Konzept eines universellen Expertensystems für die Landwirtschaft

Jan R. Reichl, Hohenheim

Zusammenfassung

Es wurde ein Konzept eines universellen Expertensystems für die Landwirtschaft entwickelt. Die Universalität des Systems ist durch zwei Gesichtspunkte gegeben. Erstens, die einheitliche Form der Strukturierung des Wissens ermöglicht eine kompatible Anwendung des Systems in den tierischen, pflanzlichen und betriebswirtschaftlichen Bereichen. Zweitens, das System erfaßt inhaltlich die konventionellen, integrierten und alternativen Wirtschaftssysteme. Dies wird durch sieben Schritte bei der Systembeschreibung und der Textformulierung und durch drei Grade bei der Zielformulierung realisiert. Die Methode wird als 7S-3G-Methode bezeichnet. In der Arbeit sind einige Beispiele für die Strukturierung des Wissens angegeben. Das System wird in der Programmiersprache Turbo-Prolog geschrieben.

Abstract

A concept of an universal expert system for the agriculture has been developed. The universality of the system is characterized by two viewpoints. First, the uniformity of the structuring of the knowledge gives the possibility for compatible use of the system in the animal, plant and farm management areas. Second, the system includes the goals of the conventional, integrated and alternative managing practices. The system is realized by using seven steps in the describing of the system and in the developing of the text, and by using three grades for the description of the goals. The method is called 7S-3G-Method. In the paper some examples for the structuring of the knowledge are presented. The system will be written in the programming language Turbo-Prolog.

1 Einleitung

Ein Expertensystem repräsentiert im konventionellen Sinn die Wiedergabe des Wissens eines individuellen Experten in einen spezifischen Bereich. Dies bedeutet eine Menge von unabhängigen Systemen. Jedes dieser Systeme fordert eine spezielle Einarbeitung und bietet eine isolierte Anwendung ohne Kompatibilität zu einem anderen Bereich. Ein universelles System soll dagegen nicht nur eine einheitliche Methode zur Strukturierung von Wissen bieten, sondern auch die Durchführung von Analysen über ein breites Spektrum von Fachgebieten, die das Tier, Pflanze und Betrieb betreffen, möglich machen. Es soll Lösungswege für den praktischen Landwirt anbieten, aber auch wissenschaftliche Analysen durch einen Spezialisten unterstützen. Es wird eine Methode angeboten, die eine einheitliche Strukturierung von Wissen erlaubt und dadurch die Kompatibilität zwischen vielen Bereichen der Landwirtschaft gewährleistet.

2 Methode

Die Methode wird als 7S-3G-Methode bezeichnet. Das Spezialwissen wird in sieben Schritten beschrieben und die Ziele dreigradig formuliert. Es wird an folgenden Beispielen veranschaulicht.

2.1 Die sieben Schritte (7S)

Abb.1 zeigt sieben Schritte in der Systembeschreibung und Abb.2 sieben Schritte in der Texentwicklung (Beispiel 1). Die Text- und Systembeschreibung erfolgt parallel in gleichen Schritten. Dadurch ist die Aktualisierung des Systems auf eine sehr effiziente Weise gegeben. Der Benutzer soll die Möglichkeit haben in jedem Schritt einzugreifen, d.h. Fragen zu stellen, Formeln zu wählen, oder Daten einzugeben.

	Kenntnis von:	bestimmt:	allgemeine Form:
1	EIGENSCHAFTEN	PARAMETER, VARIABLEN	X, Y, K
2	BEZIEHUNGEN	FUNKTIONEN, GLEICHUNGEN	Y = K1X1 + K2X2
3	BEDINGUNGEN	FLUXE, REIHENFOLGEN	A (Y1, Y2, Y3)
4	PROZESSEBENEN	OBJEKTE, STRUKTUR	A(Y1,Y2) B(Y1,Y2)
5	ARBEITSZYKLEN	GLEIGEWICHTE, FLIESSGL.	→ A →
6	RÜCKKOPPLUNGEN	REGULATOREN, STEUERUNG	→ A → C → B
7	ZIEL	BEWERTUNG, NEUER ANFANG	Speichern,Starten

Abb. 1: 7 Schritte in der Systembeschreibung

Das folgende Schema zeigt in der ersten Spalte die allgemeine Form der sieben Schritte. In der zweiten Spalte werden dem entsprechend als Beispiel die Bearbeitungsbereiche eines Stoffwechselsystems genannt. Der Anschaulichkeit wegen, und mit dem Ziel, die Universalität des Systems aufzuzeigen, wurde in der dritten Spalte ein Beispiel aus dem Sport gewählt.

1	SATZGEGENSTAND (SUBJEKT)	Gerste mit Nährstoffgehalt X1,X2	Fut1(X1,X2)
2	SATZAUSSAGE (PRÄDIKAT)	hat Verwertung K1,K2	Fut1(K1.X1,K2.X2)
3	BEIFÜGUNG (ATTRIBUT)	in der Ration	Rat(Fut1,Fut2,..)
4	ERGÄNZUNG (OBJEKT)	fürs Schweinewachstum	Rat ⟷ Schw
5	ZYKLUS	von 20 bis 80 kg	Schw(Zuw,W1,W2)
6	RÜCKKOPPLUNG	bei Gehalt bis 20% Prot, 6% Faser	Fut1 → Rat → Schw Fut2 ←···Verlust
7	ZIEL	wenn das Schwein schnell wachsen soll	

Abb. 2: 7 Schritte in der Textentwicklung, Beispiel 1

		Beispiel 2:	Beispiel 3:
1	Bezeichnung Subjekt	Futterkomponenten Umweltvariablen	Ski, Skifahrer
2	Beziehung Funktion	Aufnahme, Verlust Futterverwertung	Bergabbewegung
3	Bedingung Faktoren	Fluxe, Sequenzen Distribution	Auf Berg reagieren
4	Abgrenzung Objekt, Körper	Organe, Pools Organisation	Stil: Pflug, Grundschwung
5	Auf- u.Abbau Zyklus	Wachstum, Turnover Stoffwechsel	Abbau falscher Bewegungen
6	Rückkopplung Steuerung	Arbeit, Leistung Produktion	Hindernisse Wettbewerb
7	Ziel	Selbstorganisation	Freie Bewegung

Das vierte Beispiel betrifft die Anforderung an die Führung nach STEINHAUSER et al.(1982) und das fünfte Beispiel zeigt, wie auch die Oberfäche einer Software nach COX(1986) mit der Siebenschritt-Methode zu beschreiben ist.

Beispiel 4:

1	Bezeichnung, Subjekt	Erkennung und Analyse des Problems
2	Beziehung, Funktion	Sammlung von Daten zum Problem
3	Bedingung, Faktoren	Aufstellung von Alternativlösungen
4	Abgrenzung, Objekt	Auswahl einer Alternative (Entscheidung)
5	Auf-u.Abbau, Zyklus	Durchführung der Entscheidung
6	Rückkopplung, Steuerung	Prüfung im Ist- und Soll-Vergleich
7	Ziel	Anforderung an die Führung

Beispiel 5:

Die Oberfläche einer Software wird größer mit ...

1 ... der Anzahl von Namen, die an der Oberfläche zu sehen sind
2 ... dem Typ der Abhängigkeit zwischen diesen Namen
3 ... der Sequenz der einzelnen Operationen
4 ... der Kommunikation zwischen den Bereichen (domains)
5 ... der Verantwortung die Objekte zu löschen
6 ... der Konkurrenz der einzelnen Aufgaben in Raum und Zeit
7 Ziel: ideales Verhältnis zwischen Inhalt und Oberfläche

2.2 Die drei Grade (3G)

Abb.3 zeigt drei komplexe Zielbereiche, die den Zielen der konventionellen, integrierten und alternativen Landwirtschaftssystemen entsprechen.

1 Im konventionellen Landwirtschaftssystem ist als Ziel eine maximale Effizienz der Verwertung der eingesetzen Produktionsmitteln für die Leistung vorgegeben. In diesem Fall werden die Bilanzwerte auf der Ebene des Gesamtkörpers bzw. auf dem Feld gemessen und vorausgesagt.

2 Das integrierte System ist sich auch der negativen Folgen einer intensiven Wirtschaft bewußt. In diesem Fall müssen z.B. die Rückstände in einzelnen Organen oder im Boden gemessen und dynamisch untersucht werden. Das System kann beispielsweise im tierischen Bereich Informationen über Futteraufnahme, Futterpassagen, mikrobielle Prozesse, ileocaecale Verdaulichkeiten, Blutfluß, Gewebeprozesse und andere Prozesse liefern.

3 Das alternative System nutzt die natürlichen Steuerungseigenschaften der Organismen und das Verhalten der Tiere, um eine relativ hohe Leistung zu gewährleisten. Aus den naturwissenschaftlichen Prinzipien können einzelne Parameter für die dynamischen Prozesse berechnet werden. Das Ziel dieser Modelle ist, unabhängig von den ökonomischen,

	1 KONVENTIONELL	2 INTEGRIERT	3 ALTERNATIV
	klassisch	modern	neu
	Bilanz	Dynamik	Steuerung
7 ZIEL	eff. Futterverwertung	auch Rückstände	auch Verhalten
BEWERTUNG			↓
6 REGULATOREN			Weg von oben:
STEUERUNG			aus den Gesetzen
5 ZYKLEN			differenziert
GLEICHGEWICHTE			Param.gerechnet
4 EBENEN		Weg von unten:	
OBJEKTE		aus dem Futter	
3 FAKTOREN		in den Organen	
FLUXE		Stoffe gemessen	
2 FUNKTIONEN	auf einer Ebene:		
GLEICHUNGEN	im Gesamtkörper		
1 PARAMETER	Bilanzwerte		
VARIABLEN	gemessen		

Abb. 3: 3 Grade bei der Zielformulierung: konventionelle, integrierte und alternative Landwirtschaftssysteme

die biologische Optima zu definieren. Eine ökonomische Beurteilung der Definitionen soll erst im zweiten Schritt erfolgen.

Den drei Systembereichen entsprechend, wird auch die Modellbeschreibung von dem ersten bis zum letzen Grad immer differenzierter. Wenn bei den konventionellen Modellen ein funktionales System von Input-Output Beziehungen genügt und bei den integrierten Modellen eine dynamische Betrachtung ausreicht, kann das alternative Modell ohne ganzheitliche Betrachtung der Bilanz, Dynamik und Steuerung nicht auskommen.

Allgemein können die drei Grade der Zielformulierung auf folgende Weise, die sich zum Teil mit der Beschreibung der ethischen Standpunkte von BURKHARDT (1989) und DOLUSCHITZ (1990) deckt, definiert werden.

1 Kurzfristige Ziele der Gewährleistung der Nahrung für die Menschheit, mit einen optimalem Einsatz von Produktionsmitteln. Dies ist durch die Verbesserung der Technik und Technologie zu erreichen. Dieser Grad entspricht den ersten zwei Schritten in der Systembeschreibung, plus dem entsprechenden Ziel.

2 Langfristige Ziele der Erhaltung der Strukturen und der Produktivität. Diesen langfristigen Zielen müssen die kurzfristigen Ziele und dadurch auch die Technik und Technologie, untergeordnet werden. Die Gefahren einer intensiven Technik und Technologie werden nur durch Analysen der Strukturen und der Dynamik sichtbar. Dieser Grad entspricht den ersten vier Schritten in der Systembeschreibung, plus dem entsprechenden Ziel.

3 Ganzheitliche Ziele erfassen nach BURKHARDT neben den Zielen der ersten 2 Grade auch das Ziel des Erhaltens der lokalen Komunitäten, des bäuerlichen Weges des Lebens, die ökologische und biologische Vielfalt und das Umdenken der Werte des menschlichen Lebens. Technisch sind diese Ziele durch das Nutzen der selbstregulierenden Eigenschaften der Natur, der Ressourcen und der landwirtschaftlichen Produktionsmittel zu erreichen. Dieser Grad erfaßt rückwirkend alle Schritte in der Systembeschreibung, oben angefangen, bei dem Ziel und dem 5. und 6. Schritt.

Diese drei Grade decken sich auch mit den in den Naturwissenschaften benutzten Begriffen "klassisch, modern und neu". Es ist zu betonen, daß die drei Grade sich nicht ausschließen, sondern ergänzen, gleichzeitig existieren, beim 1.Grad anfangen und zum 3.Grad streben. Ein alternativer Weg wäre keine Alternative mehr, wenn es nur ihn gäbe: Zunächst müssen die Variablen erkannt, ausgewählt und in eine entsprechende Funktion gestellt werden. Eine Vielzahl von Faktoren in einer Funktion (Gleichung) wird jedoch bald ein Hindernis in der Weiterentwichlung des Systems. Dann ist die Aufsplitterung der Funktion in mehrere Teilfunktionen, die die Anwendung von Matrix und der Objekte erlauben, notwendig. Es entspricht dem 2.Grad: das System wird von unten aus einer Vielzahl von gemessenen Parametern aufgebaut. Die Grenzen für diesen Aufbau sind durch das Fehlen entsprechender Daten und die Unflexibilität der Steuerung des Systems gegeben. Dann ist der Weg von oben (3.Grad), d.h. die Berechnung der Parameter mit Hilfe der naturwissenschaftlichen Prinzipien der einzige weiterführende Weg. In den Arbeiten von REICHL (1987,1989) wurde aufgezeigt, wie man von der Definition eines zyklischen Fließgleichgewichts über die Bilanzierung der einzelnen Fluxe in den einzelnen Objekten (Organen) zu den Ergebnissen auf allen Ebenen des Gesamtorganismus kommen kann.

3 Wissensbasis

In diesem Abschnitt wird an Hand von weiteren Beispielen gezeigt, wie die Wissensbasis des Systems organisiert ist. Die Wissensbasis besteht aus einer unbegrenzten Anzahl von Blöcken, die mit der 7S-3G-Methode strukturiert sind. Jeder Wissensbereich fängt mit einem allgemeinen Block an. Dieser wird mit weiteren Blöcken, die das Spezialwissen auf verschiedenen Ebenen darstellen, vertieft. Der Benutzer des Systems kann sich entweder zunächst alle allgemeine Blöcke anschauen und dann nach Bedarf ein Fach in die Tiefe durchsuchen, oder er sucht Antwort auf eine spezifische Frage in allen Fachgebieten in einem ausgewählten Schritt.

Beispiel 6 stellt einen allgemeinen Block für die Silage nach JURGENS (1988, Seite 200) dar. Beispiel 7 beschreibt die Milchviehfütterung nach MENKE (1987, Seite 127). In diesem Beispiel, sowie in den weiteren Beispielen, zeigt bei jedem Schritt der Buchstabe "a" den allgemeinen Block, "b" einen speziellen darauf folgenden Block an. Im Beispiel 7 gibt Block "b" die Begründung dieser Art von Fütterung durch Vorgänge im Pansen einer Kuh an.

Beispiel 6:

1a Silage is das Produkt einer Säuregärung von Grünfutter

2a Vorteile: Futter hoher Qualität, mehr Futter pro Landfläche
Nachteile: Geringere Aufnahme im Vergleich zu Frischfutter,...

3a Qualitätsfaktoren: Feuchtigkeit, Reife, Pressen, Drainage, Luftentzug, ...

4a Pflanzen für die Silage: Mais, Sorghum, Leguminosen, ...
Typen von Silos: Turm, Graben, Bunker, Plastik, ...

5a Prozesse im Silo: Fortsetzung der Pflanzenzellatmung, Temperatur steigt (bei niedriger Temperatur: Produktion von Butyrat), Gärungsprodukte: Acetat (bis zum 3.Tag) und Laktat (bis zu 2.Woche)

6a Silagezusätze: Nährstoffe (Körner, Melasse, Stroh, Harnstoff) und Konservierungsmittel (Säuren, Bakterien, Na-metabisulfit)

7 Ziel: Allgemeine Beschreibung von Silage

Beispiel 7:

1a Fütterung von Milchvieh mit Berücksichtigung der TS-Aufnahme, Protein/Energie Quotient,Energiekonzentration,Futterstruktur, Grundfutterverdrängung

2a Mittlere TS-Aufnahme als Funktion von E, T, F, L, O, W
Gleichung: .....

3a Faktoren: E=Energiekonzentration, T=TS, F=Fütterungsinterval, L=Milchleistung, O=Laktationswoche, W=Lebendgewicht
3b Anhebung von E bewirkt eine kleinere Verweildauer im Pansen

4a Die Struktur der Ration fordert 18% Rohfaser/TS
4b Weniger Strukturstoffe: mehr Propionat, weniger Milchfett

5a P/E Quotient: Bedarf 11-12 g Prot/MJ ME oder 13 % Protein/TS
5b 13% bedeutet: Gleichgewicht der Absorption und Sekretion von Stickstoff im Pansen

6a Grundfutterausgleich bei >13% mit Getreide, bei <13% mit Soja
6b Höhere E verursacht Grundfutterverdrängung aus der Ration

7 Ziel: Wiederkäuergerechte Fütterung von Milchvieh

Beispiel 8 präsentiert das Spektrum der Untersuchungen von Zusatzstoffen und ihren Rückständen nach GROSSKLAUS (1989) mit dem Spezialfall "b" von Antibiotikum Monesin-Na. Beispiel 9 beschreibt im Teil "a" die physiologische Wirkung von Wachstumshormon (rbST) bei der Milchkuh

nach BURTON und McBRIDE (1989) und im Teil "b" die wirtschaftliche Folgen dieser Anwendung nach DOLUSCHITZ (1990).

Beispiel 8:

1a Identität des Zusatzstoffes, seine Eigenschaften
1b Antibiotikum Monesin-Na, Streptomyces cinnamonensis

2a Spezifizierung der Wirkung des Stoffes
2b Leistungsförderung bei Mastrindern, geringe Wirkung durch grampositive, keine Wirkung durch gramnegative Flora

3a Anwendungsbedingungen, Überwachungsmethoden
3b Dosierung 10 - 40 mg / kg Futter, ...

4a Untersuchung der Rückstände in den Organen
4b Rückstände in Organen nur bei Überdosierung

5a Untersuchung der Wirksamkeit und des Stoffwechsels
5b 14C-Untersuchung ergab in der Leber positive Werte 0.6 mg / kg - davon 3% unverändertes Monesin

6a Toxikologische Wirkungen an Versuchtieren
6b Kein toxischer Effekt bei 1.25 mg / kg KGW

7 Ziel: Untersuchung und Überwachung von Zusatzstoffen

Beispiel 9:

1a Wachstumshormon, Somatotropin (ST), endogenes Peptid aus der Hypophyse, rbST=recombinat bovine ST (Escherichia coli)
1b Hochleistungskuh, wirtschaftliche Folgen

2a Stimuliert Muskel-u.Knochenwachstum, Glukoneogenese in der Leber, Lipolyse in der Fettgewebe, stimuliert Milchproduktion
2b Folgen der Leistungssteigerung: Kuhbestandreduzierung bei vorgegebener Milchmenge

3a bST in endogener Form wirkt anabolisch (Proteinsynthese) und katabolisch (Lipolyse, Insulin wird blockiert)
3b Hochleistungskuh fordert Futter hoher Qualität mit der Folge: Standortdifferenzierung

4a Keine Rückstände in Geweben, bST induziert IGF-1 (insulin-like-growth factor = somatomedin), was in der Milch ausgeschieden wird, Milch muß pasteurisiert werden
4b Strukturelle Folgen hoher Leistung: Stallplätze werden frei

5a Negative Energiebilanz und höhere Milchfettproduktion, die Peak-Leistung kann durch rbST verlängert werden, es kommt entsprechend der Injektionen zyklisch zur Erscheinung
5b Ökonomisches Optimum ist nicht in Einklang mit dem biologischen Optimum

6a Stress bei der Hochleistungskuh steht im Zusammenhang mit höherer Wärmeproduktion. Risiken: Mastitis, Ketose und Milchfieber sind sekundäre Folgen der hohen Leistung
6b Wegen der größeren Empfindlichkeit brauchen die Tiere mehr Pflege

7a Intensivierung der Milchproduktion durch rbST
7b Verdrängung weniger effizienter Betriebe in benachteiligten Gebieten, z.B. in Deutschland

Ethischer Gedankenanstoß: Nutzen oder Ausnutzen ? Die Hersteller von Geräten empfehlen die Geräte nicht bei ihrer Höchstleistung permanent zu nutzen. Warum soll es bei Tieren anders sein ?

Beispiel 10 zeigt allgemeine Strukturierung vom Wissen (a) bei einem Simulationsmodell für das Pflanzenwachstum und (b) beim Definieren der Abhängigkeit der Resistenz der Pflanzen gegen einen pathogen Befall. Beispiel 11 bearbeitet die allgemeinen Grundlagen des biologischen Pflanzenbaus nach KAHNT (1986).

Beispiel 10:

1a Klassifikation der Frucht und der Umweltvariablen
1b Infektionsmaterial: Spezies, Eigenschaften

2a Wachstumskurve als potentielles Wachstum
2b Beschreibung der Infektion und ihrer Folgen

3a Faktoren, die das Wachstum von Pflanzen beeinflussen: Wasser, Temperatur, Radiation, Nährstoffe
3b Faktoren die die Keimung des Pathogens beeinflussen ...

4a Pflanzenorgane, Pflanzenpopulation, Bodenstruktur, Bodenflora, Bodenbearbeitung
4b Infektionsort, Überwindung von physiologischen Barrieren, geschwächte Zellwände durch Überdosierung von Stickstoff begünstigen die Infektion

5a Zyklen des Wachstums, Proteinturnover, Stoffwechsel, Assimilation, Transpiration
5b Ausbreitung des Pathogens, seine Vermehrungszyklen sind mit den Zyklen der Pflanze zu koordinieren und bremsen

6a Rückkopplungen: Pflanzenwachstum ist nur indirekt vom Regen (Stomaschließen) und vom N im Boden (N im Gewebe kann sinken) abhängig
6b Resistenzmechanismen der Pflanze können durch optimale Düngung gefördert werden

7 Ziel: Nutzen der selbstregulierenden Eigenschaften der Pflanze gegen das Pathogen

Beispiel 11:

1a Allgemeine Charakterisierung des biologischen Pflanzenbaus

2a Reduzierung von Technik-Einsatz: 1 Entzug von Wasser, Licht und Sauerstoff anstatt von Herbizideneinsatz, 2 Biologische anstatt mechanische Bodenlockung, 3 Fruchtfolge gegen Unkraut 4 Luftstickstoff für die Proteinsynthese ohne die Zwischenstufen Ammoniak und Nitrat

3a Lichtentzug: Klee ist eine beschattende Pflanze
Wasserentzug: Unkraut vertrocknen lassen (schälen, fräsen)
Sauerstoffentzug: tief vergraben

4a Bodenbearbeitung: Abgesamte verunkrautete Felder sollen vor der Keimung der Unkrautsamen nicht gepflügt werden
Durch Schälen zum Keimen bringen, dann einpflügen

5a Futterpflanzen als Teil der Fruchtfolge: Die Schnittzeit der Futterpflanze hat sich nach der Unkrautentwicklung nicht nach der Produktion der Masse zu richten

6a Die mit dem Futter abgeernteten und verfütterten Unkrautsamen sollen durch Schwemmistbehandlung neutralisiert werden, Rhizome mit Kainit bestreuen

7 Ziel: Reduzierung der Biozide und der intensiven Technik

Ethischer Gedankenanstoß: Biozide oder Pestizide sind Gifte. Sie sollen Pflanzen, Insekten, Pilze und Mäuse vernichten. Soll das Wort "vernichten" in der Wissenschaft überhaupt Platz haben ?

Beispiel 12 bietet im allgemeinen Block einen Vorschlag zur Erhaltung von kleinen bäuerlichen Betrieben analogisch zur Funktion von Organen im Körper. Es ist ein kompleter Satz, der in darauf folgenden Blöcken weiter spezifiziert werden müßte.

Beispiel 12:

1a	Bezeichnung:	Kleine (bäuerliche) landwirtschaftliche Betriebe
2a	Beziehung:	in Rahmen einer Marktwirtschaft brauchen
3a	Bedingung:	in eine "alles-zu-allem" Kompetition nicht einzutreten, wenn sie mit anderen Betrieben
4a	Abgrenzung:	einen Körper bilden, der nach außen als Einheit wirkt, sich jedoch durch flexible Reaktionen
5a	Auf-u.Abbau:	auf Nachfrage-Angebot selbst umbaut und dabei
6a	Rückkopplung:	auch die politischen Bestimmungen erfüllt.
7	Ziel:	In allen Schritten eine flexible und selbsterhaltende Organisation von bäuerlichen Betrieben.

4 Programmiersprache

Für die Realisation dieses Systems wurde die Programmiersprache Turbo--Prolog ausgewählt. Sie bietet die Möglichkeit nicht nur die Struktur der sieben Schritte leicht zu programmieren, sondern auch die Möglichkeit alle nötige Berechnungen und Iterationen durchzuführen. Es ist vorgesehen, die Blöcke zu bestimmten Zwecken als ein Paket frei zu kombinieren. Die Verbindung der Blöcke besorgt ein zu diesem Zweck erstelltes Programm.

Literatur

BURKHARDT, J. (1989): The morality behind sustainability, J.Agric. Ethics, 2, 113-128

BURTON, J.L., McBRIDE, B.W. (1989): Recombinant bovine somatotropin (rbST): Is there a limit for biotechnology in applied agriculture?, J.Agric.Ethics, 2, 129-159

COX, B.J. (1986): Object-Oriented Programming, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts

DOLUSCHITZ, R. (1990): Ökonomische und strukturelle Folgen der Biotechnologie, Kraftfutter 5, 203-209

GROSSKLAUS, D. Hrsg. (1989): Rückstände in von Tieren stammenden Lebensmitteln, Paul Parey, Berlin-Hamburg

JANSON, A. (1988): Die Programmiersprache Turbo-Prolog, Franzis-Verlag, München

JURGENS, M.H. (1988): Animal Feeding and Nutrition, 6.Aufl., Kendall/Hunt, Debuque, Iowa

KAHNT, G. (1986): Biologischer Pflanzenbau, Ulmer-Verlag, Stuttgart

MENKE, K.H., HUSS, W. (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde, 3.Aufl., Ulmer-Verlag, Stuttgart

REICHL, J.R. (1987): The use of artificial intelligence for simulation of metabolic processes, In: System Analysis of Biological Processes, Hrsg.D.P.F.Möller, Vieweg, Wiesbaden, 115-126

REICHL, J.R. (1989): Validation of intelligent models for the metabolic processes, In: System Analysis of Biomedical Processes, Hrsg.D.P.F.Möller, Vieweg, Wiesbaden, 130-136

REICHL, J.R. (1989): Estimation of the protein turnover from the body fluid flow, In: Energy Metabolism of Farm Animals, Hrsg.Y.van der Honing, W.H.Close, Pudoc,Wageningen, 219-222

REICHL, J.R. (1989): Absorption and metabolism of amino acids studied in vitro, in vivo, and with computer simulations, In: Absorption and Utilization of Amino Acids, Hrsg. M.Friedman, CRC Press, Boca Raton, Florida, Vol.I, 93-156

REICHL, J.R. (1990): Computeranwendungen in der Tierernährung: Gegenwart und Perspektiven, Übersichten zur Tierernährung, in Druck

STEINHAUSER, H., LANGBEHN, C., PETERS, U. (1982): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre, Bd.1: Allgemeiner Teil, 3.Aufl., Ulmer-Verlag, Stuttgart