



# Kapitel 11

## Chapter 11

# Anhang

## Annex



## Anhang

### 11.1 Forschungskonzept und Projektstruktur von *preagro*

Dr. A. Werner, Dipl. Ing. A. Jarfe, Dr. F. Kloepfer, Dipl. Ing. agr. D. Kottenrodt

#### 11.1.1 Angestrebte Ergebnisse

Entsprechend den eigenen Zielstellungen des Verbundprojektes sowie den Anforderungen aus der Praxis wird vom Forschungsverbund *pre agro* angestrebt, bis zum Ablauf der Bearbeitungszeit mindestens die wesentlichen technologischen Voraussetzungen geschaffen zu haben, die es ermöglichen, umfassende, von Landwirten und Dienstleistern nutzbare Informations- und Managementsysteme zu entwickeln. Basiselemente für solche Managementsysteme werden in zunehmendem Maße von der Landtechnikindustrie und von Softwarefirmen angeboten. Aber erst wenn eine inhaltliche Weiterentwicklung im Sinne des Verbundprojektes erfolgt, sind diese Systeme sinnvoll in der Pflanzenproduktion einsetzbar. Die Anwender dieser Systeme können damit erreichen, dass die Komplexität eines ortsspezifischen Pflanzenbaus auf Praxisanforderungen hin vereinfacht wird.

Es sollen folgende Ergebnisse zum Ende der Laufzeit des Verbundprojektes vorliegen:

1. Die pflanzenbaulichen Regeln und Algorithmen zur Ableitung von Entscheidungen der ortsspezifischen Boden- und Bestandesführung sind für die Maßnahmen der lockernden Grundbodenbearbeitung, der Saatstärkenermittlung, der Grunddüngung und der N-Düngung sowie zur Unkrautregulation und zum Wachstumsreglereinsatz für Winterweizen zusammengestellt. Die Regeln sind an verschiedenen Standorten in Deutschland überprüft, verallgemeinernd als Module erarbeitet und in geeignete Softwareprodukte integriert. Für weitere relevante Kulturpflanzen (evtl. Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln) sind Regeln zur Bestandesführung bei ausgewählten Maßnahmen konzipiert und erprobt.
2. Die zur ortsspezifischen Pflanzenproduktion minimal erforderlichen Daten seitens standortspezifischer Boden- und Bestandesinformationen sind für die Entscheidungsbereiche in 1. definiert. Ihre flächendeckende Ermittlung und Analyse anhand von kartierten oder zu messenden Merkmalen ist methodisch beschrieben und in Form von Modulen erarbeitet.
3. Die Prinzipien zur Ermittlung der ökonomisch, technisch und pflanzenbaulich sinnvollen Raster-/Teilflächengrößen sind abgeleitet und verallgemeinernd modelliert.
4. Die notwendigen Algorithmen zur einfachen Verschneidung von dynamisch sich ändernder Lage und Ausdehnung von Teilflächen und ihren Eigenschaften sind entwickelt.
5. Softwareprodukte zur Integration der Daten und der Module zur Entscheidungsunterstützung in der ortsspezifischen Pflanzenproduktion (Precision Agriculture) sind für die

betriebliche bzw. für die überbetriebliche Anwendung entwickelt und in der Praxis erprobt.

6. In mindestens acht von ihrer standörtlichen Lage und seitens des Betriebssystems unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betrieben, die schon zu Beginn des Projektes mit GPS-Technologien gearbeitet haben, ist die ortsspezifische Pflanzenproduktion für Winterweizen eingeführt und erprobt.
7. In drei regional und seitens des Betriebssystems unterschiedlichen Betrieben, die zu Beginn des Projektes noch nicht mit GPS-Technologien gearbeitet haben, sind die erarbeiteten Prinzipien und Methoden der ortsspezifischen Pflanzenproduktion übertragen.
8. Die mit einer ortsspezifischen Pflanzenproduktion (Precision Agriculture) möglichen Umweltleistungen sind identifiziert, und ggf. erforderliche Anpassungen sind beschrieben.
9. Für ausgewählte Umweltleistungen sind Erfassungs- und Monitoringkonzepte erarbeitet, und diese sind in den Beispielsbetrieben installiert und begonnen.
10. Die Rentabilität der ortsspezifischen Pflanzenproduktion ist für verschiedene Standorte, Betriebsstrukturen und Betriebstypen in Deutschland analysiert.
11. Eine organisatorische und konzeptionelle Plattform für weitere ergänzende und zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie experimentelle Untersuchungen zu precision agriculture ist in Deutschland durch das Verbundprojekt geschaffen worden.

### 11.1.2 Aufgabenrelevante Fragestellungen

Um die vom Verbundprojekt angestrebten Ergebnisse zu erreichen, können nur in begrenztem Umfang schon ausreichend entwickelte und erprobte Teillösungen herangezogen werden. Für den überwiegenden Teil der Ergebnisse ergeben sich neue Fragestellungen an die Forschung und Entwicklung:

- Welche Informationen sind geeignet, die standörtliche Heterogenität von Ackerflächen bzw. ihrer Pflanzenbestände im jeweils aktuellen Zustand bzw. in ihrem Wachstumspotential zu beschreiben? Welches sind die wesentlichen Einflussfaktoren auf die relevanten Prozesse?
- Welche minimalen Kombinationen an diesen Informationen werden benötigt, um die Anbauentscheidungen bzw. die Ableitung der Maßnahmengestaltung zu diesen Teilflächen/Standorten vornehmen zu können?
- Wie lassen sich diese Heterogenitäten – und damit auch die Maßnahmengestaltung der Pflanzenproduktion – in Form von Teilflächen bzw. Standorten aggregieren oder typisieren? Wie wirkt sich darauf die Zusammenlegung von Schlägen zu größeren Einheiten aus?

- Wie sind Pflanzenbestände für unterschiedliche Standorte (Teilflächen) eines Acker-schlages zu etablieren und zu führen? Wie erfolgt die Ableitung von relevanten Maß-nahmen in der Gestaltung der Pflanzenproduktion?
- Wie lassen sich die Prinzipien der ortsspezifischen Pflanzenproduktion als allgemeingültige Regeln, Algorithmen bzw. Softwaremodule - und damit auf relevante Anbau-standorte übertragbar - zusammenstellen? Wie lassen sich unternehmerische Strategien berücksichtigen?
- Wie wirkt sich die ortsdifferenzierte Gestaltung pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Umweltqualitätsziele aus? Welche Umweltqualitätsziele sollten durch geeignete An-passung der Maßnahmen speziell angestrebt werden? Wie erfolgt ein Umwelt-Monitoring für diese Technik?
- Wie unterscheiden sich die Informationsbeschaffung, Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung sowie die Datenhaltung bei Precision Agriculture für die einzel-betriebliche bzw. die überbetriebliche Arbeitsebene? Wie sind Informationssysteme zu organisieren?
- Wie wirkt sich eine ortsspezifische Pflanzenproduktion auf die Betriebsorganisation und die Wirtschaftlichkeit der Produktionsverfahren bzw. des Gesamtbetriebes aus? Wie unterscheiden sich dabei die einzelbetriebliche bzw. die überbetriebliche Organi-sationsform?
- Welchen Anteil an den Produktionskosten in Precision Agriculture haben die Gerätein-vestitionen, die Beschaffung der Standort- bzw. Bestandesinformationen und deren Umsetzung?
- Welche technischen Anforderungen (u. a. Regelungsgeschwindigkeit, Arbeitsqualität) an die einzusetzenden Geräte und Steuerungseinheiten hat die ortsspezifische Pflan-zenproduktion?

Diese übergeordneten Fragestellungen werden von *pre agro* bzw. seinen Teilprojekten auf-gegriffen und durch weiter differenzierte wissenschaftliche Fragen bearbeitet und beantwor-tet.

### 11.1.3 Inhaltliche Struktur des Verbundprojektes

Zur konsequenten Bearbeitung und zur sicheren Erreichung der gesetzten Ziele sind die i-dentifizierten Aufgaben innerhalb des Forschungsprojektes auf verschiedene Partner verteilt. Diese bearbeiten in hoch vernetzter Weise die anstehenden wissenschaftlichen, technischen und praktischen Aufgaben. Die schematische Darstellung der Vernetzung der wichtigsten Bearbeitungsschritte ist in der Projektübersicht (Abb. 11.1-4) dargestellt. Dabei lassen sich die von *pre agro* zu bearbeitenden Teilaspekte in fünf Projektbereiche (PB) gliedern (s. auch Tab. 11.1-5):

- *Praxiserprobung* (PB I) mit den Teilprojekten I-1; I-2; I-3
- *Standort- und Bestandesanalyse* (PB II) mit den Teilprojekten II-1a; II-1b; II-2; II-3b; II-4; II-5; II-6a; II-6b
- *Management der Informationsverarbeitung* (PB III) mit den Teilprojekten III-1a; III-1b; III-2; III-3; III-4; III-5
- *Wirkungsanalyse* (PB IV) mit den Teilprojekten IV-1; IV-4a; IV-4b
- *Koordination* (PB V) mit den Teilprojekten V-1a; V-1b; V-2.

Die Projektbereiche des Verbundprojektes lassen sich hinsichtlich ihrer Aufgaben und wissenschaftlich-technischen Arbeiten wie folgt charakterisieren:

#### *Praxiserprobung*

Der Projektbereich Praxiserprobung stellt die gemeinsame Schnittstelle für die übrigen Teilprojekte auf der Datenerfassungs- und Anwendungsebene dar. Dieser Projektbereich organisiert die technischen Arbeiten auf den Betrieben und führt sie mit den Betrieben und den Projektpartnern aus. Die Teilprojekte dieses Projektbereiches führen zudem eigenständige wissenschaftliche Arbeiten zu technikorientierten Fragen von Precision Agriculture durch.

#### *Standort- und Bestandesanalyse*

Der Projektbereich Standort- und Bestandesanalyse stellt für die im Projekt zu betrachtenden Flächen jene Daten zur Verfügung, die als lokale Standortinformationen der Schlagteilflächen benötigt werden. Neben der Erhebung neuer Daten, wie standortbezogene Daten z. B. zum Boden, Relief und den Pflanzenbeständen, werden auch vorhandene öffentlich oder privat verfügbare Daten genutzt und gegebenenfalls aufbereitet. Die Teilprojekte dieses Projektbereiches führen zudem eigenständige wissenschaftliche Arbeiten zu Fragen der Standortcharakterisierung und der erforderlichen Methodenentwicklung für Precision Agriculture durch. Zu nennen sind hier vor allem Luftbildbefliegungen, Modellsimulationen, Bodenbehebungen und Bodenleitfähigkeitsmessungen. Diese Methoden werden weitestgehend als Module für die integrierende Software verfügbar gemacht.

#### *Management der Informationsverarbeitung*

Der Projektbereich Management der Informationsverarbeitung erstellt und überprüft die notwendigen pflanzenbaulichen Algorithmen und Regeln, nach denen die Standort- und Bestandesdaten verknüpft werden sollen. Daraus lassen sich Empfehlungen für die Gestaltung der ortsdifferenzierten Maßnahmen zu Bodenbearbeitung und Bestellung, Düngung, Einsatz von Herbiziden, Fungiziden und Wachstumsreglern erstellen. Diese Algorithmen werden mit den technikorientierten Teilprojekten erprobt und in Form von Softwaremodulen soweit verallgemeinert, dass sie übertragbar für andere Standorte und Betriebe werden. Zudem



werden die Softwaremodule in neu zu entwickelnde bzw. zu modifizierende vorhandene Software zu Precision Agriculture integriert.

#### *Wirkungsanalyse*

Der Projektbereich Wirkungsanalyse ermittelt die Wirkungen, die Precision Agriculture im Hinblick auf ökonomische und ökologische Aspekte verursacht. Hierbei wird konzeptionell immer der Vergleich zur betriebsüblichen Praxis gezogen. Die Wirkungsanalysen führen zudem mit den Teilprojekten im Projektbereich Management der Informationsverarbeitung iterativ zu Anpassungen der erstellten Regeln und Algorithmen der Anbauverfahren sowie zu Empfehlungen an die (Agrar-)Politik bzw. die Beratung und Ausbildung. Die Erkenntnisse der ökonomischen Analysen fließen unmittelbar in die Auswahl der Maßnahmen bzw. deren Gestaltung ein und dienen auch der Softwareentwicklung und der Datenbeschaffung als Vorgaben für das wirtschaftlich und betriebsorganisatorisch Machbare bzw. die sinnvollen Systeme.

#### *Koordination*

Der Projektbereich Koordination organisiert die projektinternen inhaltlichen Verknüpfungen, die Informationsflüsse und technischen Absprachen zwischen den Teilprojekten sowie die projektinterne Kommunikation. Zudem ist dieser Projektbereich zuständig für den kontinuierlichen Transfer der Projektergebnisse zu den Anwendern, zu der noch nicht im Projekt direkt beteiligten Landtechnikindustrie, den projektrelevanten Interessenvertretern in Politik und Praxis sowie zur Ausbildung und Beratung. Dabei obliegt diesem Projektbereich auch die Durchführung der allgemeinen Öffentlichkeitsarbeit und damit insbesondere die Kommunikation des Verbundprojektes mit den Medien. Der Projektbereich führt auch Informations- und Ausbildungsveranstaltungen bei Multiplikatoren zur Landwirtschaft und der Landtechnik durch. Der Projektbereich Koordination erstellt und unterhält zudem das projektinterne Informationssystem.

Die Verknüpfung der fünf Projektbereiche und die thematische Zugehörigkeit der Teilprojekte sind in Abbildung 11.1-1 dargestellt. Eine detaillierte Darstellung der Projektstruktur, der Datenflüsse und der Teilprojekte kann in der Tabelle 11.1-5 und der Abbildung 11.1-4 gesehen werden.

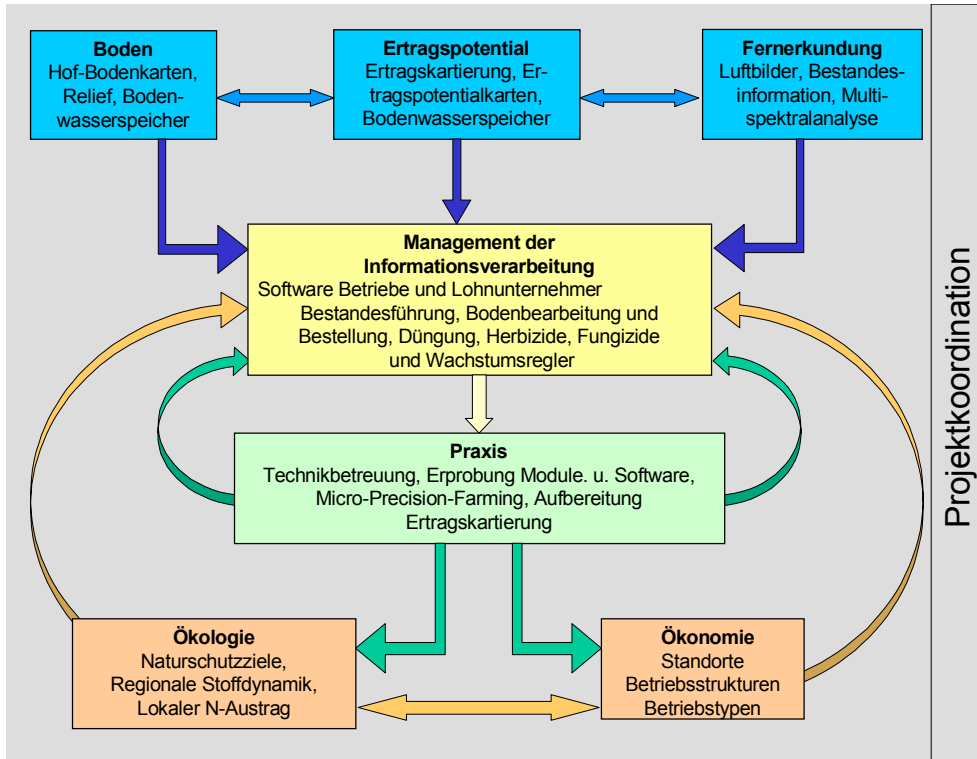


Abb. 11.1-1: Verknüpfung der Teilprojekte und die wichtigsten Informationsflüsse ihrer Ergebnisse

Fig. 11.1-1: Linkage between the sub-projects and their most important information flow

### 1.1.4 Experimentalkonzept

Mit Beginn des Projektes wurde ein grundlegendes, mit allen Projektpartnern abgestimmtes Forschungskonzept erstellt. Dieses wurde in der Zwischenzeit bereits mehrfach dem Projektfortschritt und den aktuellen Entwicklungen von Seiten der Technik angepasst. So wurden z. B. das so genannte Pflichtprogramm (s. unten) erweitert und der mittlerweile verbesserte N-Sensor in die Untersuchungen mit aufgenommen. Auch weiterhin soll dieses Konzept den Erfordernissen und Technikentwicklungen angepasst werden, so dass das hier vorgestellte experimentelle Konzept nur den derzeitigen Planungsstand wiedergeben kann.

Das experimentelle Konzept untergliedert sich in 4 unterschiedlich konzipierte Schwerpunkte. Es enthält dabei sowohl Aktivitäten, die auf allen Standorten gleichzeitig und einheitlich durchgeführt werden, als auch Maßnahmen, die zunächst nur auf einem oder wenigen Standorten erprobt und erst zu einem späteren Zeitpunkt auf die anderen Standorte übertragen werden. Weitere Aktivitäten werden während der gesamten Projektlaufzeit nur auf einzelnen Projektstandorten durchgeführt (s. Tab. 11.1-1). Die einheitlichen Maßnahmen die-

nen dabei vor allem der Überprüfung ihrer Übertragbarkeit hinsichtlich der verschiedenen geographisch-klimatischen Standorte als auch zur Überprüfung der Auswirkungen, bezogen auf die unterschiedlichen Betriebsstrukturen. Die vier Forschungsschwerpunkte lassen sich wie folgt gliedern:

- Pflichtprogramm
- Entwicklungsschwerpunkt
- Untersuchungsschwerpunkt
- Sonderaktivität.

Das *Pflichtprogramm* wird an allen acht Praxisstandorten einheitlich durchgeführt und dient somit der überregionalen Entwicklung des Managementsystems sowie der verallgemeinernden Auswertung der Anwendungsergebnisse. Hier ist vor allem die Anpassung und Übertragbarkeit der erstellten Regeln und Algorithmen auf andere Standorte von besonderem Interesse. Aber auch eine Auswertung der ökonomischen Bedeutung von Precision Agriculture auf verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Heterogenitäten und verschiedenen Betriebsstrukturen kann erst durch ein solches einheitliches Grundprogramm zu verallgemeinerbaren Aussagen führen.

Als Pflichtprogramm wurden eine ortsspezifisch in den Flächen differenzierte Aussaat von Winterweizen, die darauf abgestimmte differenzierte Stickstoffdüngung sowie eine angepasste Applikation von Wachstumsreglern festgelegt. Dabei werden an jedem Standort in jedem Jahr mindestens 2 Schläge nach diesem Prinzip bestellt. Durch die Rotation aufgrund der Fruchtfolge werden in jedem Jahr zwei neue Schläge betrachtet. Die Schläge, auf denen im Vor- bzw. Vorvorjahr das Pflichtprogramm abgehalten wurde, werden dabei in Abhängigkeit von der anzubauenden Frucht ebenfalls weiter untersucht (s. Abb. 11.1-2). Hierzu zählen die Getreidefrüchte Weizen, Gerste und Roggen sowie Raps. Wird eine andere Kultur angebaut, wird gegebenenfalls auch diese betrachtet, zumindest findet eine Nachwirkungsbetrachtung statt. Somit ergeben sich zumindest 6 Schläge an jedem Standort, die vom Projekt betrachtet werden. In Landshut wird dieses Pflichtprogramm parallel auf drei Betrieben durchgeführt, wodurch sich eine Anzahl von insgesamt 12 Schlägen ergibt (s. Tab. 11.1-1). Am Standort Zeilitzheim wird in den drei Versuchsjahren mindestens jeweils ein Gewanne betrachtet.

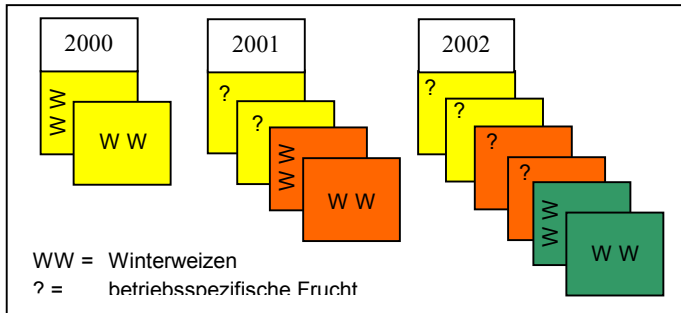


Abb. 11.1-2: Schematische Darstellung der Auswahl und Betrachtung der Pflichtschläge auf jedem der Beispielsbetriebe

Fig. 11.1-2: Schematic diagram for the annual selection of fields at the experimental farms

Als *Entwicklungsschwerpunkt* werden jene Aktivitäten bezeichnet, bei denen, ergänzend zu dem Pflichtprogramm, Regeln und Algorithmen zu speziellen pflanzenbaulichen Maßnahmen für das Managementsystem entwickelt werden. Während im Pflichtprogramm keine vergleichenden Versuche angelegt werden, sind im Rahmen des Entwicklungsschwerpunktes gezielte Versuche auf "Nicht-Pflichtschlägen" möglich. Mit Hilfe derartiger Versuche werden vor allem weitere Düngungsalgorithmen zum Einsatz von Stickstoff und Grunddüngung erprobt. Ferner werden im Rahmen des Entwicklungsschwerpunktes jene Algorithmen erarbeitet und erprobt, bei denen die technischen und/oder pflanzenbaulichen Grundlagen noch nicht ausreichend in der Literatur beschrieben sind, um Regeln und Algorithmen ableiten zu können. Hierzu sind vor allem die Maßnahmen einer differenzierten Applikation von Herbiziden, Fungiziden und einer differenzierten Bodenbearbeitung zu zählen. Aber auch die differenzierte Bestandesführung von Mais-Beständen ist ein Entwicklungsschwerpunkt.

Darüber hinaus wird, aufbauend auf den erarbeiteten Regeln und Algorithmen bei ausgewählten Betrieben, die vollständige Verknüpfung sämtlicher ortsspezifisch differenziert zu betrachtenden pflanzenbaulichen Maßnahmen erprobt. Hier werden, zusätzlich zu den Maßnahmen des Pflichtprogramms, die differenzierte Bodenbearbeitung sowie die Herbizid- und Fungizidbehandlungen in die Anwendungen mit aufgenommen. Weitere Entwicklungsschwerpunkte sind die gezielte Integration von Naturschutzziele sowie die Bewertung von unterschiedlichen unternehmerischen Strategien in der Maßnahmengestaltung bei der Bildung von Gewannen.

Bei den *Untersuchungsschwerpunkten* handelt es sich fast ausschließlich um Aktivitäten aus den Projektbereichen Standort- und Bestandesanalyse sowie der Wirkungsanalyse, bei denen neben der reinen Erhebung bzw. Beschreibung auch die (Weiter-) Entwicklung der Verfahren erfolgt. Zusätzlich wird im Rahmen des Untersuchungsschwerpunktes auch die großflächige Erprobung der ortsspezifischen P und K-Düngung realisiert.

Tab. 11.1-1: Bearbeitungsschwerpunkte auf den Betrieben von *pre agro*

Tab. 11.1-1: Key aspects of activity on the farms of *pre agro*

Betrieb	Zeilitzheim	Groß-Twulpstedt	Thumby	Raguhn	Raesfeld	Landshut	Kasow	Baasdorf
<b>Pflichtprogramm</b>	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.	Winterweizen differenzierte: - Aussaat - N-Düngung - Wachstumsreg.
<b>Anzahl an Schlägen</b>	3 Gewanne	6	6	6	6	12	6	6
<b>Entwicklungsschwerpunkt</b>	- Unternehmerische Strategien in der pflanzenbaulichen Entscheidungsfindung - Konzept Gewannewirtschaft	- diff. Bodenbearbeitung + Bestellung - Integration Naturschutzziele	- Methodik Holbodenkarte - komplette Bestandesführung Weizen	- Einsatz N-Sensor	- diff. Maisaussaat	-	- N-Düngung, P- u. K-Düng. - kompl. Bestandesführung WW - Integration Naturschutzziele - Einsatz N-Sensor	- komplette Bestandesführung Weizen - Pflanzenschutz
<b>Untersuchungsschwerpunkt</b>	-	- lokaler N-Austrag - Vollkostenrechnung	- regionale Stoffdynamik - lokaler N-Austrag	- großfl. Erprobung P + K-Düngung - Bodenwasser-speicher - Fernerkundungsmethoden	- lokaler N-Austrag - Ausstrag - Vollkostenrechnung	-	- regionale Stoffdynamik - lokaler N-Austrag - Fernerkundungsmethoden	- regionale Stoffdynamik - lokaler N-Austrag - Fernerkundungsmethoden - Bodenwasser-speicher
<b>Sonderaktivität</b>	-	Zuckerrübe:	-	-	- Ertragskartierung Silomais - diff. Applikation von Gülle	-	-	- diff. Applikation von Hühnerkot - diff. Beregnung

*Sonderaktivitäten* sind Maßnahmen in der Forschung zu Precision Agriculture, die sich aufgrund spezieller Bedingungen auf einzelnen Betrieben anbieten. Meist handelt es sich zudem um Aktivitäten in Bereichen, in denen zur Zeit nur sehr geringe Kenntnisse einer differenzierten Maßnahmengestaltung vorliegen. Hierzu zählen die differenzierte Applikation von Hühnerkot und Gülle sowie die Ertragskartierung bei Silomais und Zuckerrüben. Dabei sind die beiden zuletzt genannten Aktivitäten als Kooperationen mit Partnerinstituten bzw. der Landtechnikindustrie durchzuführen. Insgesamt sind die Sonderaktivitäten von untergeordneter Priorität bei der Bearbeitung und werden erst in Anpassung an den Projektfortschritt in den nächsten Jahren umgesetzt.

Zur Realisierung des oben beschriebenen experimentellen Konzeptes stehen dem Projekt seit Projektbeginn von Seiten der beteiligten Landwirte ca. 100 Schläge mit über 3.000 ha Ackerfläche zur Verfügung. Davon entfallen auf das Pflichtprogramm ca. 1.400 ha (47 %), der Rest von ca. 1.600 ha (53 %) sind Flächen für die Entwicklungs- und Untersuchungsschwerpunkte sowie die Sonderaktivitäten. Die Flächengröße schwankt dabei von 0,49 ha (Flurstück als Beitrag zu einem Gewanne) und 183,1 ha.

Generell wurde vereinbart, dass zwecks Vergleichbarkeit zwischen betriebsüblicher Maßnahmengestaltung und Anwendungen von Precision Agriculture die zu betrachtenden Schläge in zwei Hälften geteilt werden. Während auf dem einen Teil die Ausgestaltung der Maßnahmen von den Landwirten bestimmt wird, erfolgt auf dem anderen Teil eine Bearbeitung nach den vom Projekt erarbeiteten Maßnahmenempfehlungen. Die Teilung der Schläge erfolgt dabei virtuell, das heißt die Maßnahmengestaltung des Landwirtes wird in die Applikationskarten mit aufgenommen. Die Größe der beiden Schlagteile ist vergleichbar. Dabei wird der "Teilungsschnitt" so gelegt, dass hinsichtlich der Standortunterschiede annähernd ähnliche Verhältnisse herrschen. Bei Schlägen, die aufgrund ihrer geringen Flächengröße eine sinnvolle Teilung nicht erlauben, werden für die Referenzflächen vergleichbare Schläge gewählt.

### **11.1.5 Charakterisierung der Projektbetriebe und Lohnunternehmen**

Am Projekt sind insgesamt 16 landwirtschaftliche Betriebe, 3 Lohnunternehmen und ein Maschinenring beteiligt. An den Standorten Thumbby, Baasdorf, Groß-Twülpstedt und Kassow befindet sich jeweils ein landwirtschaftlicher Betrieb. Die übrigen Betriebe an den Standorten Raguhn, Raesfeld und Landshut sind als Kunden der dort ansässigen Lohnunternehmen am Projekt beteiligt (Tab. 11.1-2). Dem Projekt wird von den Praxispartnern insgesamt eine Ackerfläche von 3.047 ha zur Verfügung gestellt.

Tab. 11.1-2: Standorte, Betriebe und Lohnunternehmen des Verbundprojektes *pre agro*Tab. 11.1-2: *Locations, partner farms and contractors of pre agro*

Standort bzw. Betrieb	Betrieb	von <i>pre agro</i> betreute Ackerfläche (ha)
Thumbby		254
Kassow		553
Groß-Twülpstedt		70
Baasdorf		710
Raguhn (Lohnunternehmen)	Queis	241
	Rösa	156
	Quellendorf	267
	Petersberg	184
	Landsberg	121
	Raguhn	184
	Selbitz	102
Raesfeld (Lohnunternehmen)	Raesfeld	9
	Beckum	70
	Hamminkeln	7
Zeilitzheim (Maschinenring)	(6 Nebenerwerbsbetr.)	15
Landshut (Lohnunternehmen)	Gündelkofen	35
	Essenbach	41
	Reisach	28
		$\Sigma$ 3.047

Wie Abbildung 11.1-3 zeigt, sind die Standorte der Praxisflächen über das gesamte Bundesgebiet und dabei über die wesentlichen Ackerbauregionen mit ihren unterschiedlichen Boden- und Klimazonen verteilt. So ist sichergestellt, dass die zu erarbeitenden Regeln und Algorithmen für eine ortsspezifische Bewirtschaftung für die wichtigsten Anbaugelände Deutschlands Gültigkeit besitzen werden.



Abb. 11.1-3: Lage der Standorte der in *pre agro* einbezogenen Betriebe und Lohnunternehmen

Fig. 11.1-3: Position of the partner farms and contractors

Tabelle 11.1-3 stellt für jeden Standort jeweils einen repräsentativen Betrieb mit wesentlichen Kennzahlen vor.

Tab. 11.1-3: Charakterisierung repräsentativer Projektbetriebe der einzelnen Standorte

Tab. 11.1-3: Characterization of the *pre agro* partner farms

Standort	Betriebstyp	Betriebsfläche (ha)	durchschn. Schlaggröße (ha)	Ackerzahl von-bis (Ø)	Jahresniederschlag (mm)	Jahres-Ø-Temp. (°C)
Thumby	Marktf Fruchtbetrieb	1.000	20	25-58 (40)	880	9,5
Kassow	Marktf r. mit 200 Milchkühen	2.200	50	29-47 (36)	530	8,2
Groß-Twülpstedt	Marktf Fruchtbetrieb	500	7	38-48 (43)	600	9,1
Raesfeld (Beckum)	Marktf Fruchtbetrieb	150	5	28-44 (40)	750	9,3
Baasdorf	Ackerbau mit Hühnerhaltung	7.000	50	31-94 (65)	450	8,9
Raguhn (Queis)	Marktf Fruchtbetrieb	1.020	50	70-95 (79)	470	8,7
Zeilitzheim	Nebenerwerbsbetriebe	< 30	< 1	50-70 (60)	550	8,3
Landshut	Marktf Fruchtbetrieb	150	5	45-70 (60)	800	7,6

Diese Übersicht zeigt auch die großen Strukturunterschiede zwischen west- und ostdeutschen Betrieben (Tab. 11.1-3) bzw. bei den Lohnunternehmen (Tab. 11.1-4). Die Kennzahlen der Klima- und Naturräume der 8 Standorte machen aber auch deutlich, dass sich das zu entwickelnde Managementsystem für Precision Agriculture sehr unterschiedlichen Voraussetzungen stellen muss.

Tab. 11.1-4: Charakterisierung der Lohnunternehmen im Projekt

*Tab. 11.1-4: Characterization of the contractors in the project*

Standort	angebotene Dienstleistungen	bearbeitete Fläche (ha · a <sup>-1</sup> )	Ø-Schlaggröße der Kunden (ha)
Raguhn	Düngung, Pflanzenschutz, Zuckerrüben-transport	11.000	45
Raesfeld	Mähdrusch, Silomaisernte, Heuwerbung	1.000	3
Landshut	Mähdrusch	4.000	5

### 11.1.6 Kooperationen mit anderen Forschungsprojekten

Die hohe Komplexität und die große Dynamik in der Entwicklung der neuen Pflanzenproduktionstechnik 'Precision Agriculture' erfordern einen ständigen und intensiven Erfahrungs- und Wissensaustausch mit externen Wissenschaftlern sowie anderen Forschergruppen und Entwicklern. Dieser Austausch erfolgt auf der Ebene des Gesamtprojektes *pre agro* sowie bilateral seitens der Teilprojekte bzw. deren MitarbeiterInnen mit externen Kooperationspartnern.

Eine Auswahl von sehr aktiven Kooperationen im Bereich von Wissenschaft und Erprobung zu Precision Agriculture kann die Verbindungen von *pre agro* mit Dritten exemplarisch beschreiben:

#### **ATB (Dr. Domsch)**

Mit einem in Vorbereitung befindlichen Projekt von Herrn Dr. Domsch (Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, ATB) soll eine Methodik entwickelt werden, mit der bei standortheterogenen Schlägen eine Ausweisung von differenziert zu bewirtschaftenden Teilflächen erfolgen kann. Das Projekt wurde zur Beantragung einer Förderung beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Bonn) eingereicht. Als Messmethodik soll die Erfassung der (scheinbaren) elektrischen Leitfähigkeit mit dem System EM-38 erfolgen. Ergänzend sollen die Auswertungen von Ertragskartierungen für die Ausweisung der Teilflächen herangezogen werden. Dieses Projekt beabsichtigte, seine Arbeiten auf den Ackerflächen von vier landwirtschaftlichen Betrieben in Sachsen-Anhalt durchzuführen. Mit dem Projekt

wurde nunmehr vereinbart, dass statt dessen einer der vier Betriebe ein Projektbetrieb von *pre agro* im benachbarten Niedersachsen sein wird (Groß Twülpstedt). Beide Projekte werden auf diesem Betrieb ihre Arbeiten ergänzen und gemeinsame Datenerhebungen sowie -analysen und Konzeptstellungen durchführen. Die vom Projekt 'ATB' erarbeitete Methodik kann damit die eigenen Aktivitäten von *pre agro* gut ergänzen.

### **FAM, IKB**

Auf der Ebene der Prozessuntersuchung bzw. der Erarbeitung von wissenschaftlichen Methoden arbeiten Wissenschaftler von *pre agro* eng zusammen mit dem *Forschungsverbund Agrarökosysteme München* (FAM, BMBF-gefördert) sowie dem Projekt *Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung Dürnast* (IKB, DFG-Forschergruppe). Insbesondere bezieht sich dies auf die Analyse und Abschätzung der Dynamik des Wasserhaushaltes in Boden und Pflanze sowie der Ableitung von Pflanzenzuständen mit Hilfe von Fernerkundungsinformationen.

### **GRANO**

Das vom BMBF geförderte Forschungsverbundprojekt „Ansätze für eine dauerhaft umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion: Modellgebiet Nordostdeutschland (GRANO)“ verfolgt das Ziel, eine stärkere Berücksichtigung von Umweltqualitätszielen in der Landwirtschaft zu erreichen. Hierzu sollen vorhandene Erfahrungen und vorhandenes Wissen zu den Wirkungen der landwirtschaftlichen Landnutzung zusammen mit regionalen Akteuren umgesetzt werden. Im Rahmen von GRANO werden auch erste Erfahrungen von *pre agro* auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in der Uckermark umgesetzt. Die praktische Anwendung bezieht sich dabei auf Ziele des Naturschutzes (Förderung Lebensraum im Weizen für Feldvögel, Schutz von kleinen Standgewässern vor Stoffeinträgen auf dem selben Ackerschlag) und dient als Referenzbeispiel für interessierte Betriebe in der Region. Durch das Verbundprojekt *pre agro* werden die Planung der Maßnahmen wissenschaftlich vorbereitet und ihre Durchführung fachlich betreut.

### **Universität Potsdam (Dr. Lück)**

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU, Osnabrück) fördert seit Anfang des Jahres 2000 ein Entwicklungsprojekt von Frau Dr. Lück (Univ. Potsdam) zu methodischen Arbeiten für Precision Agriculture. Mit Hilfe von wiederholten Messungen der elektrischen Leitfähigkeit der Böden von bewachsenen Ackerflächen (EM-38-System) soll die Wasserdynamik im Boden während der Vegetation erfasst werden. Aus dem Verlauf des Bodenwassergehaltes sollen Hinweise für eine effektive Stickstoffdüngung (Spätgabe im Getreide) abgeleitet werden. Die Arbeiten dieses Projektes werden auf dem *pre agro*-Projektbetrieb Kassow durchgeführt. Hierzu erfolgen gemeinsam mit diesem DBU-Projekt die Planung und Interpretation von Untersuchungen sowie die Nutzung entstehender Methoden. Die Projekte werden ihre Standort- und Erhebungsdaten austauschen und gemeinsam nutzen.

**Universität Bonn (Prof. Kromer)**

Das Institut für Landtechnik in Bonn (Univ. Bonn, Prof. Kromer) hat in den letzten beiden Jahren ein Ertragerfassungsgerät für Feldhäcksler entwickelt. Dieses System ist geeignet, in Standard-Häckslersysteme eingebaut zu werden, um damit Ertragskartierungen bei Ernte von Gras und Silomais durchzuführen (s. auch Kap. 4.3). Das System wird gemeinsam mit den Entwicklern auf Flächen des Standortes Raesfeld (Lohnunternehmen SEDA) eingesetzt. Für die Entwickler bietet sich die gute Möglichkeit, die Ertragskartierung gezielt mit den von *pre agro* ermittelten Standorteigenschaften zu kalibrieren. Für *pre agro* ergibt sich durch den Einsatz dieses Kartiersystems die Möglichkeit, die in Raesfeld durchgeführte differenzierte Aussaat von Silomais auch differenziert zu beernten (Ertragskartierung).

**Universität Kiel (Prof. Isensee)**

Für die wissenschaftlichen Arbeiten des Forschungsverbundprojektes *preagro* auf dem Standort Thumbby ergab sich die günstige Gelegenheit einer Kooperation mit diesem Institut für Landtechnik der Universität Kiel (Prof. Dr. Isensee). Diese Forschungseinrichtung kooperiert schon länger mit dem landwirtschaftlichen Betrieb. Die Arbeiten von Professor Isensee zur Entwicklung von Ertragerfassungssystemen in der Zuckerrübenernte sowie zur Ermittlung von N- bzw. Eiweißgehalt im Erntegutstrom von Getreide während der Erntefahrt sind sehr wichtige Grundlagen zu den Arbeiten des Forschungsverbundprojektes *preagro*. Für ausgewählte Pflichtschläge erfolgten deshalb die Kartierung von Erträgen bei Zuckerrüben sowie die Kartierung des N-/Eiweißgehaltes bei Weizen.

**Diverse**

*pre agro* kooperiert auch mit Firmen der Landtechnikindustrie: Agrocom (Terminals), Amazonenwerke (Sämaschinen, Düngerstreuer), Becker (Maislegemaschinen), CLAAS (Ertragskartiersysteme Mähdrescher, Häcksler), Dronningborg Industries (Terminals), Jacoby (Spritzen), Federstadt (Bodenbearbeitungsgeräte, Sätechnik), Horsch (Bodenbearbeitungsgeräte, Sätechnik), LH Agro (Terminals). Diese Firmen stellen Leihgeräte oder im Preis reduzierte Technik sowie in erheblichem Umfang auch Know-How und Serviceleistungen kostenlos dem Projekt bzw. den Projektbetrieben zur Verfügung.

Tab. 11.1-5: Projektstruktur und projektbearbeitende Institutionen

Tab. 11.1-5: Project structure and integrated institutions

<b>I Praxiserprobung</b>	Technikbetreuung, Technik- und Gerätevergleich [TP I-1]	DLG	Micro-Precision-Farming [TP I-3]			
	Anwendung von Modulen zur Bestandesführung [TP I-2]	ZALF, KTBL, DLG	TU-München			
<b>II Standort- und Bestandesanalyse</b>	Bodenlandschaften [TP II-1]	Univ. Rostock	ökologische Sensibilitäten [TP II-3]	Bestandesinformationen [TP II-4]	Aufbereitung Ertragskartierungen [TP II-5]	Ermittlung Ertragspotentiale [TP II-6]
	a) Hof- Bodenkarten Univ. Kiel b) Relief Univ. Rostock	Univ. Rostock	b) Naturschutzziele Univ. Marburg	AgroSat	geo-konzept	a) Bodenwasser-Speicher TU-München b) Ertragspotentiale kartieren ZALF-
<b>III Management der Informationsverarbeitung</b>	Integrierende Software für precision farming [TP III-1]		Bodenbearbeitung [TP III-3]	Düngung [TP III-4]	Herbizide, Fungizide und Halmstabilisatoren [TP III-5]	
	a) Betriebe Agrocom b) Lohnunternehmer AgriCon	ZALF-LS	FAL	ZALF-LSA	ATB	
<b>IV Wirkungsanalyse</b>	Ökonomie [TP IV-1]	Ökologie [TP IV-4]				
	Univ. Hohenheim	a) regional ÖZK b) lokal: NO <sub>3</sub> ZALF-LSA				
<b>V Koordination</b>	Projektkoordination [TP V-1]	Projektkoordinationsystem [TP V-2]				
	a) Inhalt: ZALF b) Öffentlichkeit / Betriebe KTBL	Univ. Rostock				

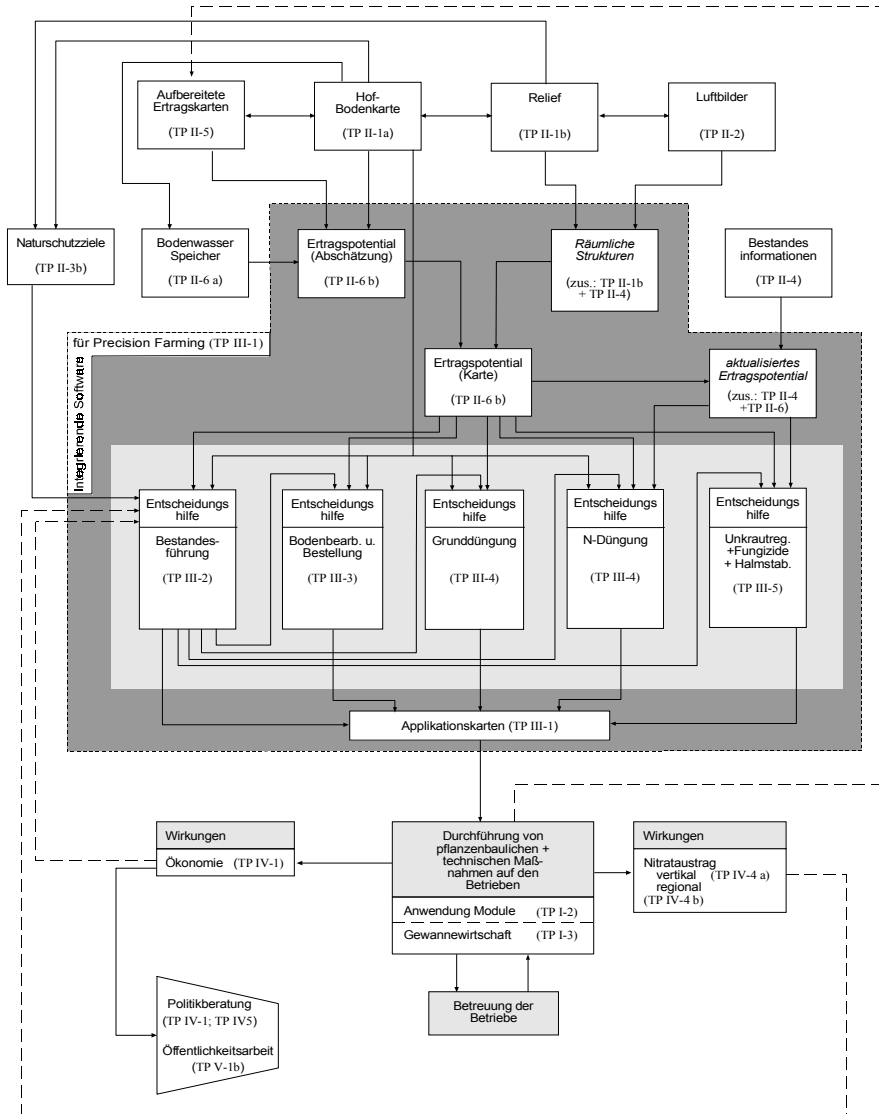


Abb. 11.1-4: Vernetzung der wichtigsten Ergebnisse des Verbundes [allgemeine Inputdaten: durchgezogene Linien; Rückkoppelungen: gestrichelt]

Fig. 11.1-4: Linkage between the most important project results and the information flow [solid line: universal input data, dashed line: data reflow]



