

Entwicklung eines Kompetenz- und Kommunikationszentrums
zur breitenwirksamen Einführung satellitengestützter,
teilschlagspezifischer Bewirtschaftungsmethoden
in der Landwirtschaft – Precision Farming (PF)

Ein LEADER-Kooperationsprojekt der LAG Oderland
mit der LAG Fläming-Havel

Wegweiser zum Einsatz von Precision Farming Technologien



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1. Ausgangslage zu Beginn der Projektarbeit und Anforderungen der Initiatoren aus der landwirtschaftlichen Praxis	2
2. Projektzielstellung unter Berücksichtigung der speziellen Brandenburger Praxisbedingungen	6
3. Konzeptionelle Ausgestaltung der Maßnahme; Ausschreibung und Projektbeauftragung als LEADER Kooperationsprojekt; Zusammensetzung des Projektteams / der Projektpartner	8
4. Umsetzung der Maßnahme/ Realisierungsschritte	10
4.1. Betriebsanalysen und Ableitung individueller Arbeitsschritte	10
4.2. Standortheterogenität – die zentrale Frage für Precision Farming	13
4.3. Untersuchung der Ertragspotentialbereiche auf vorhandene Grundnährstoffe	16
4.4. Bewertung der Nährstoffgehalte der Böden und Nährstoffkartierung	19
4.5. Feststellung des Düngedarfs für jede PF- Parzelle – Düngplan/Applikationskarten	20
4.6. Technische Umsetzung der Applikationsvorschriften	27
5. Ergebnisse und Wirkungen der Projektarbeit	30
5.1. auf regionalen Ebene - breitenwirksame PF- Einführung	30
5.2. auf betrieblicher Ebene - Projektbetriebe	35
6. Wissenschaftliche Begleitung der Projektarbeit	38
- betriebswirtschaftliche Bewertung der Grunddüngung	
- Einordnung der organischen Düngung in die Düngestrategie eines Projektbetriebs	
- Anleitung zu Praxisversuchen bei der Variation der Saatstärke durch PF- Techniken	
7. Ausblick	39

Vorwort

Seit der neolithischen Revolution, mit Beginn von Ackerbau und Viehhaltung und dem Sesshaft werden der Menschen um 10.000 v.Ch. gab es zahlreiche Innovationen, welche die Landwirtschaft revolutionierten. Alle verbindet ein Ziel, nämlich die Produktivitätssteigerung.

Eine der umfassenden und wirkungsreichsten Innovationen war die Mechanisierung im 18. und 19. Jahrhundert. 1785 wurde beispielsweise der erste gusseiserne Pflug patentiert und 1861 der erste Dampfpflug in England erfunden. Auch hier war das Ziel die Steigerung der Produktivität. Solchen vollkommen neuen technischen Erfindungen misslang jedoch oftmals der Durchbruch, bisweilen wurden sogar Protestaktionen gestartet, um ihren Einsatz weitest möglich einzudämmen.

150 Jahre später steht mit der Abschaltung der künstlichen Signalverschlechterung im Jahr 2000 der gesamten Wirtschaft die technische Möglichkeit der globalen Positionsbestimmung (GPS) zur Verfügung. Jeder Wirtschaftsbereich nutzt den Einsatz dieser Technik individuell entsprechend seiner Bedürfnisse. In der Landwirtschaft kann mit dem GPS (Global Positioning System) die Position der Maschinen auf dem Acker ermittelt werden. Damit wurde die Entwicklung eines Verfahrens zur ortsdifferenzierten und zielgerichteten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen ermöglicht, nämlich der Präzisionsackerbau, genannt Precision Farming (PF). Auch heute ist eine wichtige Zielstellung, durch die Einsparung von Betriebsmitteln sowie die Verbesserung des Ertragsniveaus und der Ertragsstabilität eine Produktivitätssteigerung zu erreichen. Doch wie schon vor 150 Jahren gibt es Hemmnisse zum Einsatz dieser innovativen Technologie mit den Folgen, dass der mit der Innovation verbundene Fortschritt nicht zum Tragen kommt und die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe stagniert oder geschwächt wird. Hier setzt das LEADER-Kooperationsprojekt der beiden Lokalen Aktionsgruppen Oderland und Fläming Havel an.

Das Kooperationsprojekt verfolgt von Anfang an einen Akteurs geleiteten Ansatz, denn Precision Farming (wie auch alle anderen Innovationen) kann nur dann seine volle Wirksamkeit hinsichtlich stabiler landwirtschaftlicher Betriebe entfalten, wenn das endogene Potential einer Region und seiner Unternehmen aufgegriffen und genutzt wird. Das setzt voraus, dass das gemeinsame Projekt von der Identifikation des Verfahrens „Precision Farming“ bis zu dessen praxisbezogener Einführung von den regionalen Akteuren begleitet und getragen wird. 12 Betriebe mit 17.500 ha Ackerfläche, verteilt auf unterschiedliche Standortbedingungen nehmen am Projekt mit dem Titel

„Entwicklung eines Kompetenz- und Kommunikationszentrums zur breitenwirksamen Einführung satellitengestützter, teilschlagspezifischer Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft – Precision Farming“

teil.

1. Ausgangslage zu Beginn der Projektarbeit

Mit der vollen Funktionsfähigkeit des Globalen Positionsbestimmungssystems (GPS), der Steigerung seiner Genauigkeiten durch Differenzberechnungsmethoden (DGPS) und der Freigabe dieser technischen Möglichkeiten für die zivile Nutzung, standen zu Beginn dieses Jahrhunderts grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung teilschlagbezogener Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft zur Verfügung.

Unter den Bezeichnungen „pre agro I“ und „pre agro II“ wurden bis zum Jahr 2008 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung umfangreiche Forschungsarbeiten unterstützt, um diese neuen technischen Möglichkeiten des PF für eine nachhaltige Entwicklung der landwirtschaftlichen Landnutzung zu erschließen.

Die wichtigste Kernaussage im Rahmen der ökonomischen Betrachtungen dieser Arbeit lautete: „Grundsätzlich kann die Diskussion um die ökonomische Sinnhaftigkeit des Precision Farming nicht mehr darum geführt werden, ob es sich allgemein lohnt. Sie sollte darum geführt werden, wie es sich unter den gegebenen Bedingungen lohnt, bzw. ob die Effekte des genutzten Ansatzes ausreichend sind, um die zusätzlichen Kosten der Technologie zu decken.“ (Schneider & Wagner, 2008, S. 430).

Die pre agro Forschung beschrieb einerseits die künftige Bedeutung des PF- Einsatzes in großstrukturierten Betrieben mit heterogenen Standortbedingungen, gab wichtige Impulse für weitere technische Entwicklungen und zeigte andererseits aber auch auf, dass die Praxiseinführung der PF- Techniken an die Erfüllung wichtiger Grundvoraussetzungen gebunden ist. Die Untersuchung bezüglich des Einsatzumfanges von PF- Techniken brachte für Brandenburg das in Abb. 1 dargestellte ernüchternde Ergebnis. Trotz weit verbreiteter heterogener Standortbedingungen, großstrukturierter Bewirtschaftungseinheiten und vergleichsweise günstigen Betriebsstrukturen machte die Anwendung der PF- Techniken um Brandenburg quasi einen Bogen (Abb. 1).

Ausschlaggebend dafür sind (1) ökonomische sowie (2) gesellschaftliche Gründe:

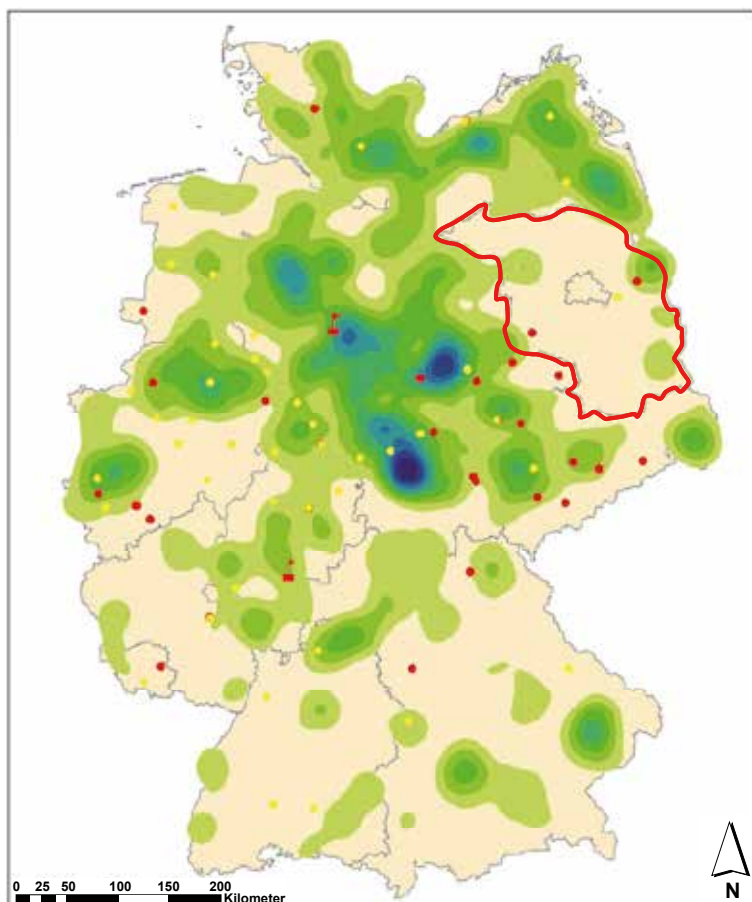
(1): Schon zu Beginn unserer Projektarbeit musste festgestellt werden, dass die Brandenburger Landwirtschaft bei wichtigen ökonomischen Kennziffern deutschlandweit das Schlusslicht darstellt (Abb. 2). Auch im Zeiteitraum der Laufzeit der vorliegenden Projektarbeit manifestierte sich dieser Trend (Abb. 3). Eine sich entwickelnde Kreislaufgefahr, dass die niedrige Wettbewerbsfähigkeit zum Verzicht auf neue Investitionen (auch in PF- Techniken) sowie zu Personalabbau führt, und dass wiederum fehlendes (gut geschultes und zur Einführung von PF erforderliches) Personal und die fehlenden Investitionen die Wettbewerbsfähigkeit verschlechtern, gilt es schnell zu durchbrechen!

(2): Zu Beginn des PF- Projekts gab es in Brandenburg

- keinerlei Institution, die die Thematik umfassend bearbeitete und praxistauglich vermitteln konnte (andere Länder: LUFEN, Landesanstalten, Officialberatungen);
- bis dahin auch keinerlei Förderung für PF, auch wenn vielfältige gesellschaftliche Zielstellungen dies rechtfertigen (andere Länder: Investitionsförderung auch für mobile Technik mit PF, spezielle Förderrichtlinien, Trinkwasserschutz u.ä.);
- weder Landtechnik- noch Softwarehersteller, die in anderen Bundesländern zur Werbung PF- Pilotbetriebe unterstützt haben.

Wissenstransfer in die Praxis

Forschungsverbundprojekt *pre agro*: Teilprojekt 20
-J. Hüter -



- Die Folge war, dass viele Brandenburger Betriebe ihre Bemühungen, PF- Technologien einzusetzen, oft nach Anfangsschwierigkeiten verworfen hatten, obwohl sie grundsätzlich von der vorteilhaften Wirkung des PF- Einsatzes überzeugt waren.

- Sie suchten nach ehrlicher, kompetenter Fachanleitung und erwarteten eine notwendige Einstiegsunterstützung in personeller, finanzieller bzw. technischer Form.

- In den Jahren vor Beginn der vorliegenden Projektarbeit setzten sich vermehrt Trends fort, die der Forderung nach schnellerem Einsatz der PF-Techniken auch in Brandenburg noch mehr Nachdruck verliehen.

Dichteverteilung der PF-Nutzer 2001-2007 und Verteilung der Berater Density of the PF-Users 2001-2007 and spatial distribution of the advisors

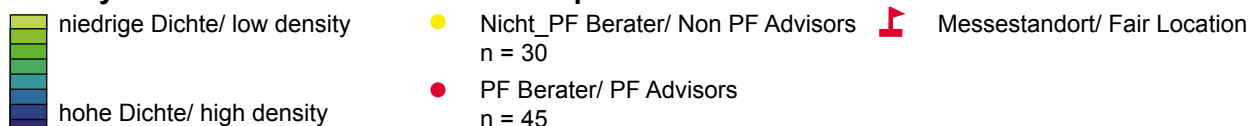


Abb. 1: Dichteverteilung der PF Nutzer und Verteilung der Berater

Landwirtschaftliche Haupterwerbsbetriebe

Durchschnittswerte nach Ländern

Wirtschaftsjahr 2007/08

		BB	MV	SN	ST	TH	Stadt- staaten	Deutsch- land
144 Gewinn	€/ha LF	289	349	468	398	407	14 512	799
145 Gewinn	€/Untern.	55 761	94 230	54 258	91 815	63 908	56 859	49 844
146 Einkommen (Gewinn + Personalaufwand)	€/AK	26 886	42 044	27 935	41 449	30 681	27 009	30 097
147 Ordentliches Ergebnis	€/Untern.	49 048	82 957	48 908	88 228	57 295	55 730	45 430

Abb. 2: Gewinn und Einkommen 2007/2008 Vergleich Brandenburgs mit ostdeutschen Bundesländern

Gewinn / ha LF- Vergleich Haupterwerbsbetriebe Ø 2009 bis 2014 in ausgewählten Bundesländern

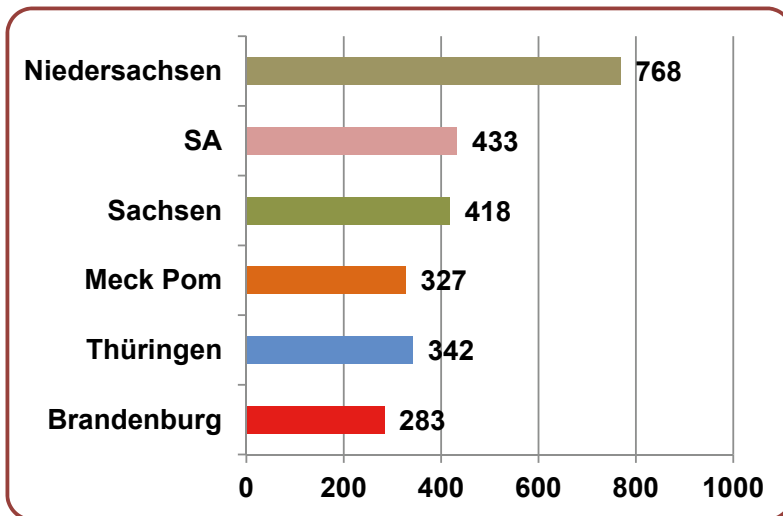


Abb. 3: Gewinn/ ha LF (Statistisches Bundesamt)



Abb. 4: Einkaufspreise für Düngemittel (Statistisches Bundesamt)

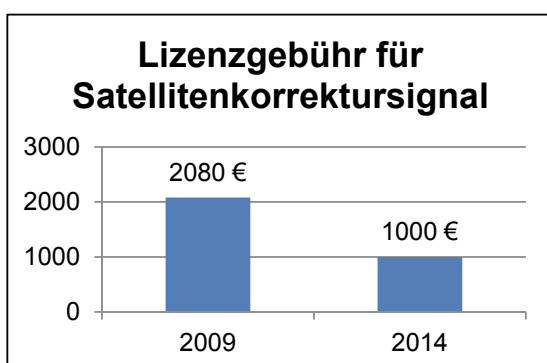


Abb. 5: Bsp. der Kostendegression bei PF- Technikkomponenten

- Der Preis für die notwendigen Komponenten der PF-Techniken sank stetig, auch wenn die Handhabbarkeit und Kompatibilität noch zu verbessern waren.

- Die Preise für landwirtschaftliche Betriebsmittel stiegen seit Beginn erster PF-Anwendungen rapide an. Von besonderer Bedeutung für das Projektvorhaben waren dabei die Düngemittelpreise (Abb. 4).

- Die Anforderungen, die sich aus der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ergeben, nehmen die Landwirtschaft im Zusammenhang mit den sogenannten diffusen Nährstoffeinträgen in Oberflächen- und Grundwasser auch in Brandenburg zunehmend in die Pflicht.

- Vorschriften zur umfassenden Dokumentationspflicht vieler Produktionsabläufe in der Landwirtschaft sind ohne die Nutzung elektronischer Hilfsmittel, wie sie im PF- Ansatz zuerst zum Einsatz kommen, kaum noch auf effektive Weise einzuhalten. Dabei können wichtige Synergieeffekte erschlossen werden.

Schlussfolgerung:

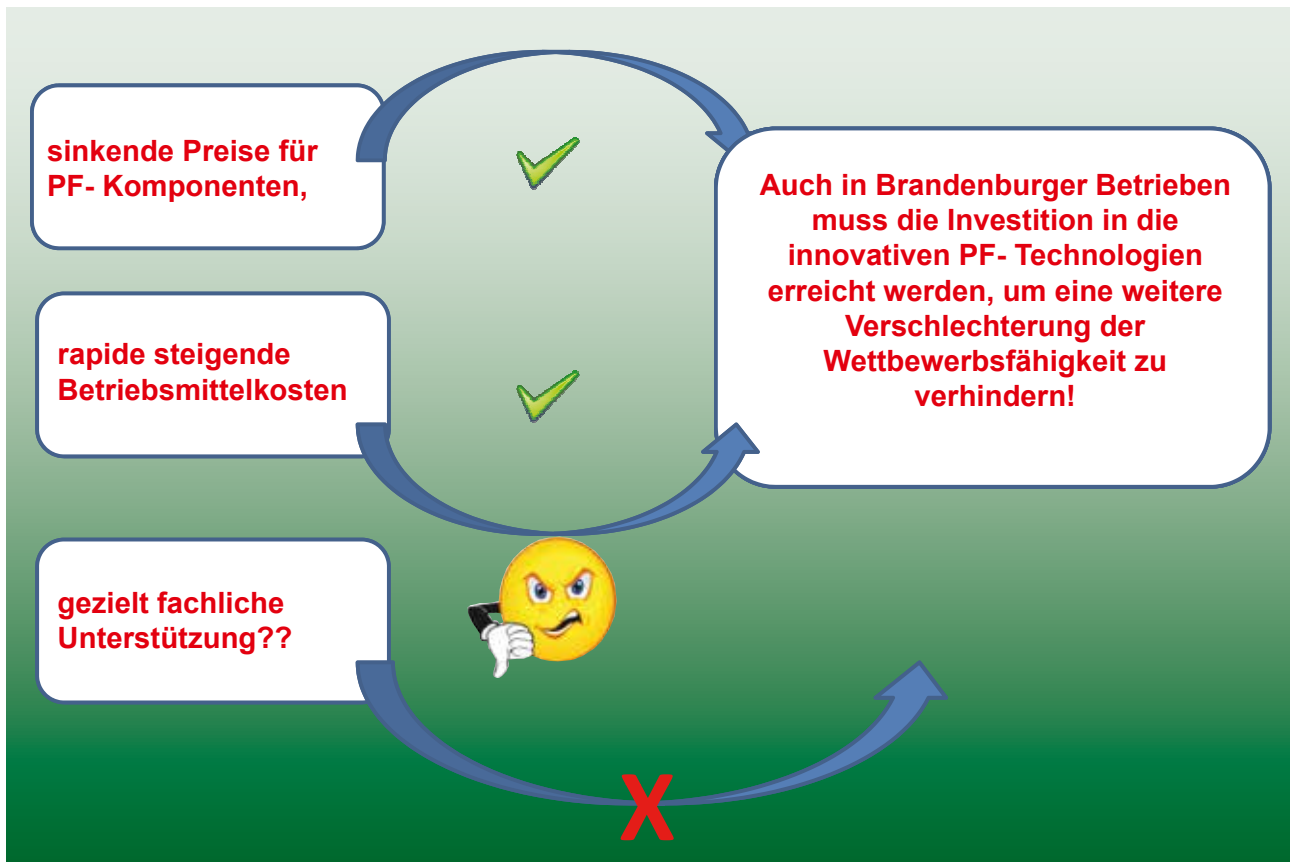


Abb. 6: Forderung der Förderung der PF- Einführung in Brandenburg

Das Konzept zur „Entwicklung eines Kompetenz- und Kommunikationszentrums zur breitenwirksamen Einführung satellitengestützter, teilschlagspezifischer Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft – kurz: Precision Farming (PF); (unter Brandenburger Bedingungen)“ wird dringend gebraucht!

2. Projektzielstellung unter Berücksichtigung der speziellen Brandenburger Praxisbedingungen

Um der oben dargestellten Schlussfolgerung gerecht zu werden, gaben die beiden als Projektträger fungierenden Vorstände der LAG Oderland und der LAG Fläming der folgenden Zielstellung ihre Zustimmung:

- (1) Über ein nach der LEADER-Richtlinie unterstütztes Kooperationsprojekt sollte modellhaft die Einführung der PF-Technologien in mehreren Regionen Brandenburgs vorangetrieben werden.
- (2) Dazu sollte ein Arbeitskreis eingerichtet werden, in dem die beteiligten Pilotbetriebe von Experten angeleitet und qualifiziert werden können. Regelmäßige Themenworkshops sollten zum Erfahrungsaustausch und zur Präsentation von Projektergebnissen dienen sowie Handlungsempfehlungen für Interessenten an der Thematik hervorbringen.
- (3) Die Projektarbeit sollte von einer wissenschaftlichen Einrichtung begleitet werden,
 - um die Netzwerkbildung mit Wissenschaftseinrichtungen und Spezialisten im PF-Bereich zu unterstützen,
 - um den Stand der Wissenschaft in spezifischen PF- Bereichen zu erörtern,
 - um eine objektive Bewertung des Erfolgs der Projektarbeit zu bekommen und
 - um ggf. spezielle auftretende Problemstellungen in einzelnen Projektbetrieben gezielt untersuchen zu können.

Als Ergebnis der Projektarbeit sollte ein dauerhaft bestehendes Kompetenz- und Kommunikationszentrum eingerichtet werden, mit dessen Hilfe die Hemmnisse (zunächst) in den Projektbetrieben überwunden werden, die dort bisher den Einsatz der vorteilhaften PF-Techniken verhindert hatten. Es sollten für die jeweilige individuelle Ausgangssituation in den Projektbetrieben praktikable PF- Strategien entwickelt werden, die danach der breiten Öffentlichkeit demonstriert werden können. Letztendlich war es das Ziel, die unterschiedlichen Verfahrenslösungen in viele weitere Brandenburger Landwirtschaftsbetriebe zu übertragen.

Plakativ dargestellt bestanden die zentralen Aufgaben des LEADER Projekts „Precision Farming“ darin:



Um die Akzeptanz für die vorgeschlagenen Verfahrenslösungen auch in der Breite der Brandenburger Betriebsleiter zu finden, musste den oben dargestellten erschwerten Bedingungen für die Einführung der PF-Techniken in Brandenburg Rechnung getragen werden.

„Praktikable“ Verfahrenslösungen für Brandenburg zu entwickeln bedeutete daher:

- Möglichst kostensparend im Einführungsprozess zu sein (Beschränkung auf kostengünstige Verfahren zur Bestimmung der Standortheterogenität, Verzicht auf zusätzliche Daten, wenn nur geringer Erkenntnisgewinn damit verbunden ist).
- Es dürfen während der saisonalen Arbeitsspitzen möglichst keine zusätzlichen Anforderungen an das Betriebspersonal gestellt werden (Verlagerung in die Wintermonate).
- Die fachlich fundierten Applikationsvorschriften müssen betriebsindividuell unterschiedliche Strategien und Faktoren berücksichtigen. Ihre flexible und gewissenhafte Erarbeitung wird über den Erfolg der PF- Ansätze und die Zufriedenheit der Anwender entscheiden (terminingerechte Erstellung, ggf. mehrere Düngervarianten...).
- Die technische Umsetzung muss einfach zu handhaben und eine schnelle und zuverlässige Unterstützung bei technischen Defekten muss gesichert sein.

3. Konzeptionelle Ausgestaltung der Maßnahme; Ausschreibung und Projektbeauftragung als LEADER Kooperationsprojekt; Zusammensetzung des Projekt- Teams / der Projektpartner

Ansatzpunkt für die konzeptionelle Vorbereitung des Projekts waren die Unzufriedenheit, die Unsicherheit oder sogar Fehlversuche einiger Brandenburger Landwirtschaftsbetriebe beim Vorhaben, PF-Techniken in ihrer Betriebspraxis einzuführen. Die Problematik wurde vom Brandenburger Bauernverband sowie der Landwirtschaftlichen Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH analysiert und es wurde nach Lösungsansätzen gesucht. Dabei zeichneten sich Regionen in Brandenburg ab, in denen die Praktiker besonders häufig nach kompetenter Hilfestellung suchten. Die oben beschriebene Ausgangslage vor Projektbeginn wurde den Vorständen der Lokalen Aktionsgruppen zweier Regionen vorgestellt, in denen sich die Interessenten für den PF- Einsatz in der Landwirtschaftspraxis häuften und es wurde eine Projektförderung im Rahmen eines LEADER- Projekts vorgeschlagen.

In Zusammenarbeit mit den beiden Lokalen Aktionsgruppen Oderland e.V. und Fläming- Havel e.V. wurde eine roadmap zur Beantragung und Umsetzung eines Projektes erarbeitet. Maßgebliche Unterstützung dafür gab es vom ZALF Müncheberg im Rahmen eines zeitgleich laufenden Forschungsprojektes mit dem Titel „Partizipatives Roadmapping – Regionale Innovationen gemeinsam gestalten“. Die fertige Roadmap wurde den Entscheidungsgremien der beiden Lokalen Aktionsgruppen vorgelegt, bewertet, schließlich positiv votiert und zur Förderung nach der Richtlinie LEADER empfohlen.

Nach ausführlicher Diskussion und inhaltlicher Abstimmung schlossen die beiden Lokalen Aktionsgruppen eine Kooperationsvereinbarung ab. Die Lokale Aktionsgruppe Oderland e.V. übernahm federführend die Antragstellung und Trägerschaft für das LEADER Kooperationsprojekt mit der Lokalen Aktionsgruppe Fläming-Havel e.V.. Im November 2010 wurde der Antrag auf Förderung bei der Bewilligungsbehörde, dem Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung in Fürstenwalde eingereicht. Vorbehaltlich einer Bewilligung öffentlicher Gelder wurde die Umsetzung des Projekts auf dem elektronischen Vergabemarktplatz Brandenburg europaweit ausgeschrieben. Am 19.01.2011 fand die Vergabe der europaweit ausgeschrieben Leistungen an den Gewinner der Ausschreibung, die LAB-Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH statt. Sechs Monate später, nachdem alle zuständigen Fachämter und Fachabteilungen des Brandenburger Landesamtes und des Landwirtschaftsministeriums den Antrag geprüft hatten, er inhaltlich und finanziell gekürzt und die Laufzeit angepasst worden war, erhielt die LAG Oderland e.V. den Zuwendungsbescheid am 18.07.2011. Am gleichen Tag wurde die Kooperationsvereinbarung zwischen den LAG`en aktualisiert und der Dienstleistungsvertrag mit der LAB-GmbH unterzeichnet.

Aufgabe der LAB-GmbH war es, einen schnellen Beginn der Projektumsetzung zu organisieren, um nicht eine weitere Düngesaison verstreichen zu lassen. Im ersten Schritt wurden Vereinbarungen zur Zusammensetzung des Projekt-Teams und der Projektpartner geschlossen.

Zur Mitarbeit im LEADER- Kooperationsprojekt wurden 12 Landwirtschaftsbetriebe (Abb.7) ausgewählt, die:

- ein großes Interesse an der Schaffung des PF-Kompetenzzentrums in Brandenburg bekundet hatten,
- die unterschiedlichen Standortbedingungen Brandenburgs und die Vielfalt der betrieblichen Voraussetzungen (Technik, Struktur, Vorkenntnisse, Software etc.) widerspiegeln,
- über die nötigen personellen Voraussetzungen verfügten und
- bereit und in der Lage waren, die erforderlichen Investitionen in die PF-Landtechnik zu tragen (die zusätzlich zu den Projektkosten erforderlich waren).

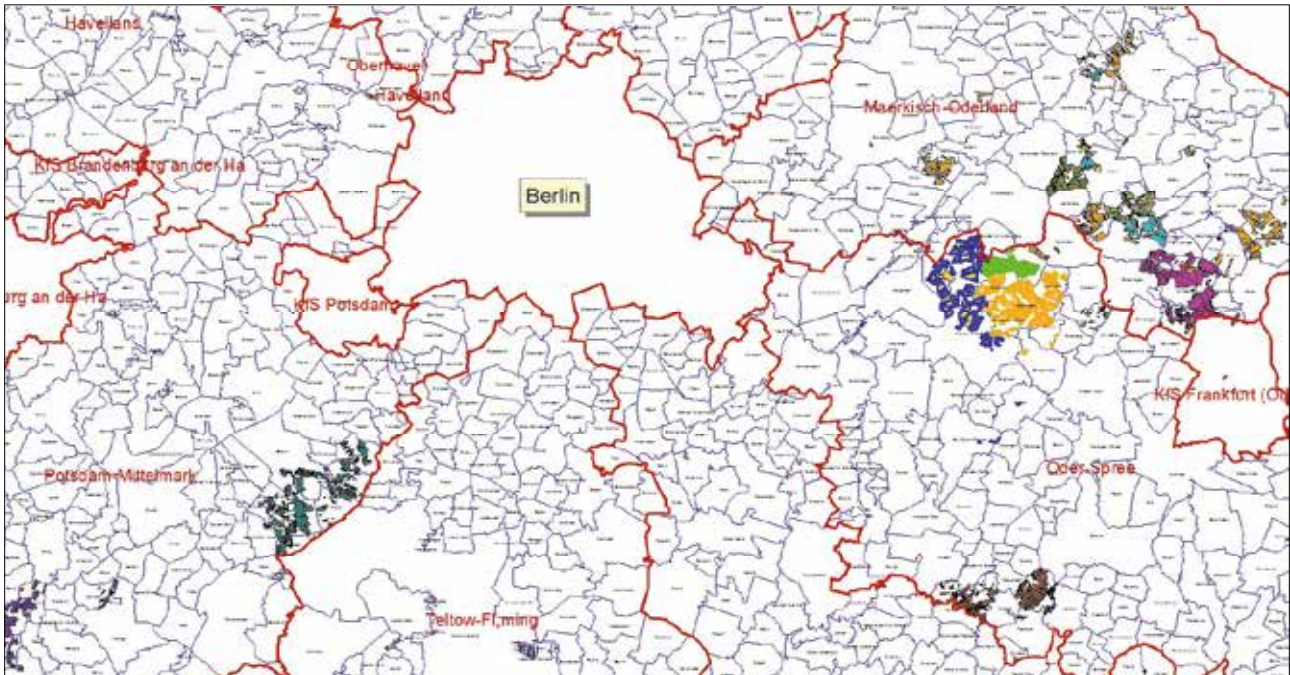


Abb. 6: Lage der Projektbetriebe in den Regionen Oderland und Fläming

Zur Erreichung der oben genannten Zielstellungen wurden externe Experten, Dienstleister und eine wissenschaftliche Einrichtung in die Projektarbeit eingebunden. Im Einzelnen sind das:

- die AHB- - Agrarservice-, Handels- und Beratungsgesellschaft mbH,
- die LDL- Dienstleistungsgesellschaft mbH,
- die Agri Con GmbH,
- die Agrarberatung Baruther Land,
- das Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP).

4. Umsetzung der Maßnahme/ Realisierungsschritte

4.1. Betriebsanalysen und Ableitung individueller Arbeitsschritte

Nach Abschluss der konzeptionellen Maßnahmenplanung konnte im Sommer 2011 mit der Projektarbeit in den Partnerbetrieben begonnen werden.

Im ersten Schritt wurde eine betriebsindividuelle Analyse der jeweiligen Ausgangssituation vorgenommen. In den folgenden drei Bereichen wurden die Ausgangsinformationen erhoben und Festlegungen für die weitere Vorgehensweise getroffen:

- (1) Welche personellen Voraussetzungen herrschen vor? Welche Vorkenntnisse und Erfahrungen wurden bereits mit Techniken des PF gemacht? Gibt es Anwendungen bei denen positive oder negative Ergebnisse im Betrieb vorliegen? Gibt oder gab es eine Zusammenarbeit mit PF- Dienstleistern, Beratern, Technikhändlern oder -herstellern, Softwarefirmen oder wissenschaftlichen Einrichtungen? Gibt es seitens des jeweiligen Betriebs eine Strategie, grundsätzliche Bedingungen oder Prämissen für die künftige PF- Umsetzung im Rahmen der Projektarbeit?
- (2) Welche technischen Voraussetzungen herrschen vor? Gibt es im Betrieb einen oder mehrere elektronisch steuerbare Applikationsgeräte (Düngerstreuer, Spritze, Düngestreuer, Kalkstreuer)? Gibt es sonstige unterstützende Technik wie Lenksysteme, GPS-Technik, Terminals oder Jobrechner?
- (3) Welche Voraussetzungen herrschen im Zusammenhang mit der betrieblichen Datenverarbeitung vor? Gibt es geeignete Software? Liegen nutzbare Daten vor, die im Rahmen der Projektarbeit genutzt werden können (Daten über die Betriebsflächen, Ertragserfassungen, Nährstoffkartierungen, Bodenkarten, Luftbilder o.ä.)? In welchen Formaten liegen diese Daten vor? Sind sie georeferenziert? Ist ein GIS- System im Betrieb vorhanden und werden dort die vorhandenen Daten verwaltet und ausgewertet? Welche Datenformate liegen vor, gibt es Kompatibilitätsprobleme?

Ergebnisse:

Zu (1)

Alle in die Projektarbeit einbezogenen Betriebe verfügten schon zu Projektbeginn über Betriebspersonal, das sich speziell den Fragestellungen des PF- Einsatzes im Feldbau widmen konnte. In acht (von zwölf) Betrieben wurden im Vorfeld der Projektarbeit Erfahrungen mit PF- Techniken gemacht, jedoch hatten mehr oder weniger große Probleme dabei den Wunsch nach fachlicher, technischer und finanzieller Unterstützung für weitere PF- Realisierungen hervorgebracht. Die Forderung dieser Betriebe war Anlass und Auftrag zugleich, den Projektansatz zur „Entwicklung eines Kompetenz- und Kommunikationszentrums zur breitenwirksamen Einführung satellitengestützter, teilschlagspezifischer Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft“ zu verfolgen. Sie sind quasi der Ursprung für die nun zum Abschluss geführte Projektarbeit.

Im Rahmen der Betriebsanalysen wurde eine grundsätzliche strategische Festlegung für die Projektarbeit getroffen. Es wurde beschlossen, dass zunächst ein besonderes Augenmerk auf die Grunddüngung und speziell auf den Kalkhaushalt zu legen ist. Betriebe, die schon mit der teilschlagspezifischen Stickstoffdüngung erste Erfahrungen gesammelt hatten, mussten feststellen, dass die gewünschten Ertragseffekte insbesondere dort nicht eintreten konnten, wo die Analyse der Bodenqualität und die Anpassung der Kalldüngung an die Bodengruppen im Vorfeld nicht erfolgt waren.

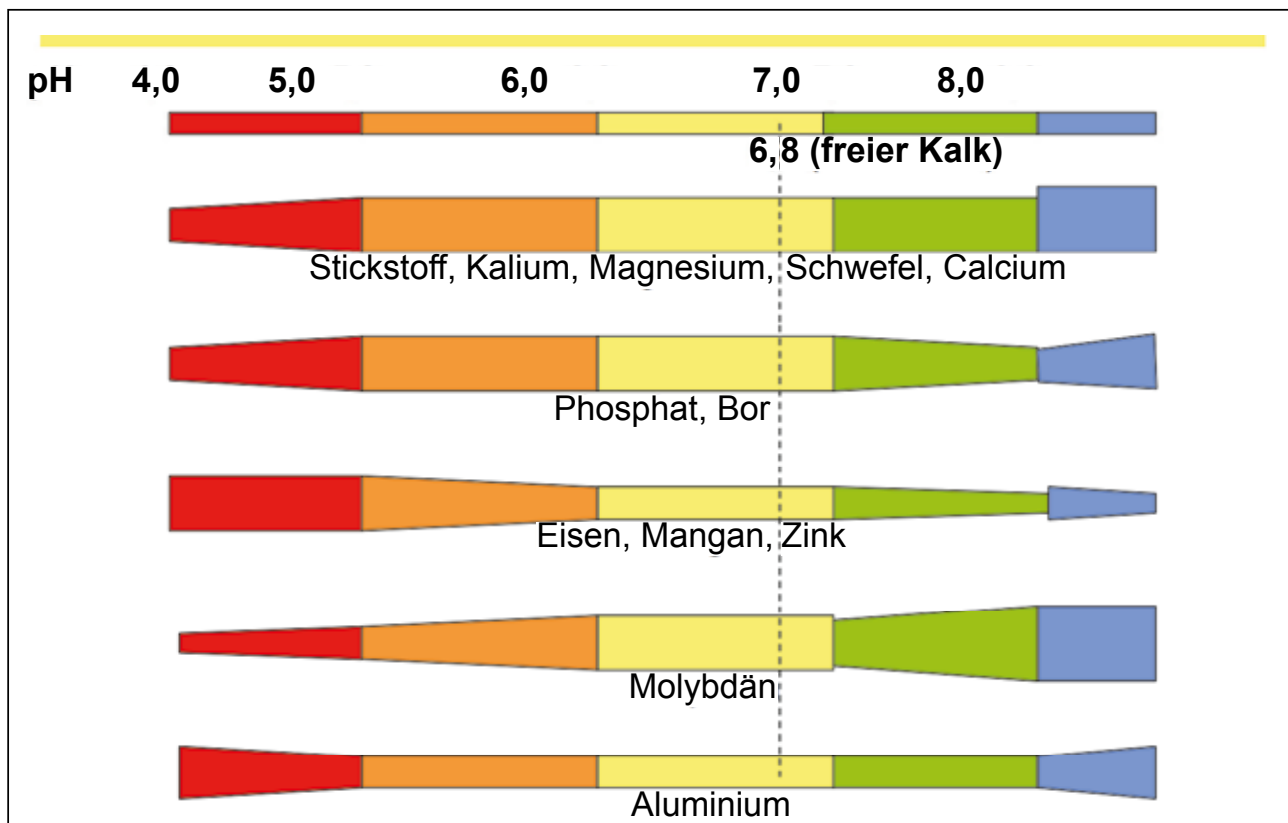


Abb. 8: Nährstoffverfügbarkeit in Abhängigkeit vom pH- Wert

Zu (2)

Zum allgemeinen Verständnis sind das Prinzip des PF bei der Düngung und die technischen Voraussetzungen zur Umsetzung in Abbildung 9 im Überblick dargestellt.

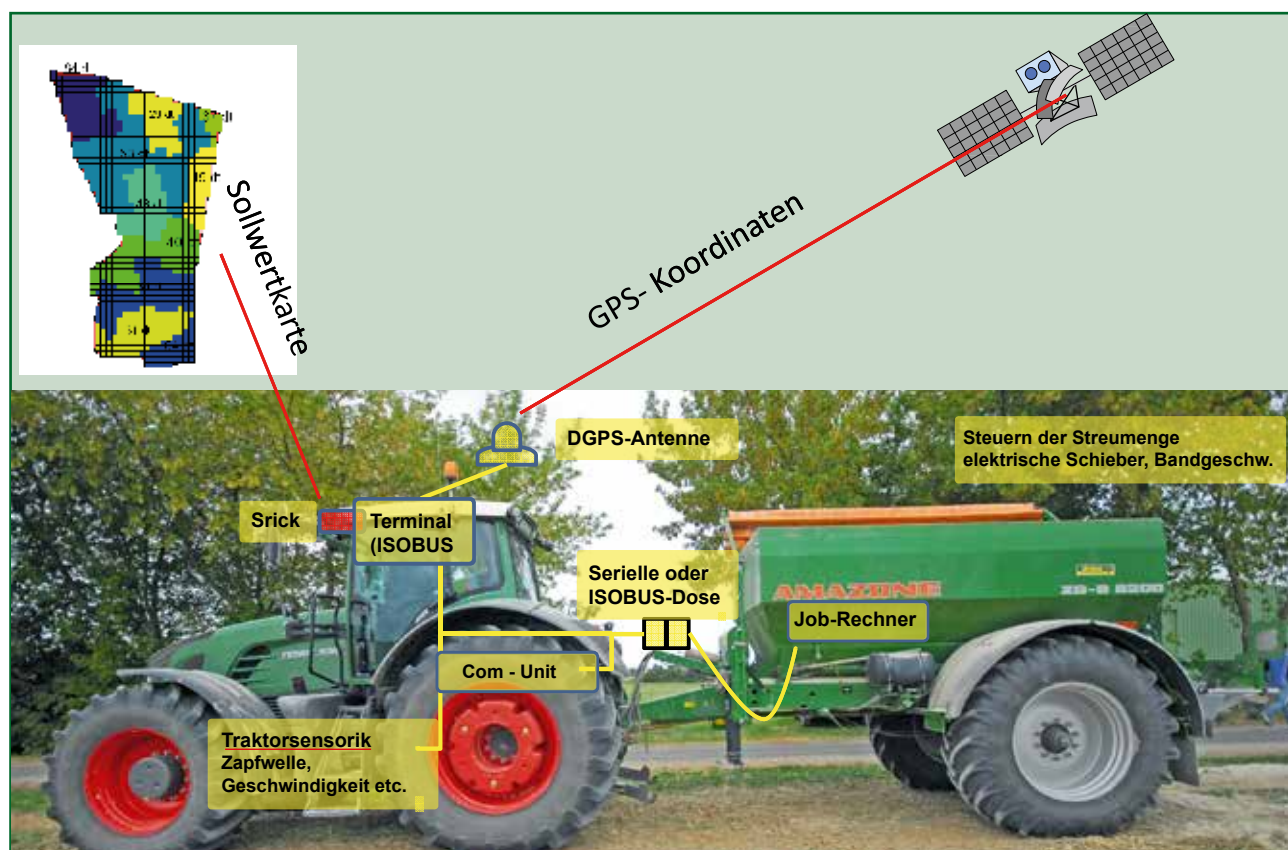


Abb. 9: Übersicht der technischen Voraussetzungen für die PF- Düngung

Die Analyse der technischen Voraussetzungen in den Projektbetrieben ergab, dass elektronisch ansteuerbare Düngerstreuer in allen Betrieben entweder schon vorhanden waren oder demnächst erworben werden sollten. Die Technikausstattung in den Betrieben machte es erforderlich, dass Verfahrenslösungen für die teilschlagbezogene Düngung mit Amazone-, Güstrower-, Rauch- und Bergmannstreuern sowie deren jeweiligen Jobrechnern zu erarbeiten waren. Zwei Betriebe verfügten darüber hinaus auch schon über ein Terminal, das benötigt wird, um die GPS-Koordinaten und Düngersollmengen zusammenzuführen und an den Jobrechner des Streuers weiterzuleiten (Abb. 9).

Um die technischen Voraussetzungen für die anderen zehn Projektbetriebe zu vervollständigen, wurde nach einem möglichst universell einsetzbaren Terminal gesucht, das die Ansteuerung der Maschinen herstellerunabhängig, sowohl über serielle, als auch über ISOBUS-Schnittstellen gewährleisten kann. Diesen Anforderungen wurde die PF- Box der Firma Agri Con gerecht, die zusammen mit einer robusten Halterung und der notwendigen Grunddüngungssoftware für die Terminals ausgeliefert wurde (Abb. 10).



Abb. 10: Precision Farming Box

Die Entscheidung zur einheitlichen Ausstattung mit Terminals wurde getroffen, um im Rahmen der Projektarbeit einheitliche Bedienungsunterlagen und Schulungen für die Traktoristen anbieten zu können.

Zu (3)

Die in den Projektbetrieben vorgefundenen Softwareprogramme und Daten waren

- sehr vielfältig,
- in ihrer Qualität und Aktualität sehr unterschiedlich und
- in der Datenformatierung und Georeferenzierung (Koordinatenbezug) mehr oder weniger gut nutzbar,

so dass auf eine detaillierte Beschreibung an dieser Stelle verzichtet wird.

Verallgemeinernd kann jedoch eingeschätzt werden, dass in allen Betrieben die personellen Kapazitäten dazu fehlen, die oft über viele Jahre gesammelten Daten (z. Bsp. aus der Ertragskartierung, der Bodenuntersuchung oder der Leitfähigkeitsmessung) systematisch zu archivieren, aufzubereiten, kompetent zu bewerten und für den künftigen PF- Einsatz nutzbar zu machen. Die Betriebsanalysen zeigten auf, dass es einer nachhaltigen Betreuung der Praktiker bedarf, um korrekte Grundlagen für die Teilflächenbestimmung und -bewirtschaftung zu schaffen und die Fortschreibung der Ergebnisse für die Folgeeinsätze nutzbar zu halten.

4.2. Standortheterogenität – die zentrale Frage für Precision Farming

Je besser es gelingt die Standortheterogenität und ihren Einfluss auf die Ertragsfähigkeit der abzugrenzenden Teilschläge zu ermitteln, umso wirkungsvoller kann in der Folge die Bemessung der Düngergaben so erfolgen, dass einerseits das Ertragspotential qualitativ hochwertiger Teilschläge ausgeschöpft wird, während Düngereinsparungen dort erfolgen, wo die Standortqualität hohe Erträge verhindert. Zur Verbesserung der PF- Effekte sollten daher regelmäßige Bemühungen der Anwender das Ziel verfolgen, eine immer bessere Standortkenntnis zu erlangen und das Ertragspotential (für die jeweils angebaute Frucht und unter den jeweils vorherrschenden Jahresbedingungen) möglichst objektiv abschätzen zu können. Dabei sollte auch nicht ausgeschlossen werden, dass auf eine Erhöhung des Ertragspotentials von Teilschlägen hingewirkt werden kann.

Das Wissen um diese Zusammenhänge durfte im Rahmen dieses Projekts trotzdem nicht dazu führen, dass sehr hohe Kosten im Einführungsprozess der PF- Techniken den ökonomisch angestrebten Effekt „verpuffen“ lassen. Unter den in Kapitel 1 beschriebenen Ausgangsbedingungen für PF in Brandenburg ging es darum, sich auf kostengünstige Verfahren zur Bestimmung der Standortheterogenität zu beschränken und auf den Kauf bzw. die Neugewinnung zusätzlicher Daten zu verzichten, wenn nur ein geringer Erkenntnisgewinn damit verbunden ist.

Folgende Arbeitsschritte sind in allen Projektbetrieben zur Bestimmung der Standortheterogenität erfolgt:

1. Kauf der Daten der Bodenschätzung und farbiger hoch aufgelöster Orthofotos (DOP020c).
2. Einarbeitung der in den Betrieben vorhandenen Daten in ein einheitliches GIS, bei Bedarf wurden Daten/Karten georeferenziert bzw. in ein einheitliches Zielkoordinatensystem überführt (Schlaggrenzen, Ertragskarten, Karten die aus Bodenleitfähigkeitsmessungen resultieren u.ä.).
3. Überlagerung aller aufbereiteten betrieblichen Informationen mit den zugekauften Geodaten.
4. Alle Schläge wurden unter Einbeziehung der Personen, die die Schläge in den Betrieben am besten kennen und unter Berücksichtigung der nun vorliegenden unterschiedlichen Informationsebenen, in sogenannte „Ertragspotentialbereiche“ eingeteilt.
5. Jedem Ertragspotentialbereich wurde eine Bodengruppe zugeordnet, um später eine der Bodenqualität entsprechende optimale Nährstoffversorgung bestimmen zu können. Die geografische Abgrenzung von Teilschlägen und die Zuordnung von beschreibenden Informationen in einer zugehörigen Datenbank führte zur Ausweisung der Bodenuntersuchungs- und Bewirtschaftungszonen (zuweilen auch als Intensitätszonen bezeichnet), die in den nächsten Arbeitsschritten weiter untersucht wurden.

Im Folgenden sind einige Beispiele (Abb. 11-13) aufgeführt, wie kostengünstige und in den Betrieben vorhandene Daten zur Bestimmung der Standortheterogenität genutzt wurden:

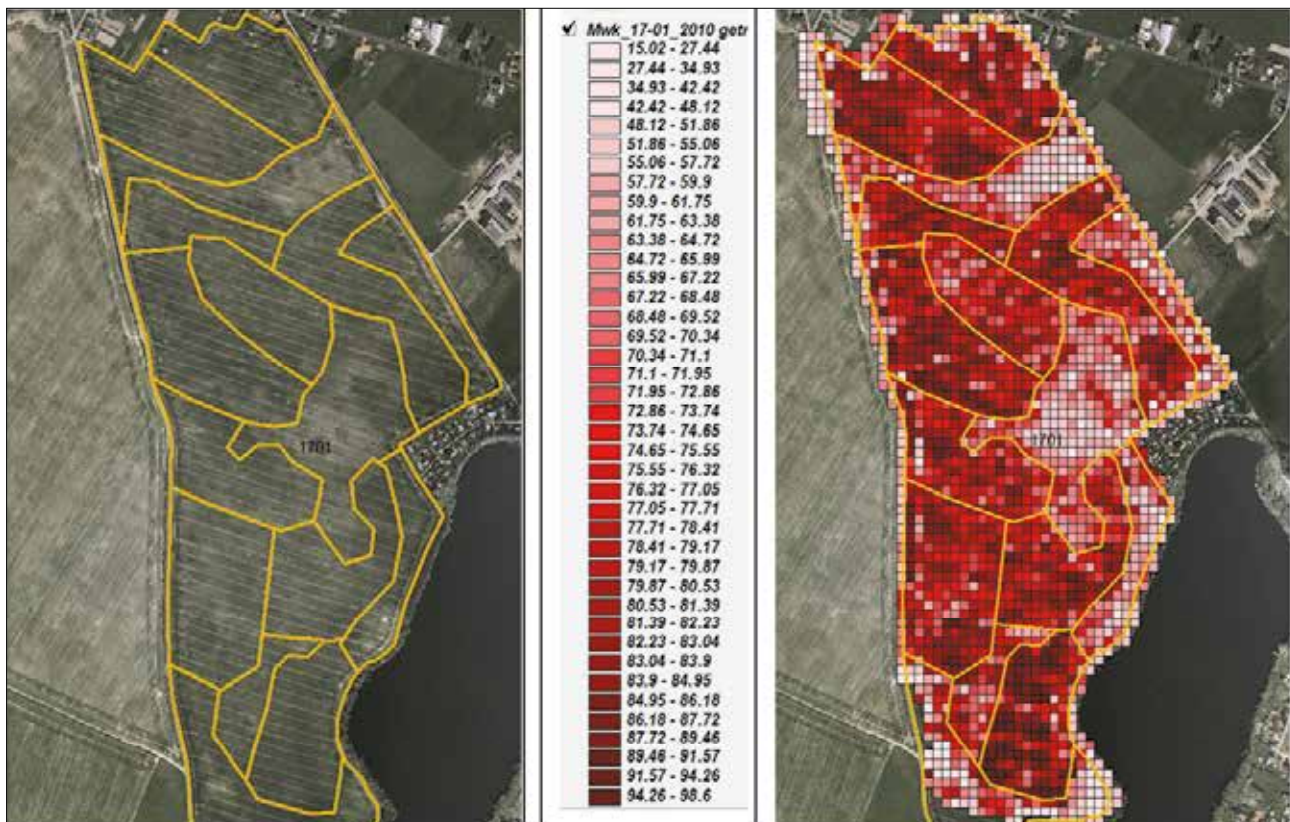


Abb. 11: Digitale Orthofotos im Abgleich mit Rohdaten einer Ertragskartierung per Mährescher

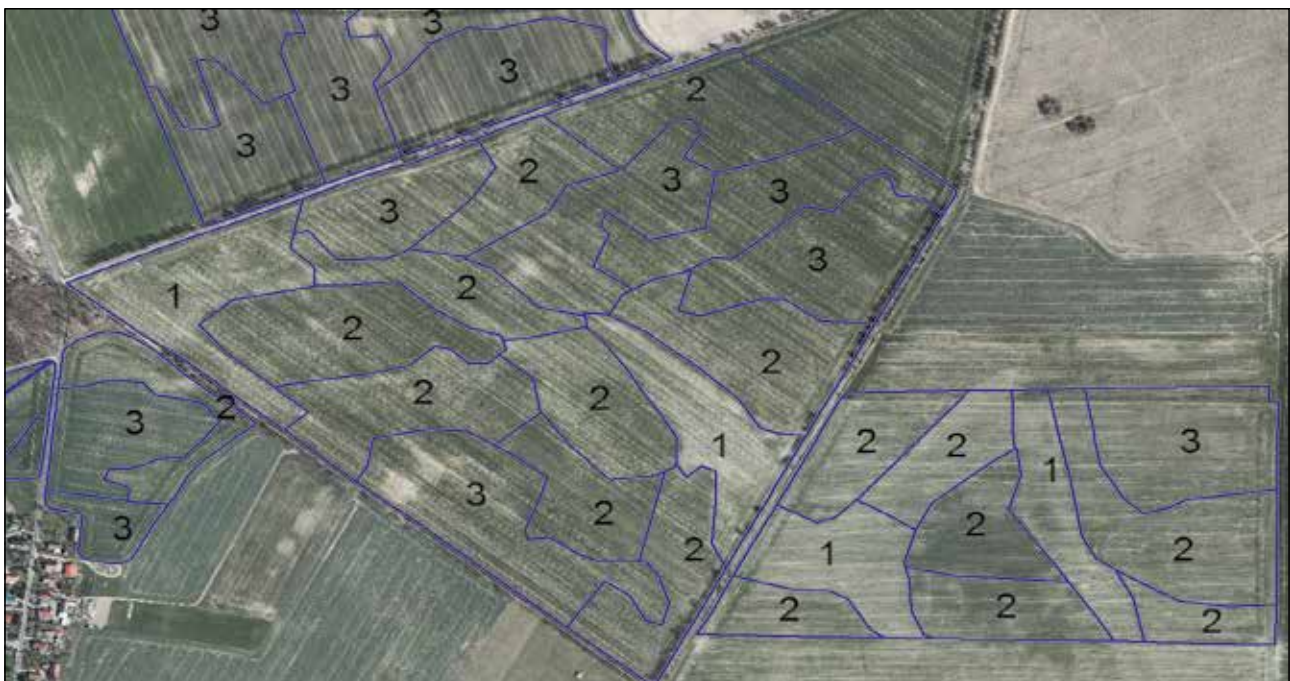


Abb. 12: Digitale Orthofotos zur Unterstützung der Einteilung von Ertragspotentialbereichen und zur Zuordnung der Bodengruppe

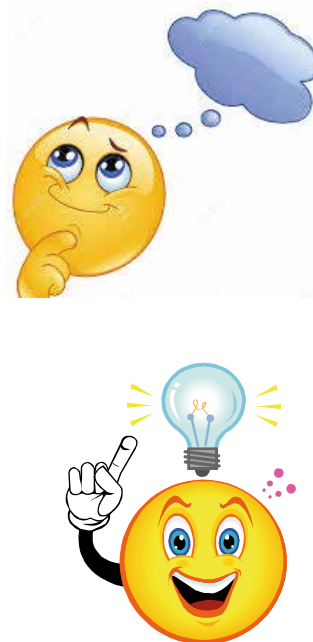
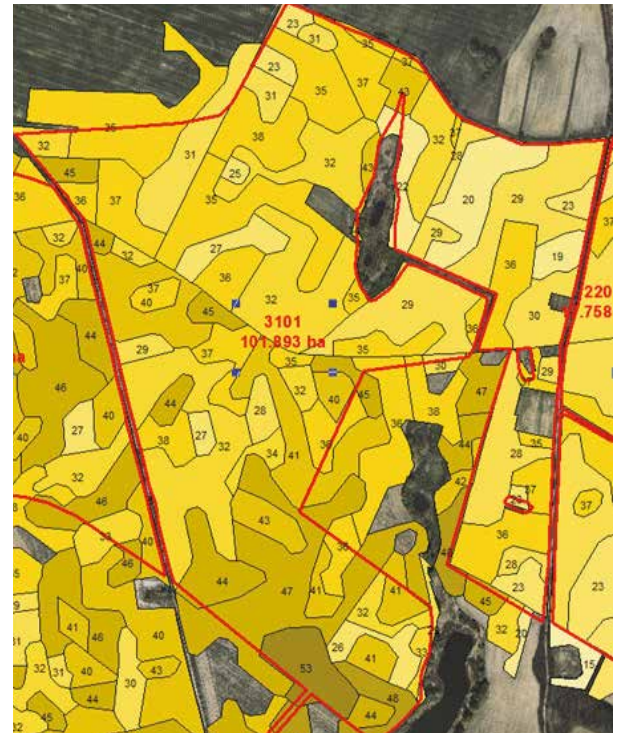


Abb. 13: Die vier kostengünstigen Grundlagen (1) Digitales Orthofoto, (2) Bodenschätzung, (3) Ertragskarte vom Mähdrusch und (4) die Kenntnisse des Landwirts

Lagen uns in den Betrieben Ertragskarten mehrerer Jahre und von unterschiedlichen Kulturen vor, wurde deutlich, dass sich bestimmte (überwiegend bodenbedingte) Ertragsmuster in allen Karten wiederfinden (Abb.14). Jedoch können auch Jahreseinflüsse (mit bestimmten Witterungsverläufen), agronomische Faktoren wie Sortenwahl, Unkraut- und Schädlingsbehandlung sowie natürlich auch die mehr oder weniger optimale Nährstoffversorgung oder einfach auch nur Messfehler zu den dokumentierten Ergebnissen geführt haben. Daher war die fachliche Interpretation dieser Karten unter Einbeziehung der Kenntnisse des Landwirts zur Historie auf dem jeweiligen Schlag besonders wichtig, um das Ertragspotential der Teilschläge für die Zukunft abschätzen zu können.

Dies sollte nicht einem automatischen Algorithmus überlassen werden, der in einigen Softwareprogrammen angeboten wird.

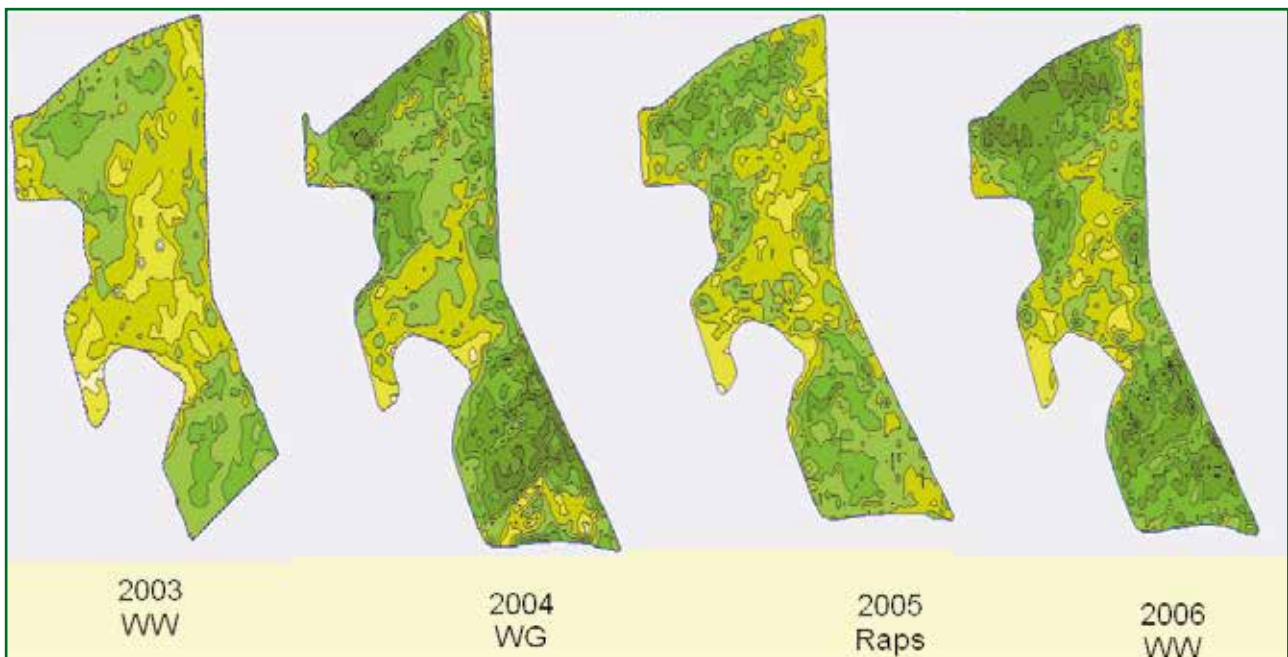


Abb. 14: Ertragskarten mehrerer Jahre (Beispiel)

Einige Projektbetriebe hatten im Vorfeld schon Erfahrungen mit der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens als Methode zur Bestimmung der Standortheterogenität gemacht. Die Ergebnisse stimmten in einem Fall nicht mit allen bisherigen Erkenntnissen des Betriebsleiters über seine Böden überein und wurden daher verworfen. In einem zweiten Fall wurden die bisherigen Erkenntnisse über den Boden im Wesentlichen bestätigt. Da neben der Bodenqualität weitere Faktoren die Messung der elektrischen Bodenleitfähigkeit beeinflussen können, sind die Anforderungen an eine zielführende Realisierung sowie an nachfolgend notwendige Interpretationen und ggf. notwendige Korrekturen mit verhältnismäßig hohem Aufwand verbunden. Daher wurde entschieden, dass im Rahmen der Projektarbeit keine neuen Leitfähigkeitsmessungen finanziert werden sollen, da nur ein geringer Erkenntnisgewinn bei zu hohen Kosten zu erwarten war.

4.3. Untersuchung der Ertragspotentialbereiche auf vorhandene Grundnährstoffe

Der erste oben beschriebene Arbeitsschritt hatte das Ziel, Teilschläge mit unterschiedlicher Bodenfruchtbarkeit voneinander abzugrenzen. Im Zusammenhang mit der bedarfsgerechten Düngung geht es dabei vor allem um das unterschiedliche Vermögen, Nährstoffe im austauschbaren Zustand vorhalten und allmählich an die Pflanze abgeben zu können. Zur grundsätzlichen Bewertung dieser Fähigkeit (dieser Bodenqualität) wurde jede abgegrenzte Fläche einer Bodengruppe zugeordnet, so dass dadurch ihre potentielle Nährstoff- und Wasserdynamik charakterisiert ist. Ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 15.

Vorbereitung der PF-Bodenuntersuchung: Bodengruppen

Mit Vorhandensein der Luftbilder und der Bodenschätzungskarte können zur Bodenuntersuchung Schlageinteilungen nach Bodenqualität erfolgen

Bodengruppen

- 1-Sand
- 2-anlehm. Sand
- 3-stark lehm. S.
- 4-sandiger Lehm



Abb. 15: Teilschläge mit Zuordnung der Bodengruppen vor der Bodenuntersuchung

Im folgenden Arbeitsschritt wurde in den Projektbetrieben die systematische Bodenuntersuchung für alle eingeteilten Flächen und die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Grundnährstoffgehalte im Boden vorgenommen. Die Betriebsleiter verfolgten dabei zwei unterschiedliche Herangehensweisen: Entweder wurde der komplette Betrieb in einer Untersuchungsetappe (meist nach der Ernte der Hauptfrüchte) beprobt, oder die Untersuchung erfolgte in mehreren Jahren jeweils auf den Flächen, auf denen die für den Betrieb wichtigsten Kulturen zum Anbau kamen. Die erste Methode hat den Vorteil, dass eine Komplettübersicht über den Nährstoffstatus des gesamten Betriebs entsteht. Die zweite Strategie hat sich für eine anschließende PF- Düngung als vorteilhaft erwiesen, da für die anschließende exakte Düngeplanung der ökonomisch wichtigsten Kulturen immer die aktuellen Bodenuntersuchungsergebnisse zur Verfügung stehen.

Zur Beprobung der unregelmäßig eingeteilten Schläge kamen Fahrzeuge zum Einsatz, die mit Positionsbestimmungssystemen (DGPS) und geografischen Informationssystemen (GIS) ausgestattet sind. Auf den Feldrechnern können alle wichtigen Hintergrundinformationen dargestellt werden und mit Hilfe des mitlaufenden Fadenkreuzes, das die jeweils aktuelle GPS- Position des Probennehmers anzeigt, können die Probeentnahmepunkte oder ggf. auch die schon vorbestimmten Probeentnahmepunkte angesteuert werden (Abb. 16).



Abb. 16: Die GPS- gestützte Bodenprobenahme ermöglicht das Auffinden der zu untersuchenden Teilschläge und ggf. der vorgeplanten Probeentnahmestellen

Innerhalb der Bodenuntersuchungsraster, die je nach Bodenheterogenität zwischen <1ha bis >8ha Größe variierten (typisches Mittel 3 ha), wurden an fünf Stellen die Koordinaten erfasst und an diesen Positionen wurden aus jeweils mehreren Einstichen die Bodenmischproben für die Untersuchungsparzellen gewonnen (Abb.17).

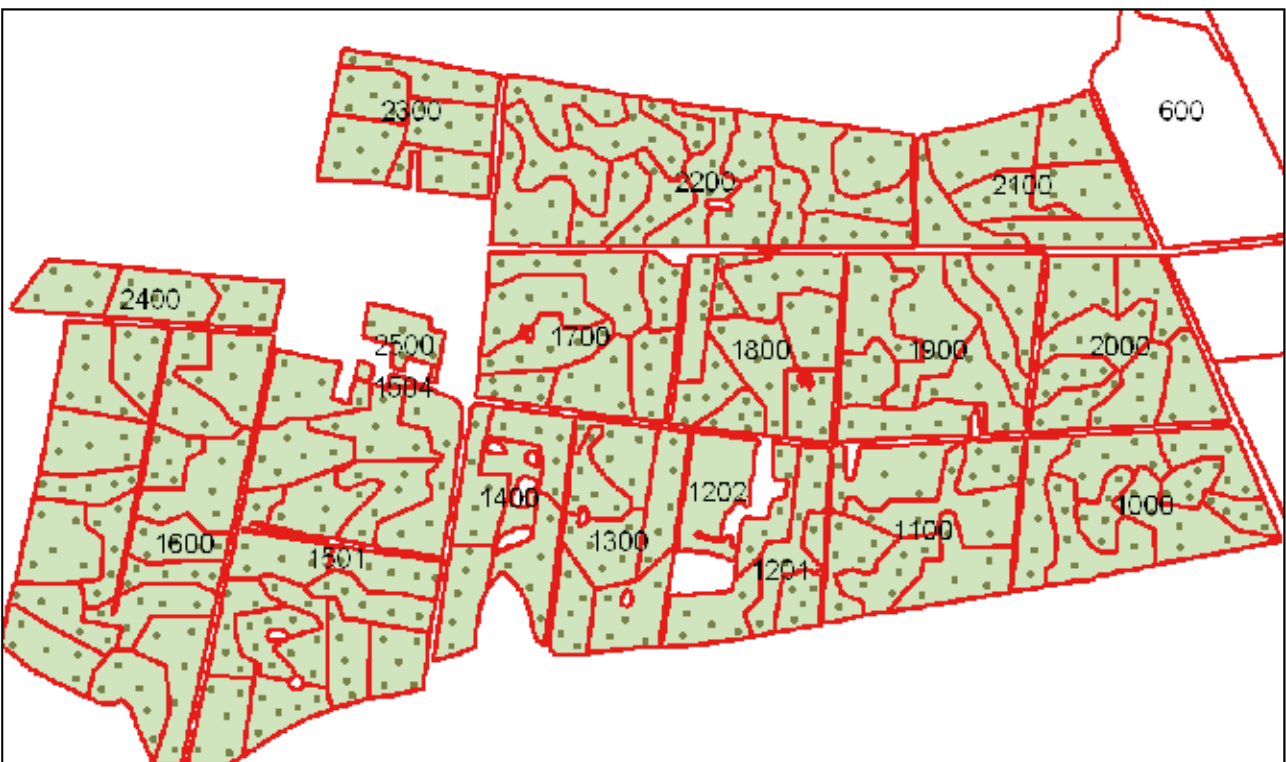


Abb. 17: Probeentnahmekoordinaten auf den Parzellen eines Betriebsteils

Diese Methodik hat den wichtigen Vorteil, dass die Bodenprobenahme im nächsten Untersuchungsturnus wieder an den gleichen Stellen erfolgen kann, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht.

4.4. Bewertung der Nährstoffgehalte der Böden und Nährstoffkartierung

Nachdem die Bodenproben im Labor auf die pflanzenverfügbaren Grundnährstoffgehalte untersucht wurden, erfolgte die Zuordnung der Analyseergebnisse zu den Untersuchungsparzellen und damit auch zu ihren Bodengruppen. Zur Bewertung des Reaktionszustandes und der Nährstoffversorgung der Böden hat der Verband der LUFEN ein Abstufungssystem in fünf Gehaltsklassen (A = sehr niedrig bis E = sehr hoch) entwickelt, um eine der Bodenqualität entsprechende optimale Nährstoffversorgung bestimmen zu können.

Die Auswertung nach dieser Methodik und die farbliche Darstellung der Gehaltsklassen in einer GIS- Software ermöglichten es, für jeden Teilschlag die Einschätzung vorzunehmen, ob er seiner Bodenqualität entsprechend optimal mit Nährstoffen versorgt ist oder nicht. Ein Beispiel der Nährstoffkartierung, die für alle Projektbetriebe bezüglich der Nährstoffe P, K, Mg und den pH- Wert flächendeckend erarbeitet worden ist, zeigt Abb. 18.

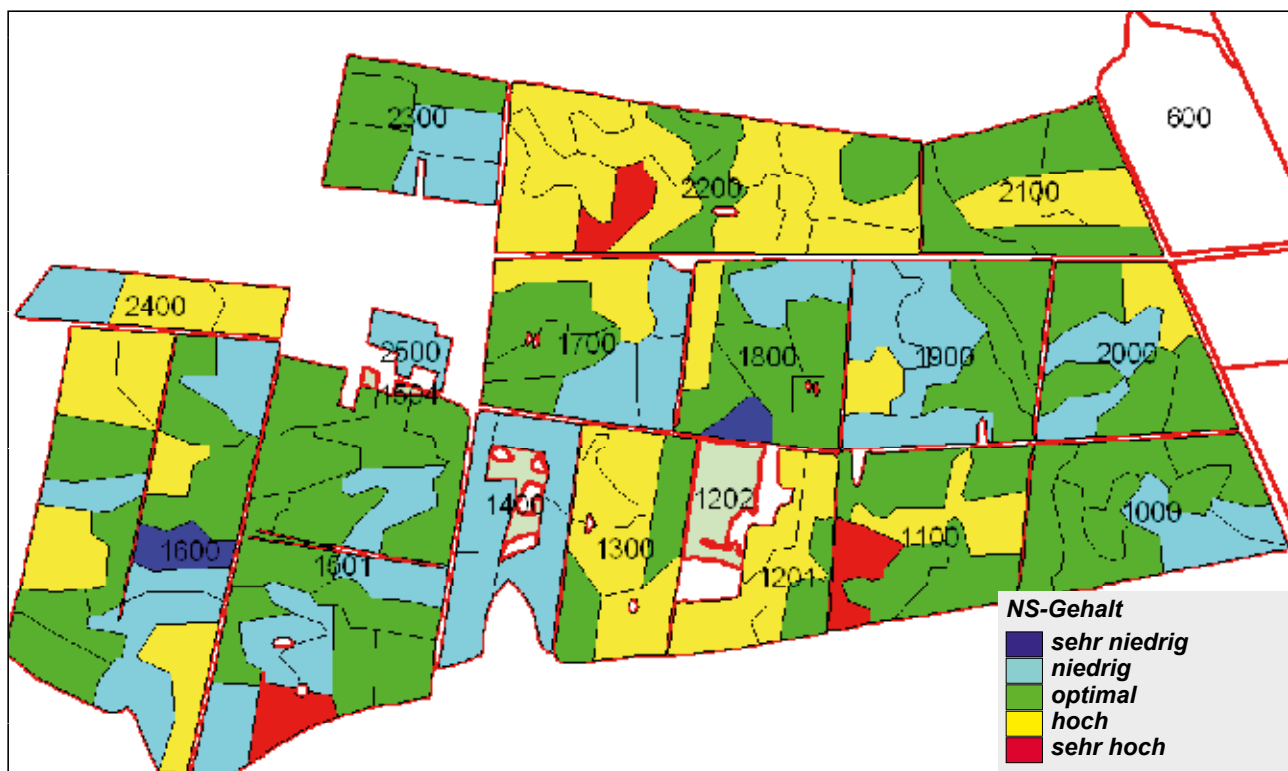


Abb. 18: Nährstoffkartierung im Ergebnis der Bodenqualitätsbestimmung und einer GPS- gestützten Bodenuntersuchung

An dieser Stelle sei an einem Beispiel für den pH- Wert demonstriert, welche Bedeutung die korrekte Zuordnung der Teilschläge zu den Bodengruppen für die Gehaltsklasseneinstufungen und die Einfärbungen in den Nährstoffkarten hat. Abbildung 19 zeigt die Ermittlung der pH-Gehaltsklasse beim pH- Wert von 6,0 in Abhängigkeit von der Zuordnung des Teilschlages zu einer Acker- Bodengruppe.

Acker Bodengruppe	Laborwert pH (CaCl ₂)	pH-Gehaltsklasse	Einfärbung in der Nährstoff-Karte
1 (S)	6,0	D	
2 (l`S)	6,0	C	
3 (IS)	6,0	B	
4 (sL/uL)	6,0	B	
5 (tL/ T)	6,0	B	

Abb. 19: Auswirkung der Zuordnung von Teilschlägen zu Bodengruppen, auf die Gehaltsklassenbestimmung und die Einfärbung in der Nährstoffkartierung

Wird also die Bodenqualität / die Bodengruppe nicht korrekt berücksichtigt, kann es zur Falschbewertung von Laborwerten kommen, die mehrere Gehaltsklassenstufen ausmacht!

4.5. Feststellung des Düngedarfs für jede PF- Parzelle – Düngplan

Zur Ermittlung des Nährstoff- und Düngedarfs ist neben der Bestimmung der Bodengruppe und der Ermittlung der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte im Boden noch die Abschätzung des Nährstoffentzugs durch die künftige Ernte erforderlich. Im Rahmen der Projektarbeit wurde darauf Wert gelegt, dass dazu möglichst keine schematische Ableitung der Zielerträge von den Bodenwertzahlen oder den Bodengruppen erfolgt. Unterschiedliche Witterungsverläufe, technologische und agronomische Abläufe sowie Vorfruchtwirkungen können Gründe dafür sein, dass Ertragsziele für den gleichen Teilschlag, auch für den gleichen Kulturartenanbau, jahresbedingt erheblich variieren. So musste zum Beispiel für Teilschläge mit sehr hohen Ackerzahlen nach einem extrem nassen Sommer/ Herbst ein vergleichsweise niedriges Ertragsziel vorgegeben werden, da die schlechte Befahrbarkeit keine termingerechte Aussaat und keine optimale Erststickstoffgabe ermöglichte. In trockenen Jahren waren dagegen gerade diese Teilschläge die Höchstertragsbereiche. Trotz des Grundprinzips, dass für die Einführung der teilschlagspezifischen Düngung in Brandenburg möglichst wenig personeller Mehraufwand betrieben werden sollte, halten es die Projektbearbeiter für unabdingbar und im Sinne des Erfolgs auch für gerechtfertigt, dass die individuelle Ertragsvorschätzung durch den Landwirt jährlich für jede Teilfläche vorgenommen wird. Am besten eignet sich dafür die Zeit kurz vor Vegetationsbeginn, da zu diesem Zeitpunkt bekannt ist, ob die agronomischen Maßnahmen bisher optimal erfolgen konnten, welche Auswirkungen der Witterungsverlauf im Winter auf die Pflanzenbestände hatte und ob von einer weiteren unbeeinträchtigten Bestandsführung ausgegangen werden kann. Die folgenden zwei Beispiele zeigen unterschiedliche Varianten auf, wie diese Ertragsvorschätzungen den Bearbeitern für die teilschlagspezifische Düngplanung übergeben wurden: Der erste Fall zeigt eine elektronische Lösung. Dafür hatte der Betrieb in einem kostenlos erhältlichen GIS-Viewer-Programm die Hintergrundinformationen der Bodenschätzung, der Ertragskarten und des Luftbilds zur Verfügung. Bei einem Zeitaufwand von ca. 10 Arbeitsstunden konnte er die Ertragsvorschätzung für ca. 2.000 ha auf hohem Niveau realisieren (Abb. 20).



Abb. 20: Teilschlagbezogene Ertragsvorschätzung (1) elektronisch, (2) manuell auf dem Luftbild

Im zweiten Fall wurden dem Betriebsleiter in Vorbereitung der Stickstoffdüngung die farbigen Orthofotos ausgedruckt zur Verfügung gestellt. Da er seine Schläge und Bestände sehr gut kannte, konnte auf manuelle Weise die Vorgabe der teilschlagspezifischen Ertragsziele erfolgen. Damit waren gute Voraussetzungen für die Planung der teilschlagbezogenen Stickstoff-Düngung **ab der ersten Gabe** (Vorteil gegenüber der sensorgestützten Stickstoffdüngung, die erst ab der zweiten Gabe möglich ist) erarbeitet.

Die im Rahmen der Projektarbeit im nächsten Arbeitsschritt erfolgte Planung der zu verabreichenden Düngermengen und die Erarbeitung teilschlagspezifischer, digitaler Streuvorschriften (in Form von Sollwertkarten) erfolgte in einem zweistufigen Vorgehen: (1) Zunächst wurden nach VDLUFA-Methoden und mithilfe des von der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft entwickelten Programms „BU 600“ Düngempfehlungen berechnet, die schon die Bodengruppen, die Zielerträge und die ggf. vorgesehene organische Düngung auf den Teilschlägen grob berücksichtigen. Die vom „BU 600“ berechneten Düngempfehlungen konnten dann im GIS auf die Nährstoffkarte übertragen werden, so dass, wie auf Abbildung 21 demonstriert, die Nährstoffkarte und die Empfehlungswerte grafisch aufbereitet, zur schnellen betrieblichen Bewertung zur Verfügung gestellt werden konnten.

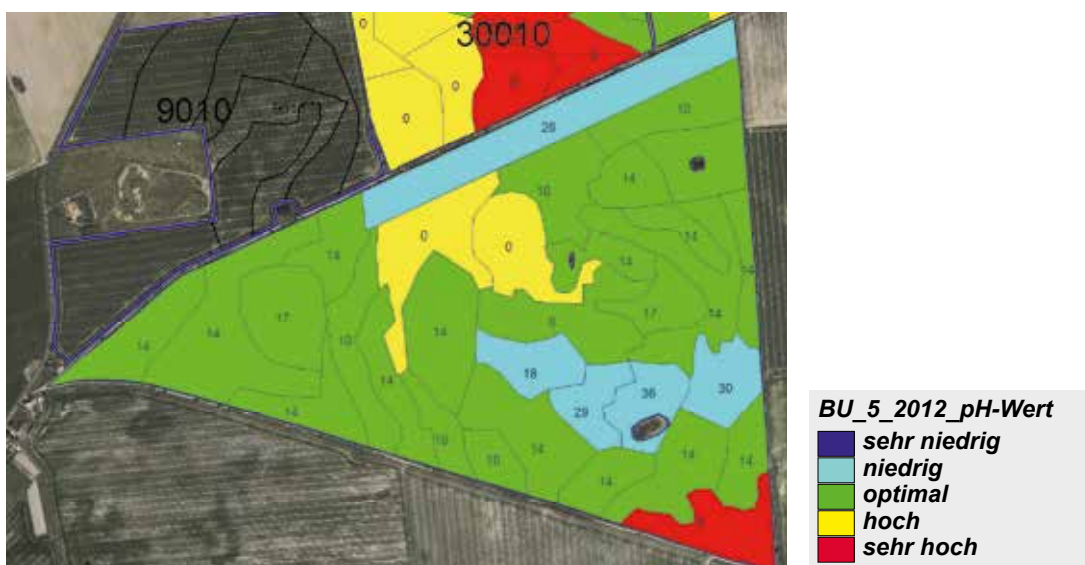


Abb. 21: Darstellung des CaO- Bedarfs in dt/ ha der Teilschläge für die nächsten 4 Jahre in Abhängigkeit von der Bodengruppe und der Nährstoffversorgung

(2) Die letztendlich über die Streutechnik umzusetzenden Applikationsvorschriften wurden im nächsten Schritt erarbeitet.

Kalkung:

Als Erstes wurden die Kalkungsvorschriften erstellt, die in den Kontext der Fruchtfolge einzuordnen waren. Kalkgaben, die für die nächsten drei bis vier Jahre den Bedarf der Fruchtfolge decken sollten, waren vor den kalkbedürftigsten Kulturen des jeweiligen Betriebs einzuplanen. Je nach Betriebsstrategie wurde die Kalkung vor Mais, Raps, Gerste, Luzerne- und Kleeansaat, Ackerbohnen oder Lupinen eingeordnet, von der in späteren Fruchtfolgegliedern Kulturen wie Roggen, Hafer, Triticale, Weizen oder Kartoffeln partizipieren konnten. Ausgehend von der VDLUFA- Empfehlung wurden nun für die konkreten Kalkdüngerarten Sollwerte für jeden Teilschlag berechnet. Für die Auswahl der Düngerarten spielten

- ihre Eignung für die vorherrschenden Bodenarten,
- die Geschwindigkeit ihrer basischen Wirkung,
- der Bedarf und die Nutzbarkeit von Nebenbestandteilen wie Magnesium oder Mikronährstoffe und
- natürlich der Preis sowie die Lieferkonditionen

eine wichtige Rolle. Im Weiteren mussten ackerbauliche Grundregeln für die aktuell zu erstellenden Streuvorschriften berücksichtigt werden. Wenngleich es das Ziel sein muss, den optimalen pH-Wert für jeden Teilschlag möglichst schnell zu erreichen, durften bei hohem Kalkbedarf dennoch die Höchstmengen, die in **einer** Kalkgabe zu applizieren waren, nicht überschritten werden. Bei besonders hohem Kalkbedarf waren ggf. Gabenteilungen einzuplanen (Abb. 22). Neben den agronomischen Festlegungen galt es oft auch betriebliche Vorgaben zu berücksichtigen. Dies konnten bestimmte Düngerkontrakte oder festgelegte finanzielle Budgets sein (Abb. 23). Konnte die aus fachlicher Sicht optimale Ausbringungsmenge nicht verplant werden, galt es sich mit den Betriebsleitern auf bestimmte Kürzungsregeln zu verständigen. Sie wurden dann exakt dokumentiert und konnten bei späteren Düngergaben berücksichtigt werden.

<u>Obergrenze für Kalkmenge bei einer Gabe:</u>				
	in dt CaO /ha		SaaK I-Kalk dt / ha	
	Acker	Grünland	Acker	Grünland
Bodengr. 1	25	20	59,5	47,6
Bodengr. 2	40	28	95,2	66,64
Bodengr. 3	55	35	130,9	83,3
Bodengr. 4	70	35	166,6	83,3
Bodengr. 5	100	40	238	95,2
Bodengr. 6				

Abb. 22: Ableitung der empfohlenen Höchstmenge für eine Kalkung mit Saale I - Kalk

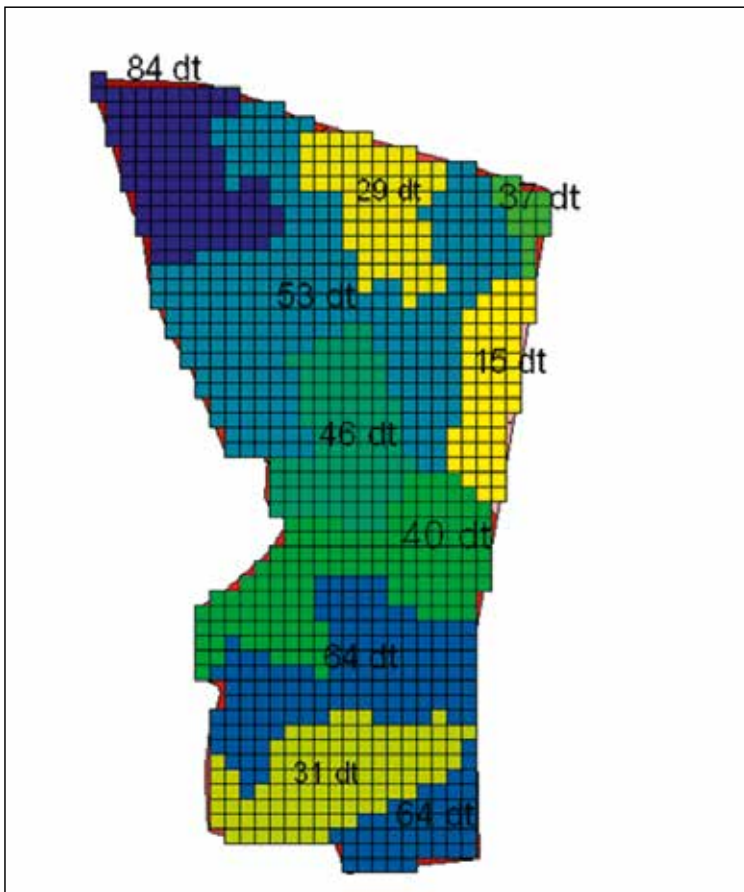


Abb. 24: Beispiel für eine in Grid- Zellen aufgeteilte Applikationskarte mit den Sollwerten zur Kalkung der Teilschläge in dt/ ha

Grunddüngung mit Kali und Phosphor:

Im Anschluss an die erste Kalk-Düngeetappe, wurde die teilschlagspezifische Düngung auch auf die Grundnährstoffe Kali und Phosphor ausgeweitet. Auch dafür wurden grundlegende Düngebedarfsberechnungen nach den VDLUFA-Methoden im „BU 600“-Programm realisiert, wobei für diese Nährstoffe die Bedeutung der oben beschriebenen Ertragsvorschätzung bzw. der geplanten Entzüge größer ist, als bei der Kalkung. Die weitere Vorgehensweise ähnelt der oben beschriebenen für Kalk. Jedoch kam oft der Faktor einer organischen Düngung hinzu (ggf. auch einer Strohdüngung nach entsprechenden Vorfrüchten), der als zusätzliche variable Größe in der Datenbankarbeit zu berücksichtigen war. Für die Kali- und Phosphordüngung kann ein breites Spektrum an Düngemitteln zum Einsatz kommen und die betriebsspezifischen Strategien, mit den daraus resultierenden vielfältigen Regularien, stellten besondere Anforderungen an die individuelle Anpassung der zu verwendenden Formeln bei der jeweiligen Sollwertberechnung. Da es für die Erarbeitung so individueller Sollwert-/ Applikationskarten bisher keine geeignete Software gibt, jedoch nur die Berücksichtigung der vielen variablen Faktoren zu zufriedenstellenden Ergebnissen in der PF-Grunddüngung führt, sehen die Projektbearbeiter in der Entwicklung eines solchen Hilfswerkzeugs die Herausforderung für die kommende Zeit (Abb. 25).

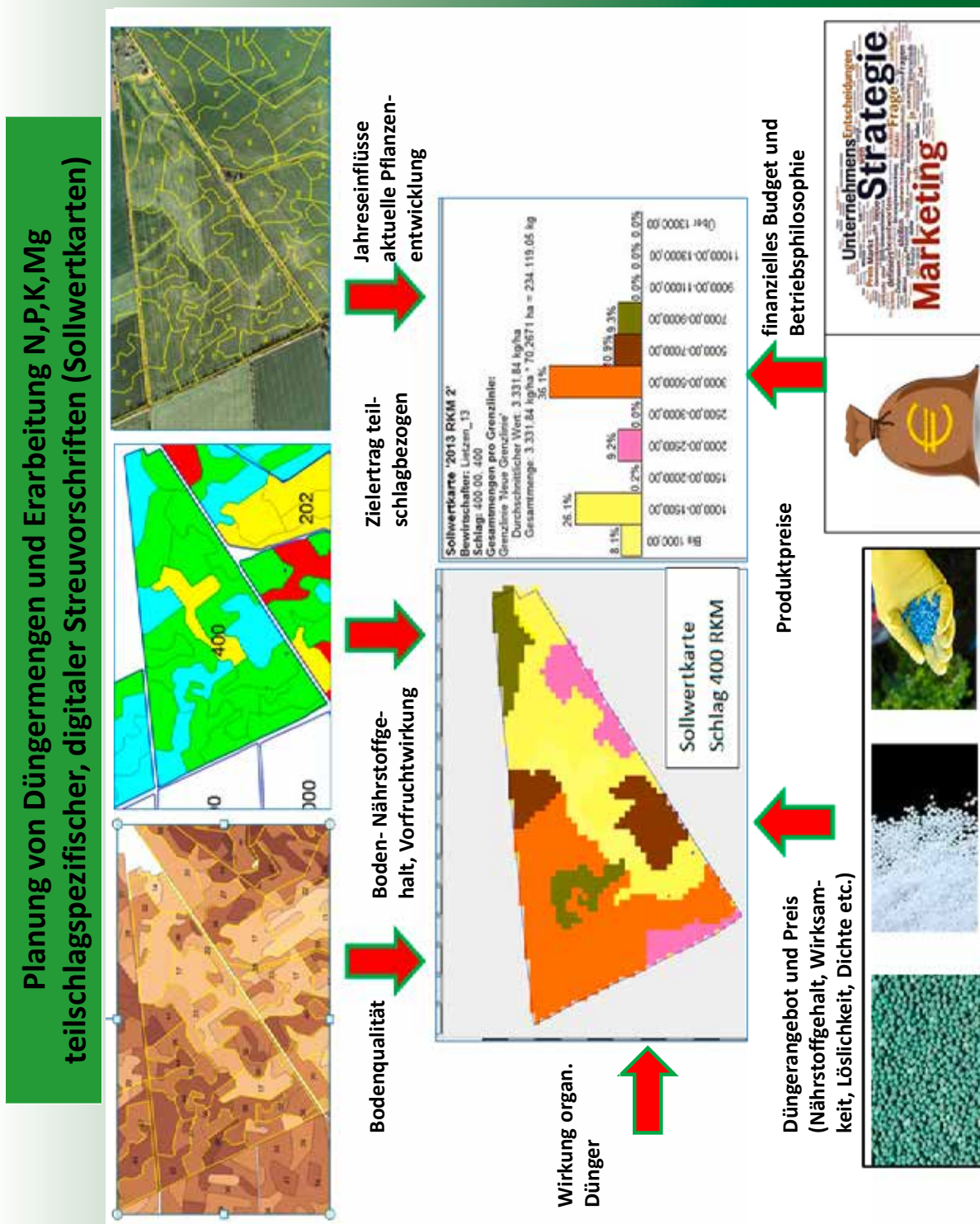


Abb. 25: Übersicht über die variablen Faktoren, die in die Berechnung von Sollwert-/Applikationskarten zur PF- Grundnährstoffdüngung einfließen

Die Komplexität der Sollwertberechnung zur PF-Grunddüngung steigt noch weiter an, wenn nicht aktuelle Ergebnisse der Bodenuntersuchung vorliegen, die den Status der Bodennährstoffgehalte widerspiegeln. Liegt die zyklisch stattfindende Bodenuntersuchung schon mehrere Jahre zurück, müssen die Nährstoffflüsse dieser Jahre nachvollzogen werden. Zu berücksichtigen sind dann

- die auf den Teilschlägen real gemessenen Erträge bzw. die damit verbundenen Nährstoffentzüge (setzt eine Nährstoffkartierung voraus),
- die Nährstoffzufuhr der letzten Jahre, die im Rahmen der mineralischen und organischen Düngung erfolgt ist (unter Berücksichtigung der Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe),
- die natürlichen Nährstoffdynamik, die Verluste durch Auswaschung oder Entweichen in die Luft zu berücksichtigen hat (setzt die Berücksichtigung von Witterungsdaten voraus),
- Wechselwirkungen bestimmter Düngeregime (wie z. Bsp. die versauernde Wirkung beim Einsatz bestimmter Stickstoffdünger).

Im Rahmen dieser Projektarbeit konnten diese anspruchsvollen und arbeitsintensiven Kalkulationen für die Projektbetriebe sowie für die ersten Nachahmer in Form von Dienstleistungen durch Fachexperten geleistet werden. Um das angestrebte Projektziel zu erreichen, die PF-Methoden bei der Düngung in Brandenburg noch breitenwirksamer einzusetzen, bedarf es der Entwicklung eines „lernfähigen Applikationskartencenters“, das wichtige Algorithmen und die Möglichkeit, vielfältige Informationsquellen auf effektivere Weise verarbeiten zu können, enthält (vgl. Kap 7).

Die Bearbeiter haben während der Projektarbeit die Erkenntnis gewonnen, dass es ein Zentrales Anliegen bleiben muss, das hohe Niveau bei der Sollwertberechnung zu erhalten. Nur dadurch kann letztendlich der ökonomische Erfolg bei der PF-Düngung und die Nutzerzufriedenheit erreicht werden.

Stickstoffdüngung nach dem sogenannten Kartenansatz:

Bei der teilschlagspezifischen Stickstoffdüngung wird zwischen dem sogenannten Sensor- und dem Kartenansatz unterschieden. Das erste Verfahren beruht auf dem Prinzip, die Stickstoffdüngung für Pflanzen mit Hilfe einer Lichtreflexionsmessung nach ihrer Blattfärbung und der Bestandsdichte (über einen Blattflächenindex) zu regulieren. Die Blattfärbung und der Blattflächenindex werden dazu bei der Überfahrt von einem N-Sensor erfasst und die zu applizierende N-Ausbringmenge wird nach hinterlegten Algorithmen berechnet. Der Sensoransatz hat die Nachteile, dass die Messung erst ab einem bestimmten Entwicklungsstadium der Pflanzen (zumeist nach der ersten N-Gabe) funktioniert und dass das Ertragspotential des Bodens keine Berücksichtigung findet. Von den Herstellern der N-Sensoren wird daher auch die Kombination des Sensoransatzes mit dem Kartenansatz propagiert.

Für den Kartenansatz, den während der Projektlaufzeit einige Betriebe verfolgten, wurden Sollwertkarten erarbeitet, die vor allem auf der in Kap. 4.5. beschriebenen Ertragsvorschätzung basierten (vgl. auch Abb. 20). Zusätzlich musste dabei die Abdeckung eines Teils des N-Bedarfs über organische Düngemittel berücksichtigt werden. Dazu waren die pflanzenverfügbaren N-Mengen unter Berücksichtigung der unvermeidlichen N-Verluste bzw. das Mineraldüngeräquivalent zu berücksichtigen.

Da die Projektbearbeiter den Betrieben immer Sollwertkarten für die zum Einsatz gebrachten Düngemittel erarbeiteten, waren die N-Gehalte der Dünger und bei Flüssigdünger ihre Dichte einzurechnen. Schließlich war noch, je nach Betriebsstrategie, die Teilung der N-Gaben vorzuplanen. Beispiele für die Vorplanung der Applikationsvorschriften einzelner Teilflächen mit unterschiedlichen Kulturen, Ertragsansätzen und Düngemitteln sind in Abbildung 26 dargestellt.

	Nährstoffgehalte	% N	% S		Dichte bei AHL
Plan N- Düngung 2013	Yara Sulfan	24	6		und bei Yara S
1. Gabe Yara N24	ASS	26	13		
2. Gabe AHL	Harnstoff	46			
	AHL	25			/ 1,3 kg je Liter

Vorplanung für Raps mit org. Düngung	Ertragsziel	N- Gehalt	MDÄ	N- Bedarf/ N-Anrechnung	Kalkulation für einen Hohertragsteilschlag	Kalkulation für einen Niedrigertragsteilschlag
Raps Hohertragsteilschlag:	45 dt/ ha	x 4,4 kg N / dt		198 kg/ ha	45 dt Zielertrag	30 dt Zielertrag
Raps Niedrigertragsteilschlag:	30 dt / ha	x 4,4 kg N / dt		132 kg/ ha	Gabe 1 61 kg N	Gabe 1 28 kg N
Deckung aus organ. Düngung:					244 kg AHL 25	117 kg Yara N24
Ri Gülle 6 % TS		2,3 kg N /t	50%		196 Liter Yara N 24	90 Liter Yara N24
Herbst 35 t Gülle				40,25 kg/ha		
Herbst 20 t Rindermist		6,1 kg N/t	30%	36,6 kg/ha	45 dt Zielertrag	30 dt Zielertrag
					Gabe 2 61 kg N	Gabe 2 28 kg N
Restbedarf N:	45 dt/ ha			121,15	188 Liter AHL	86 Liter AHL
Restbedarf N:	30 dt / ha			55,15		

Vorplanung für Roggen ohne org. Düngung	Ertragsziel	N- Gehalt		N- Bedarf/ N- Anrechnung	Kalkulation für einen Hohertragsteilschlag	Kalkulation für einen Niedrigertragsteilschlag
Roggen Hohertragsteilschlag:	70 dt/ha	x 1,95 kg N/dt		137 kg/ha	70 dt Zielertrag	40 dt Zielertrag
Roggen Niedrigertragsteilschlag:	40 dt/ ha	x 1,95 kg N/ dt		78 kg/ha	Gabe 1 68 kg N	Gabe 1 39 kg N
					283 kg Yara N24	162,5 kg Yara N24
					218 Liter Yara N24	125 Liter Yara N24
					Gabe 2 70 kg Zielertrag	Gabe 2 40 kg Zielertrag
					209 Liter AHL 25	120 Liter AHL 25

Abb. 26: Vorplanung von N- Sollwerten für einzelne Teilschläge, Kulturen und Erträge (Beispiel)

4.6. Technische Umsetzung der Applikationsvorschriften

Die erste Etappe der praktischen Abarbeitung der Streukarten, das Kalkstreuen, erfolgte in fast allen Projektbetrieben unter Nutzung der neu geschaffenen technischen Voraussetzungen. Die Daten wurden per USB-Stick an die in Kap. 4.1 und Abbildung 10 vorgestellte PF-Box übertragen. Dort werden die Applikationskarten in Form eines Auftrags für das Ausbringgerät abgespeichert.

Auf dem Terminal läuft eine Software der Firma Yara GmbH mit einem speziellen Grunddüngungsmodul. Über diese Software werden folgende grundlegenden Einstellungen vorgenommen:

- Auswahl und Zuordnung des verwendeten Düngerstreuers bzw. dessen Jobrechners zur Schnittstelle des Terminals,
- Auswahl der Schnittstelle für die GPS-Positionierung (GPS-Antenne) sowie der Datenübertragungsrate,
- Festlegung der Einheiten und Rundungsregeln für die vorgeplanten Düngermengen (z. Bsp. kg/ha),
- die Arbeitsbreite des Ausbringgeräts,
- die Dauer der Signalverzögerung zur Sollmengenregulierung (je nach Abstand der GPS-Antenne vom Streuwerkzeug des Düngerstreuers).

Zur praktischen Abarbeitung der Applikationskarten haben die Traktoristen den vorgeplanten Streuauftrag des jeweiligen Schläges anzuwählen. Bei der Überfahrt über die Fläche wird dann per GPS die Positionsbestimmung vorgenommen und die PF-Box gibt

den entsprechend zugehörigen Sollwert zur Mengenregulierung an den Jobrechner des Düngerstreuers (vgl. Abb. 9, Kap.4.1.).

In zwei Projektbetrieben traten bei der technischen Umsetzung Besonderheiten auf: Im ersten Fall verfügte der Betrieb nicht über einen Düngerstreuer, dessen Jobrechner elektronisch ansteuerbar war. Daher nutzte der Traktorist die PF-Box lediglich dazu, sich die Zonen mit den vorgeplanten Streumengen sowie seine aktuelle Position auf dem Feld anzeigen zu lassen. Die Regulierung der Streumenge nahm er dann manuell vor (Abb. 27).



Abb. 27: Ablesen der Position auf dem Schlag und der Sollwerte zur manuellen Mengeneinstellung am Kalkstreuer, der nicht über eine elektronische Steuerung verfügt

Im zweiten Fall wurde von einem Betrieb ein neuer Bergmann-Streuer gekauft, zu dem schon ein ISO-Bus-Terminal gehörte, das standardmäßig über ein ISO Gate die Ansteuerung des Jobrechners vornimmt (Abb. 28). Die beiden Herstellerfirmen Agri Con und Bergmann stimmten sich dahingehend ab, dass künftig die PF-Box das Bergmann-Terminal ersetzt und sowohl die Gerätebedienung, als auch die Abarbeitung der Streukarten über geteilte Menüs auf dem Bildschirm der PF-Box erfolgen kann.



Abb. 28: ISO Gate und Jobrechner des neuen Bergmann-Streuers TSW 5210 S

Ab der zweiten Düngesaison der Projektlaufzeit, als zunehmend auch die teilschlag-spezifische Ausbringung weiterer Grunddünger (Kali, Phosphor) einsetzte, nahm die Vielfalt der Düngerstreuer zu, die dafür zum Einsatz kamen. Neuanschaffungen in den Projektbetrieben und die Betreuung erster „Nachahmerbetriebe“ machten es erforderlich, dass neben der PF-Box auch weitere Terminals zur Ansteuerung der Ausbringtechnik bedient werden mussten. Dadurch ergab sich für die Projektbearbeiter die Herausforderung, dass für jedes Terminal die erforderlichen Datenformate und -strukturen bereitgestellt werden mussten. Außerdem konnte ein weiterer Trend in der landwirtschaftlichen Praxis für die teilschlagbezogene Düngung ausgenutzt werden. Die in den Betrieben unter den Begriffen Parallelfahrssystem, Spurführungssystem, automatisches Lenksystem o.ä. zunehmend zum Einsatz kommende Technik hält im Hintergrund oft (als Zusatzmodul) eine VRC- Funktion bereit. Die Abkürzung steht für Variable Rate- Control, was bedeutet, dass mit den zu den Lenksystemen ausgelieferten Terminals auch Düngerstreuer oder Feldspritzen angesteuert werden können, wenn die Schnittstellen zu den Jobrechnern dies erlauben. Insgesamt wurden über das Kompetenzzentrum für Precision Farming inzwischen neun unterschiedliche Terminal-/ Jobrechnerkonstellationen mit Streu- bzw. Spritzvorschriften versorgt. Eine Auswahl der eingesetzten Terminals zeigt Abbildung 29.



Abb. 29: Für die PF- Düngung eingesetzte Terminals in den betreuten Betrieben

Einige Projektbetriebe, in denen die Optimierung der Grunddüngung in den ersten Projektetappen erfolgt ist, kamen zu der Überzeugung, dass die Stickstoffdüngung auf ähnliche Art und Weise nach dem sogenannten Kartenansatz erfolgsversprechend ist.

Beginnend mit der ersten N-Gabe konnte dieses Verfahren zur Anpassung der N-Düngung sowohl für Düngemittel in fester, als auch in flüssiger Form angewendet werden. Die Ausbringung von Flüssigdüngern wie AHL mit modernen Feldspritzen ermöglicht dabei die größte Präzision, da die hier zur Verfügung stehenden Teilbreitenschaltungen nicht notwendige Überlappungen an Vorgewenden und bei keiligen Schlagformen bei der Applikation verhindern.

5. Ergebnisse und Wirkungen der Projektarbeit

5.1. auf regionaler Ebene – breitenwirksame Einführung, Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Im Verlauf der Projektarbeit hat sich am Standort Müncheberg ein Kompetenz- und Kommunikationszentrum zur breitenwirksamen Einführung satellitengestützter, teilschlag-spezifischer Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft etabliert.

Damit steht im Land Brandenburg ein versierter und herstellerunabhängiger Ansprechpartner in Fragen der Einführung von PF- Techniken in die landwirtschaftliche Praxis zur Verfügung.

Die Erfahrungen und Erkenntnisse, die in den Projektbetrieben unter den unterschiedlichen Standortbedingungen und bei einer Vielfalt an betrieblichen Voraussetzungen gewonnen wurden, stehen künftig interessierten Landwirten zur Verfügung, die unter vergleichbaren Bedingungen den Einstieg in die teilschlagbezogene Bewirtschaftung anstreben.

Solche, hier als „Nachahmer“ bezeichnete Landwirte können künftig im Kompetenz- und Kommunikationszentrum die Bedingungen in ihren Betrieben mit funktionierenden Fallbeispielen vergleichen und gezielt mit einem am Projekt beteiligten Betrieb in engen Austausch treten. Oft werden gleiche oder ähnliche Technikkonstellationen, Softwareanwendungen, Strukturen und Vorkenntnisse vorzufinden sein, so dass sich der „Nachahmer“ bestimmte Problemlösungen erläutern und auch im Praxiseinsatz demonstrieren lassen kann.

Abbildung 30 listet die inzwischen zehn unterschiedlichen Technikkonstellationen (Terminals/ Düngerstreuer/ Jobrechner) auf, mit denen im Rahmen der Projektarbeit Erfahrungen bei der teilschlagspezifischen Applikation gesammelt wurden und für die entsprechende Demonstrations- Fallbeispiele in unserer Region existieren.

Technische Varianten, für die z.Zt. über das PF-Kompetenzzentrum bei der LAB-GmbH Streukarten erstellt werden

1. Panasonic CF-19 (Toughbook) - angebauter Amazone Streuer ZA-M Profi S, Amatron+
2. Panasonic CF-19 (Toughbook) - gezogener Amazone Streuer ZC-B 8200, Amatron+
3. Panasonic CF-19 (Toughbook) - gezogener Bergmann Streuer TSW 5210 S, BSG 100.1, ISO Gate
4. Panasonic CF-19 (Toughbook) - gezogener Güstrower D055-Streuer, LH 5000, seriell
5. JD-Terminal - gezogener Güstrower Streuer D078-Streuer, LH 500, seriell
6. Trimble FM 750 - angebauter Bogballe-Streuer, LH 500, seriell
7. Amatron 3 - gezogene Amazone-Spritze UG 4500, ohne zusätzliches Terminal
8. Trimble EZG, Cebis mobile, Itronix-LKW-Aufbau Güstrower Streuer, LH 500 seriell
9. JD GreenStar3 (2630) - gezogener Rauch-Streuer, (ISOBUS ohne zusätzl. Terminal)
10. CCI 100 Terminal - gezogener Rauch-Streuer, (ISOBUS ohne zusätzl. Terminal)

Abb. 30: technische Konstellationen, für die in unserer Region Fallbeispiele existieren

Im Rahmen der Projektarbeit wurde über das Kompetenz- und Kommunikationszentrum eine Vielzahl an Workshops, Exkursionen, Fahrerschulungen und PF-Technikvorführungen organisiert. Darüber hinaus sind die Betriebsleiter, Pflanzenbauer und Traktoristen der Projektbetriebe individuell zu den unterschiedlichen Problemen und PF-Fragen geschult und ausgebildet worden. Aber auch durch den regelmäßigen Praxiseinsatz finden sich heute in den Projektbetrieben PF-Spezialisten für die jeweiligen betriebsindividuellen Lösungen, die vielfach sogar eigene Anwendungsphilosophien und PF-Einsatzstrategien hervorgebracht haben.

Dass interessierte PF-Neueinsteiger künftig von diesen Kenntnissen und Erfahrungen profitieren können, ist eines der wichtigsten Ergebnisse der Projektarbeit.

Schon während des Verlaufs der Projektarbeit hatte die breite Öffentlichkeitsarbeit es ermöglicht, dass interessierte Betriebe an den Zwischenergebnissen und den Erfahrungen, die in den Projektbetrieben gemacht wurden, partizipierten. An den regelmäßig öffentlich durchgeführten Workshops nahmen oft auch Nachbarn der Projektbetriebe oder sonstige Interessenten teil, mit der Folge, dass einige von ihnen bald über ihre eigene PF-Lösungen verfügten und ihre Traktoristen auch schon an der PF-Fahrerschulung teilnehmen konnten.

Eine besondere Öffentlichkeitswirkung haben die in den Jahren 2013 und 2014 organisierten PF-Technikvorführungen erzielt. Den Gastgebern, das Rittergut Tempelberg und die Komturei Lietzen, gilt an dieser Stelle der ganz besondere Dank für die Bereitstellung ihrer Feldhalle und der Flächen, auf denen die Vorführungen stattfanden.

Der besondere Reiz der Veranstaltung im Jahr 2013 bestand darin, dass drei der Projektbetriebe mit ihren Düngegespannen vor Ort waren, um allen Besuchern erstmals Gelegenheit zu geben, die satellitengestützte Steuerung der Düngerstreuer, direkt aus der Traktorkabine heraus, live mitzuerleben. Dabei handelte es sich nicht um eine fiktive Demonstration auf Versuchsfeldern, sondern um die praktische Umsetzung der teilschlagspezifischen Grunddüngung auf den Schlägen des Ritterguts in Tempelberg unter realen Praxisbedingungen. Die so sonst nirgendwo vorzufindende „Praxis für Praktiker“ (und für sonstige Interessierte) ermöglichte es auf einzigartige Weise, dass auch Traktoristen untereinander Erfahrungen austauschen können. Eine solche Wirkung kann keine Messe und keine Herstellerpräsentation hervorbringen, weshalb die Projektbearbeiter entscheiden haben, die PF-Technikschau jährlich zu wiederholen.

Die 2. PF-Technikschau im Jahr 2014 stand dann schon im Zeichen der „Nachahmer“. Es wurde gezeigt, dass Betriebe, die im Vorjahr noch interessierte Besucher der PF-Technikschau waren, inzwischen eine der vorgestellten Beispiellösungen übernommen hatten und nun selbst zu den PF-Anwendern gehörten. Da inzwischen auch mehrere Lohnunternehmen die Zusammenarbeit mit dem Kompetenz- und Kommunikationszentrum gesucht haben, stand folgerichtig das Gespann eines Lohnunternehmers bereit, um den Mitfahrern die teilschlagspezifische Kornkaliausbringung im Raps bei einer Arbeitsbreite von 36 m erleben zu lassen.

Die neue Erkenntnis, dass oft auch zu Lenksystemen gehörende Terminals per serieller Schnittstelle den Jobrechner von Düngerstreuern ansteuern können, wurde nun in der Praxis vorgeführt. Ein zusätzliches Highlight für die PF-„Fortgeschrittenen“ stellte die Demonstration zweier Varianten zur Flüssigstickstoffdüngung dar. Da der Termin eine tatsächliche N-Düngung nicht zuließ, jedoch trotzdem eine anschauliche Technikvorführung ermöglicht werden sollte, wurden die zwei Feldspritzen mit Wasser befüllt. Die beiden Varianten boten den Vergleich und die Diskussionsmöglichkeit über zwei grundsätzlich unterschiedliche PF-N-Düngungsansätze. Die Komturei Lietzen GmbH stellte die variable N-Düngung mit Hilfe des Yara N-Sensors vor, der entsprechend der Blattfärbung und der Bestandesdichte des Rapses die Ausbringmenge der Dammann-Spritze steuerte.

Die Variante 2 der PF-N-Düngungsansätze wurde auf der Technikschaу durch die Mitfahrgelegenheit bei Heiko Engel aus Buchholz vertreten. Mit seiner Amazone-Spritze UG 4500 setzt er in seinem Betrieb den sogenannten kartenbasierten Ansatz um, die teilschlagbezogene N-Düngung wird hier von der ersten Gabe an realisiert. Einen Eindruck von den konstruktiven PF-Technikschaуen können die Abbildungen 31 bis 33 vermitteln.



Abb. 31: Fachvorträge und eine Posterausstellung auf der I. PF- Technikschaу 2013



Abb. 32: Besucher aus der Praxis, aus Behörden, aus der Politik, aus Bildungseinrichtungen erleben Precision Farming live aus der Traktorkabine



Abb. 33: Demonstration mehrerer Kalkstreuvarianten auf der I. PF- Technikschau

Für PF-Neueinsteiger enthält diese vorliegende Broschüre wichtige Hinweise zur grundsätzlichen Methodik und zu den notwendigen Arbeitsschritten, die insbesondere beim Beginn mit der PF-Düngung anzuwenden bzw. abzuarbeiten sind. Grundlage sind die für Brandenburg typischen (regionalspezifischen) Erkenntnisse, die in den teilnehmenden Projektbetrieben gewonnen wurden. Die Projektarbeit hat jedoch auch zu der Erkenntnis geführt, dass am Beginn für jeden Einsteiger in das Precision Farming immer die individuelle Bewertung der betrieblichen Ausgangssituation stehen sollte, von der das weitere Vorgehen abzuleiten ist. Mit dem Kompetenz- und Kommunikationszentrum steht ihm dazu ein kompetenter und herstellerunabhängiger Partner zur Verfügung, mit dem Brandenburger Betriebe einen geeigneten „Fahrplan“ oder eine PF-Einführungsstrategie erarbeiten können.

Von besonderem Wert bei der Übertragung von Verfahrenslösungen und neuen PF-Techniken ist für die Neueinsteiger das nun in Müncheberg zur Verfügung stehende überbetriebliche Netzwerk. Ansprechpartner aus der Praxis, aus der Wissenschaft, aus der Betriebsberatung sowie bei Software- und Maschinenherstellern stehen im regelmäßigen Kontakt mit dem Kompetenz- und Kommunikationszentrum, wodurch es möglich wird, für die vielfältigen und spezifischen Probleme eines jeden PF-Interessenten die besten Lösungswege zu verfolgen.

Auf regionaler Ebene hat die Projektarbeit durch ihre öffentlichen Veranstaltungen sowie einer Reihe von Publikationen in der Fach- und Tagespresse Außenwirkung entfaltet, die nicht nur für die Interessenten an den PF-Techniken hilfreich war, sondern auch zum Imagegewinn der Landwirtschaft allgemein beigetragen hat. Abbildung 34 zeigt ein Beispiel dazu aus der Märkischen Oderzeitung aus dem März 2014.



Abb. 34: Imagegewinn für die Landwirtschaft durch Berichte in der Tagespresse

Große Aufmerksamkeit konnte auch ein kleiner Filmbeitrag erzielen, der anlässlich der I. PF-Technikschau gedreht worden ist und inzwischen auch mehrfach über die Regionalsender als Fernsehbeitrag ausgestrahlt wurde. Dieser Film kann auf der Plattform „LEADERTV“, die erfolgreiche Projekte aus den LEADER-Regionen Oderland und Märkische Seen vorstellt, unter dem [Link: http://leadertv.de/beitrag/precision_farming.html](http://leadertv.de/beitrag/precision_farming.html) angesehen werden.

Das LEADER-Kooperationsprojekt hat national und auch international Aufmerksamkeit gefunden. Ein sehr positives Votum zur Organisation als LEADER-Kooperationsprojekt und zur Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte wurde den Projektbearbeitern vom Verband der Landwirtschaftskammern e.V. (VLK) übermittelt. Dem Fachreferat Betriebswirtschaft, Beratung, Umwelt wurden die Projekthinhalte auf einer Fachkonferenz vorgestellt und umfassend diskutiert.

Im Rahmen von Exkursionen konnten wir Delegationen internationaler Berater/innen (Mitglieder der IALB-Internationale Akademie land- und hauswirtschaftlicher Beraterinnen und Berater) aus Ländern aller Kontinente in zwei Projektbetrieben begrüßen und den Stand sowie die Erkenntnisse des PF-Projekts mit ihnen diskutieren. Für die Mehrheit der Teilnehmer wurde die Art, wie in Brandenburg versucht wird nachhaltigen und umweltschonenden, aber auch ökonomisch tragfähigen und hoch effektiven Pflanzenbau zu betreiben, als nachahmenswert anerkannt.

Nicht zuletzt kann von einer positiven Wirkung der Projektarbeit für die Umweltentlastung ausgegangen werden, die aus der Umverteilung von Nährstoffen hin zu den Teilschlägen, auf denen sie ertragswirksam verwertet werden können, resultiert. Die durch die PF-Düngung zu erreichenden Einsparungen bei der Düngung auf Niedrigertragszonen kommen nicht nur dem Geldbeutel der Anwender zugute, sondern auch der Natur. Die Übertragung der Projektergebnisse in die breite Betriebspraxis wird u. a. ein Baustein für die schnellere Einhaltung der nach EU- Wasserrahmenrichtlinie vorgegeben Grenzwerte sein.

5.2. Ergebnisse und Wirkungen der Projektarbeit auf betrieblicher Ebene - Projektbetriebe

Das erste und vielleicht wichtigste Ergebnis der Projektarbeit auf betrieblicher Ebene ist, dass Betriebe, die den Einführungsprozess für PF-Techniken schon fast wieder verworfen hatten, unterstützt werden konnten, und die Vorteilswirkungen nutzbar gemacht werden konnten.

In einigen Fällen musste dazu die Strategie zur PF-Einführung vom Kopf auf die Füße gestellt werden, wenn zum Beispiel die Enttäuschung groß war, dass nach der teilschlagspezifischen Stickstoff-Düngung die erwarteten Ertragseffekte nicht eintraten. Die gezielte Bodenuntersuchung, die auch die Bodengruppen auf den Schlägen berücksichtigte (vgl. Kap. 4.3.) brachte als Hauptgrund dann oft zum Vorschein, dass der pH-Wert vieler Teilschläge nicht entsprechend eingestellt worden war oder es an anderen Grundnährstoffen fehlte.

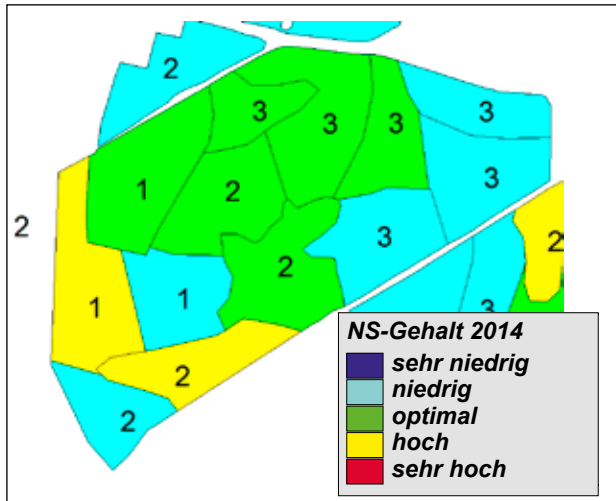
In anderen Fällen waren es technische Probleme, die ohne kompetente Hilfestellung nicht gelöst werden konnten und die PF-Nutzung verhinderten.

Vielfach bestand jedoch die Überzeugung, dass der Einsatz der PF-Technik bei der Düngung die erhofften Vorteilswirkungen bringen wird. Jedoch fehlte das personelle und/oder finanzielle Potential, um die notwendigen Vorleistungen für einen sinnvollen Einstieg zu erbringen oder die technischen Voraussetzungen zu schaffen.

Mit dem jetzigen Abschluss der Projektarbeit verfügen die Projektbetriebe über eine klare Strategie bei der Nutzung der PF-Komponenten zur Düngung und über die technischen Voraussetzungen zu deren Realisierung. In regelmäßige Zyklen wird die Kalkung und vielfach die weitere Grunddüngung teilschlagspezifisch vorgenommen, typischerweise vor den wichtigsten Hauptkulturen. Alle Projektbetriebe verfügen über zweckentsprechende Bodenuntersuchungsergebnisse, die als eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung von Applikationsvorschriften bei der Grunddüngung geeignet sind. Da die Projektlaufzeit sich nur über vier Jahre erstreckte, konnte die Überprüfung der Wirkungen der teilflächenspezifischen Grunddüngung nur exemplarisch an einzelnen Schlägen erfolgen. Die flächendeckende Wiederholung der Bodenuntersuchung wird erst in den nächsten Fruchtfolgezyklen erfolgen. Grundsätzlich kann jedoch eingeschätzt werden, dass in allen bisher genauer untersuchten Fällen die Nährstoffgehalte der Böden näher an die optimalen Versorgungsklassen für die jeweiligen Bodengruppen der Teilschläge herangeführt wurden. Die Bewertung der im Labor nachgewiesenen Nährstoffgehalte der Böden bezieht sich nun überall auf die Bodenqualität der Teilschläge, wodurch die anschließende Düngeplanung objektiver und praxisrelevanter geworden ist. Die extremen Gehaltsklassen A- sehr niedrig und E- sehr hoch wird es nach der PF-Grunddüngung nur noch in sehr seltenen Ausnahmefällen geben. Die in Abbildung 35 für einen Schlag dargestellte Verbesserung der Versorgungssituation für Kali ist das Ergebnis einer stichprobenartigen Überprüfung nach einem Düngeregime, das in der zugehörigen wissenschaftlichen Begleituntersuchung von Fr. Dr. Bechstein (IASP) noch intensiver analysiert wurde (vgl. Kap. 6.).

Würden sich die in Abbildung 36 und Abbildung 37 dargestellten Ergebnisse von Kerschberger und Schröter unter den Brandenburger Bedingungen bestätigen lassen, wäre durch die erreichte bzw. erreichbare Optimierung der Bodennährstoffgehalte durch den im Projekt verfolgten PF-Ansatz ein enormes Ertragspotential erschlossen worden bzw. zu erschließen. Der Nachweis dafür kann wegen der kurzen Laufzeit des Projekts hier jedoch nicht geführt werden.

Bodenuntersuchung 2012



Bodenuntersuchung 2015

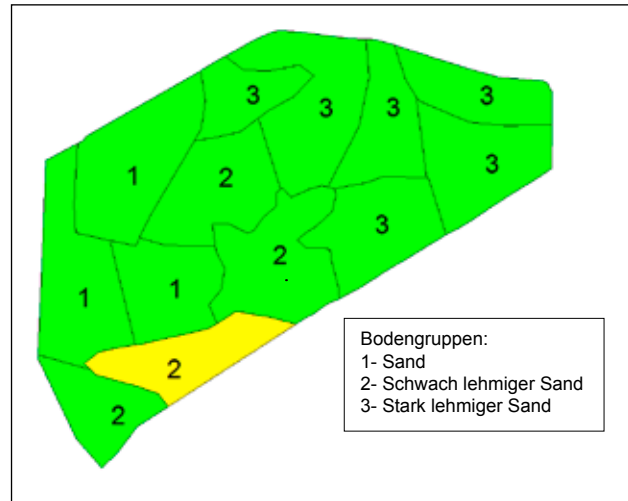
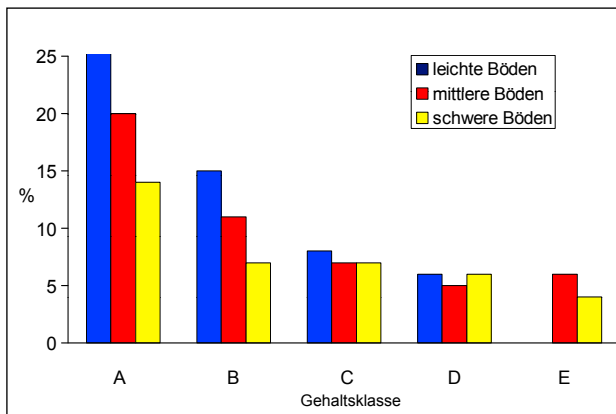
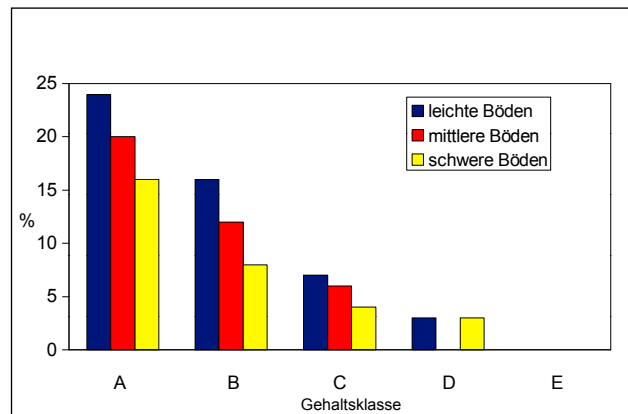


Abb. 35: An die Bodengruppe angepasste Nährstoffgehalte sind das Ziel der PF- Düngung


Abb. 36: Mittlere Mehrerträge durch K-Düngung
(722 Feldversuche in Ostdeutschland 1954-1991)
(KERSCHBERGER und SCHRÖTER, 1998)

Abb. 37: Mittlere Mehrerträge durch P-Düngung
(628 Feldversuche in Ostdeutschland 1954-1991)
(KERSCHBERGER und SCHRÖTER, 1996)

Im Kapitel 4 wurden die Projektumsetzung und die -realisierungsschritte zur PF-Grunddüngung ausführlich beschrieben. Die Ergebnisse liegen je nach Betriebsstrategie und daraus abgeleiteten Realisierungsetappen auf betrieblicher Ebene vor und sollen an dieser Stelle nicht wiederholt werden. In einigen Projektbetrieben sind die bei der PF-Grunddüngung getesteten Methoden auch auf die Stickstoffdüngung übertragen worden. Eine dabei nachweislich erzielte Wirkung ist, dass durch die Umverteilung der N-Mengen eine Einsparung auf leichten Standorten erfolgt ist und die besseren Standorte höher versorgt wurden, um deren Ertragspotential voll auszuschöpfen. Da in den vergangenen zwei Jahren generell sehr hohe Erträge erzielt wurden, lässt sich der Nachweis nicht führen, dass der PF-Ansatz diesen Zuwachs mit zu verantworten hat. Es ist aber zu erwarten, dass die höhere Wirtschaftlichkeit des N-Einsatzes nach dieser Methode in trockenen Jahren noch deutlicher zu erkennen sein wird.

Für die Traktoristen, die mit der PF-Methode im Rahmen der Projektarbeit konfrontiert wurden, sind mehrere Effekte zu verzeichnen und wurden auch unterschiedliche Reaktionen hervorgerufen. Die folgende verallgemeinernde Darstellung kann im Einzelfall nicht zutreffend sein, jedoch sollen die typischen Wirkungen an dieser Stelle beschrieben werden: Zunächst wurde auf die neue Technik und den damit verbundenen notwendigen Lernprozess skeptisch und in Fällen, in denen die technische Lösung nicht reibungslos funktionierte, wurde schnell mit Abneigung reagiert. Da die Bereitstellung der PF-Boxen in den Projektbetrieben unmittelbar zu Beginn der Düngesaison erfolgte, war die schnelle und operative Unterstützung an den ersten Einsatztagen (auch wieder zu Beginn einer nächsten Saison) eine wichtige Anforderung an die Projektbearbeiter.

Nachdem allerdings eine ausreichende Einweisung/ Schulung der Fahrer erfolgt war und die Nutzung der neuen Systeme funktionierte, gab es in der Regel einen Stimmungswandel. Es setzte ein gewisser Stolz ein, die neuen Anforderungen bewältigen zu können und ein gewisses erstaunt sein, dass man selbst Teil eines hoch komplexen technischen Systems geworden ist, dass auf sehr beeindruckende Weise arbeitet. Auf den beiden PF-Technikschauen wurde dieses Gefühl der Traktoristen auch an die mitfahrenden Besucher und die potentiellen Nachahmer übertragen, was aus Sicht der Projektbearbeiter die beste Art der Werbung und der beste Weg zur Zielerreichung ist, die PF-Technik für die Düngung in Brandenburg breitenwirksam zum Einsatz zu bringen. Für die Perspektive ist mit der Einführung dieser Technik auch der soziale Effekt verbunden, dass die Entstehung der Hightech-Arbeitsplätze eine größere Attraktivität der Landwirtschaft mit sich bringt und dadurch die Nachwuchsgewinnung erleichtern wird. Jedoch sind damit andererseits auch gestiegene Anforderungen an die Ausbildung und Bezahlung der Mitarbeiter verbunden, was die Notwendigkeit des noch besseren Nachweises der ökonomischen Effekte von PF verlangt.

Folgende weiteren Effekte und Wirkungen auf betrieblicher Ebene sind zu benennen: Dort wo die PF-Düngung bis zur Stufe der teilschlagbezogenen Stickstoffausbringung zum Einsatz gekommen ist, konnte im Ergebnis die gleichmäßigere Abreife der Getreidebestände, damit eine bessere Produktqualität und die Erhöhung der Flächenleistung bei der Ernte festgestellt werden.

In einigen Fällen hatte die Einführung der PF-Technik einen großen Effekt für die betriebliche Zusammenarbeit. Vor allem bei der PF-Kalkung, die wegen großer Ausbringungsmengen schlagkräftige Applikationstechnik erfordert, ist ein Trend zur überbetrieblichen Nutzung großer, effektiv arbeitender Streuer zu verzeichnen. Lohnunternehmen haben sich teilweise auf diese Dienstleistung spezialisiert, was zur Erhöhung der Technikauslastung, zur gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (Landtechnik, Personal, Software etc.) und zur Vermeidung von Fehlern führt. Für die Lohnunternehmen bedeutet der Einsatz der PF-Technik, sich von der Konkurrenz abzuheben und damit an Wettbewerbsfähigkeit zu gewinnen sowie die dortigen Arbeitsplätze auf hohem Niveau zu sichern.

6. Wissenschaftliche Begleitung der Projektarbeit

Wie schon näher im Kapitel 1 dargestellt, sind unserer Projektarbeit wichtige Grundlagenforschungen im Bereich des PF-Einsatzes vorausgegangen. Das vorliegende Projekt hatte den Anspruch, wichtige Erkenntnisse daraus in die Brandenburger Praxis zu übertragen und für die Umsetzung in den Projektbetrieben den aktuellen Stand der Wissenschaft berücksichtigen zu können.

Mit dem Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) wurde eine Projektpartnerschaft vereinbart, um dieser Zielstellung gerecht werden zu können. Die wissenschaftliche Begleitung hatte außerdem die Aufgabe, über wichtige aktuelle Entwicklungen im Bereich PF Auskunft zu geben und für die Projektpartner im Rahmen der Workshops als Ansprechpartner zur Verfügung zu stehen. Zur Netzwerkbildung, bei der Bereitstellung hilfreicher Kontakte zu Experten und Firmen konnte das IASP einen wichtigen Beitrag leisten.

Im Verlauf der Projektarbeit rückten für die Projektbetriebe drei spezielle Fragestellungen in das Zentrum des Interesses. Es wurde beschlossen, dass die Wissenschaftler des IASP dazu detailliertere Untersuchungen und Auswertungen vornehmen und diese dann im Kreis der Projektpartner vorstellen:

1. Die erste Untersuchung gibt Auskunft darüber, in wie weit aus der realisierten Projektarbeit eine betriebswirtschaftliche Bewertung der PF-Grunddüngung abgeleitet werden kann.
2. Die zweite Untersuchung mündet in einer Masterarbeit mit dem Thema:
„Bewertung der Wirtschaftsdüngung und Entwicklung eines teilschlagspezifischen Ansatzes am Beispiel der Agrargenossenschaft Ranzig e.G.“.
3. Die dritte Ausarbeitung gibt eine Anleitung zu Praxisversuchen bei der Variation der Saatstärke durch PF-Techniken.

Auf Grund des Umfangs und der Spezifika dieser Arbeiten ist ihre Veröffentlichung nicht in dieser Broschüre sondern in gesonderten Dokumenten erfolgt.

7. Ausblick

Für Brandenburg war die Etablierung des Kompetenz- und Kommunikationszentrums und die hier beschriebene Projektarbeit ein Meilenstein für die Einführung der teilschlag-spezifischen Düngung in die Praxis unserer Landwirtschaftsbetriebe.

Neben dem im Kap. 5 formulierten Angebot an Brandenburger Nachahmer- Betriebe steht es künftig auch als versierter Ansprechpartner für Verbände, Behörden, Schulungseinrichtungen oder die interessierte Öffentlichkeit zur Verfügung:

- um Fragen der Einführung von PF-Techniken zu erläutern,
- für Schulungen oder sonstige Beratungen in diesem Kontext,
- für die Mitarbeit zur Verbesserung der PF-Werkzeuge (wie Software oder praktische PF-Einsatzmethoden),
- für die Unterstützung bei der Entwicklung und Umsetzung von Strategien zum Gewässerschutz.

Wichtigstes Ziel bleibt es nach wie vor, in Brandenburg noch mehr Breitenwirksamkeit bei der PF-Nutzung, vor allem zur optimierten Betriebsmittelausbringung (Dünger, Saatgut, Pflanzenschutzmittel etc.) zu erreichen. Dazu wird die überbetriebliche Nutzung von Know-how und vorhandener Technikkapazitäten künftig einen noch größeren Beitrag leisten können. Die Erfahrungen aus der Projektarbeit haben gezeigt, dass Lohnunternehmen oder andere überbetriebliche Dienstleister meist schon über geeignete technische und personelle Voraussetzungen verfügen, ihnen aber oft die Einbindung in ein praktikables System fehlt, wie es die Abbildung 38 zeigt. Dies zu ändern kann schnell weitere große Effekte im Sinne der Zielstellung bewirken.



Abb. 38: Das Kompetenz- und Kommunikationszentrum bietet Betrieben und Dienstleistern die Einbindung in ein praktikables System für die PF- Umsetzung an

Nächste Schritte:

Nachdem bei der Einführung der PF-Techniken in der ersten Phase die methodischen sowie technischen Voraussetzungen zu schaffen waren und die praktische Umsetzung sich auf die Grunddüngung konzentrierte, rücken nun zunehmend

- die Stickstoffdüngung,
- die angepasste Ausbringung der Halmstabilisatoren und
- die Saatstärkeregelung bei der Mais- und Getreideaussaat

in den Focus des Interesses.

Erfahrungen dazu sind in mehreren Betrieben schon gesammelt worden, ohne dass allgemeingültige Antworten auf eine Reihe von damit im Zusammenhang stehenden Fragen abschließend gefunden wurden.

Das Kompetenzzentrum wird auch künftig die Aufgabe wahrnehmen, speziell für Brandenburger Bedingungen geeignete, praktikable PF-Verfahrenslösungen aufzugreifen, sie gemeinsam mit interessierten Betrieben umzusetzen, sie zu bewerten und bei Eignung in weitere Anwendungsbetriebe zu übertragen.

Auch als Kommunikationspartner bietet sich das Projektteam künftig weiter an. Leser dieser Broschüre, die eigene Erfahrungen gemacht oder weitere praktikable Problemlösungen gefunden haben, die für andere Brandenburger Betriebe von Interesse sein können, finden bei uns die Möglichkeit des fachlichen Austauschs. Das Kommunikationszentrum wird neue PF-Entwicklungen und interessante Lösungsansätze sammeln und in unregelmäßigen Abständen zu Foren, Workshops oder Stammtischveranstaltungen einladen, auf denen dann der rege Erfahrungsaustausch weitergeführt wird. Neben den Partnern, die an der hier beschriebenen Projektarbeit beteiligt waren, sind dazu alle interessierten Brandenburger Praktiker jetzt schon herzlich eingeladen. Veranstaltungsinformationen und Einladungen senden wir gern allen Interessierten zu, die (nurfürdiesenZweck)ihreBetriebsanschriftund/odere-Mail-Adresseanunsfaxenodermailen.

Die inzwischen 3. PF-Technikschau, eine für Praktiker, Behörden, Bildungsträger, Ver-
bände und sonstige Interessierten einzigartige Vorführung funktionierender PF-Lösungen
„von Praktikern für Praktiker“ unter den realen Bedingungen des Ritterguts in Tem-
pelberg wird im Spätsommer/ Herbst 2015 stattfinden.

Impressum

Herausgeber und Redaktion:

LAB-Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH
Eberswalder Str. 84h
D-15374 Müncheberg
Tel.: 033432/ 91 655
Fax: 033432/ 91 656
E-Mail: labgmbh.muencheberg@t-online.de
Geschäftsführer: Dr. agr. Matthias Platen
Handelsregister: Kreisgericht Potsdam-Stadt, HRB 4458

Gestaltung/Druck:

Paulus & Partner GmbH
Druckerei und Verlag
Friedhofstraße 20
15328 Küstriner Vorland OT Manschnow
Tel.: 033472/ 50808
Fax: 033472/ 50054
E-Mail: info@paulusundpartner.de
Geschäftsführer: Steffen Paulus, Axel Knote
Handelsregister: Frankfurt (Oder) HRB 1864

Auftraggeber und Bezugsadresse:

Lokale Aktionsgruppe Oderland e.V.
Mahlerstr. 17,
16269 Wriezen
Tel.: 033456/ 71055
Fax: 033456/ 72082
E-Mail: info@lag-oderland.de
Geschäftsführer: Andreas Schmidt
Vereinsregister: Frankfurt (Oder) VR 940

Abbildungen:

Einband: Stefan Hessheimer
Fotos: LAB GmbH
1. Auflage: 2.000 Stück

Müncheberg, Juni 2015

„Precision Farming“ ist ein Kooperationsprojekt der Lokalen Aktionsgruppen Oderland e.V. und Fläming-Havel e.V.



fachliche Umsetzung durch die LAB GmbH



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung
des ländlichen Raumes. Kofinanziert vom Land Brandenburg

