

4.3 Bestandesführung

Teilprojektleiter:	Dr. R. Roth
Bearbeiter:	Dr. E. Reining, Dipl. Ing. agr. G. Rosner
Einrichtung:	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie

4.3.1 Zusammenfassung

Nach dem Antragstext sind in diesem Teilprojekt Grundlagen und Prinzipien für die integrierte Führung heterogener Pflanzenbestände zu erarbeiten. Zu dieser Aufgabenstellung konnten wichtige Teilleistungen in Form von Übersichten, Prinziplösungen und Regeln erarbeitet werden. Ihre Validierung als Gesamtsystem in Praxisbetrieben steht indes noch aus, konnte aber bei der im Verbundprojekt gewählten Verfahrensweise - zunächst Algorithmen bzw. Module für die in speziellen Teilprojekten organisierte Bearbeitung wichtiger Verfahrensschritte im Anbauablauf zu entwickeln - bis zum Ende des Projektes noch nicht geleistet werden. Von diesem Sachverhalt unberührt und unbestritten bleibt die Feststellung, dass der (gewünschte) angestrebte Gesamteffekt aus precision agriculture sich erst gänzlich realisieren lässt, wenn die Einzelmaßnahmen mit ihren schlagspezifischen Detaillierungen aufeinander abgestimmt und miteinander intelligent verknüpft ausgeführt werden können. Bis heute wiederholt zitierte nicht besonders überzeugende (Teil-)Ergebnisse zu precision farming sind nicht selten auf diesen Sachverhalt unvollständiger Verwirklichung der teilschlagspezifischen Landnutzung zurückzuführen. Dringendes Anliegen weiterer F- und E-Arbeiten (weiterführender Projekte) müsste deshalb die Weiterführung und Ergänzung bzw. Zusammenführung der bisherigen Ansätze zu einem Gesamtsystem einschließlich seiner Praxiserprobung sein.

Integrierte Bestandesführung ist und bleibt trotz der oben genannten Schwierigkeiten essentieller Bestandteil von precision farming. Der Anspruch der Bestandesführung besteht dabei in der vom Anbauziel (Ertrag, Qualität usw.) abgeleiteten und mit der jeweils aktuellen Situation abgestimmten systematischen Aufeinanderfolge von Teilschritten bzw. Teilmaßnahmen.

Bevor in den einzelnen Kapiteln der Teilprojekte deren Ergebnisse dargestellt werden, wird im Ergebnisteil dieses Teilprojektes Bestandesführung eine Gesamtübersicht zum Stand der Arbeit am Ende des Verbundprojektes gegeben.

4.3.2 Einleitung und Problemstellung

Bestandesführung als Aufeinanderfolge einer Reihe von Maßnahmen zur zielgerichteten Begründung und anbauzielsichernden Beeinflussung landwirtschaftlicher Pflanzenbestände ist in der Gegenwart überwiegend, in der Vergangenheit gänzlich, gekennzeichnet durch das Arbeiten mit schlagdurchschnittlich einheitlichen Normen und Werten. Auf homogenen (quasi homogenen) Schlägen und/oder ohne Vorliegen prioritärer Umweltziele wird nach diesen Prinzipien auch in Zukunft weiter in gleicher Weise gearbeitet. Teilflächenspezifische Landnutzung - Landnutzung auf heterogenen Schlägen, mit der Zielsetzung der Realisierung unterschiedlicher Erträge bzw. zur Sicherung prioritärer Umweltziele und/oder dem Vorliegen von Unregelmäßigkeiten aus der Vorbewirtschaftung - erfordert auch eine entsprechend angepasste Bestandesführung - die integrierte Führung heterogener Pflanzenbestände.

Wesentliche Grundlagen für die Gestaltung dieses neuartigen Landnutzungssystems sind eine qualitativ stark verbesserte Bodenansprache sowie die daraus abgeleiteten standortangepassten und dem Betriebskonzept entsprechenden Ertragsziele nach Masse und Qualität. Regelwerke und Module zur Entscheidungsunterstützung müssten neben fundiertem fachlichem Wissen des Betriebsleiters zu dessen Unterstützung zur Verfügung stehen, damit die mögliche erheblich größere Zahl von Kalkulationen zur Vorbereitung/Planung des Anbaues sowie der aktuellen Steuerung des Anbauablaufes zeiteffizient und zuverlässig geleistet werden können.

4.3.3 Material und Methoden

Der Themenkomplex der integrierten Bestandesführung basiert auf einer großen Zahl experimenteller und praxiserprobter Detailarbeiten. Nach entsprechender Sichtung und Wertung werden auf dieser Grundlage Managementstrategien und -Programme zusammengestellt. Da für die einzelnen Teile des Gesamtprogrammes aber sehr unterschiedliche, vom Vorwissen, der Geschwindigkeit der Entwicklung und dem Qualitätsanspruch für den Inhalt abhängige Entwicklungsstände festzustellen sind, ist auch das Gesamtsystem nicht (noch nicht) konsistent. Dieser Sachverhalt ist bei der Verknüpfung von Einzelmaßnahmen zu berücksichtigen. Letztendlich muss das Konzept der Bestandesführung standortangepasst und teilflächenspezifisch für Betriebsschläge konzipiert und abgearbeitet werden, die bedarfsweise Anpassung während der Vegetationszeit eingeschlossen. Maßstab für die "Qualität" des Programmes ist die Sicherung der Ertrags- und Qualitätsziele sowie der Umfang der laufenden Korrekturen am Programm mit dem Ziel des Ausgleichs von Differenzen zwischen "Soll- und Ist-Zuständen". Im Verbundprojekt *pre agro* konnte zeitgleich mit der Entwicklung der Bausteine, die für sich z. T. selbst Entwicklungszeit bis Projektende beanspruchten, das Gesamtsystem nur theoretisch gestaltet und bisher nicht über die Validierung gesichert werden.

4.3.4 Ergebnisse

4.3.4.1 Grundlagen und Zusammenhänge

Eine Übersicht zur Bestandesführung und gleichzeitig eine Grundlage für die Strukturierung des Entscheidungshilfesystems Bestandesführung enthält Abb. 4.3-1. In dieser Abbildung sind im Uhrzeigersinn die einzelnen Teilsysteme in ihrer regelhaften Aufeinanderfolge angeordnet. Eine Ausnahme stellen hierbei nur die Kalkung und die Grunddüngung sowie der Insektizideinsatz dar. Kalkung bzw. Grunddüngung können auch an anderer Stelle in den Ablauf z. B. vor bzw. zwischen Bodenbearbeitung und Herbizideinsatz eingeordnet werden. Zum Insektizideinsatz wurde im Verbundprojekt nicht gearbeitet (kein Teilprojekt vorhanden). Die Übersicht selbst ist in drei verschiedenen Ebenen lesbar und zwar

- a) den offenen (hohlen) Pfeilen folgend wird die mögliche Vorgehensweise für die Gesamtplanung der Bestandesführung abgebildet
- b) die massiven Pfeile am äußeren Rand der Darstellung weisen auf die Möglichkeit einer separaten Betrachtung/Bearbeitung einer Teilmaßnahme hin, ohne dass ein Gesamtdurchlauf stattfindet und nach Abschluss der Bearbeitung des Details abgeschlossen oder a) folgend von dieser Position aus fortgesetzt werden kann
- c) die massiven Pfeile aus dem Zentrum der Darstellung zu den Einzel-(Teil-) Maßnahmen symbolisieren die Situation der aktuellen Maßnahmendurchführung im Abgleich mit der Planung.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Darstellung (Abb. 4.3-1) sehr stark vereinfacht, sodass hier unbedingt auf folgendes hingewiesen werden muss. Hinter jedem Begriff für jede Teilmaßnahme stehen Regelwerke, Algorithmen und Module, die bei der Verknüpfung zum Gesamtsystem zu beachten sind. Dabei sind Umfang und Qualität, abhängig vom jeweiligen Entwicklungsstand, sehr unterschiedlich. Eine Information zum Stand der Arbeiten soll die Tabelle 4.3-1 geben. Allein aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit werden darin die Einzelmaßnahmen teilweise in chronologischer Reihenfolge ihrer schwerpunktmäßigen Erledigung anders geordnet als dies in der Berichtsgliederung geschieht. Der jeweilige Bearbeitungsstand wird durch die Verwendung der Begriffe: Regeldefinition, Algorithmus, Modul, Praxiserprobung und Großflächeneinsatz per Symbol ausgewiesen. Die anschließende kurze Erläuterung soll zum besseren Verständnis der verfolgten Absicht beitragen. Mit der „Regeldefinition“ wird die Tatsache beschrieben, dass wenn-dann- und andere Regeln beschrieben (definiert) sind. Diese werden in „Algorithmen“ verknüpft. Die edv-technische Umsetzung von Regeln und Algorithmen führt zum Modul. Unter Anleitung von Erarbeitern bzw. eingewiesenen Fachleuten erfolgt die „Praxiserprobung“ der Regeln, Algorithmen und Module auf Einzelschlägen in ausgewählten Praxisbetrieben. Letztendlich stellt der Begriff „Großflächeneinsatz“ den Praxiseinsatz der entwickelten Software in vielen Betrieben ohne permanente Anleitung dar.

Bis auf zwei Ausnahmen ist für alle Teilprojekte der Bearbeitungsstand „Praxiserprobung“ nachweisbar. Für den Fungizideinsatz ist dies so nicht der Fall. Nur für die Stickstoffdüngung kann der Großflächeneinsatz der entwickelten Lösungen bestätigt werden.

Ausführliche Informationen zu den Inhalten sind den Kapiteln der einzelnen Teilprojekte 4.3 Aussaat, 4.4 Bodenbearbeitung, 4.5 Düngung und 4.6 Herbizide, Fungizide und Halmstabilisatoren enthalten.

Tab. 4.3-1: Stand der Entwicklung des Systems der integrierten Bestandesführung

Maßname/Verfahren	Erreichbare Effekte	Stand der techn. Entwicklung	Praxis-Umsetzung*
Bodenbearbeitung	Differenzierung der Bearbeitungstiefe <i>Dieseleinsparung</i>	Prototyp eines Kultivators vorhanden	D, A, M, P
Aussaat	Anpassung der Pflanzendichte an Schätzertrag <i>Saatguteinsparung</i>	Mehrere technische Lösungen im Angebot Differenzierte Aussaat erfolgreich erprobt	D, A, M, P
Herbizideinsatz	Ausbringung differenzierter Spritzbrühemengen <i>Umweltentlastung</i>	Technische Lösungen vorhanden	D, A, M, P
Grunddüngung Kalkung	verbesserte Pflanzenernährung, Ausgleich unterschiedl. Entzug <i>Umweltentlastung</i>	Technische Lösungen vorhanden	D, A, M, P
Stickstoffdüngung	verbesserte Pflanzenernährung, Ausgleich unterschiedl. Entzug <i>Umweltentlastung</i>	Technische Lösungen vorhanden	D, A, M, P, G
Fungizid-, Insektizideinsatz	Ausbringung differenzierter Spritzbrühemengen <i>Umweltentlastung</i>	Technische Lösungen vorhanden	D, A, M
Einsatz Wachstumsregler	Ausbringung differenzierter Spritzbrühemengen	Technische Lösungen vorhanden	D, A, M

* D = Regeldefinition, A = Algorithmus, M = Modul, P = Praxiserprobung, G = Großflächeneinsatz

Unter Beachtung von speziellen Regeln wird aus der Verknüpfung verschiedener Teilmodule das Modul Bestandesführung generiert. Stark vereinfacht stellt der Output des bzw. der vorgelagerten Teilsysteme den Input für das bzw. die nachfolgenden Teilsysteme dar. Ein Beispiel soll diese Zusammenhänge verdeutlichen: Die Effizienz von Einzelmaßnahmen der Düngung und des Pflanzenschutzes ist sehr stark von der Bestandesgründung, besser noch vom Gelingen der Bestellung, z. B. wie im Projekt untersucht der Aussaat von Winterweizen, abhängig. Auf die Aussaat wiederum wirken Saattermin, Saatstärke, Qualität des Saatgutes und des Saatackers, der Zustand der Sätechnik sowie Bodenfeuchtigkeit und Temperatur vor, aber vor allem nach der Aussaat. Prioritäres Ziel aller Bemühungen ist die Sicherung eines quantitativ und qualitativ normgerechten Bestandes.

4.3.4.2 Bestandesführung und management units

Stärker als die Module für die Entscheidungsunterstützung bei Einzelmaßnahmen/Teilschritten wird die modulare Umsetzung der Bestandesführung von der Tatsache beeinflusst, dass mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die aufeinanderfolgenden und miteinander zu verknüpfenden Teile mit unterschiedlicher Flächenrasterung und sich unterscheidender Unterteilung der Gesamtfläche organisiert werden. Dieser bestimmende Sachverhalt ist bei der Strukturierung des Moduls für BEFU unbedingt zu berücksichtigen. So ist es z. B. durchaus denkbar, dass die Bodenbearbeitung mit lediglich zwei unterschiedlichen Polygonen auf einem Schlag arbeitet, die Aussaat aber differenziert in 3 oder 4 Stufen erfolgt und die Stickstoffdüngung bei jeder einzelnen Gabe wiederum andere Flächenumverteilungen als die vorgenannten vornimmt. An einen Beispielschlag werden diese Zusammenhänge dargestellt (Abb. 4.3-2).

Am Beispiel des Schlages „Autobahn“ im Betrieb Lüdeke in der Münsterländer Tieflandsbucht soll die prinzipielle Vorgehensweise demonstriert werden. Der Schlag selbst ist 22,6 ha groß, hat eine mittlere Bodenzahl 45 in einer Spanne von 30 - 52. Im Jahresmittel fallen am Standort ca. 760 mm Niederschlag. Der Schlag ist von NO nach SW in einen betriebsüblich einheitlich bewirtschafteten Teil und einen zweiten nach den Regeln von precision agriculture unterteilt. Neben den Unterschieden aus der Bodenkarte werden Bestandesunterschiede bei Gestaltung der Anbaumaßnahmen berücksichtigt. Im Einzelnen wird die Aussaat mit 3 unterschiedlichen Saatstärken auf 4 Teilflächen differenziert vorgenommen (Buchstabe A). Die erste Stickstoffgabe folgt den Saatpolygonen, sie ist 3-fach differenziert (Buchstabe B); die zweite Gabe ist bis auf eine kleine Fläche einheitlich für den ganzen Schlag (Buchstabe C). Die dritte Stickstoffgabe erfolgt als 3A Gabe differenziert nach den Saatpolygonen, die 3B-Gabe auf dem Gesamtschlag einheitlich (Buchstabe D und E). Der Einsatz des Halmstabilisators folgt wiederum den Aussaatpolygonen (Buchstabe F).

Nach den bisherigen Erfahrungen und Ergebnissen wird es außerdem möglicherweise Unterschiede der maßnahmenbezogenen Schlagunterteilung zwischen der Planung (Kampagne-, Jahresplanung) und der Durchführung der jeweiligen Arbeiten geben.

Insgesamt wird es aber zweifelsfrei deutlich, dass

- der Definition und Darstellung einheitlich zu bewirtschaftender Teilflächen die Schlüsselstellung im System von precision agriculture zukommt.
- in vielfacher Weise Bestandesführung in enger Wechselbeziehung zum Boden (sicher besser noch zum Standort) durchgeführt wird. Diesem Sachverhalt kann durch die Verwendung des Begriffes Boden- und Bestandesführung entsprochen werden.

Entscheidungshilfesystem integrierte Bestandesführung

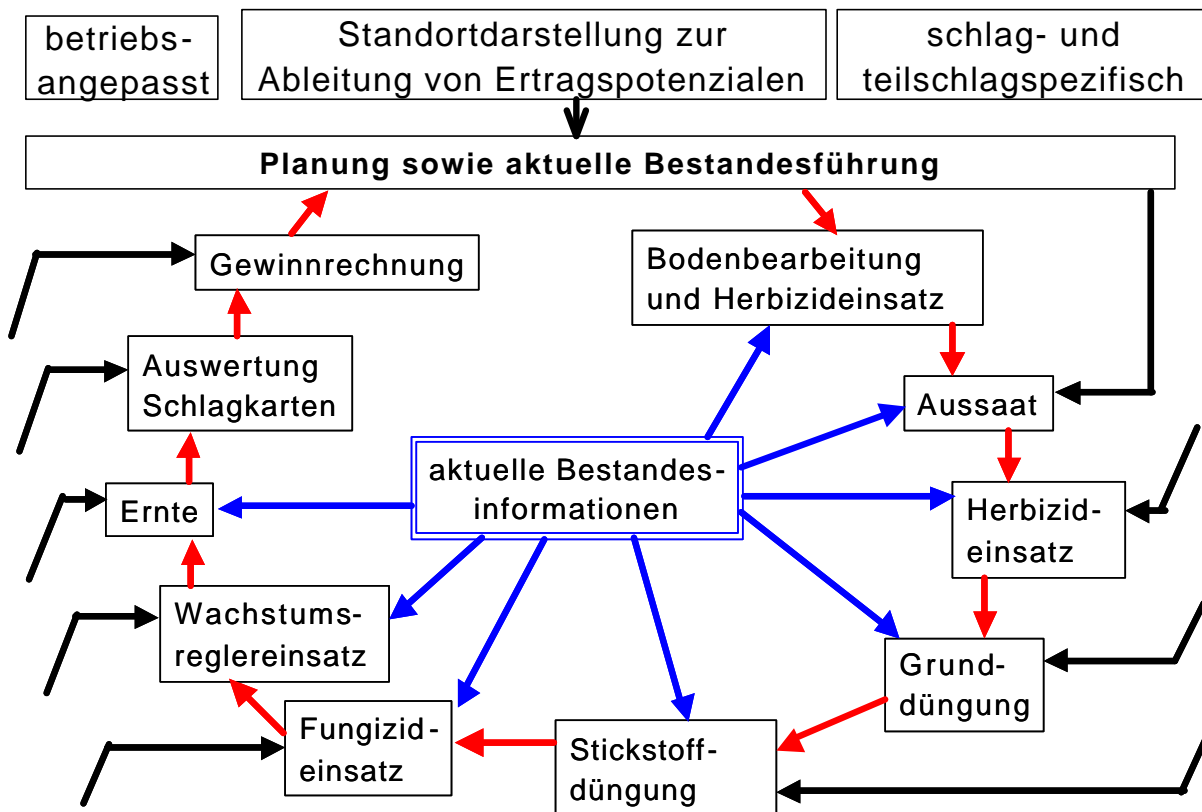


Abb. 4.3-1: Entscheidungshilfesystem integrierte Bestandesführung

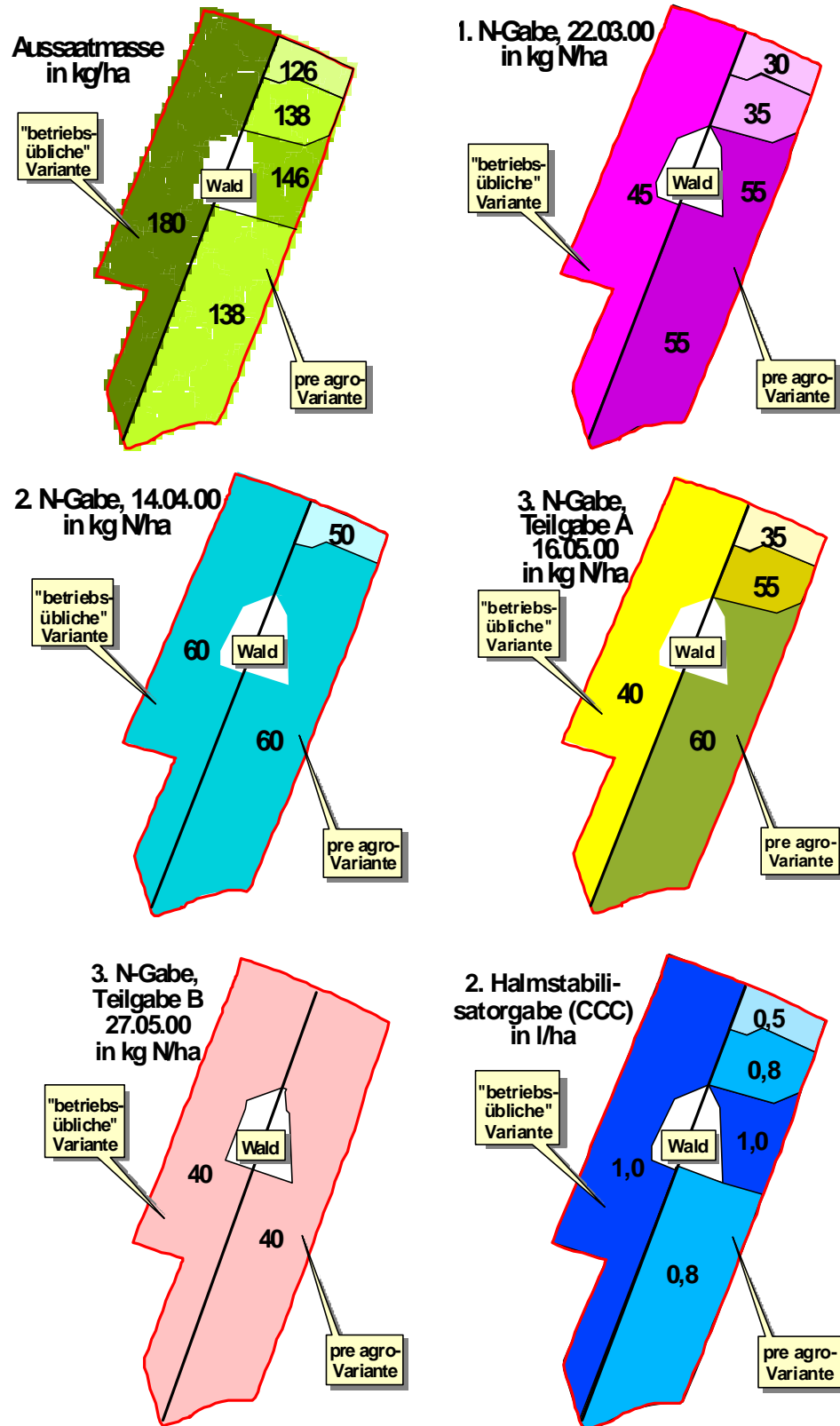


Abb. 4.3-2: Raesfeld, Betrieb Lüdeke (Bec): Schlag "Autobahn"; Winterweizenanbau 2000, Münsterländer Tieflandsbucht; Schlaggröße: 22,6 ha; Bodenzahlen: 30 – 52; Ø 45