

Hubert Linseisen, Achim Spangler, Klaus Hank, Peter Wagner, Thomas Steinmayr, Markus Demmel, Hermann Auernhammer, Ioannis Manakos, Thomas Schneider und Joachim Liebler

Daten, Datenströme und Software in einem Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion

Viele Fragen des Informationsmanagements für die derzeitigen Ansätze einer teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion sind noch nicht allgemeingültig gelöst. Es fehlen Richtlinien, welche Daten, wo verrechnet -auf dem stationären Management-Informationssystem oder auf der mobilen Prozeßtechnik-, wie aggregiert, zu welchen Arbeitsgängen auf die mobile und von der mobilen Prozeßtechnik übertragen werden sollen. Dies gilt insbesondere für einen Sensor-Ansatz mit Kartenüberlagerung zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion, bei dem in Echtzeit Sensordaten mit vergangenheitsbezogenen Daten auf der mobilen Prozeßtechnik verrechnet werden sollen. Ein erster Schritt für zu erarbeitende Lösungen ist das Aufstellen eines Datenflußdiagrammes für das Gesamtsystem dieser teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion. Die in diesem Rahmen zu erarbeitenden Richtlinien müssen möglichst kosten- und arbeitsexensive Verfahren ermöglichen, sollen sie in der praktischen Anwendung Bedeutung erlangen.

1 Problemstellung

Für Belange der teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion müssen die relevanten georeferenzierten und betrieblichen Informationen verarbeitet und verrechnet werden. Die hierfür angebotenen Softwarekomponenten für ein Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion sind aber noch verbesserungsbedürftig. Dies gilt sowohl für die Software der mobilen Prozeßtechnik (Schlepper, Selbstfahrer), Geoinformationssysteme als auch für verschiedene Verrechnungskomponenten auf dem stationären Betriebsrechner:

- Mit dem Landwirtschaftlichen Bus System (LBS) nach DIN 9684-3 und 4 (1997, 1998) ist die Struktur für einen Datenaustausch auf der mobilen Prozeßtechnik und mit der DIN 9684-5 (1999) die Struktur für einen Datenaustausch von der mobilen Prozeßtechnik zu einem stationären Geoinformationssystem und in umgekehrter Richtung vorgegeben. Allerdings gibt es derzeit noch große Kompatibilitätsprobleme zwischen den angebotenen LBS-Softwarekomponenten (Lisso, 1999; Heller, 1999). Wesentliche Gründe sind:

Die verschiedenen LBS-Softwareanbieter haben die Normen noch nicht umfassend genug implementiert. Die vorhandenen DIN-Normen lassen viel Freiraum in der Interpretation der Definitionen. Bei den zu transferierenden Dateninhalten offenbaren unterschiedliche Anbieter verschiedene Strategien und Umsetzungen.

- Georeferenzierte Daten mit ihren x (Angabe zur geographischen Länge)-, y (Angabe zur geographischen Breite)-, z (Höhenangabe)-Koordinaten unterliegen bei der Aufzeichnung vielen Fehlerquellen. Das Resultat dieser Fehlerquellen sind nicht klar abgrenzbare Geltungsbereiche für die Flächen, welche die x - und y -Koordinaten reprä-

sentieren. Die georeferenzierten Rohdaten müssen daher nachträglich bearbeitet werden, um die Fehler weitestgehend zu beseitigen. Dies ist eine Voraussetzung für eine möglichst realitätsnahe Überführung von punktuell erhobenen Daten in eine Flächendarstellung¹. Bei georeferenzierten Ertragskarten sind Ansatzpunkte der Nachbearbeitung eine Punktdatenvorverarbeitung, der Übertrag der Ertragsdaten auf Applikationsraster und die Nutzung verschiedener Interpolationsmethoden. Kausal begründbare Punktdatenvorverarbeitungen werden z.B. bei den georeferenziert erhobenen Daten von den Anbietern derzeitiger Softwareprodukte nur zaghaft angewendet, da diesbezüglich weitgehend noch allgemeingültige Bereinigungsverfahren fehlen, bzw. benötigte Informationen zur verbesserten Interpretation noch zeitaufwendig erhoben werden müssen (z.B. tatsächliche Schnittbreite beim Mährescher; Griepentrog, H.-W., 1999; Jürschik, Giebel, Wendroth, 1998).

- Derzeit angebotene Programme für die Informationsverarbeitung zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion sind meist Inselösungen ohne Einbettung in ein Gesamtkonzept. Dies bedingt eine mehrfache Eingabe gleicher Daten und mehrmalige Datentransfers zwischen diesen Inselkomponenten. Realisierte Konzepte eines „integrierten Informationssystems für landwirtschaftliche Betriebe einschließlich eines konzeptionellen Datenmodells für den Bereich Ackerbau“, die die Dateneingabe und den Datentransfer zwischen den Softwarekomponenten minimieren, einer Redundanz in der Datenhaltung entgegenwirken und komponentenübergreifende Auswertungen zulassen würden, fehlen noch (DLG, 1992). Diese Aussage trifft v.a. für die Zusammenführung georeferenzierter Daten mit sonstigen betrieblichen Daten zu.

- Eine ganze Reihe von Verfahren der Informationsbeschaffung für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion (v.a. die manuellen Bonituren der Pflanzenbestände) sind noch zu arbeits- und kostenintensiv, um in die breite landwirtschaftliche Praxis Einzug zu halten. Forschungsbedarf besteht deshalb noch bei der zu automatisierenden Erfassung und Auswertung der kleinräumigen Heterogenität (durch Sensoren und Fernerkundung²) und beim Erstellen von Regeln und Entscheidungsmodellen für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion, die Voraussetzung sind für eine zu automatisierende Steuerung der LBS-Aktoren³ (vgl. Hellebrand, 1997; Lamp et al., 1999). Die komponentenübergreifenden Auswertungsmöglichkeiten mit daraus abgeleiteten Regeln und Handlungsempfehlungen für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion könnten hierzu einen bedeutenden Beitrag leisten.

Im September 1998 hat an der TU München in Freising-Weihenstephan die DFG-Forschergruppe „Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung Dürnast“, IKB-Dürnast, ihre Arbeit aufgenommen, um Verbesserungsvorschläge zu den angesprochenen Problemen in die wissenschaftliche Diskussion einzubringen (Auernhammer, 1999; Auernhammer et al., 1999).

Als erster Schritt werden hierzu die Datenströme analysiert und in einem Datenflußdiagramm geordnet (vgl. Kap.2).

Die durch die Forschergruppe gewonnenen Erkenntnisse sollen in einem „Sensor-Ansatz mit Kartenüberlagerung“ zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion umgesetzt werden (vgl. Abb.1). Dabei werden die beiden derzeit existenten Systeme des Mapping-Ansatzes und Sensor-Ansatzes miteinander verbunden, um eine bedarfsgerechtere Applikation von Betriebsmitteln (vor allem für Stickstoffgaben während der Entwicklungsstadien 30-50 bei Winterweizen) unter mittlere u-

ropäischen Anbauverhältnissen zu erreichen.

Hierzu sind Entscheidungsmodelle zur N-Düngerausbringung als Bestandteil der Schleppersoftware notwendig, in denen in Echtzeit erhobene und durch ein „Expertensystem Sensor“ interpretierte Sensordaten einfließen. Für die Entscheidungsmodelle und das „Expertensystem Sensor“ sind vergangenheitsbezogene Daten notwendig. Da derzeit angebotene Schleppersoftware diesen Ansprüchen nicht gerecht werden kann, muß dieser Ablauf im Rahmen des Projektes auf einem stationären Geoinformationssystem (GIS) simuliert werden:

Kurz vor den entsprechenden N-Düngergaben werden Sensordaten erhoben, die dann auf dem stationären GIS mit Hilfe des „Expertensystems Sensor“ interpretiert werden. Die Aussagen dieses Expertensystems fließen dann in Entscheidungsmodelle. Die durch das gewählte Entscheidungsmodell empfohlene N-Düngermenge wird dann via PCMCIA-Karte auf den Bordcomputer des Traktors übertragen. Erweist sich dieser Ansatz als erfolgreich, muß versucht werden, den geschilderten Vorgang auf die mobile Prozeßtechnik zu verlagern, damit ein einmaliges Befahren der Schläge bei der N-Düngerausbringung ausreicht (näheres unter 2.4).

Welche Daten, Datenströme und Software grundsätzlich bei diesem Sensor-Ansatz mit Kartenüberlagerung benötigt werden, ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

2 Gesamtübersicht über das Informationssystem

Im Überblick werden zuerst Untereinheiten des Informationssystems definiert. Darauf folgend werden diese Untereinheiten näher beschrieben und offene Fragen des Informationsmanagements angesprochen.

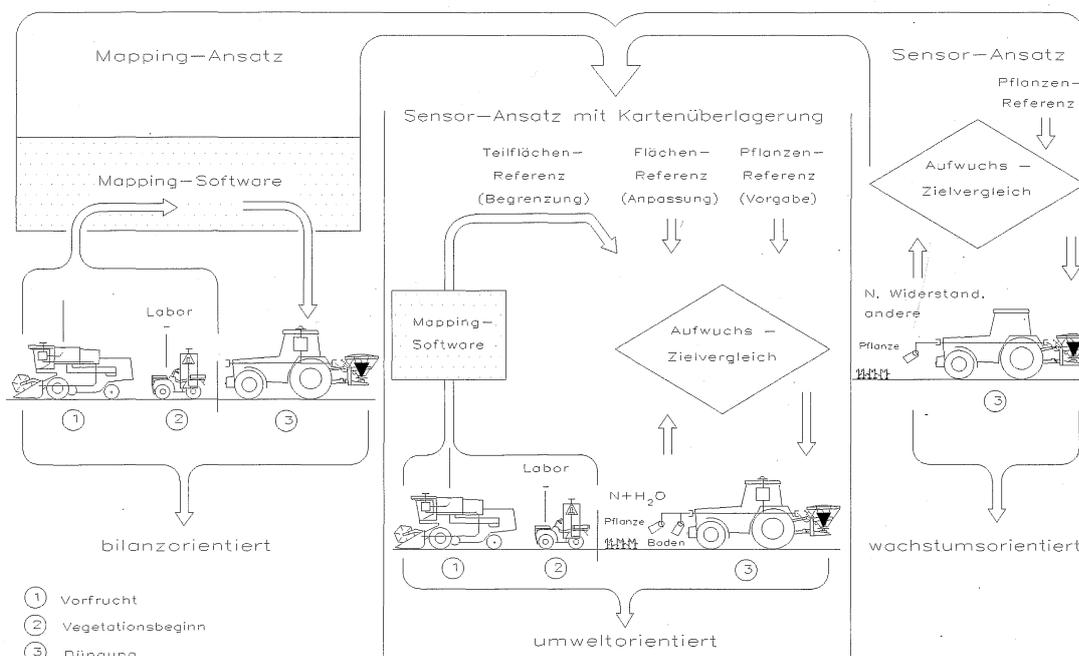


Abb.1: Der Sensor-Ansatz mit Kartenüberlagerung

2.1 Überblick

Um die Anforderungen eines Sensor-Ansatzes mit Kartenüberlagerung für die kleinräumige Bestandesführung erfüllen zu können, sind Untereinheiten dieses Informationssystems zu definieren (vgl. Abb.2 S.42):

- **Software der mobilen Prozeßtechnik** (u.a. mit einem Schlepper-Geoinformationssystem), die langfristig in der Lage ist, in Echtzeit Sensordaten mit den aktuellen Positionsdaten zu verknüpfen und diese dann mit anderen Echtzeit- (z.B. Beleuchtungsparameter, Wetterdaten) und vergangenheitsbezogenen Daten (z.B. Steinanteil der Bodenoberfläche) abzugleichen, um auf diese Weise z.B. mit Hilfe eines Expertensystems die Sensordaten besser interpretieren zu können (s. u.a. Amon, Schneider, 1993). Die interpretierten Sensordaten können in verschiedene Entscheidungsmodelle einfließen, die Handlungsanweisungen für die Akteure liefern.
- Ein **stationäres Geoinformationssystem (GIS)** auf dem Betriebsrechner zur Aufnahme, Bereinigung und Standardisierung relevanter georeferenzierter Daten der Prozeßtechnik, Fernerkundung und anderer georeferenziert ermittelter Informationen (z.B. über Pentop mit „mobilem GIS“) und zur Erarbeitung eines Reliefmodells.
- Eine **„gesamtbetriebliche Datenbank“** zur zentralen Datenablage und Verknüpfung der aufbereiteten und standardisierten georeferenzierten Daten mit anderen relevanten betrieblichen Daten. In den ersten Jahren des Projektes werden verschiedene Abfragealgorithmen, u.a. für Entscheidungsmodelle zur N-Düngerabgabe und andere komponentenübergreifende Auswertungen, getestet, die auf jeweils unterschiedliche Views⁴ der Datenbank zurückgreifen.
- **Verrechnungskomponenten** (eine IST- und PLAN-Leistungs-Kostenrechnung und eine Komponente zur Auswertung ökologischer Effekte der Teilflächenbewirtschaftung) **und komponentenübergreifende Auswertungen**, um Handlungsempfehlungen für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion und Interpretationshilfen für die Sensor- und Fernerkundungsdaten bereitstellen zu können.

Das komplette Informationssystem kann erst in einigen Jahren realisiert werden: Handlungsempfehlungen für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion, „Expertensystem Sensor“, „Expertensystem Fernerkundung“ und Entscheidungsmodelle für die Steuerung des Düngerstreuers können endgültig erst nach Auswertung mehrjähriger Versuchsreihen erstellt werden.

Die Verrechnungskomponente IST-Leistungs-Kostenrechnung wird derzeit schon ausgearbeitet, um vor allem genauere Aussagen über die ökonomischen Auswirkungen einer teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion machen zu können.

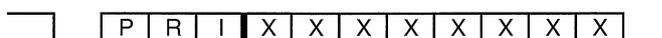
2.2 Struktur der Datenströme und Datenmanagement auf der mobilen Prozeßtechnik

Das LBS nach der DIN 9684-2 bis 5 verwendet das Controller Area Network (CAN)-Protokoll nach ISO (Internationale Organisation für Normung) 11898: 1993-11. CAN unterstützt zwei verschiedene Formate von Botschaftsrahmen, die sich im wesentlichen nur in der Länge der Identifier (ID) im „Arbitration Field“ des Botschaftsrahmens unter-

scheiden (Burkel, 1993): Die Version 2.0A verwendet einen 11 Bit ID, Version 2.0B einen 29 Bit ID.

LBS benutzt die Version 2.0A, in der ISO-Norm 11783 Part 1-11 wurde statt dessen die Version 2.0B festgelegt. Es gibt Hardware, die beide Formate unterstützen kann. Eine notwendige Umstrukturierung der Daten bei einem etwaigen Umstieg von LBS auf ISO reduziert sich deswegen bei dieser Hardware auf ein reines Software-Update (LAV, 1997).

Die Aufteilung des LBS-11 Bit-Identifiers der Version 2.0A ist:



Durch diesen ID wird die Datenstruktur auf dem LBS grob festgelegt. Die 3 Bit-Kombination PRI „kennzeichnet die Prioritätsgruppen (Aufgabengruppen des LBS), wobei PRI=000 die höchste Prioritätsgruppe ist“ (DIN 9684-3, 1997).

Beim CAN -und damit auch beim LBS- werden **gleichberechtigte Komponenten (derzeit Teilnehmer und Dienste)⁵ über einen Bus miteinander verbunden**. Die Initialisierung und Verwaltung des Systems wird daher von allen **LBS-Teilnehmern** gemeinsam durchgeführt (DIN 9684-3, 1997). An das LBS können 16 Gerätetypen (GETY) mit 8 Anbaupositionen (POS) angeschlossen werden. Dies entspricht einer Anzahl von $16 \times 8 = 128$ logischen Geräten. Zur eindeutigen Identifizierung dieser logischen Geräte sind folglich 7 Bit notwendig (GETY POS). Den Teilnehmern werden aber durch das LBS im Rahmen des 11 Bit-Identifiers nur 4 Bit (SEND bzw. EMPF) für „dynamische Adressen“ bereitgestellt: Beim Initialisierungsvorgang bemühen sich daher die Teilnehmer im Rahmen der Systemfunktionen (mit PRI=000) um eine der 15 möglichen dynamischen Adressen. Die 16. mögliche Adresse ist „für Nachrichten an alle (Broadcast) reserviert“ (DIN 9684-3, 1997). LBS-Teilnehmer können durch LBS-Basis-Botschaften (mit PRI=001) und -wenn entsprechende Teilnehmer-Software implementiert ist- durch LBS-Gezielte Botschaften (mit PRI=010) mit anderen LBS-Komponenten Kontakt pflegen.

Ein **vollwertiger LBS-Teilnehmer** verfügt über einen eigenen Jobrechner. Diesem können Sensoren, Akteure und interne Systeme (z.B. ein traktorinterner Bus) in beliebigen Kombinationen zugeordnet werden. Die zugeordneten Sensoren, Akteure und internen Systeme sind nur über den jeweiligen LBS-Teilnehmer über das Leitungssystem ansprechbar (vgl. Abb.2 S.42 unten; DIN 9684-3).

Der **LBS-Teilnehmer Implement Indicator (IMI)** verfügt im Vergleich zu vollwertigen LBS-Teilnehmern nur über eingeschränkte Möglichkeiten des Datenmanagements: Dem IMI in der ersten Ausbaustufe können Sensoren, Akteure oder interne Systeme nicht zugeordnet werden. Der IMI kann aber Informationen von LBS-Komponenten (z.B. zurückgelegter Weg vom LBS-Teilnehmer Traktor) aufnehmen, mit eigenen fest programmierten Daten (z.B. eigene Arbeitsbreite) verknüpfen, um so als Information die bearbeitete Fläche als feste Arbeitsbreite mal vom Traktor zurückgelegten Weg in das LBS zurückzuschicken. Der IMI ist daher vor allem als kostengünstige Alternative für nicht durch das LBS zu steuernde und für nicht sensorisch datenerfassende Maschinen (z.B. Egge, Walze, Transportwägen) vorgesehen (Auernhammer et al., 1999).

Die jeweils nur einmal vorkommenden **LBS-Dienste** besitzen eine feste Dienst-Adresse (DIN 9684-3, 1997). Sie sind Systeme, um Daten in bzw. aus dem LBS zu transferieren (Benutzerstation, Drucker, Datentransfer zu einem stationären Geoinformationssystem, zentrale Diagnose, Ortung und Navigation; DIN 9684-2, 1998). Diese Dienste belegen zwei Prioritätsgruppen (mit PRI=011 und 100; DIN 9684-3, 1997). So können z.B. Daten mit dem System „LBS-Dienst Auftragsbearbeitung“ über weitere Softwarekomponenten des Task Controllers von und zu einem stationären GIS übertragen werden. Diese Softwarekomponenten des Task Controllers sind nicht durch Normen definiert (vgl. Abb.2 S.42). Sie ist entsprechend den Anforderungen, welche die mobile Prozeßtechnik zu bewältigen hat (z.B. Unterstützung des Flottenmanagements, autonomes Fahren), unterschiedlich gestaltet.

Die Prioritätsgruppe PRI=101 ist für LBS-Partnersysteme vorgesehen. Die verbleibenden Prioritätsgruppen (PRI=110 und PRI=111) sind derzeit noch nicht näher spezifiziert (DIN 9684-3, 1997).

Soll der „Sensoransatz mit Kartenüberlagerung“ in die breite Praxis Einzug halten, müßten aus Kompatibilitätsgründen in der DIN 9684-3 beziehungsweise -5 ergänzend Dateninhalte für den Transfer von der mobilen Prozeßtechnik zum und vom stationären GIS festgelegt werden. Hierbei gilt es langfristig u.a. abzuklären, welche Daten wie aggregiert und wodurch (z.B. Schlepper-GIS, Teilnehmer-, Sensor- oder

Aktorsoftware) verrechnet über den LBS-Dienst Auftragsbearbeitung vom Task Controller in das stationäre Geoinformationssystem übertragen werden müssen, bzw. welche Daten zur Interpretation der Sensorwerte und zur Erstellung von Entscheidungsmodellen zur Steuerung der Aktoren vom stationären System zur mobilen Prozeßtechnik für die jeweiligen Arbeitsgänge zu transferieren sind.

2.3 Anforderungen an das stationäre Geoinformationssystem

Das stationäre Geoinformationssystem muß folgende Aufgaben erfüllen können:

- Da sich die DIN 9684-5 (LAV, 1997, IV) nur auf die Datentransferdatei auf dem stationären Geoinformationssystem bezieht, ist derzeit eine Aufbereitung der Prozeßdaten verschiedener Anbieter mobiler Prozeßtechnik-Software auf das einheitliche Niveau dieser DIN notwendig (vgl. Abb.2 S.42 Mitte). Anzustreben wäre eine genormte Datentransferdatei schon auf der mobilen Prozeßtechnik.
- Aufgrund verschiedenster Meßfehler mit dadurch begründeten nicht klar abgegrenzten Geltungsbereichen der Meßpunkte sind Nachbereinigungen für eine verbesserte Aussagekraft der Meßpunkte und -werte von der mobilen Prozeßtechnik durch Expertensysteme anzuraten (vgl. Abb.3 unten und Mitte). Verbesserte Annäherungen an

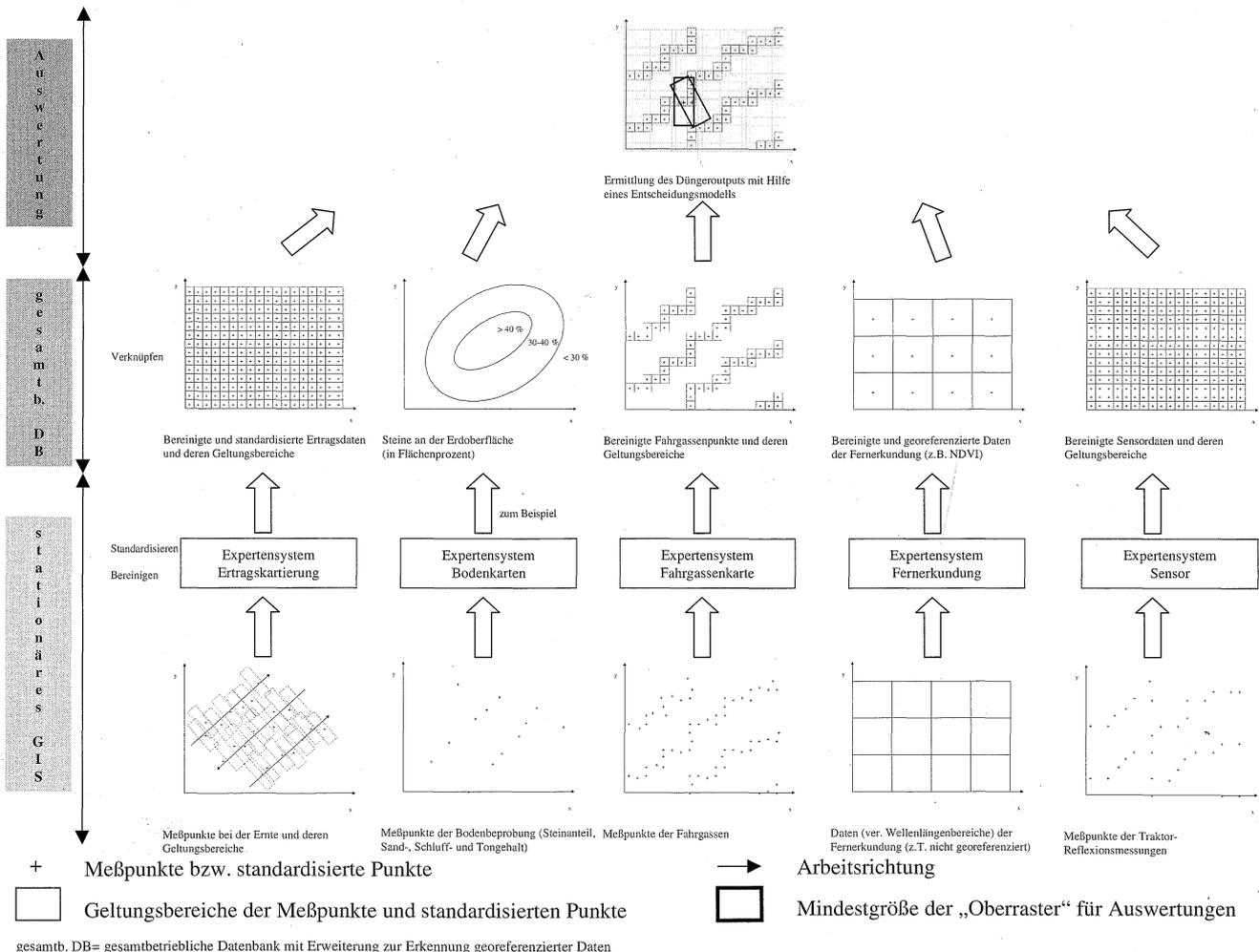


Abb.3: Beispiel für die Erstellung eines Entscheidungsmodells zur N-Düngergabe in den Entwicklungsstadien 30-50 mit vorhergehender Bereinigung, Standardisierung und Verknüpfung georeferenzierter Daten

die realen Gegebenheiten könnten z.B. in einem „Expertensystem Ertragskartierung“ im Rahmen der Punktdatenvorverarbeitung, bevor Interpolationen durchgeführt werden, Fahrgassenkorrektur-Algorithmen bewirken (Beuche, Hellebrand, 1999). Erst die bereinigten und standardisierten Datenlagen der mobilen Prozeßtechnik werden mit weiteren georeferenzierten und betrieblichen Daten im Rahmen der „gesamtbetrieblichen Datenbank“ miteinander verknüpft (vgl. Abb.3 Mitte).

- GPS/DGPS-Ortungssignale und die damit verknüpften Daten der mobilen Prozeßtechnik liegen meist im globalen Bezugssystem World Geodetic System 1984 (WGS 84) vor. Statt dessen verwenden digitalisierte Karten der Landesvermessungsbehörden eine Gauß-Krüger-Projektion - in Bayern wird dabei der 12° bzw. 15° Ost-Meridian als Bezugslinie für den Rechtswert verwendet - mit einem Bessel- bzw. in Ostdeutschland Krassowsky-Ellipsoid. Gegenseitige Umrechnungen sind deshalb erforderlich, um diese Datenschichten geographisch orientiert miteinander verbinden zu können (Kahmen, 1997; Lamp et. al., 1999).
- Fernerkundungsdaten sind bei reliefiertem Gelände erst nach einer Orthoentzerrung mit Hilfe eines Digitalen Geländemodells (DGM) und GPS-Kontrollpunkten im Rahmen des stationären GIS hinreichend genau mit anderen schon geographisch orientierten Informationslagen zu verknüpfen (Grenzdörffer, 1999; Kahmen, 1997).

2.4 Charakterisierung der zentralen Datenbank, der Verrechnungskomponenten und der komponentenübergreifenden Auswertungen

Georeferenzierte Daten können auf verschiedene Arten dargestellt werden. Dies hängt ab, wie die Daten erhoben wurden, wie sie zusammengestellt werden und von den Eigenschaften des Datenhaltungssystems. Nach Goense, Hofstee und Van Bergeijk (1996) gibt es vier Methoden der Darstellung: „(1) lane table; (2) pattern table; (3) raster table; and (4) polygon table [...]. The first three methods are able to locate point-related data. The last method handles areas. It is possible to convert between the representations. [...] Conversion is of major importance to be able to use existing or future Geographical Information Systems (GISs).“

Durch Erweiterungen sind konventionelle Datenbanksysteme in der Lage auch georeferenzierte Daten zu erkennen und als solche über Abfragen anzusprechen (ESRI, 1998). Dadurch sind Verknüpfungen georeferenzierter Daten mit konventionellen betriebsrelevanten Daten innerhalb eines Datenbestandes grundsätzlich möglich und so darauf aufbauend z.B. eine Leistungs-Kostenrechnung auf Teilflächenebene durchführbar (vgl. Abb.2 S.42 oben). Abzuklären ist hierbei, welche Leistungen und Kosten auf dieser Ebene gegenübergestellt werden sollen.

Komponentenübergreifende Auswertungen können dann eine verbesserte Ursachenforschung z.B. für dauerhaft unterdurchschnittliche Leistungs-Kostendifferenzen oder Erträge auf gewissen Teilschlägen ermöglichen: Korreliert z.B. eine Teilfläche mit niedrigem pH mit einer Teilfläche mit dauerhaft unterdurchschnittlichen Erträgen oder Leistungs-Kostendifferenzen, könnte u.U. eine verstärkte Aufkalkung dieser Teilfläche eine gute Handlungsanweisung für den Landwirt sein.

Eine wichtige Auswertungsaufgabe des Projektes wird nachfolgend näher beschrieben:

Hauptziel des Projektes ist es, ein Expertensystem zur Interpretation der Sensorwerte („Expertensystem Sensor“) und Entscheidungsmodelle für die teilflächenspezifisch auszubringende N-Düngergabe zwischen EC 30 und 50 zu erstellen (vgl. Abb.3 Mitte rechts und oben).

Eine große Anzahl von Faktoren ist verantwortlich für das Erscheinungsbild der Pflanzen zu beiden Zeitpunkten. Wichtige Faktoren zur Bestimmung einer möglichst angepaßten teilflächenspezifisch ausgebrachten N-Düngergabe sind u.a.: das Ertragspotential –z.B. ermittelt aus mehrjährigen Ertragskarten-, teilflächenspezifisch ermittelte Relief-, Boden- und Pflanzenzustandseigenschaften (Lamp et al., 1999). Kurz zuvor durchgeführte Sensordatenerhebungen sollen Rückschlüsse auf den Pflanzenzustand zu diesem Zeitpunkt liefern. Die Sensordaten werden aber zu diesem Zeitpunkt u.a. auch durch Bodeneigenschaften beeinflusst. In einem „Expertensystem Sensor“ sollen diese und andere Effekte bereinigt werden. Weiter muß abgeklärt werden, ob es durch Reflexionsmessungen auf dem Feld, vom Flugzeug oder durch Satelliten zu Synergieeffekten bezüglich des Informationsgehaltes über den derzeitigen teilflächenspezifischen Pflanzenzustand kommen kann (durch „Expertensystem Fernerkundung“ und „Expertensystem Sensor“). Die relevanten Datenlagen werden erst dann in die zentrale Datenbank abgelegt, wenn eindeutig abgegrenzte Geltungsbereiche für die georeferenzierten Polygone oder Punkte durch die jeweiligen Expertensysteme auf dem stationären GIS erstellt wurden. Hierzu müssen z.T. Punktdaten in eine flächige Darstellung überführt werden (vgl. Abb.3 unten und Mitte). Diesbezüglich raten Goense, Hofstee und Van Bergeijk (1996): „When point data has to be converted into areas, it is most straightforward to create rectangles with the raster points as centroids“. Die Fahrgassen für die später durchgeführten N-Düngungen in den Entwicklungsstadien 30-50 sind bereits ab der Saat festgelegt. Durch ein zu erarbeitendes „Expertensystem Fahrgassenkarte“ können demzufolge schon ab diesem frühen Zeitpunkt die Geltungsbereiche der späteren Fahrgassenpunkte für die N-Düngung zu den Entwicklungsstadien 30-50 errechnet werden. Diese Geltungsbereiche sind an die Fahrgassen anzupassen, um für die gesamte Arbeitsbreite des Düngerstreuers eine einheitliche N-Düngeempfehlung errechnen zu können. Hierbei sind aber Mindestgrößen der Raster für die N-Düngeempfehlung zu beachten, um vor allem statistischen Anforderungen gerecht werden zu können (Lamp et al., 1999; vgl. Abb.3 oben).

Die erforderlichen Daten für die Entscheidungsmodelle werden durch verschiedene Views auf die zentrale Datenbank bereitgestellt. Die Algorithmen greifen auf die entsprechenden Views zu und errechnen verschiedene Applikationsvorschläge für die N-Düngergabe. Diese Vorschläge können durch das stationäre Geoinformationssystem eingelesen und visualisiert werden. Das letztendlich gewählte Entscheidungsmodell soll nach einer Umrechnung in WGS 84 in den ersten Projektjahren als Datentransferdatei auf eine PCMCIA-Karte geschrieben und so auf die mobile Prozeßtechnik übertragen werden.

Die Software der mobilen Prozeßtechnik muß für den „Sensoransatz mit Kartenüberlagerung“ aber langfristig in der Lage sein, in Echtzeit aktuelle und vergangenheitsbezo-

gene Informationslagen zu verknüpfen, um in einem Arbeitsgang die Sensordaten zu interpretieren, um Daten für Entscheidungsmodelle bereitstellen zu können und den Düngerstreuer nach den errechneten Düngeempfehlungen zu steuern.

Endnoten:

¹ synonym verwendet werden in diesem Artikel „Datenlagen“ und „Informationslagen“. Jedem Punkt einer Fläche sind hierbei eindeutig Attribute zugeteilt.

² in diesem Artikel seien Sensordaten „in Echtzeit verrechenbare feldspektroskopisch erhobene Daten“. Fernerkundungsdaten seien definiert als „Daten von flugzeug- und satellitengestragenen Fernerkundungssensoren, die nicht in Echtzeit verrechnet werden können“.

³ z.B. durch das LBS steuerbare Düngerstreuer oder Pflanzenschutzspritzen

⁴ Views sind nicht auf der Datenbank physikalisch abgelegte Zusammenstellungen von Datentabellen

⁵ Teilnehmer können beispielsweise sein: Traktor, Düngerstreuer, Front- und Heckmäherwerk; Dienste sind beispielsweise: System zur Ortungs- und Navigationsdateneinspeisung, Systeme zum Datentransfer vom/zum stationären GIS

3 Literatur

AMON, H., Schneider, T. (1993): Anwendung spektraler Signaturen von Pflanzenbeständen für die Produktionstechnik im Pflanzenbau. In: Zeitschrift für Agrarinformatik. Heft 3/93, S. 54-60, Münster-Hiltrup.

AUERNHAMMER, H. (1999): Precision Farming for Site-Specific Fertilisation. In: Zeitschrift für Agrarinformatik, Heft 3/99, S. 58-66, Münster-Hiltrup.

AUERNHAMMER, H. et al. (1999): An On-Farm Communication System for Precision Farming with Nitrogen Real-Time Application. ASAE Paper No. 99 11 50, St. Joseph, MI, USA.

BEUCHE, H., Hellebrand, H. J. (1999): DGPS-Stützung mit ortungsrelevanten Informationen aus der Feldbewirtschaftung. In: Zeitschrift für Agrarinformatik, Heft 1/99, S. 3-9, Münster-Hiltrup.

BURKEL, R. (1993): CAN – Stand der Entwicklung. In: Landwirtschaftliches BUS-System - LBS, KTBL-Arbeitspapier 196, S. 31-52, Darmstadt.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.; Hrsg.) (1992): Integrierte Datenverarbeitung – ein Datenbankmodell für den Marktfruchtbetrieb. DLG-Arbeitsunterlagen A/92, Frankfurt am Main.

ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.; Hrsg.) (1998): Spatial Data Warehousing. An ESRI White Paper-March 1998, Redlands, California, USA.

GOENSE, D., Hofstee, J. W., van Bergeijk, J. (1996): An information model to describe systems for spatially variable field operations. In: Computers and electronics in agriculture, Volume 14, Amsterdam.

GRENZDÖRFFER, G. (1999): Dokumentation und Analyse kleinräumiger Heterogenität mit Fernerkundung und GIS. In: Erfassung der kleinräumigen Heterogenität, KTBL-Arbeitspapier 264, Darmstadt.

GRIEPENTROG, H.-W. (1999): Ertragsermittlung im Mähdrescher. In: Erfassung der kleinräumigen Heterogenität, KTBL- Arbeitspapier 264, Darmstadt.

HELLEBRAND, H. J. (1997): Meßverfahren zur Informationsgewinnung in der ortsspezifischen Landbewirtschaftung – Prinzipien und Tendenzen. In: Zeitschrift für Agrarinformatik, Heft 1/97, S. 2-9, Münster-Hiltrup.

HELLER, J. (1999): Praxisbericht aus der Sicht eines Lohnunternehmers - Erfahrungen und Ideen. In: Claas Agrocom Seminarunterlagen 1999, S. 70-73, Bielefeld.

JÜRSCHIK, P., Giebel, A., Wendroth, O. (1998): Verarbeitung von Ertragsdaten aus Mähdreschern. In: Tagung Landtechnik 1998, S. 215-221, Düsseldorf.

KAHMEN, H. (1997): Vermessungskunde, Berlin.

LAMP, J. et al. (1999): Erfassung der kleinräumigen Heterogenität in der teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion. In: Erfassung der kleinräumigen Heterogenität, KTBL- Arbeitspapier 264, Darmstadt.

LAV (Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung; Hrsg.) (1997): Das Landwirtschaftliche BUS-System – LBS, Frankfurt am Main.

LISSO, H. (1999): Praxisbericht aus der Sicht eines Landwirts – Erfahrungen und Ideen. In: Claas Agrocom Seminarunterlagen 1999, S. 61-69, Bielefeld.

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.): Schnittstellen zur Signalübertragung –

Teil 2: Serieller Daten-BUS (DIN 9684-2; 1998-01)

Teil 3: Systemfunktionen, Identifier (DIN 9684-3; 1997-07)

Teil 4: Benutzerstation (DIN 9684-4; 1998-12)

Teil 5: Datenübertragung zum Management-Informationssystem, Auftragsbearbeitung (DIN 9684-5; 1999-05).

Dank gilt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Unterstützung des Projektes.

Weitere Informationen über das Projekt:

<http://ikb.weihenstephan.de>

Daten, Datenströme und Software in einem Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion (H. Linseisen, A. Spangler, K. Hank, P. Wagner, T. Steinmayr, M. Demmel, H. Auernhammer, I. Manakos, T. Schneider und J. Liebler)

Zusammenfassung

Viele Fragen des Informationsmanagements für eine teilflächenspezifische Pflanzenproduktion sind noch nicht allgemeingültig gelöst. Die Forschergruppe „Informationssysteme Kleinräumige Bestandesführung Dürnast“, IKB Dürnast, ist bestrebt bei der Verwirklichung des „Sensor-Ansatzes mit Kartenüberlagerung“ speziell für eine Stickstoffdüngung in den Entwicklungsstadien 30-50 bei Getreide Verbesserungsvorschläge zu den angesprochenen Problemen in die wissenschaftliche Diskussion einzubringen. Im Mittelpunkt des Beitrages steht ein Datenflußdiagramm mit den Daten, Datenströmen und der benötigten Software, die grundsätzlich zur Realisierung dieses Ansatzes notwendig

**Verrechnungs-
komponenten
und
Auswertung**

**zentrale
Datenablage**

**stationäres
Geoinfor-
mationssystem
(GIS)**

**mobile
Prozeßtechnik**

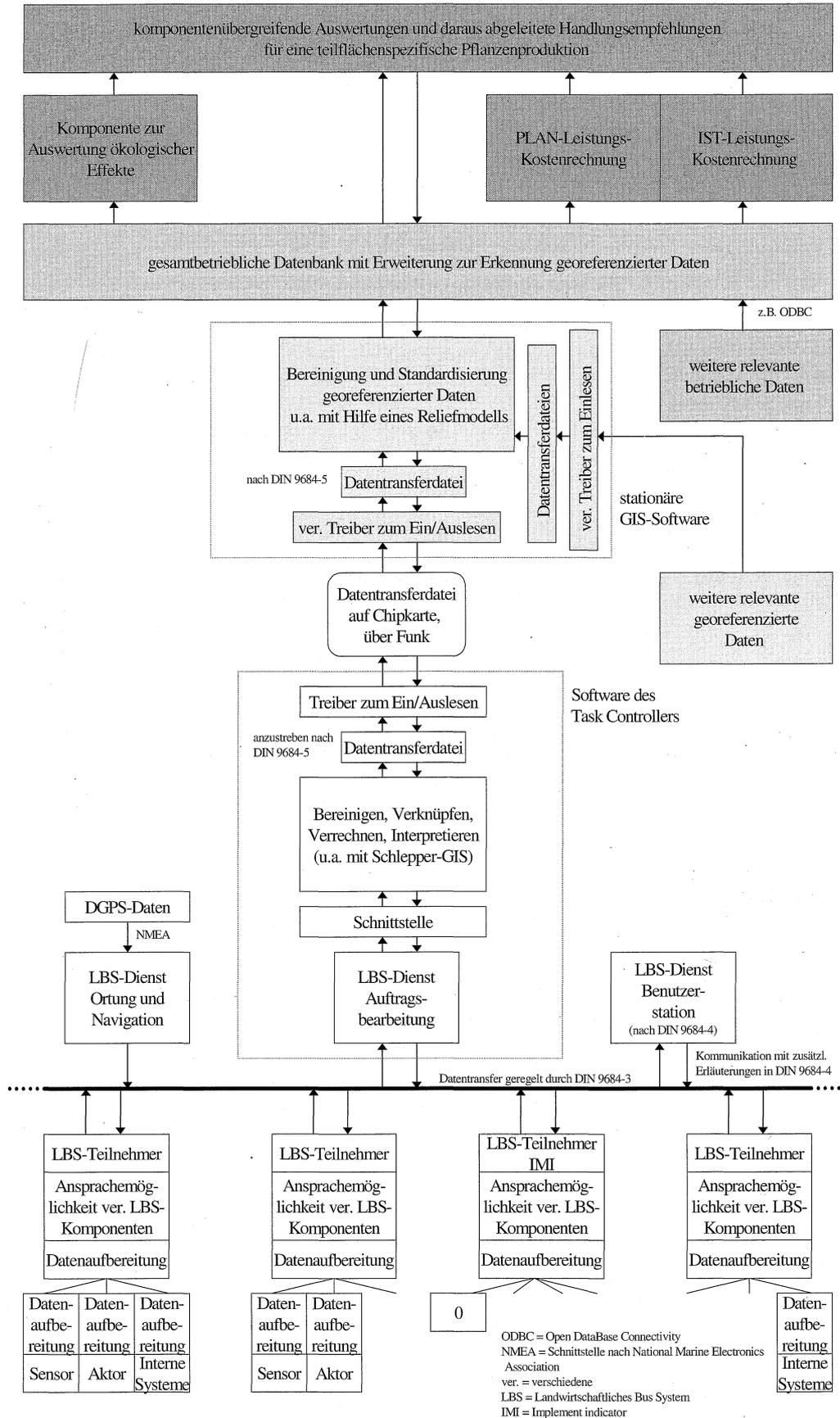


Abb.2: Daten, Datenströme und Software in einem Informationssystem zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion

sind. Die Software der mobilen Prozeßtechnik muß hierbei langfristig in der Lage sein, in Echtzeit aktuelle und vergangenheitsbezogene Informationslagen zu verknüpfen, um in einem Arbeitsgang die Sensordaten zu interpretieren, Daten für Entscheidungsmodelle bereitzustellen zu können und den Düngerstreuer dementsprechend zu steuern.

Stichworte: Teilschlagbewirtschaftung, Informationsmanagement, relevante Daten, Datenströme, mobile Prozeßtechnik, Geoinformationssysteme, zentrale Datenbank, Verrechnungskomponenten

Data, data flow and software in an information system for site-specific plant production

(H. Linseisen, A. Spangler, K. Hank, P. Wagner, T. Steinmayr, M. Demmel, H. Auernhammer, I. Manakos, T. Schneider und J. Liebler)

Summary

Many questions belonging to an efficient information management for a site-specific plant production are not solved in an universally valid way. The research group „Information

System Site Specific Crop Management Duernast“, IKB Duernast, will make suggestions to solve some of the discussed problems specifically for a nitrogen application between flush and ear emergence of crop. This will be done by realising an „Realtime approach with map overlay“ for a site-specific plant production. The focus of interest in the article is lying on a data flow diagramm with the relevant data, data flows and the necessary software for this system. In the long term thereby the software of the mobile electronics must be able to integrate realtime and archive data in realtime to be able to interpret the sensor data with an expert system in a better way, to supply a decision support system and from it to control the nitrogen application.

Key words: Precision farming, information management, relevant data, data flow, software of the mobile electronics, geographic information systems, central data base, calculation components

Dipl. Ing. agr. Hubert Linseisen, Dr. agr. Klaus Hank und Prof. Peter Wagner arbeiten an der Professur für Unternehmensforschung und Informationsmanagement an der TU München (Alte Akademie 14, 85350 Freising-Weihenstephan, e-mail: linseisen@agrar.tu-muenchen.de, hank@weihenstephan.de, wagner@weihenstephan.de).

Dipl.-Inform. Achim Spangler und Dipl. Geogr. Thomas Steinmayr sind wiss. Mitarbeiter, Dr. agr. Markus Demmel ist wiss. Assistent, Prof. Dr. Hermann Auernhammer ist Leiter des Lehrgebiets „Technik in Pflanzenbau und Landschaftspflege“ am Institut für Landtechnik der TU München und zugleich Sprecher des IKB-Dürrast (Am Staudengarten 2, 85350 Freising-Weihenstephan, e-mail: spangler@tec.agrar.tu-muenchen.de, steinmayr@tec.agrar.tu-muenchen.de, demmel@tec.agrar.tu-muenchen.de, auernhammer@tec.agrar.tu-muenchen.de).

Dipl.-Geol., MSc. Ioannis Manakos und Dr. rer. silv. Thomas Schneider arbeiten am Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz an der TU München (Am Hochanger 13, 85350 Freising-Weihenstephan, e-mail: Ioannis.Manakos@lrz.uni-muenchen.de, Tomi.Schneider@lrz.uni-muenchen.de).

Dipl. Ing. agr. Joachim Liebler ist am Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der TU München beschäftigt (Alte Akademie 12, 85350 Freising-Weihenstephan, e-mail: liebler@mm.pbz.agrar.tu-muenchen.de).