



Kapitel 6

Chapter 6

Managementsystem ortsspezifischer Pflanzenbau

Management system site-specific crop production

6.1 Integrierte Boden- und Bestandesführung in Precision Agriculture

- ausführliche Zusammenfassungen der Teilprojekte von *pre agro* mit Schwerpunkt „Boden- und Bestandesführung“ -

Dr. A. Werner, Dr. R. Roth, Dipl. Geogr. J. Kühn, PD Dr. H.-H. Voßhenrich, Prof. Dr. C. Sommer, Dr. K.O. Wenkel, Dipl. Geoökol. S. Brozio, Dipl. Ing. agr. R. Gebbers, Dr. K.-H. Dammer, Dr. D. Ehlert,

Einführung: Pflanzenbauliche Maßnahmen¹ werden im Integrierten Pflanzenbau in ihrer Art und Intensität an die standörtlichen Anbau- und Wachstumsbedingungen angepasst. Zudem werden alle Maßnahmen so aufeinander abgestimmt, dass ihre Wirkungen auf den Bestand die angestrebten Anbauziele möglichst gut erreichen lassen. Alle Maßnahmen werden dabei untereinander fachlich-logisch verknüpft (s. Abb. 6.1-1). Auf den Boden gerichtete Maßnahmen schaffen wichtige physische Voraussetzungen für die Bestandesentwicklung.

Im precision agriculture werden diese Grundprinzipien der Boden- und Bestandesführung nicht nur für ganze Schläge, sondern für jeweils deren Teilflächen angewandt. Für jede Teilfläche müssen diese Planungs- und Gestaltungsschritte nach deren standörtlichen Bedingungen erfolgen. Um die Standortcharakteristika inhaltlich mit den Bestandesansprüchen zu verknüpfen und dies dabei nach möglichst einheitlichem Schema durchführen zu können, ist eine Unterstützung von Landwirten und Beratern erforderlich. Das Projekt *pre agro* entwickelt hierzu Entscheidungsunterstützungssysteme. Diese aggregieren das vorhandene pflanzenbauliche Wissen zur Bestandesführung in Form von Regeln und Algorithmen. Sie müssen allgemeingültig, aber standortspezifisch und damit übertragbar sein. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Ergebnisse an vielen Standorten eingesetzt werden können.

Bodenbearbeitung: Mit einem in *pre agro* entwickelten Prototypen kann die Bearbeitungstiefe einer Grubber-Kreiselleggenkombination während der Überfahrt differenziert werden. Entsprechend den ortsspezifischen Standortbedingungen erfolgt eine tiefere oder flachere Bodenbearbeitung. Die Entscheidung zur jeweiligen Arbeitstiefe erfolgt anhand der standörtlichen Bedingungen von Bodenart und Wasserführung im Boden getroffen. Die zugrundeliegenden kausalen Beziehungen wurden in Form von Regeln formuliert und werden demnächst als Module programmiert. Die stellenweise Verringerung der Bearbeitungstiefe senkt den Kraftstoffbedarf bis zu 60 %.

Saat (Modul: *pre agro*-Saat): Für die teilflächendifferenzierte Aussaat von Winterweizen wurde der Prototyp eines Entscheidungsunterstützungsmoduls entwickelt und als ArcView-Extension programmiert. Die Aussaat von Winterweizen wurde im Projektzeitraum für alle Pflichtschläge entsprechend den standörtlichen Bedingungen differenziert nach Teilflächen durchgeführt. Die dabei angestrebten Bestandesdichten nach Feldaufgang sowie die für optimale Ertragsbildung angestrebten Ährendichten wurden unterschiedlich gut erreicht. Aufgrund der ungünstigen Auflaufbedingungen im Herbst 2000 konnten die angestrebten Pflanzendichten nicht auf allen Standorten erreicht werden. Dennoch wurden aufgrund der sehr

¹ wichtige pflanzenbauliche Maßnahmen sind: Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Saat, Stickstoff-Düngung (N), Unkrautregulation, Pflanzenschutz, Düngung von Phosphor (P) und Kalium (K)

günstigen Wachstumsbedingungen im Jahr 2001 oft vergleichbare Erträge der unterschiedlichen Teilflächen erreicht. An einigen Standorten wurden die angestrebten Ährendichten deutlich überschritten.

N-Düngung (Modul: *pre agro-N*): Für die N-Düngung wurden verschiedene Düngungsstrategien als Algorithmen entwickelt, im Entscheidungsunterstützungsmodul berücksichtigt und als ArcView-Extension programmiert. Durch Ansätze zu Online sowie Offline Verfahren der N-Düngung bzw. Kombinationen werden die relevanten Ansätze zukünftiger N-Düngungsverfahren abgebildet. Einige Algorithmen wurden anhand von Feldversuchen erprobt. Die untersuchten N-Algorithmen führten zu vergleichbaren Erträgen wie die der betriebsüblichen N-Düngungsverfahren.

Grunddüngung (Modul: *pre agro-Grunddüngung*): Es wurden Algorithmen für die teilflächenspezifische Düngung von P, K, Mg und für die Kalkung entwickelt, als Prototypen programmiert und erprobt. Grundansatz sind die Nährstoffbilanz, die Abschätzung des Bedarfs sowie das Anstreben eines bodentypischen optimalen Nährstoffgehaltes. Die Algorithmen sind deshalb betriebs- und nicht fruchtartenbezogen.

Unkrautregulation: Mit Hilfe des Prototypen eines Unkrautsensors können der lokale Unkrautungsgrad (Unkrautdichten) erfasst und daraus Steuerungen für die Herbizidspritzung abgeleitet werden. Die Herbizidaufwandsmenge konnte durch Einsatz des Sensors um 12,7% gegenüber der betriebsüblichen Applikation gesenkt werden.

Pflanzenschutz: Mit Hilfe eines Biomassesensors (Pendelsensor) kann bei Applikationen von Pflanzenschutzmitteln die zu benetzende Blattfläche indirekt erfasst werden. Daraus kann die Steuerung von Pflanzenschutzspritzen abgeleitet werden. Die Spritzbrühenmenge konnte bei Fungizidapplikationen durch den Einsatz des Sensors um ca. 14 % gegenüber betriebsüblicher Applikation verringert werden. Andere Methoden zur Ermittlung der Blattfläche (LAI-Messungen im Bestand, Ableitung aus Fernerkundungsdaten) wurden damit verglichen.

6.1 Integrated Management of Soil and Crop in Precision Agriculture

-- extended summary of the respective subprojects of *pre agro*, dealing with integrated management of soil and crop --

Dr. A. Werner, Dr. R. Roth, Dipl. Geogr. J. Kühn, PD Dr. H.-H. Voßhenrich, Prof. Dr. C. Sommer, Dr. K.O. Wenkel, Dipl. Geoökol. S. Brozio, Dipl. Ing. agr. R. Gebbers, Dr. K.-H. Dammer, Dr. D. Ehlert,

Introduction: Crop management of integrated farming procedures is adapted to the site specific conditions for growth and yield formation of the very crop. In addition the different measures² are created compatible to the other measures within the cropping system to ensure a development and yield that is most suitable to the expected results of the crop produc-

² important cropping measures are: soil tillage, seedbed preparation, sowing, Nitrogen-fertilisation (N), weed control, crop protection and fertilisation of Phosphorous (P) and Potassium (K)

tion. Such an approach is rather complex already for single, uniformly cultivated field. All measures are planned according the site conditions and linked logically to their specific impacts onto soil and crop (see fig. 6.1-1). Those measures that aim directly onto the soil are important additions to the crop management measures, because they prepare physical conditions as important prerequisites for the crop development and yield formation.

In precision agriculture these principles for soil and crop management are applied for single sub-units in the heterogeneous fields. According to this, each step in planning and managing the crop is related to the site conditions of the sub-unit, its crop management history and linked with the other measures on that very sub-unit. To ensure the proper use of the site data and deducting feasible activities for cropping measures for each sub-unit in the fields, it is necessary to support the decision making of the farmer. The joint-research project *pre agro* develops such decision support tools as software modules for farmers and extension service. These modules aggregate the appropriate existing knowledge on crop management. The knowledge is stored in mathematical algorithms and logical rules. The algorithms and rules are developed in a general approach and are still site specific. Thus these rules can be applied on most locations in Germany that are suitable for precision agriculture. The modules are programmed in standard software.

Soil cultivation: A prototype of a soil cultivator was developed in *pre agro* that is capable of tiling the soil in different depths. The depth of cultivation can be changed during the soil cultivation according to a set of rules. These rules refer to the site conditions of sub-units, especially the soil aeration due to more or less dense and compacted soil as well as water flow in the soil. Reducing the soil tillage depth can lower the fuel consumption for the tractors up to 60%.

Sowing (module: *pre agro-sow*): For sowing winter wheat differentially according the site specific conditions of sub-units within field, the prototype of a decision-support module was developed. It was programmed as an ArcView-extension. Sowing winter wheat differentially according site conditions was done on all *pre agro* fields in the last three years. The planned plant densities as well as the planned ear densities were achieved on the fields in some cases rather well. Due to bad weather conditions (drought) the emergence rate was reduced and a much lower plant density was achieved in autumn of 2000. Thus, due to favorable weather conditions later on during the relevant growth period, almost similar yields were harvested in many sub-parts of some of the different fields in the project. On some locations the planned ear densities were far to low compared to the counted results in the fields in the year 2001.

N-Fertilization (*pre agro-N*): A module for N-fertilization in precision agriculture was developed that helps to make decisions in different nitrogen fertilization strategies. The module was programmed as an ArcView-extension. On-Line as well as Off-Line approaches (mapping approach) and combinations (on-line with mapping overlay) were developed. Some of the algorithms were tested with plot experiments as well as with on-farm experiments. The analyzed N-fertilization strategies resulted in similar yields as the usual N-fertilization strategy of the farmers.

P-/K-/Mg-Fertilization, Liming (*pre agro*-basic fertilization): Algorithms for site-specific fertilization of P, K, Mg and for site specific liming were developed. New approaches were de-

signed to calculate the demand and to typify the proper soil-nutrient level. The algorithms are specific for whole farms and less for single crops. These rules and balancing algorithms were programmed as prototypes.

Weed Control: With a prototype of an optical weed detector the local weed density in row crops can be analyzed. According to the detected weed density the proper amount of herbicide can be adjusted on the sprayer accordingly. With such an approach the necessary herbicide amount could be reduced about 12,7 % in comparison to the standard application rate.

Crop Protection: With the use of a mechanical biomass sensor (pendulum-meter) the leaf area of sub-units in heterogeneous crop stands can be determined. With this information the necessary amount of fungicide spray to cover to canopy completely can be adjusted. With this approach the amount of sprayed fungicides could be reduced about 14 % in comparison to the standard application rate. The pendulum-approach was compared with other methods, especially those from non-destructive LAI-measurements as well as from remote sensing.

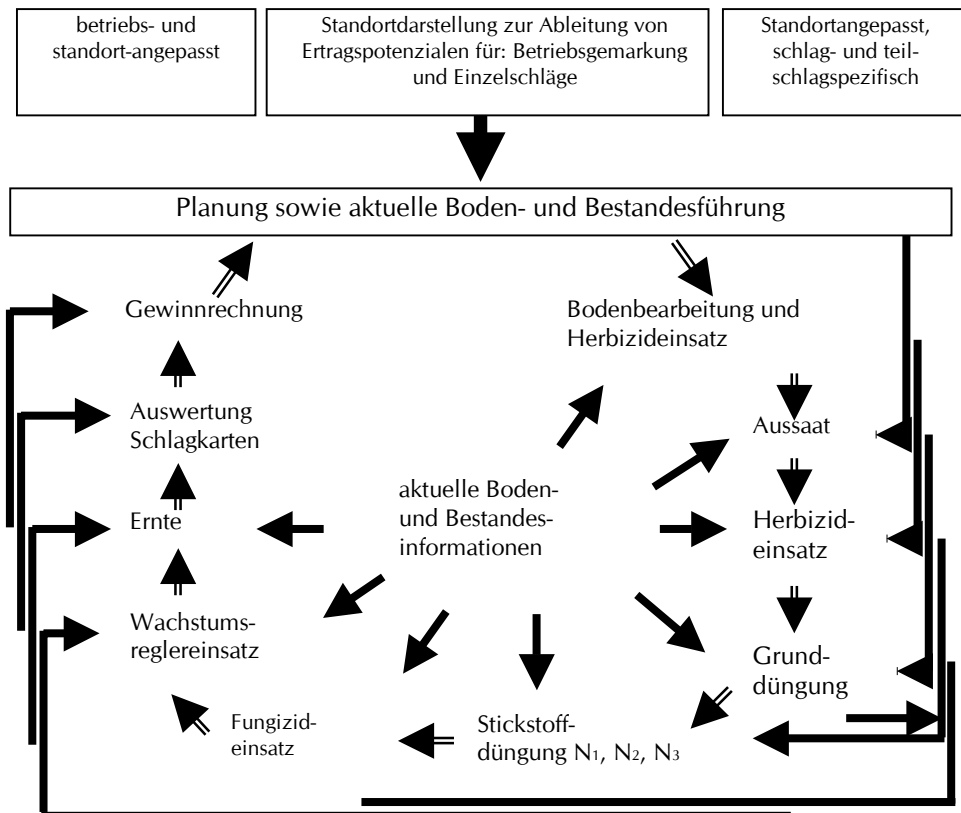


Abb. 6.1-1: Darstellung der integrierten Boden- und Bestandesführung in precision agriculture

Fig. 6.1-1: Illustration of the integrated management of soil and crop in precision agriculture

