

### Zusammenfassung

Die Expertensysteme in der Landwirtschaft sind eine neue Art Probleme zu lösen. Fachwissen und Erfahrungswissen werden in diesem System so vereint, daß sie Entscheidungen zulassen, die zu einem bestimmten Handeln veranlassen.

Ansätze eines Expertensystems sind bereits in der Klimasteuerung, Peronosporaprognose und Nährstoffbilanzierung verwirklicht. Um ein gesamtbetriebliches Expertensystem zu verarbeiten, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein, wie leistungsfähigere Rechner, ausreichende Datenmengen und gute Datenübertragungswege.

Die Daten sollten für Expertensysteme in relationalen Datenbanken organisiert werden.

Balis ermöglicht Landesanstalten und Universitätsinstituten Einsatzbereiche der Expertensysteme zu erforschen, alle Landwirtschaftsämter bereits jetzt verstärkt mit der Computernutzung auszustatten und vertraut zu machen sowie alle Entwicklungen in ein modular aufgebautes Gesamtsystem zu integrieren.

### Abstract

The expert system is a way to solve problems in agriculture. Knowledge of facts and knowledge of experience are combined in this system. The result is to make decisions which lead to certain actions.

Climate control the forecast of peronospora disease or balancing of plant nutrients are already parts of a future expert system. But to establish a complete system certain hardware facilities must be given.

The data of an expert system should be organized in a relational data base.

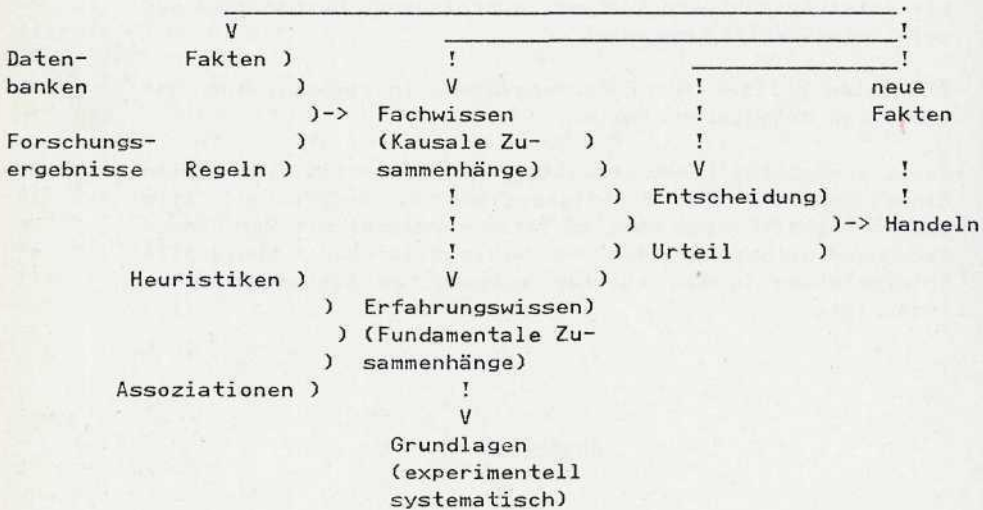
In the future BALIS has to evaluate the utility of an expert system and all developments should be aimed at a future integration into this system.

Die Auffassung über Expertensysteme ist teilweise so unterschiedlich, daß es zunächst definiert werden sollte. Seit Beginn des Computerzeitalters war es Aufgabe von Programmen, die Menschen von Routinearbeiten zu entlasten. Überall dort, wo in Algorithmen gut beschreibbare Abläufe vorliegen, können Computerprogramme effektiv eingesetzt werden. Dies führte dazu, daß in Produktion, Verwaltung und Dienstleistung ganze Bereiche erfolgreich automatisiert wurden.

Silicon Valley zeigt Ansätze für die Realisierung dessen, was mit Hilfe der Technik und der Unterstützung von Computern möglich ist.

Hier wurden neue Systeme konzipiert, die zwar auf bekannten Problemlösungen aufbauen, aber wesentlich fundierter, objektiver und nachvollziehbarer sind als die bisherigen Versuche.

Problemlösungsmechanismen



Fakten und Regeln werden zu Fachwissen bzw. Sachwissen vereinigt, Heuristiken und Assoziationen führen zu einem Erfahrungswissen. Erfahrungswissen und Sachwissen lassen Entscheidungen und Urteile zu, die unter bestimmten Bedingungen zum Handeln führen. Handeln bedeutet Eingriff. Jeder Eingriff führt wieder zu neuen Fakten, die entweder in der Entscheidung oder in den Faktengrundlagen zu berücksichtigen sind. Auf diese Weise schließt sich der Kreis der Problemlösungsmechanismen. Soweit die theoretische Grundlage für ein Expertensystem. Ein Expertensystem ist damit ein System von Experten für Experten unter Zuhilfenahme des Computers.



## 19.2 Anwendungen

Wie Teile eines Expertensystems in der Praxis aussehen können, soll nachfolgend an Hand von 3 Beispielen demonstriert werden.

1. Klimasteuerung
2. Peronosporaprognose
3. Nährstoffbilanzen in der pflanzlichen Erzeugung

Beispiel 1 Klimasteuerung Ein einfacher und überschaubarer Regelkreis ist beispielsweise die Klimasteuerung in einem Stall. Bei zu hoher Stalltemperatur und niedriger Außentemperatur muß Luft zugeführt werden. Zu niedrige Luftfeuchtigkeit bedeutet, daß die Stallluft befeuchtet werden muß. Bei zu hoher Luftfeuchtigkeit muß die Feuchtigkeit abgezogen werden. Unter allen Bedingungen ist eine bestimmte Frischluftfrate einzuhalten. Bei zu niedriger Innentemperatur und zu niedriger Außentemperatur muß geheizt werden.

Beispiel 2 Peronosporaprognose In Bayern wurde ein Peronosporaproggnosemodell entwickelt für die Bekämpfung der Peronospora im Hopfenbau. In Sporenfallen, die in einzelnen Hopfengärten installiert sind, wird die Zahl der Zoosporangien täglich festgestellt. Übersteigt die 4-Tagessumme dieser Zoosporangien vor der Blüte des Hopfens die Zahl 30 und während der Blüte die Zahl 10 in einer Falle, so muß gespritzt werden. Auf diese Weise werden die objektiv feststellbaren Parameter wie Benetzungsdauer, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Infektionsdichte mittelbar über das Ergebnis dieser Entwicklungsvoraussetzungen für die Peronospora festgestellt. Dieses Prognosemodell führte dazu, daß anstelle von 14 Spritzungen im Jahr im Mittel mit 6 bis 7 Spritzungen, in einzelnen Jahren mit 1 bis 2 Spritzungen, erfolgreich Hopfen erzeugt wird. Dies bedeutet eine wesentliche Einsparung, eine geringere Umweltbelastung, höhere Qualität der Produkte und letztendlich eine höhere Wirtschaftlichkeit der Produktion.

Beispiel 3 Nährstoffbilanzen der pflanzlichen Erzeugung Oft werden die organischen Dünger aus der Tierhaltung wie Gülle, Mist und Jauche in der pflanzlichen Erzeugung nicht in angemessener Weise berücksichtigt. Eine Bilanz der Nährstoffe ist nur unter Einbeziehung der auf der Fläche anfallenden organischen Düngung möglich. Dabei geht man heute davon aus, daß eine bestimmte Tierzahl eine bestimmte Menge Gülle liefert. Es hat sich gezeigt, daß neue Maßstäbe anzusetzen sind. Eine bestimmte Leistung in der tierischen Produktion steht im kausalen Zusammenhang mit einem bestimmten Bedarf an Futtermitteln und der Lieferung von organischen Düngern. Der Düngewert richtet sich so nach der Leistung der tierischen Produktion. Die Systeme der pflanzlichen und tierischen Produktion werden damit eng aufeinander abgestimmt und miteinander vernetzt. Die Zusammenhänge werden komplexer, schwerer überschaubar und können nur mit leistungsfähigen Rechnern transparent gemacht werden. Bei der gesamtbetrieblichen Expertenlösung für die Landwirtschaft sind bodenkundliche, pflanzenbauliche, tierhaltungsbedingte, betriebswirtschaftliche und marktwirtschaftliche Daten, Parameter und Regeln in Einklang zu bringen. Ein solches integriertes System ist anzustreben. Dieses landwirtschaftliche Expertensystem hat eine Reihe von Teillösungen, die zu einem höheren Gesamtsystem integriert werden.

### 29.3 Entwicklungsvoraussetzungen und -tendenzen

1. Derzeit erleben wir, wie die Leistungsfähigkeit der Großrechner sich auf Kleinrechner verlagert und die Dezentralisierung vorankommt. Im Expertensystem ist es aber auch notwendig, daß zentrale Daten verfügbar gehalten werden. Beispiel: Witterungsdaten für die Erstellung von Prognosemodellen.
2. Wir erleben derzeit auch, daß Anstrengungen unternommen werden, die Übertragungswege zu verbessern. Beispiel: Analogübertragung von Daten auf ein Digitalübertragungsnetz.
3. Wir erleben auch, daß eine neue Generation von Computern entwickelt wird. Diese Rechner werden eine Leistungsfähigkeit von mehr als 10 El3 MIPS erreichen und damit den Anforderungen eines künftigen Expertensystems eher genügen. Solange diese Leistungsfähigkeit nicht erreicht ist, sind wir von einem ausgereiften Expertensystem noch weit entfernt.
4. Wir haben eine große Zahl von Modellen, aber wir stehen erst am Anfang mit der Entwicklung von Expertensystemen. Es werden bereits Systeme angeboten, die standardisierte Probleme programmtechnisch unterstützen. Es sind horizontal und vertikal integrierte Expertensysteme, die benutzerorientiert strukturiert sind und individuelle Abspeicherungsmöglichkeiten erlauben, notwendig.
5. Wir sind der Auffassung, daß nur auf der Basis ausreichender und umfassender Daten Mengenmodelle geprüft, getestet und praxisreif gemacht werden können.

Daten werden am besten organisiert in Datenbanken, wobei offen ist, ob relationale, hierarchische oder sequentielle Datenbanken verwendet werden. Langfristig wird man den relationalen Datenbanksystemen gegenüber allen anderen Systemen den Vorzug geben müssen, weil nur dadurch eine höchstmögliche Verfügbarkeit der Daten ohne Datenredundanz möglich ist.



Aus den angeführten Beispielen und der konsequenten Anwendung dessen lassen sich eine Reihe von Thesen ableiten.

These 1: Expertensysteme verlangen nach einer exakten Aussage. Die bisher bekannten mathematischen Modelle reichen voraussichtlich nicht aus, um gesicherte technische Problemlösungsmechanismen zu beschreiben und deren Lösungsansätze zu entwickeln. Grundlagenforschung ist daher notwendig.

These 2: Zur Realisierung von Expertensystemen im landwirtschaftlichen Bereich reichen die bisher bekannten Lösungsansätze von EDV-Systemen nicht aus. Es ist notwendig, daß die Leistungsfähigkeit der Geräte noch zunimmt. Erforderlich ist, daß auf der Grundlage brauchbarer Modelle weitere Softwareanwendungen entwickelt werden. Es ist unabdingbar, daß Daten auf der Basis von relationalen oder mindestens hierarchisch strukturierten Datenbanken jederzeit verfügbar sind.

These 3: Expertensysteme können nur durch hohen Einsatz von Experten entwickelt werden und dienen in der 1. Phase nur diesen Fachleuten als Hilfsmittel. Zu diesem Zweck ist es notwendig, diese Experten im Umgang und in der Bedienung mit Computern zu schulen und vertraut zu machen.

These 4: Landwirtschaftliche Expertensysteme sind komplex in ihrer Struktur, Programmierung, Generierung und Verwirklichung. Die Lösung dieser komplexen Aufgaben ist nur möglich durch Arbeitsteilung und/oder gezielten Einsatz. Dabei können Teillösungen unabhängig voneinander verwirklicht werden. Wichtig ist jedoch, daß die einzelnen Teile so modular werden, daß sie in ein Gesamtsystem eingefügt werden können.

These 5: Die Notwendigkeit von Expertensystemen ist gegeben, wenn der Mensch in zunehmendem Maße von Aufgaben entlastet werden soll, die auch von technischen Einrichtungen gelöst werden können.

Im Vorfeld dieser landwirtschaftlichen Expertensysteme verfolgt das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Bayerischen Landwirtschaftlichen Informationssystem (BALIS) folgende Ziele:

1. Die Landesanstalten erarbeiten in Zusammenarbeit mit verschiedenen Hochschulinstituten Grundlagen für die spätere Verwendung in Expertensystemen. Dabei hat sich gezeigt, daß ein hoher Integrationsaufwand angebracht erscheint.
2. Mit Ablauf des Jahres 1985 werden alle Ämter für Landwirtschaft entweder über Terminals oder über Personalcomputer über HfD- oder DATEX-P-Leitung Anschluß an den Großrechner von BALIS erhalten. Auf diese Weise sind die technischen Voraussetzungen geschaffen, ein möglichst breites Expertenwissen für Beratungsinformationen anzulegen. Außerdem werden die Kollegen in die Lage versetzt, die technischen Möglichkeiten auszuloten und neue Gesamtkonzeptionen zu vollziehen. Organisatorisch wurde dem Rechnung getragen. An jedem Amt für Landwirtschaft ist mittlerweile ein EDV-Beauftragter bestellt worden, der den Einsatz der EDV koordiniert. In Schulungen werden die Lehrkräfte in die Lage versetzt, Hilfsprogramme selbst einzusetzen und damit pädagogisch sinnvolle Anwendungen selbst zu entwickeln. Auf diese Weise kann jeder Berater EDV-Probleme in angemessener methodischer Form in die Beratung einbinden. Dies gilt auch für die Landwirtschaftsschule. Studierende werden damit mehr und mehr an die Nutzung der EDV herangeführt. Bevor technisch leistungsfähigere Geräte auf dem Markt sind, werden die Experten mit dem neuesten Stand der Technik vertraut gemacht.
3. An der Zentrale werden integrierte Programme entwickelt für die verschiedenen Stufen des EDV-Einsatzes je nach Ausstattung und Voraussetzungen:
  - Bildschirmtext für Endbenutzer
  - PC an Landwirtschaftsschulen
  - Terminals an den Forschungseinrichtungen

Die Entwicklung von BALIS ist so angelegt, daß die Ergebnisse jederzeit in ein modular aufgebautes Gesamtsystem integriert werden können, in dessen Mittelpunkt nicht die Beratung oder die Verwaltung steht, sondern der landwirtschaftliche Betrieb. Die Konzeption dieses Bayerischen Landwirtschaftlichen Informationssystems kann deshalb auch 15 Jahre nach seiner Gründung unverändert weiter verfolgt werden. BALIS ist noch kein Expertensystem im Sinne der obengenannten Definition, zeigt aber bereits Lösungsansätze für bestimmte standardisierbare Probleme. BALIS befindet sich damit im Vorfeld von Expertensystemen.