Bedarf an Faktendatenbanken aus der Sicht der Expertensysteme

L. REINER, Weihenstephan
Ackerbau und Informatik, TU München-Weihenstephan

Zusammenfassung: Für die einzelnen Bereiche der Umwelt (Wasser, Luft, Wald, Boden) sind Bilanzmodelle notwendig, um Stoffströme grob abzuschätzen und zu entscheiden ob Grenzwerte überschritten sind. Im Ackerbau wirken dynamische, sich ständig verändernde Prozesse. Diese können am besten durch Expertensysteme abgebildet werden. Das Expertensystem muß offen und modular strukturiert sein, damit die Entscheidungs- und Prognosemodelle verschiedener Arbeitsgruppen aufgenommen werden können. Über eine Schnittstelle greift das Expertensystem auf eine Wissensbasis zu, in der das Wissen in Regeln, Fakten und Algorithmen abgelegt ist. Diese Regeln und Fakten werden aus den Urwerten verschiedener Datenquellen (Feldversuch, Schlagkartei, Labordaten, digitalisierte Karten, Fernerkundung u. a.) abgeleitet. Die Entwicklung leistungsfähiger Expertensysteme hängt davon ab, ob es gelingt, in Gemeinschaftsarbeit eine Wissensbasis aufzubauen.

1. Einleitung

Unsere Gesellschaft fordert, das Wasser, die Luft, den Wald und den Boden zu schützen. Die notwendigen Aktionen, um diese Segmente der Umwelt zu schützen, können erst eingeleitet werden, wenn über Laboranalysen, Meßwerte und Sensoren mit nachfolgender Auswertung genügend Kenntnisse vorliegen. Diese Kenntnisse erlauben es, die Stoffströme grob abzuschätzen und zu entscheiden, ob Grenzwerte überschritten sind. Nach diesen Vorstellungen sind Bilanzmodelle für die einzelnen Segmente der Umwelt zwingend erforderlich. Aggregierte Größen müssen in einem Bilanzmodell "Ökologie" zusammengeführt werden.

Nachdem jeder zweite Quadratmeter der Landschaft der BR Deutschland landwirtschaftlich genutzt wird, ist ein Bilanzmodell "Ackerbau" zu entwickeln. Bei der Konzeption dieses Systems sind zwei Anwendungsbereiche zu sehen (Abb. 1)

- Zunächst sollen Planungs- und Prognosemodelle Entscheidungen im Bereich Fruchtfolge, Zwischenfruchtbau, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz unterstützen.
- Aggregierte Bilanzen der Stoffströme werden im Bilanzmodell "Ökologie" genutzt.

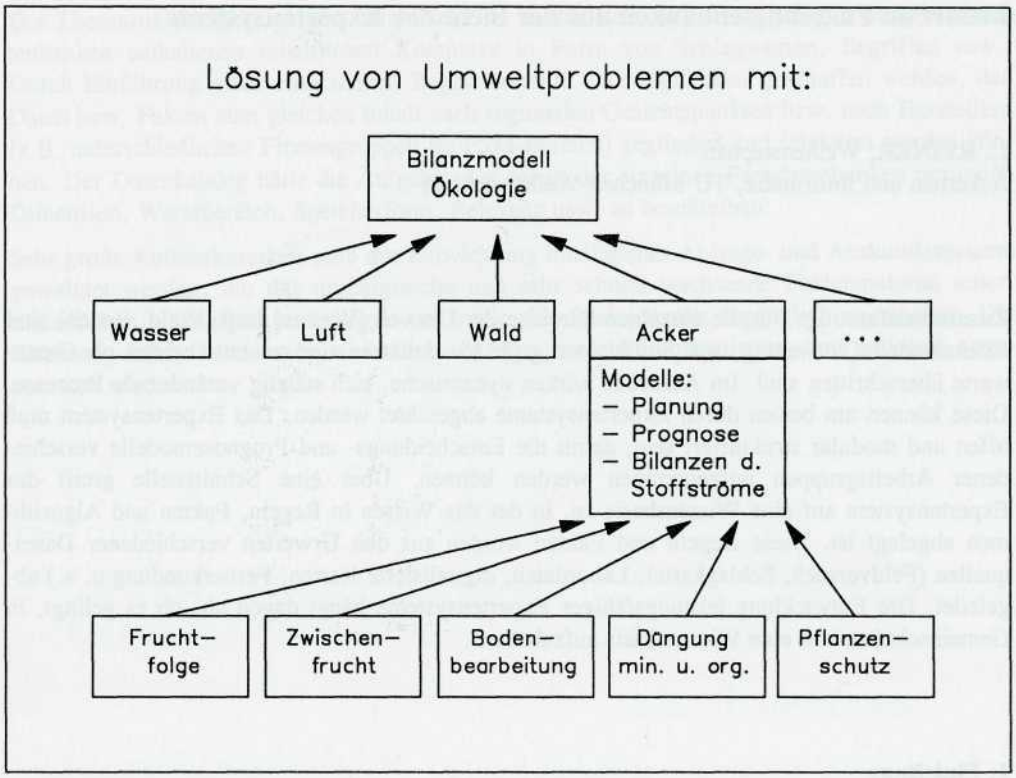

Abb. 1: Das Bilanzmodell Ackerbau als Teil eines Bilanzmodell Ökologie

2. Das dynamische System Ackerbau als Expertensystem.

Im Ackerbau wirken dynamische, sich ständig verändernde Prozesse. In den Lehrbüchern jedoch wird ein statisches, unverzweigtes, lineares Wissen beschrieben. Für den Ackerbau wird ein anderer wissenschaftlicher Ansatz notwendig, bei dem die Veränderungen und die Vernetzung der Abläufe zum Ausdruck kommen. Dieser neue wissenschaftliche Denkansatz wird von der Systemwissenschaft vertreten, in dem versucht wird, die Systeme mit den Hilfsmitteln der Mathematik zu beschreiben. Auf die Notwendigkeit, das "lineare Denken" durch "kybernetisches Denken" zu ersetzen um Umweltprobleme zu lösen, hat vor allem Bossel, 1985, in seiner "Umweltdynamik" hingewiesen. Ein System Ackerbau (z.B. Fruchtfolge) besteht aus sehr vielen Komponenten, die durch vielfältige Wirkungsbeziehungen miteinander verknüpft sind. Nur das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten ergibt das Verhalten des Systems mit seinen Synergiewirkungen, nicht aber die Addition der einzelnen Eigenschaften

der verschiedenen Komponenten. Es gilt, die vielfältig vernetzten Wirkungspfade ackerbaulicher Systeme offenzulegen, zu beschreiben und mit Hilfe der Mathematik zu quantifizieren.

Sind die Abläufe so formalisiert, kann die Struktur und die Dynamik dieses Systems mit den Hilfsmitteln der Softwaretechnologie am Rechner nachgebildet werden, um aktuelle Probleme zu lösen. Durch Berechnungen von "was-wäre-wenn"-Situationen kann kybernetisches Wissen über das Verhalten des Systems und die verschiedenen Ausgangsbedingungen vermittelt werden. Diese vernetzten Wirkungspfade ackerbaulicher Systeme können am besten in Expertensystemen abgebildet werden. Das Expertensystem hat die Aufgabe, vorliegende Informationen so aufzubereiten und zu verarbeiten, daß für ein anstehendes Problem Lösungen vorgeschlagen werden können (Abb. 2).

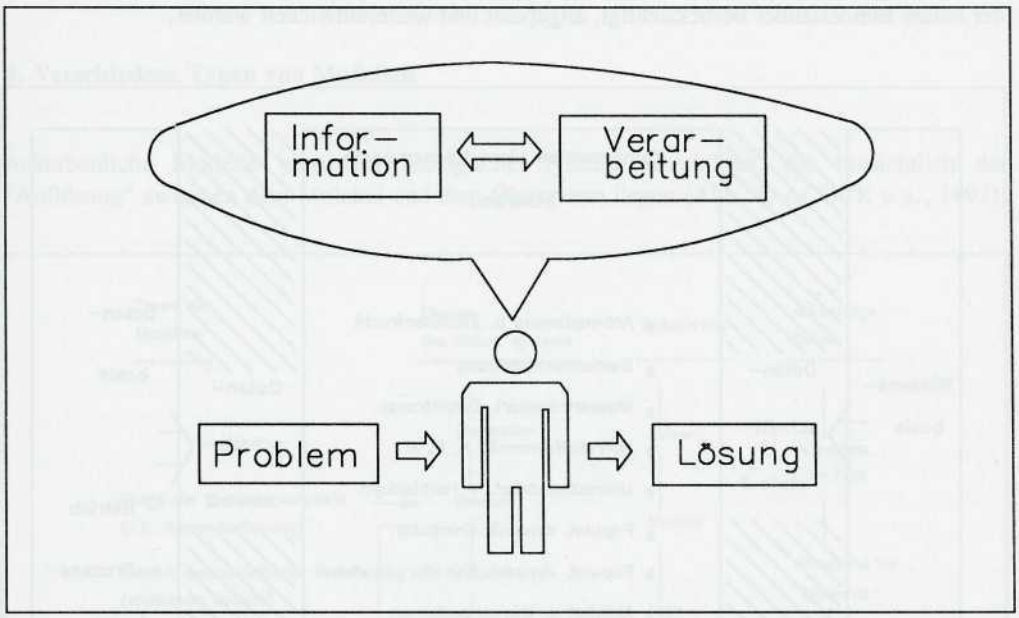

Abb. 2: Grundmodell der Informationsverarbeitung

3. Faktendaten für ein offenes, wissensbasiertes Softwaresystem im Ackerbau.

3.1 Die Wissensbasis

Ein Bilanzmodell Ackerbau muß als offenes System angelegt sein (HUISMANN, 1987, NORDWIG, 1990). Es ist ein modular strukturiertes System, in das Entscheidungs- und Prognoseprogramme verschiedener Arbeitsgruppen leicht eingebunden werden können. Die

Abb. 3 zeigt im mittleren Teil eine Auswahl einzelner Komponenten eines Bilanzmodelles Akkerbau. Diese Auswahl ist beliebig erweiterbar. Die Wissensbasis für diese Programme im linken Teil der Abb. 3 enthält das formalisierte Wissen über die Teilbereiche des Ackerbaues als Regeln, Fakten, Algorithmen, Indizes oder Funktionen. Über die Schnittstelle 1 wird dieses Wissen für ein Programm verfügbar. Dieses Wissen wird von der Fachwelt akzeptiert. Dadurch erhält die Wissensbasis die Qualität einer Sammlung von Standards und Normen für das Fachgebiet Ackerbau. In diese Wissensbasis muß neues, aktuelles Wissen leicht aufzunehmen oder traditionelles Wissen muß veränderbar sein. Die Erstellung der Wissensbasis für ackerbauliche Expertensysteme ist eine Gemeinschaftsaufgabe. Einzelne Arbeitsgruppen sind weder fachlich, noch von der Personalausstattung her in der Lage, diese Aufgaben zu lösen. Bei dieser notwendigen Standardisierung des Wissens sollten die ausgezeichneten Vorarbeiten in dem "Verzeichnis der Standards (TGL) der Land- Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft" (NN, 1980) der neuen Bundesländer berücksichtigt, angepasst und weiterentwickelt werden.

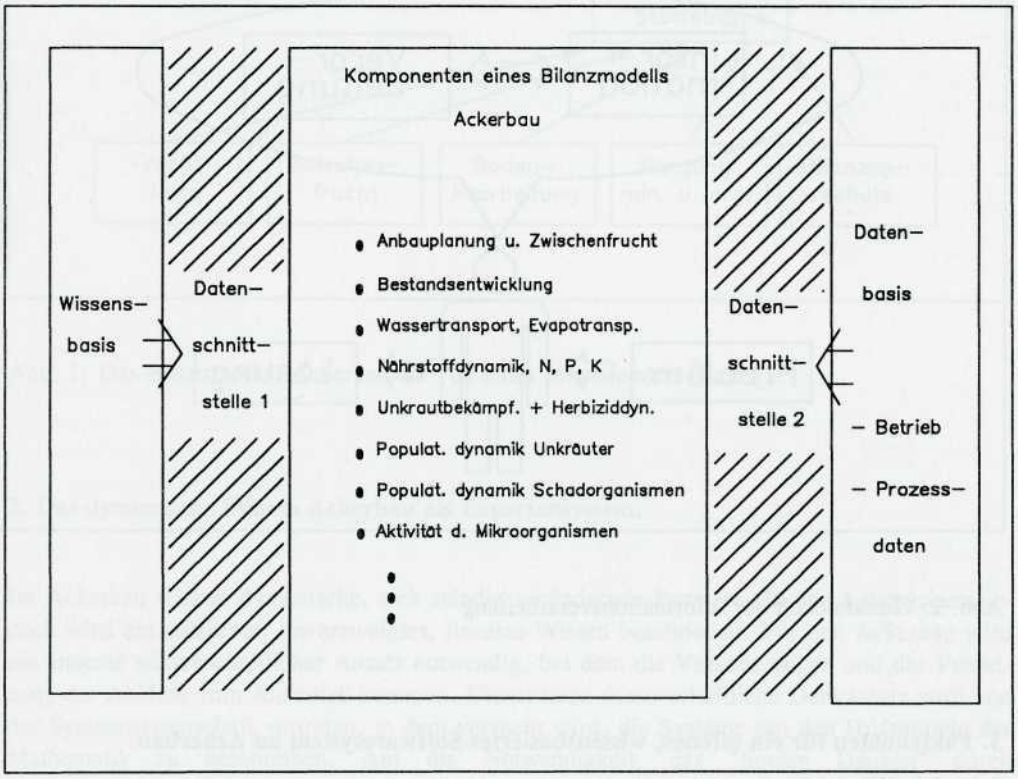

Abb. 3: Das Expertensystem Bilanzmodell Ackerbau mit Wissensbasis und betriebsspezifischer Datenbasis

3.2 Die Datenbasis für den Betrieb

Über die Datenschnittstelle 2 werden für die Programme die Daten für den Standort und den Betrieb verfügbar (Abb. 3, rechte Seite). Im einzelnen handelt es sich hier um die langjährigen Aufzeichnungen in der Schlagkartei mit den Informationen über den Boden, die Fruchtfolge und die Produktionstechnik. Gleichzeitig liefert die elektronische Wetterstation aktuelle Witterungsdaten (Prozeßdaten). Auch die Elektronik am Schlepper und an den Verteilgeräten stellt Informationen (Prozeßdaten) über die ausgebrachten Mengen auf den Teilschlägen und dem Schlag zur Verfügung. Durch laufende Beobachtungen der Bestände werden diese Informationen noch ergänzt.

4. Verschiedene Typen von Modellen

Ackerbauliche Modelle versuchen biologische Systeme abzubilden, die hinsichtlich der "Auflösung" zwischen dem Molekül und dem Ökosystem liegen (Abb. 4, ACOCK u.a., 1991).

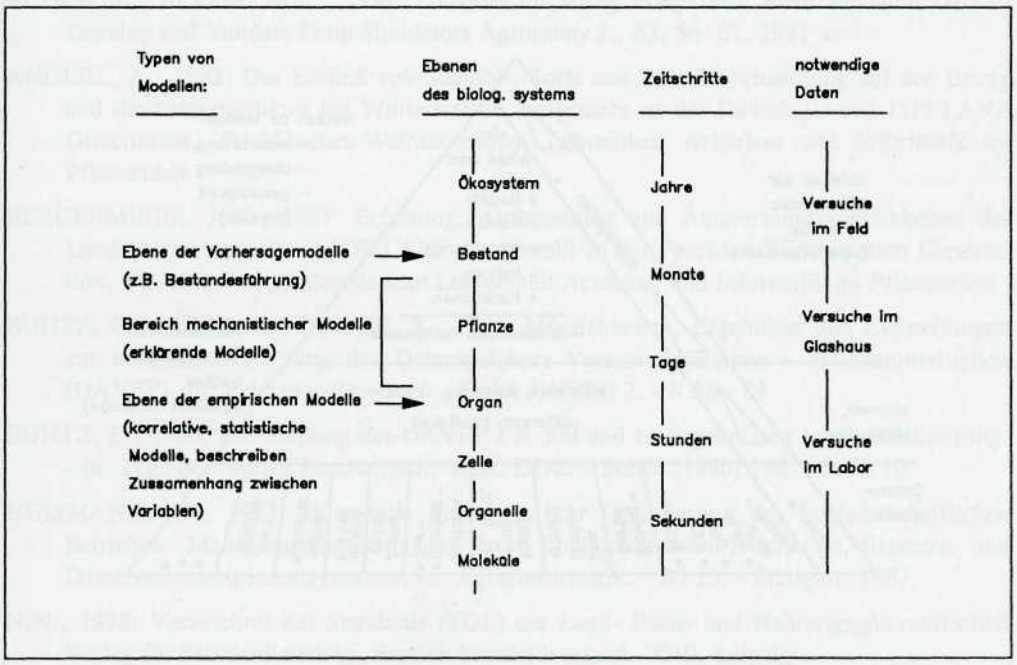

Abb. 4: Beziehungen zwischen verschiedenen Ebenen des biologischen Systems, die Zeitschritte im Modell und die notwendigen Daten um die Modelle zu erstellen (ACOCK u.a., 1991, verändert)

Ein Wachstumsmodell für Winterweizen befindet sich bei der Vorhersage auf der Ebene des Bestandes. Um zu realistischen Aussagen zu kommen, müssen auch die Prozesse der Ebene Pflanze und Organe (Blätter, Triebe) beachtet werden. Dabei werden auf der Ebene der Organe die Zusammenhänge zwischen den Variablen nur empirisch, korrelativ oder statistisch beschrieben (empirische Modelle). Der wesentliche Bereich der Ebene der Pflanze ist den mechanistischen Modellen zuzuordnen, wo die ablaufenden Prozesse im Vordergrund stehen und zugrundeliegende Abläufe erklärt werden sollen (erklärende Modelle). Für die Ebenen Organe, Pflanze und Bestand sind die Zeitschritte Stunde, Tag und Monate erforderlich und als Datenbasis zur Entwicklung der Modelle der Versuch im Glashaus und auf dem Feld notwendig.

5. Ohne Faktendaten kein Expertensystem im Pflanzenbau

Im folgenden soll versucht werden, die einzelnen Schritte von den pflanzenbaulichen Datenquellen, den erhobenen Urwerten, zu den Regeln der Wissensbasis im Expertensystem nachzuzeichnen (Abb. 5).

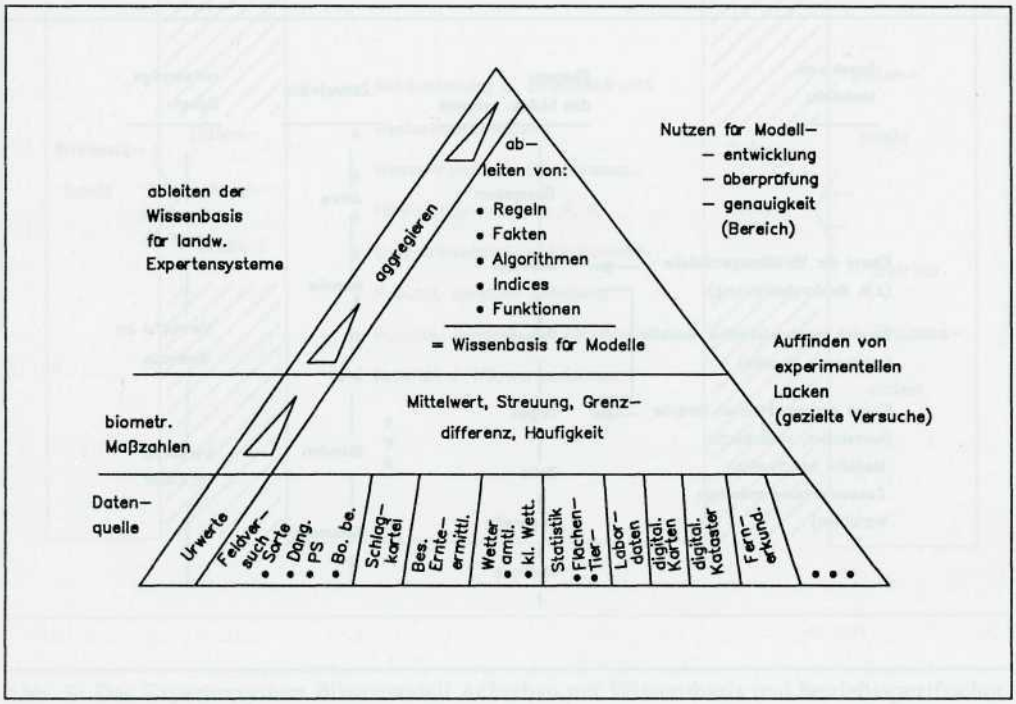

Abb. 5: Nutzen von Faktendatenbanken für Expertensysteme

Als Darstellungsform eignet sich hier die Informationspyramide besonders gut, um fortschreitendes Verdichten und Aggregieren bis hin zu den Regeln, Fakten und Algorithmen zum Ausdruck zu bringen. Die erwähnten Datenquellen sind dabei nicht vollständig und erweiterbar.

Die Wissensbasis ist zwingend erforderlich für die Entwicklung, die laufende Überprüfung der Aussagen und die Überprüfung des Aussagebereiches von Expertensystemen. Dieses Vorgehen wird zu Lücken in den Daten führen, die durch Versuche nicht abgedeckt sind. Diese Wissenslücken sind durch gezielte Versuche zu schließen. Eine Wissensbasis für ackerbauliche Expertensysteme wird nicht aufzubauen sein, wenn es nicht gelingt, die genannten Datenquellen in einem Datenbanksystem zu organisieren. Hier sollten unverzüglich die fünfzehnjährigen Vorarbeiten mit ISPFLANZ in Weihenstephan (BERGERMEIER, 1987; ÜBELHÖR 1983; ANDERL, 1982; STEINBERGER, 1977) und mit dem Datenspeicher DAVEP der Arbeitsgruppe Buhtz, Stegemann u. a. in Bad Lauchstätt fortgeführt werden (BUHTZ U.A. 1986, 1989, STEGEMANN 1985).

Literatur

ACOCK, B., ACOCK, M.C., 1991: Potential for Using Long-Term Field Research Data to Develop and Validate Drop Simulators Agronomy J., 83, 56- 61, 1991

ANDERL, A., 1982: Der Einfluß von Standort, Sorte und Pflanzenbehandlung auf den Ertrag und die Ertragsstruktur bei Winterweizen, untersucht an der Datenbasis von ISPFLANZ Dissertation, TU-München-Weihenstephan, Lehreinheit Ackerbau und Informatik im Pflanzenbau

BERGERMEIER, J.W., 1987: Erfassung, Aufbereitung und Auswertungsmöglichkeiten der Landessortenversuche in ISPFLANZ, dargestellt an der Fruchtart Winterweizen Dissertation, TU-München-Weihenstephan Lehreinheit Ackerbau und Informatik im Pflanzenbau

BUHTZ, E., HÜLßE, R., JENSCH, R., 1986: Möglichkeiten, Ergebnisse und Zielstellungen zur sekundären Nutzung des Datenspeichers Versuchsergebnisse - Pflanzenproduktion (DAVEP). In: Feldversuchswesen. - Berlin 3 (1986) 2. - S.56 - 84

BUHTZ, E., 1980: Zur Stellung des DAVEP / R 300 und zu Ergebnissen seiner Realisierung. - In: Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR. - Berlin (1980) 196. - S.5 - 10

HUISMANN, W., 1987: Künstliche Intelligenz zur Optimierung des landwirtschaftlichen Betriebes - Managementunterstützung durch Kombination von Simulation, Experten- und Datenbankmanagementsystemen. In: Agrarinformatik. - Bd 13. - Stuttgart, 1987.

N.N., 1988: Verzeichnis der Standards (TGL) der Land- Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft Verlag für Standardisierung, Bereich Standardversand, 7010, Leipzig

NORDWIG, D., 1990: Konzepte zur computergesteuerten Information und Produktionsführung in der Landwirtschaft Dissertation A, Groß Lüsewitz

STEGEMANN, K., 1985: Zu Problemen der Auswertung von Informationen aus Datenspeichern der Pflanzenproduktion. In: Feldversuchswesen. - Berlin 2 (1985) 2. - S.69 - 72

STEINBERGER, J., 1977: Die Landessortenversuche im Bundesgebiet als pflanzenbauliches Informationssystem Dissertation, TU-München-Weihenstephan Lehreinheit Ackerbau und Informatik im Pflanzenbau

ÜBELHÖR, W., 1983: Ertragsstruktur und Ertrag bei Hafer in Abhängigkeit von Sorte, Standort und Produktionstechnik, untersucht an der Datenbasis von ISPFLANZ Dissertation, TU-München-Weihenstephan Lehreinheit Ackerbau und Informatik im Pflanzenbau