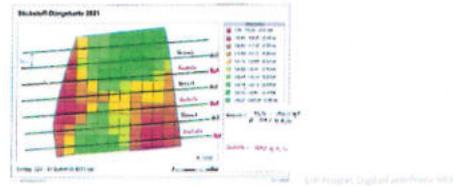
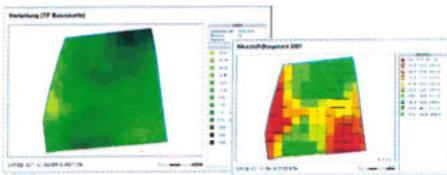
Aussaatversuch

Versuchstermin: 10.05.2021
Sorte: Farmirage
Aussaatmenge: 85.000 Kö/ha
Maschine: Becker Aeromat + Fendt 724 Vario
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

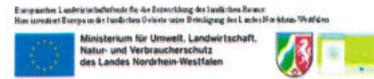
- Kontrolle:** einheitliche Aussaat
 → 85.000 Kö/ha
- Versuch:** teilflächenspezifische Aussaat
 → 72.000 – 102.000 Kö/ha → differenzieren



	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind in MJ/kg	NEL in MJ/kg
Kontrolle	18,98	28,83	100,00	6,03	32,80	11,19	6,69
Versuch	18,91	28,67	99,67	6,01	33,29	11,14	6,66



Versuchsergebnisse Mais 2021



Düngeversuch – teilflächenspezifische organische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Burort
Frucht: Silomais
Bodenart: Sand – sandiger Lehm
Bodenschätzung: 25 - 60

Düngeversuch

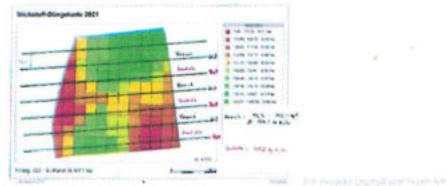
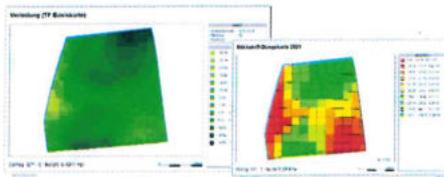
Versuchstermin: 03.05.2021
Sorte: Farmidabel
Aussaatmenge: 85.000 Kó/ha
Dünger: Rindergülle
Düngemenge: 124 kg N/ha (~ 24 m³)
Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Düngung
 → 124 kg N/ha

Versuch: teilflächenspezifische Düngung
 → 99 – 149 kg N/ha → differenzieren



	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind	NEL
Kontrolle	18,84	27,47	100,00	7,06	29,72	11,26	6,75
Versuch	20,05	27,61	106,40	7,01	32,41	11,34	6,80



Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

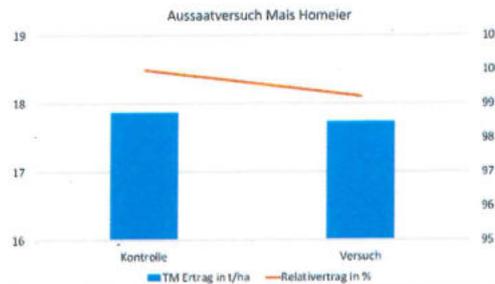
Schlag: Homeier
Frucht: Silomais
Bodenart: Sand – sandiger Lehm
Bodenschätzung: 20 – 50

Aussaatversuch

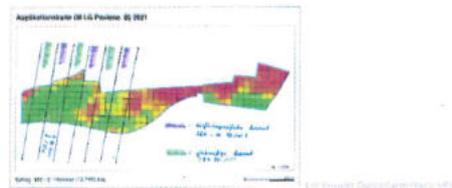
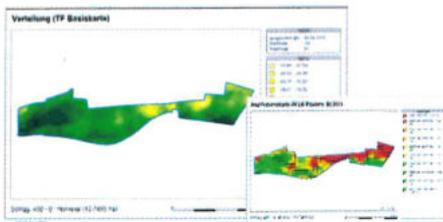
Versuchstermin: 28.04.2021
Aussaatmenge: 85.000 Kó/ha
Maschine: Kverneland Optima HD edrive + Fendt 820 Vario + John Deere Starfire
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Aussaat
 → 85.000 Kó/ha

Versuch: teilflächenspezifische Aussaat
 → 65.000 – 110.000 Kó/ha → differenzieren



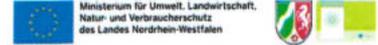
	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind	NEL
Kontrolle	17,87	32,33	100,00	6,46	27,63	10,89	6,54
Versuch	17,73	31,84	99,23	6,38	26,68	10,80	6,48



Versuchsergebnisse Getreide 2022



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
 How smartest Europe in the rural areas under the leadership of the Land of North Rhine-Westphalia



Aussaatsversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

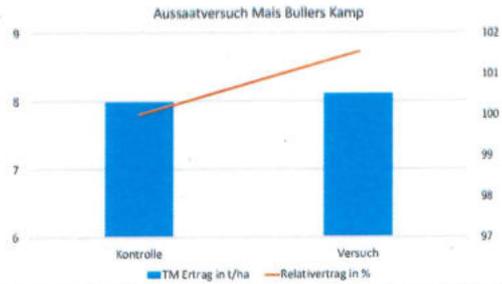
Schlag: Bullers Kamp
Frucht: Körnermais
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 18 - 30

Aussaatsversuch

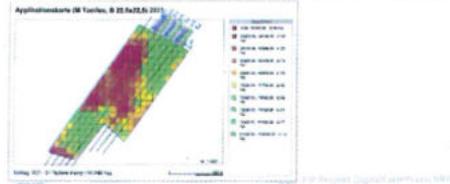
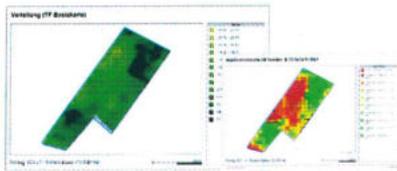
Versuchstermin: 30.04.2021
Aussaatmenge: 70.000 Kö/ha
Maschine: Becker Aeromat + Fendt 724 Vario
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Aussaat
 → 70.000 Kö/ha

Versuch: teilflächenspezifische Aussaat
 → 50.000 – 85.000 Kö/ha → differenzieren



	TM in t/ha	TS in %	Relativ Ertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Schwein in MJ/kg	NE w. Schweine in MJ/kg
Kontrolle	7,99	65,97	100,00	9,17	75,53	16,30	12,97
Versuch	8,11	66,53	101,55	9,03	75,70	16,30	12,93



Versuchsergebnisse Getreide 2022



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
 How smartest Europe in the rural areas under the leadership of the Land of North Rhine-Westphalia



Düngeversuch – teilflächenspezifische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten und Multispektralaufnahmen mit einer Drohne

Schlag: Walgern
Frucht: Wintergerste
Bodenart: Sand - lehmiger Sand
Bodenschätzung: 20 - 50

Düngeversuch

Versuchstermin: N2: 14.04.2022
Dünger: AS-Düngerlösung - 15/6 Lösung
Düngemenge: 47 kg N/ha (250 l/ha)
Maschine: Amazone Pantera; Drohne Yuneec H520
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)
 + Multispektralaufnahmen per Drohne

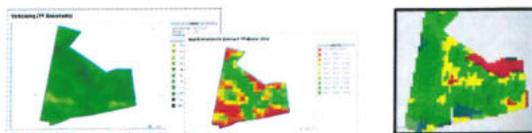
Kontrolle: einheitliche Düngung
 → 47 kg N/ha (250 l/ha)

Karte: teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → differenziert
 → 38 - 56 kg N/ha (200 - 300 l/ha)

Drohne: teilflächenspezifische Düngung mittels aktueller Biomasseaufwüchse (Multispektralkamera & Drohne)
 → differenziert
 → 38 - 56 kg N/ha (200 - 300 l/ha)

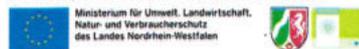


	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektolltergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	67,95	100,00	66,63	10,28
Karte	74,76	110,02	66,73	10,43
Drohne	68,35	100,59	66,40	10,20





Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung der ländlichen Räume
Dieses Symbol Europas in der landwirtschaftlichen Ökonomie symbolisiert die Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen



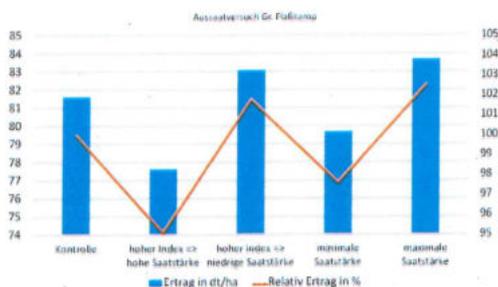
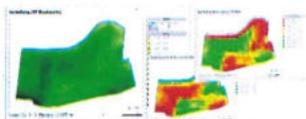
Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Gr. Flaßkamp
Frucht: Wintergerste
Bodenart: lehmiger Sand – sandiger Lehm
Bodenschätzung: 25 – 60 BP

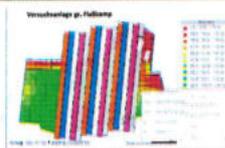
Aussaatversuch

Versuchstermin: 13. Okt. 2021
Sorte: Quadriga
Aussaatmenge: 300 Kö/m² → 150 kg/ha
Maschine: Amazone ADP 3001 Special + Fendt 724 Vario ProfiPlus
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (TF-Basiskarte)

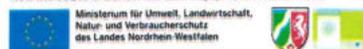
- Kontrolle:** einheitliche Aussaat (300 Kö/m²)
- Versuch 1:** teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
→ Hoher Biomasseindex → hohe Aussaatstärke
→ 260 – 340 Kö/m² → Ø 300 Kö/m²
- Versuch 2:** teilflächenspezifische Aussaat mittels langjähriger Biomassekarte
→ Hoher Biomasseindex → niedrige Aussaatstärke
→ 260 – 340 Kö/m² → Ø 300 Kö/m²
- Min:** einheitliche Aussaat mit minimaler Aussaatstärke (260 Kö/m²)
Max: einheitliche Aussaat mit maximaler Aussaatstärke (340 Kö/m²)



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle	81,60	100,00	65,70	10,60
hoher Index => hohe Saatstärke	77,62	95,12	65,97	10,63
hoher Index => niedrige Saatstärke	83,06	101,79	66,20	10,73
minimale Saatstärke	79,67	97,63	66,60	10,90
maximale Saatstärke	83,67	102,54	66,03	10,77



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung der ländlichen Räume
Dieses Symbol Europas in der landwirtschaftlichen Ökonomie symbolisiert die Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen



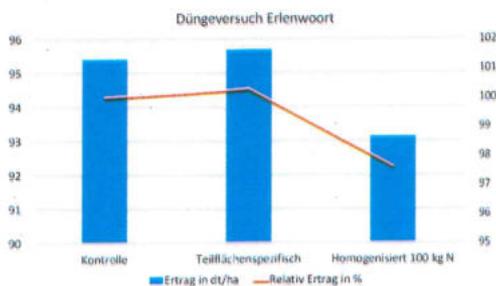
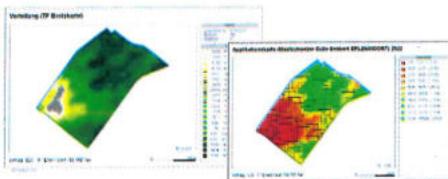
Düngeversuch – teilflächenspezifische organische Düngung mit NIRS und langjähriger Biomassekarten

Schlag: Erlenwoort
Frucht: Triticale
Bodenart: toniger Lehm
Bodenschätzung: 30 - 50

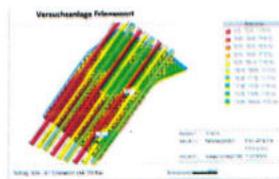
Düngeversuch

Versuchstermin: N2: 21.03.2022
Dünger: Mastschweingülle
Düngemenge: 25 m³/ha → 90 (- 100) kg N/ha
Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (TF-Basiskarte)

- Kontrolle:** einheitliche Düngung m³/ha
- Versuch 1:** teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
→ 60 - 120 kg N/ha → Ø 90 kg N/ha
→ differenziert
- Versuch 2:** Gülle homogenisiert mittels NIRS Sensor
→ 100 kg N/ha



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl
Kontrolle	95,41	100,00	80,33
Teilflächenspezifisch	95,68	100,29	80,17
Homogenisiert 100 kg N	93,14	97,62	80,25



Düngeversuch – teilflächenspezifische mineralische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten → homogenisieren und differenzieren

Schlag: Bullers Kamp
Frucht: Winterroggen
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 18 - 30

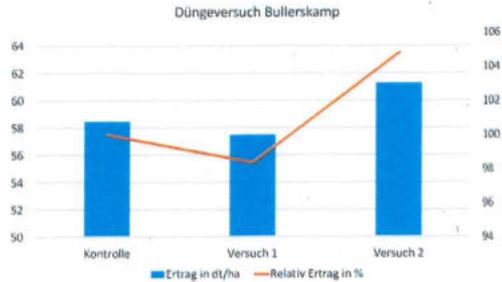
Düngeversuch

Düngetermin: N1: 10.03.2022 N3: 03.05.2022
Dünger: N1: AS-Düngerlösung - 15/6 Lösung N3: AHL
Düngemenge: N1: 35 kg N/ha (181 l/ha) N3: 50 kg N/ha (270 l/ha)
Maschine: Amazone UF 1801 + Fendt 712 Vario
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

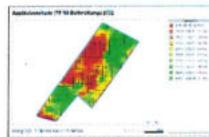
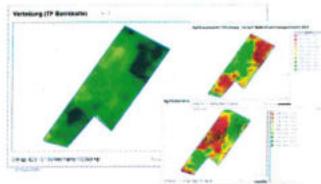
Kontrolle: einheitliche Düngung N1: 35 kg N/ha N3: 50 kg N/ha

Versuch 1: teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 N1 → homogenisiert 30 – 40 kg N/ha (154 – 208 l/ha)
 N3 → differenziert 33 – 67 kg N/ha (180 – 360 l/ha)

Versuch 2: teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 N1 → differenziert 30 – 40 kg N/ha (154 – 208 l/ha)
 N3 → differenziert 33 – 67 kg N/ha (180 – 360 l/ha)



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl
Kontrolle	58,45	100,00	81,30
Versuch 1 N1 → Homogenisieren	57,49	98,36	81,10
Versuch 2 N1 → Differenzieren	61,27	104,82	81,20



Düngeversuch – teilflächenspezifische mineralische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten und N-Sensor

Schlag: Heide
Frucht: Triticale
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 20 - 30

Düngeversuch

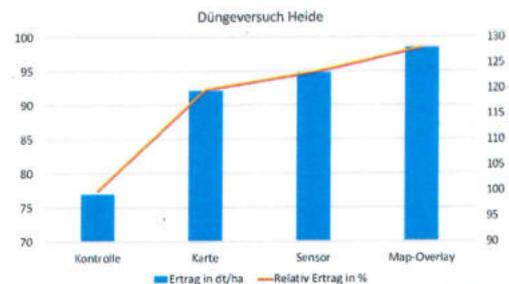
Versuchstermin: N1: 05.03.2022
Dünger: 15/6 Lösung
Düngemenge: 48,8 kg N/ha (250 l/ha)
Maschine: Amazone UX 4201 + MB trac 1000 + Farm Facts GreenSeeker
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte) + N-Sensor

Kontrolle: einheitliche Düngung
 → 48,8 kg N/ha (250 l/ha)

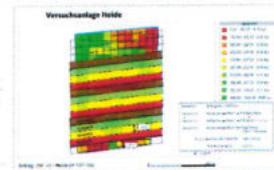
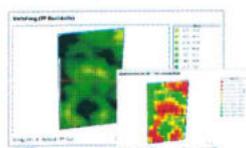
Versuch 1: Karte
 teilflächenspezifische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → differenziert
 → 32,2 – 65,3 kg N/ha (165 – 335 l/ha) → Ø 48,8 kg N/ha

Versuch 2: Sensor
 teilflächenspezifische Düngung anhand N-Sensor
 → differenziert
 → 32,2 – 65,3 kg N/ha (165 – 335 l/ha) → Ø 48,8 kg N/ha

Versuch 2: Map-Overlay
 teilflächenspezifische Düngung anhand langjähriger Biomassekarte und N-Sensor
 → differenziert
 → 32,2 – 65,3 kg N/ha (165 – 335 l/ha) → Ø 48,8 kg N/ha



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektoltergewicht in kg/hl
Kontrolle	77	100	78
Versuch 1: Karte	92	120	79
Versuch 2: Sensor	95	123	79
Versuch 3: Map-Overlay	98	128	79



Düngeversuch – teilflächenspezifische organische Düngung mit NIRS und mineralischer Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: vordere Mersch
 Frucht: Winterweizen
 Bodenart: toniger Lehm
 Bodenschätzung: 30 - 50

Düngeversuch

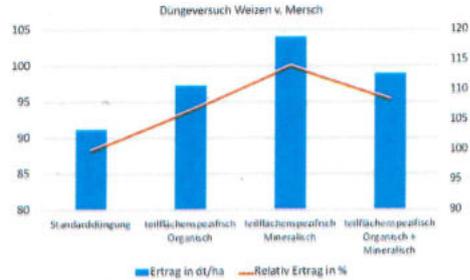
Versuchstermin: N1: 25.03.22 N2: 25.04.22
 Dünger: N1: Mastschweingülle (90 kg N/ha) N2: AHL (90 kg N/ha)
 Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
 Amazone UF 1801 + Fendt Vario 712
 TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Düngung → N1: 90 kg N/ha → N2: 90 kg N/ha

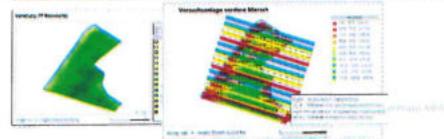
Versuch 1: N1: teilflächenspezifische organische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → 60 - 120 kg N/ha
 → differenziert
 N2: einheitliche mineralische Düngung
 → 90 kg N/ha

Versuch 2: N1: einheitliche organische Düngung
 → 90 kg N/ha
 N2: teilflächenspezifische mineralische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → 60 - 120 kg N/ha
 → differenziert

Versuch 3: N1: teilflächenspezifische organische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → 60 - 120 kg N/ha
 → differenziert
 N2: teilflächenspezifische mineralische Düngung mittels langjähriger Biomassekarte
 → 60 - 120 kg N/ha
 → differenziert



	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektolitergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle: Standarddüngung	91,16	100,00	79,10	9,67
Versuch 1: tf organisch	97,26	106,69	79,33	9,53
Versuch 2: tf mineralisch	104,02	114,11	79,43	9,53
Versuch 3: tf org. + mineralisch	98,94	108,53	79,20	9,50



Düngeversuch – teilflächenspezifische organische Düngung mit NIRS-Sensor anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Burort
 Frucht: Winterweizen
 Bodenart: Sand - sandiger Lehm
 Bodenschätzung: 25 - 60

Düngeversuch

Versuchstermin: N2: 29.03.2022
 Dünger: Rindergülle
 Düngemenge: 32 m³ // 115 kg N/ha
 Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere HarvestLab 3000
 TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

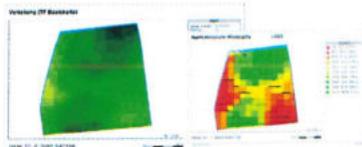
Kontrolle: einheitliche Düngung
 → 32 m³/ha

Versuch 1: homogenisierte Gülleausbringung mittels NIRS
 einheitliche Düngung
 → 115 kg N/ha mittels NIRS-Sensor

Versuch 2: teilflächenspezifisch
 teilflächenspezifische Düngung mittels NIRS-Sensor
 → differenziert
 → 57,5 - 172,5 kg N/ha → @ 115 kg N/ha



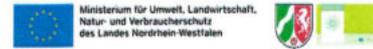
	Ertrag in dt/ha	Relativ Ertrag in %	Hektolitergewicht in kg/hl	Protein in %
Kontrolle m³/ha	94,4	100,00	75,9	8,9
Homogenisiert kg/ha	92,3	97,8	75,3	8,9
teilflächenspezifisch kg/ha	95,8	101,5	75,7	8,9



Versuchsergebnisse Mais 2022



Für den Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaat- und Düngeversuch – teilflächenspezifische Aussaat und mineralische Unterfuß-Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

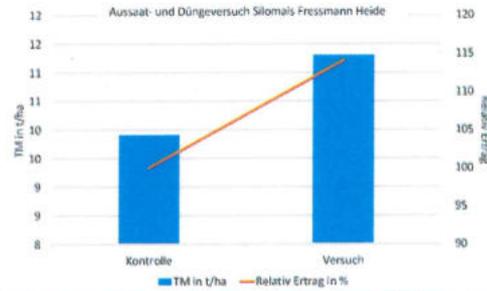
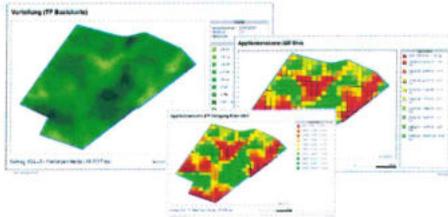
Schlag: Fressmann Heide
Frucht: Silomais
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 18 – 35

Aussaat- und Düngeversuch

Versuchstermin: 29.04.2022
Sorte: FarmMoritz
Aussaatmenge: 70.000 Kö/ha
Dünger: ENTEC 26
Düngemenge: 39 kg N/ha (150 kg /ha)
Maschine: Amazone Precea 6000-2FCC Super + Fendt 724 Vario
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Düngung und Aussaat
 → 70.000 Kö/ha und 39 kg N/ha (150 kg/ha)

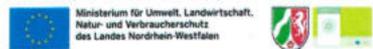
Versuch: teilflächenspezifische Unterfuß-Düngung und Aussaat
 → Aussaat: 58.000 – 77.000 Kö/ha
 → Düngung: 34 – 39 kg N/ha (130 – 150 kg/ha)



	TM in t/ha	TS in %	Relativ Ertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind	NEL
Kontrolle	9,91	32,40	100,00	8,17	23,80	11,07	6,70
Versuch	11,31	32,70	114,07	8,30	23,80	11,07	6,73



Für den Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

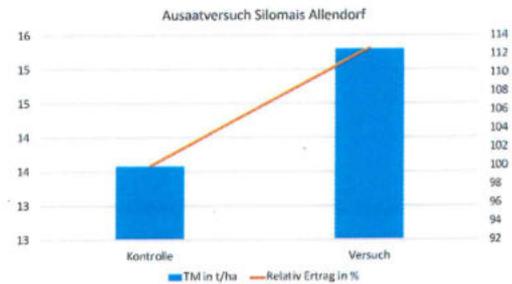
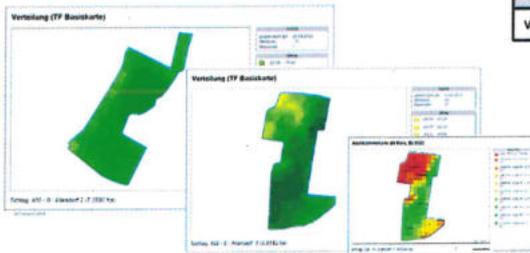
Schlag: Allendorf
Frucht: Silomais
Bodenart: Sand
Bodenschätzung: 15 – 50

Aussaatversuch

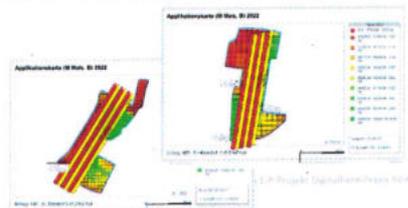
Versuchstermin: 27.04.2022
Sorte: Motivi CS
Aussaatmenge: 85.000 Kö/ha
Maschine: Kverneland Optima edrive + Fendt Vario 820
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Aussaat
 → 85.000 Kö/ha

Versuch: teilflächenspezifische Aussaat
 → 75.000–95.000 Kö/ha



	TM in t/ha	TS in %	Relativ Ertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind	NEL
Kontrolle	13,58	38,02	100,00	6,10	25,54	10,32	6,16
Versuch	15,30	39,00	112,65	6,46	22,90	10,30	6,16



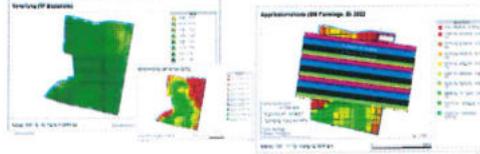
Aussaat- und Düngeversuch – teilflächenspezifische Aussaat und organische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Gr. Kamp
 Frucht: Silomais
 Bodenart: lehmiger Sand – sandiger Lehm
 Bodenschätzung: 30 – 60

Aussaat- und Düngeversuch

Versuchstermin: Düngeung: 26.04.2022 Aussaat: 29.04.2022
 Sorte: FARMIRAGE
 Aussaatmenge: 85.000 Kö/ha
 Dünger: Mischgülle
 Dünge menge: 26 m³/ha
 Maschine: Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT
 Amazone Precea 6000-2FCC Super + Fendt Vario 724
 TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

- Kontrolle:** einheitliche Düngung und Aussaat
 → 85.000 Kö/ha und 26m³/ha
- Versuch 1:** einheitliche Düngung und teilflächenspezifische Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 105.000 Kö/ha
 → Düngung: 26 m³/ha
- Versuch 2:** teilflächenspezifische Düngung und einheitliche Aussaat
 → Aussaat: 85.000 Kö/ha
 → Düngung: 17,4 – 34,6 m³/ha
- Versuch 3:** teilflächenspezifische Düngung und Aussaat
 → Aussaat: 70.000 – 105.000 Kö/ha
 → Düngung: 17,4 – 34,6 m³/ha



	TM in t/ha	Relativ Ertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Rind	NEL
Kontrolle	15,74	100,00	5,73	31,00	10,57	6,30
Versuch 1	16,13	102,49	5,70	34,87	10,80	6,50
Versuch 2	16,01	101,70	6,03	30,57	10,50	6,33
Versuch 3	17,25	109,60	6,80	33,05	10,60	6,40

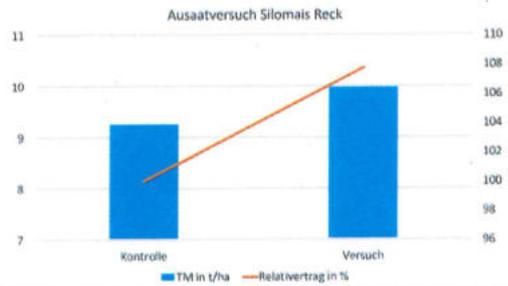
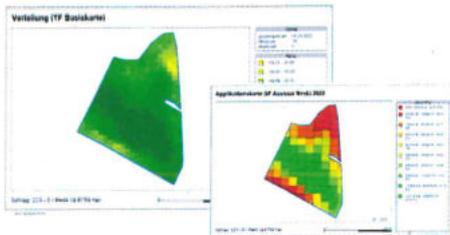
Aussaatversuch – teilflächenspezifische Aussaat anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Reck
 Frucht: Körnermais (CCM)
 Bodenart: Sand
 Bodenschätzung: 20 – 30

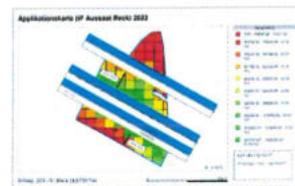
Aussaatversuch

Versuchstermin: 03.05.2022
 Sorte: LG 30.251
 Aussaatmenge: 85.000 Kö/ha
 Maschine: Amazone Precea 6000-2AFFC + KE 6000 + Fendt 942 Vario
 TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

- Kontrolle:** einheitliche Aussaat
 → 85.000 Kö/ha
- Versuch:** teilflächenspezifische Aussaat
 → 65.000 – 105.000 Kö/ha



	TM in t/ha	TS in %	Relativ Ertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Schwein in MJ/kg	NE w. Schweine in MJ/kg
Kontrolle	9,26	67,33	100,00	9,50	73,77	16,93	12,50
Versuch	9,98	66,83	107,78	9,30	73,73	16,90	12,50



Aussaats- und Düngerversuch – teilflächenspezifische Aussaat und organische Düngung anhand langjähriger Biomassekarten

Schlag: Kuckuckfeld
Frucht: Körnermais (CCM)
Bodenart: toniger Lehm
Bodenschätzung: 20 – 50

Aussaats- und Düngerversuch

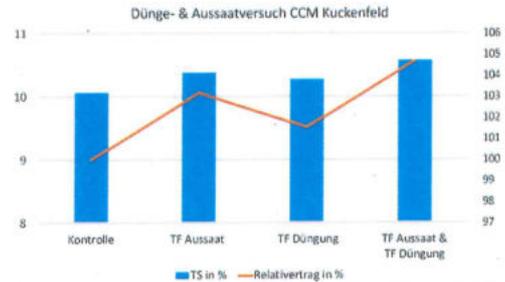
Versuchstermin: Aussaat: 03.05.2022 Düngung: 10.06.2022
Aussaatmenge: 90.000 Kö/ha
Dünger: Mastschweinegülle
Düngemenge: 120 kg N/ha (~35 m³/ha)
Maschine: Becker Aeromat + Fendt 724 Vario
Massey Ferguson 8727 VT + Kotte PT + John Deere Harvest Lab 3000
TF-Grundlage: langjährige Biomassekarte (tf-Basiskarte)

Kontrolle: einheitliche Düngung und Aussaat
→ 90.000 Kö/ha und 120 kg N/ha

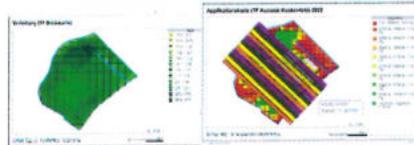
Versuch 1: einheitliche Düngung und teilflächenspezifische Aussaat
→ Aussaat: 75.000 – 105.000 Kö/ha
→ Düngung: 120 kg N/ha

Versuch 2: teilflächenspezifische Düngung und einheitliche Aussaat
→ Aussaat: 90.000 Kö/ha
→ Düngung: 80 – 160 kg N/ha

Versuch 3: teilflächenspezifische Düngung und Aussaat
→ Aussaat: 75.000 – 105.000 Kö/ha
→ Düngung: 80 – 160 kg N/ha



	TM in t/ha	TS in %	Relativvertrag in %	Rohprotein in %	Stärke in %	ME Schwein in MJ/kg	NE w. Schweine in MJ/kg
Kontrolle	6,78	67,33	100,00	7,53	75,80	16,57	13,07
Versuch 1	6,99	67,37	103,17	7,57	75,87	16,60	13,10
Versuch 2	6,88	66,97	101,53	7,70	75,87	16,63	13,10
Versuch 3	7,09	67,10	104,70	7,63	75,80	16,57	13,10



DLG Projekt Digital Farmhouse NRW