



# Prozeßsteuerung in der Tierhaltung

– Konzepte, Datenerfassung, Kommunikation –

Herausgegeben vom SFB 141  
„Produktionstechniken der Rinderhaltung“

H. Auernhammer  
H. Pirkelmann  
G. Wendl





## Prozeßsteuerung in der Tierhaltung

- Konzepte, Datenerfassung, Kommunikation -

Herausgegeben vom SFB 141

"Produktionstechniken der Rinderhaltung"

H. Auernhammer

H. Pirkelmann

G. Wendl

© 1983 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-8050 Freising  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-  
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan

Printed in Germany

## Vorwort

Fortschreitende Spezialisierung und zunehmende Bestandsgrößen in der Tierhaltung binden den Landwirt immer stärker an den Betrieb. Bei günstiger werdenden ökonomischen Bedingungen verschlechtert sich somit die soziale Situation in den Veredelungsbetrieben. Gleichzeitig entfernt sich der Landwirt mehr und mehr vom Einzeltier, so daß er gezwungen ist, für die Einzeltierkontrolle und -überwachung in zunehmendem Maße technische Hilfsmittel einzusetzen.

Hier bieten sich durch die rapide Verbilligung der Elektronik und durch den kostengünstigen Einsatz von Kleincomputern neue Produktionshilfen für den Landwirt an. Gleichzeitig erwachsen aber daraus aus der Vergangenheit bekannte Gefahren in der Form, daß gerade in Zeiten stürmischer Entwicklungen auf einem bestimmten Sektor den Gesamtsystemen und den Gesamtaufgaben zu wenig Augenmerk zugewandt wird. Vielfach werden dann optimierte Teillösungen entwickelt, die sich später nur unter großen finanziellen Aufwendungen oder überhaupt nicht in umfassende Systeme einbauen lassen.

In einem Fachgespräch im Juni 1983 in Weihestephan wurde deshalb versucht, diese Gesamtproblematik tiefergehend darzustellen und zu analysieren. Fachkundige Referenten aus dem Sonderforschungsbereich 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung", dem Institut für Betriebstechnik der FAL Völkensrode, dem Leibniz Rechenzentrum München und dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in München behandelten dabei die Bereiche möglicher Konzepte, der Datenerfassung und der Kommunikation mit übergeordneten Systemen.

2  
a  
Diese Referate und die wichtigsten Punkte der anschließenden Diskussion sollen nachfolgend dargestellt und damit einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Mögen Sie einen Beitrag darstellen, um diesen neuen Techniken künftig mit weniger Vorurteilen gegenüberzutreten und sie als das zu betrachten, was sie sein sollen, nämlich: Eine Hilfe für den Landwirt!

Prof. Dr. H.-L. Wenner  
(Sprecher des SFB 141)

Dr. H. Auernhammer  
(Projektbereich A)

Dr. H. Pirkelmann  
(Projektbereich B)



## INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
Konzepte für den Einsatz computergesteuerter Prozeßsteuerung in der Tierhaltung Dr. Hermann Auernhammer	5
Entwicklung auf dem Gebiet der Sensorik, Aktorik, Aufbau von Kleincomputersystemen sowie Lösungsansätze für die Kommunikation R. Artmann	32
Entwicklung auf dem Personal-Computer- Sektor P. Chylla	73
Datenbereitstellung im Personal-Computer mit Hilfe von Datenbanksystemen G. Wendl	95
Personal-Computer und BALIS im Verbund über BTX und/oder Datex-P Dr. J. Haimerl	117
Ergebnisprotokoll der Diskussion zu den Themenbereichen	
1. Konzepte der Prozeßsteuerung in der Tierhaltung	125
2. Datenerfassung und Datenbereitstellung	127
3. Kommunikation mit Informationssystemen M. Stein	130



## Konzepte für den Einsatz computergestützter Prozeßsteuerungssysteme in der Tierhaltung

---

Dr. Hermann Auernhammer \*)

Landwirtschaftliche Tierhaltung in unserer Zeit bedeutet allgemein gesprochen "wachsen oder weichen". Dies gilt sowohl für den Bereich der EG als auch für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland. Wenn auch derzeit z.B. die mittleren Tierzahlen je Betrieb innerhalb der EG sehr unterschiedlich sind und Großbritannien in etwa die vierfache Kuhzahl je Betrieb gegenüber uns ausweist, so dürfen wir nicht vergessen, daß auch in unserem Land die Zahl der Betriebe mit größeren Tierbeständen nicht unerheblich ist. So finden wir nach der letzten Statistik in der Bundesrepublik Deutschland (4)

etwa 50 000 Betriebe mit mehr als 60 Stück Rindvieh  
etwa 16 000 Betriebe mit mehr als 100 Stück Rindvieh  
  
etwa 8 300 Betriebe mit mehr als 400 Schweinen  
etwa 500 Betriebe mit mehr als 1 000 Schweinen.

Bezogen auf die reine Milchviehhaltung lauten diese Zahlen:

etwa 14 000 Betriebe besitzen mehr als 40 Milchkühe  
etwa 6 000 Betriebe besitzen mehr als 50 Milchkühe und  
etwa 300 Betriebe besitzen mehr als 100 Milchkühe.

Für die reine Zuchtsauenhaltung sind die entsprechenden Zahlen:

etwa 31 000 Betriebe halten mehr als 20 Zuchtsauen  
etwa 10 000 Betriebe halten mehr als 50 Zuchtsauen.

Bedenken wir nun, daß alle diese Betriebe laufend aufstocken und damit im Grunde immer weniger Zeit für das Einzeltier aufwenden können, dann werden die beiden Hauptprobleme unserer stärker spezialisierten Betriebe erkennbar:

- Trotz stärkerer Mechanisierung nimmt mit zunehmender Spezialisierung bei ständiger Aufstockung die zu erbringende Arbeitszeit nicht ab. Die Arbeitsbelastung nimmt sogar noch

---

\* Dr. H. Auernhammer ist Leiter des Projektbereiches A am Institut für Landtechnik der Technischen Universität München innerhalb des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung"

zu, weil ein Mehr an Kontrolle anfällt und weil dadurch der Betriebsleiter noch stärker an den Betrieb gebunden wird.

- Durch den stärkeren Einsatz der Technik entfernt sich der Landwirt mehr und mehr vom Einzeltier, so daß die tierindividuelle Betreuung schlechter wird.

Auch wenn für diese allgemein beschriebene Situation derzeit der objektive Beweis fehlt, so spiegeln doch Betriebsanalysen sehr deutlich in der Schwankung der Betriebsergebnisse diese Zusammenhänge wider. Mittlere Lebensleistungen unserer Milchkühe von etwa 4 Laktationen und mittlere Wurfzahlen der Zuchtsauen von etwa 3 weisen zudem darauf hin, daß auch in dieser Beziehung bei einer Vielzahl der Betriebe einiges im Argen liegt. Diese Ergebnisse jedoch eindeutig einer zu hohen Leistung zuzuschreiben, wäre sicher genauso unrichtig, wie sie ausschließlich der zu schlechten Betreuung anzukreiden.

Schließlich ist aber auch noch ein Blick auf die gesamtbetriebliche Situation zu werfen. Heute können wir im Durchschnitt davon ausgehen, daß etwa 20 bis 30 % der erbrachten Arbeitszeit in den Betrieben für die Betriebsführung und die Betriebsüberwachung benötigt werden (3). Wenn auch zwischenzeitlich, bedingt durch gesetzliche Maßnahmen, in einer Vielzahl von Betrieben die Buchführung gemacht werden muß, so kann auch heute noch festgehalten werden:

- In nahezu allen Betrieben ist die Transparenz der einzelnen Betriebszweige unbefriedigend!
- Wie groß ist denn die Zahl jener Betriebe, die über eine jährliche Betriebszweigabrechnung verfügen und liegt nicht der Hauptmangel dieses Mankos in der Datenbeschaffung? Sind aber die benötigten Daten nicht zu einer großen Zahl Naturaldaten, die in irgend einer Form ohnehin während des Jahres gebraucht und gehandhabt werden?

Diese Fragen weisen darauf hin, daß unsere stärker spezialisierten Betriebe Hilfsmittel für ein besseres und damit leistungsfähigeres Management benötigen. Diese Hilfsmittel

müssen zur Entlastung der Betriebsleiter zum einen in Form einer Grundautomatisierung bereitgestellt werden, welche wiederkehrende Steuer- und Überwachungsvorgänge übernimmt und zum anderen in einer automatisierten Grunddatenerfassung, um daraus nach standardisierten Algorithmen die für den Landwirt so wichtigen Entscheidungshilfen zu ermöglichen.

Zur Prozeßsteuerung

Prozeßsteuerung als aktuelles Einsatzgebiet der Elektronik und der Mikrocomputer nimmt heute einen breiten Raum in der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion ein. Um hier jedoch eine klare Ausgangssituation zu schaffen, bedarf es zuerst einer Klärung der anstehenden Begriffe und Definitionen.

Im Bereich der Steuer- und Regeltechnik (Abb. 1) ist zwischen Steuerung und Regelung zu unterscheiden. Steuerung stellt einen offenen Wirkungsablauf dar, bei welchem lediglich nach Vorgabe eine und mehrere Stellgrößen auf das Soll im Input ausgerichtet werden. Eine Kontrolle des Outputs erfolgt dabei nicht.

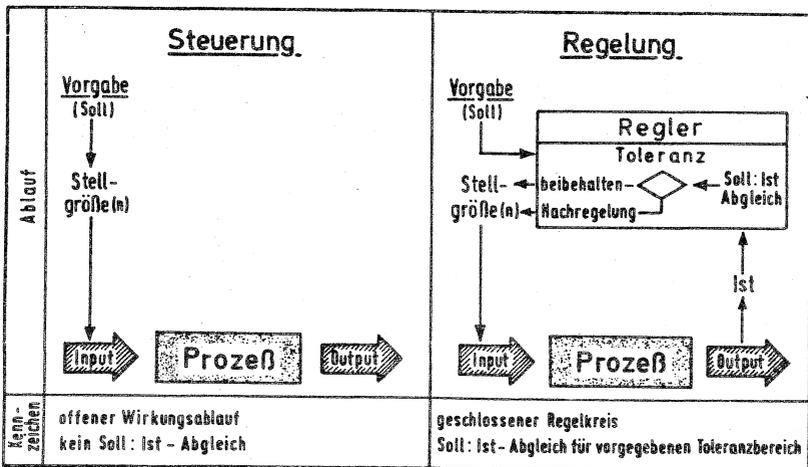


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Prozeßsteuerung und Prozeßregelung

Hingegen wird bei der Regelung ein geschlossener Regelkreis vorausgesetzt. Nach der Vorgabe werden, wie bei der Steuerung, die Stellgrößen für den Input ausgerichtet. Am Output erfolgt sodann die Erfassung des Ist-Wertes, der dann mit dem Soll und der zulässigen Toleranz verglichen wird. Liegt die Abweichung im Toleranzbereich, wird die Einstellung der Stellgrößen für den Input beibehalten, ansonsten erfolgt eine Nachregelung.

Aus diesen grundlegenden Unterschieden zwischen Steuerung und Regelung wird ersichtlich, daß eigentlich die Steuerung in jedem Prozeß den ersten Schritt darstellt, weil dabei ohne besondere Sensoren eine Substitution von Arbeit durch Technik erreicht werden kann. Ein typisches Beispiel hierfür ist der Kraftfutterabrufoautomat in der Milchviehhaltung oder die Flüssigfütterungsanlage für Mastschweine. Als Vorgabewerte werden in beiden Fällen bekannte Leistungskurven herangezogen, wobei in beiden Fällen die Überprüfung der exakten Dosierung nach der Installation und Eichung dem Landwirt überlassen bleibt.

Da diese Gesamtsituation unbefriedigend ist, wird jedes Bemühen immer in Richtung Regelung tendieren. Dazu bedarf es dann jedoch einer besonderen Sensorik zur Erfassung der Ist-Situation und einer geeigneten Signalisierung. Übertragen auf den Prozeß Milchviehhaltung wirft dies die Fragen nach der Strategie einer Prozeßsteuerung auf.

#### Form und Strategie der Prozeßsteuerung

Ausgehend von der Haltung einer Milchviehherde ist bei der Form der Prozeßsteuerung (im engeren Sinne also jeder technischen oder manuellen Maßnahme) danach zu unterscheiden, ob diese nur in einem Teilsystem - wie z.B. der Kraftfutterabrufoanlage - oder im Gesamtsystem stattfinden soll (Abb. 2). In der Praxis und nach dem derzeitigen Stand des technisch Machbaren, wird hier immer ein Stufenplan realisiert werden.

Typische Beispiele sind die Kraftfutterabrufanlagen in derzeit mehr als 2000 Betrieben der Bundesrepublik Deutschland oder die prozessorgesteuerten Mahl- und Mischanlagen für die Schweinehaltung. Beide stellen einen Einstieg in diese neue Technik dar und bei beiden ist zu erwarten, daß weitere gesteuerte Teilsysteme in diesen Betrieben folgen werden.

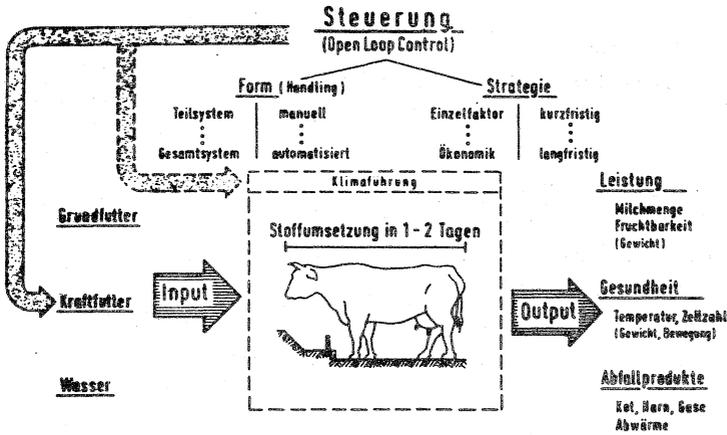


Abbildung 2: Steuerung im Prozeß "Milchviehhaltung"

Neben der Frage nach dem Umfang ist aber auch die Frage nach dem Grad der Automatisierung von Bedeutung. Prozeßsteuerung bedeutet ja die Definition eines Sollwertes. Dies wird am Beispiel der Kraftfutteranlage für Milchvieh ein abgeleiteter Wert aus der letzten Milchkontrollwägung sein. Er würde folglich auch manuell der Steuereinheit übergeben. Automatisiert wäre dieser Vorgang durch die direkte Übergabe der Stellgrößen aufgrund der Milchmengenerfassung aus Durchflußmeßgeräten oder Wiegebehältern in fixen Zeitabständen.

Genau wie die Form der Steuerung läßt sich auch die Strategie der Steuerung aus zwei wesentlichen Blickwinkeln beleuchten. In erster Linie ist hier die Frage zu stellen, ob durch die Steuerung nur ein Einzelfaktor angesprochen werden soll, dessen Wert z.B. nur natürlicher Art sein mag, oder ob letztendlich die rein ökonomische Strategie zu verfolgen ist. Auch hier läßt sich als sehr gutes Beispiel die Kraftfutterabruhfütterung für Milchkühe anführen, die derzeit rein strategisch nur als Einzelfaktor betrachtet wird.

Daneben kann am genannten Beispiel auch die Frage nach der strategischen Terminierung angesprochen werden. Kurzfristig wäre eine Strategie, die z.B. auf wechselnde Kraftfutterpreise sehr stark Rücksicht nehmen würde - langfristig wäre dagegen die Steuerung nach möglichst sparsamen Kraftfuttoreinsatz bei hoher Auswertung des Grundfutters.

Insgesamt kann somit die Prozeßsteuerung nicht ausschließlich unter einem spezifischen Blickwinkel betrachtet werden. Vielmehr zeigen die Faktoren der Form und der Strategie, daß für nahezu alle Betriebe der Ausgang beim Teilsystem liegen wird und daß durch betriebsinterne Zwänge ein gangbarer Weg bis hin zum automatisierten Gesamtsystem bei langfristiger ökonomischer Strategie durch die Technik in schrittweisen Ausbaustufen ermöglicht werden muß.

#### Prozeßüberwachung

Prozeßsteuerung in der absoluten Form kann für die Praxis keine befriedigende Lösung sein. Vielmehr bedarf es einer ständigen Überwachung, um daraus die entsprechenden Daten für die Steuerung und Daten für den Zustand des Prozesses zu haben, speziell über die Gesundheit unserer Nutztiere. Mit diesen Fragen wird somit die Sensorik angesprochen (Abb. 3). Im Gegensatz zur Steuerung läuft hier der gesamte Daten- bzw. Informationsstrom vom Prozeß mit seinem Input und Output zur Überwachungszentrale, also zum Be-

triebsleiter oder den entsprechenden Hilfsmitteln.

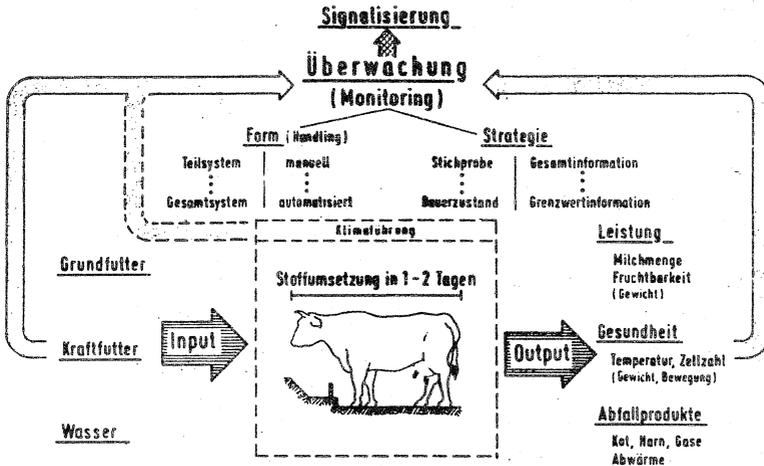


Abbildung 3: Überwachung im Prozeß "Milchviehhaltung"

Auch für diesen Problembereich sind somit die Form und die Strategie zu beachtende Einflußfaktoren. Hinsichtlich der Form ergeben sich hier die gleichen Gesichtspunkte wie bei der Prozeßsteuerung. Dagegen wirft die Strategie neue Fragenbereiche auf. In erster Linie handelt es sich dabei um die Frage, ob die Überwachung nur stichprobenartig durchzuführen, oder ob speziell in der Tierhaltung nicht der Dauerzustand anzusprechen ist. Letzteres gilt sicher für den Bereich der Tiergesundheit, denn nur so können sich abzeichnende Erkrankungen in Form erhöhter Temperaturen frühzeitig erkannt und so die mehr erfolversprechenden - rechtzeitig erkannten - Maßnahmen vorgenommen werden.

Ähnliche Zusammenhänge gelten auch für die zu erfassende Information bei der Überwachung. Nicht auf Stichproben aufgebaute Überwachung des Dauerzustandes erbringt eine riesige Datenflut. Weicht jedoch der überwachte Parameter nicht von

der Norm ab, dann ist diese Information im Grunde wertlos. Deshalb muß an dieser Stelle die Grenzwertinformation gefordert werden und somit entfallen bei der Strategie der Überwachung einfache, evt. billig zu realisierende Anfangstechnologien, weil immer eine Entscheidungslogik benötigt wird.

### Automatisierte Datenerfassung für Auswertung und Planung

Prozeßüberwachung bedeutet Datenerfassung, weshalb die Verwendung dieser Daten für weitere Zwecke ebenfalls ein besonderes Augenmerk zuzuwenden ist. Anstelle der Signalisierung muß nun die Frage nach dem Umfang der erforderlichen Daten für den Betrieb aufgeworfen werden. Wiederum gliedert sich die Betrachtungsweise in die Form und in die Strategie (Abb. 4).

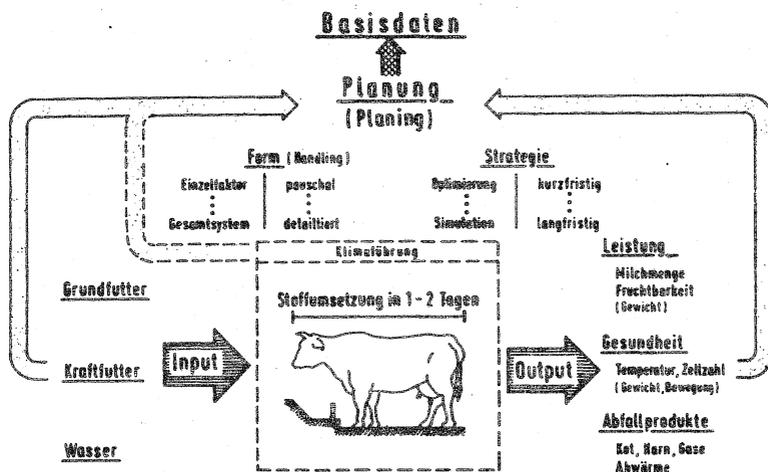


Abb. 4: Planung im Prozeß "Milchviehhaltung"

Das Hauptaugenmerk richtet sich nun bei der Form aber auf den Detailliertheitsgrad der als Basisdaten weiter zu verarbeitenden Daten. Sicher helfen pauschal erfaßte Werte die erste Lücke für die Auswertung und die Planung schließen. Grundsätzlich gilt jedoch, daß zu pauschal erfaßte Daten

nicht mehr aufteilbar sind, während andererseits sehr differenzierte Daten durch Aggregation eigentlich in jede gewünschte Form zu bringen sind. Hier spielt natürlich vor allem die Frage der Strategie herein. Sollen über Optimierungsansätze konkurrierende Alternativen selektiert werden, dann dürften mehr pauschale Werte ausreichend sein. Werden hingegen diese Daten für mehr kurzfristige Entscheidungsmodelle mit Hilfe der Simulation benötigt, dann steigt sicher die Forderung an die Differenziertheit der Daten sehr stark an. Beispielsweise wäre hier der tägliche Zuwachs einer Mastbullengruppe zu nennen, für welche deren Futtermittelverbrauch mit einem entsprechenden Entscheidungsmodell in Anlehnung an sich ändernde Preise über die weitere Mast entscheidet. Unter diesem Blickwinkel ist auch der Bereich der Terminierung zu sehen, der allerdings darüberhinausgeht und bei geeigneter Datenbasis z.B. neue Kriterien für die Zucht liefern könnte. Ist denn unbedingt die Milchleistung je Kuh und Jahr (Abb.: 5) das wichtigste Zuchtselektionsmerkmal oder müßte nicht auch die tägliche Milchschwankung als Maß für die Sensibilität einbezogen werden?

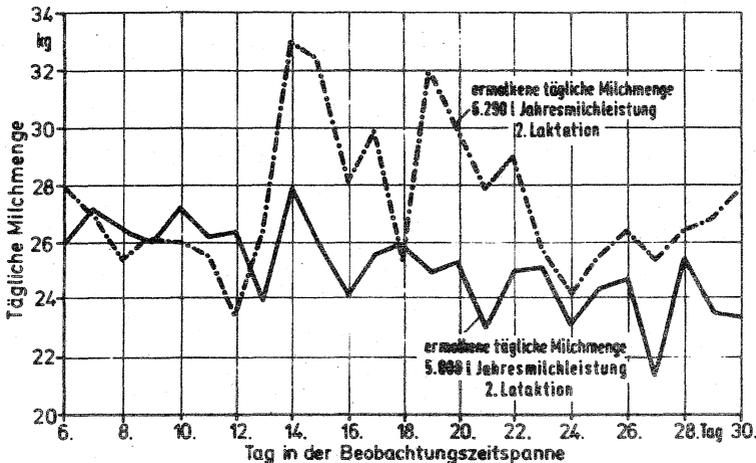


Abbildung 5: Beispiele von täglicher Gemelkmenge zweier Kühe als Basis für züchterische Selektionen

Einordnung von Steuerung, Überwachung und Planung

Versucht man nun eine Einordnung der drei Bereiche Steuerung, Überwachung und Planung vorzunehmen, dann ergeben sich daraus drei aufeinander aufbauende Stufen (Abb.: 6)

Stufen	3.	Regelung		←----- ökonomische Beurteilung	• Planung
	2.		Überwachung		
	1.	Steuerung			
Daten	Vorgabe der Inputdaten (natural)	Kontrolle der Input- und der Outputdaten (natural)	Natural- und Finanzdaten (natural - monetär)	Summe aller Daten	
Beispiele	Automatisierte Kraftfutterdosierung nach Vorgabe	Automatisierte Kraftfutterdosierung mit Rückmeldung über abgerufene Mengen und erbrachte Leistung	Verwertung des eingesetzten Kraftfutters in Bezug zur erbrachten Leistung	Selektion auf hohe Leistung aus dem Grundfutter	
	←----- Grenznutzen des Kraftfuttereinsatzes ----->				

Abbildung 6: Stufen der Prozeßführung

Danach stellt die Steuerung die einfachste Form dar, weil in ihr nur die Vorgabe der Input-Daten erfolgt. Umfangreicher und deshalb übergeordnet ist dagegen die Überwachung. Sie kontrolliert neben den Input-Daten auch die Output-Daten und damit selbstverständlich den gesamten Prozeß. Beide Bereiche befassen sich aber ausschließlich mit naturalen Daten.

Im Gegensatz dazu bedarf die ökonomische Beurteilung (Auswertung) auch der Finanzdaten und wird deshalb ebenso wie die Planung zur umfassendsten Form überhaupt. Erst diese

Ebene liefert somit jene Daten, welche als Basiswerte für eine Regelung benötigt würden. Im aufgezeigten Beispiel in Abbildung 6 stellt der Grenznutzen des Kraftfutters die Regelgröße dar, wobei allerdings darauf zu achten ist, daß dies nur dann möglich ist, wenn in der Tat alle Parameter aus dem Bereich der Überwachung vorliegen, also auch die entsprechenden Werte über die Grundfutterqualität (Inhaltsstoffe) und über die entsprechenden Grundfutteraufnahmemengen.

Zusätzlich zu diesen Stufen sind jedoch auch die Zykluszeiten für diese Bereiche zu beachten, worunter jene Zeitintervalle zu verstehen sind, in welchem neue Steuerparameter erstellt werden müssen, oder in welchen Daten für die Überwachung und die Planung bereitzustellen sind.

Zykluszeit	Steuerung					Überwachung					Planung					
	Kühe	Kälber	Mastbulle	Zuchtschweine	Mastschweine	Kühe	Kälber	Mastbulle	Zuchtschweine	Mastschweine	Kühe	Kälber	Mastbulle	Zuchtschweine	Mastschweine	
stündlich																kurzfristig
halbtäglich																
täglich																
wöchentlich																
monatlich																mittelfristig
halbjährlich																
jährlich																
mehrere Jahre																langfristig

Abbildung 7: Zykluszeiten für die Steuerung, Überwachung und Planung

Nach Abbildung 7 ergeben sich dafür drei klare Zeitspannenbereiche. In den kurzfristigen Bereich von stündlich bis täglich fallen alle erforderlichen Aktionen zur Überwachung und Entscheidung. Die kürzesten Zyklen sind hier für die sehr empfindlichen Tierarten Kälber und Zuchtschweine zu fordern, wobei bei ersteren vor allem Veränderungen der Körpertemperatur bei den Zuchtsauen sehr sicher als Kriterium für die bevorstehende Geburt heranzuziehen wäre. Hingegen zeigen die halbtäglich bis täglich anfallenden Daten die Futteraufnahme der Tiere sehr deutlich auf und gelten aus diesem Grund als sehr wichtig.

In den Bereich der wöchentlichen und monatlichen Zykluszeiten fallen dagegen alle Tierarten in bezug auf die Steuerung. Hier ist vor allem die Anpassung an die Futterrationen zu nennen, welche entsprechend der körperlichen Entwicklung (vor allem in Verbindung mit der Gewichtskontrolle) neu anzupassen oder fortzuschreiben ist.

In den daran anschließenden Bereich fallen schließlich alle Planungsdaten, so daß hier bereits die Diskrepanz zwischen erfaßten Daten aus der Überwachung und benötigten Daten für die Planung ersichtlich wird.

#### Daten als Grundlage für die Prozeßsteuerung

Nach diesen mehr grundlegenden Zusammenhängen der Prozeßsteuerung muß nun der Blick auf die Basis jeglichen Handelns und Entscheidens geworfen werden. Diese Basis stellt Informationen in Form von Daten dar. Sie lassen sich exemplarisch für die Milchkuh nach Abbildung 8 einordnen.

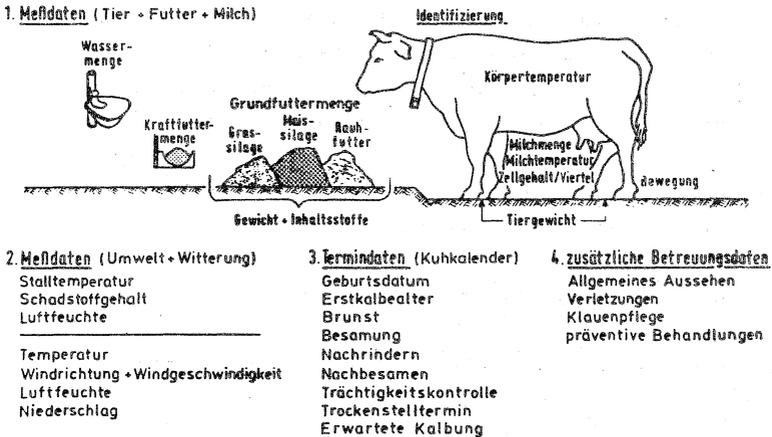


Abbildung 8: Datengruppen und deren Einzeldaten für die Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung

Grundsätzlich ist zu unterscheiden nach Meßdaten, nach Termindaten und nach zusätzlichen Daten, welche entweder vom Typ der genannten Bereiche sind oder aber reine beschreibende Informationen darstellen. Hinsichtlich der Meßdaten ist zu trennen in jene Gruppe, die das Tier und das Futter beinhaltet (zuzüglich der Milch bei Milchkühen) und in den Bereich der Umweltdaten (Stallklima) und der Witterungsdaten (Außentemperatur u.ä.).

Allen diesen Merkmalen ist gemeinsam, daß entsprechende Meßaufnehmer vorhanden sein müssen, um hier zu den Basisdaten zu gelangen. Die Einbeziehung der entsprechenden Parameter in ein Prozeßsteuerungssystem hängt also mehr oder weniger vom Stand der Entwicklung auf dem Sektor der Sensorik ab. Diese Phase der Realisierung wird sich deshalb an diese Entwicklung anlehnen und zuerst jene Bereiche erfassen, welche preiswert, schnell und mit der entsprechenden Sicherheit zu lösen sind. Als Beispiel sei hier die Gewichtserfassung zu nennen, bei welcher mit Sicherheit die wenigsten Probleme zu erwarten sind.

Trotzdem versagt sie bis heute fast immer noch dort, wo portioniert werden muß, oder wo ein ständiger Nullpunktgleichgewicht vorzunehmen ist. Daß erhebliche Probleme bei der Bestimmung der Inhaltsstoffe bestehen, braucht an dieser Stelle nicht explizit erwähnt zu werden, und welche Probleme die Erfassung der Tiergewichte und der Milchmengen bereitet, ist hinlänglich bekannt.

Bei Kenntnis all dieser Zusammenhänge kann ohne große prophetische Gabe vorausgesagt werden, daß in bezug auf die in Abbildung 8 aufgezeigten Meßdaten auch bei größten Bemühungen in den nächsten Jahren nur die Kraftfutterdosierung und evt. die Erfassung der Tierdaten, Temperatur, Gewicht und Milchmenge in vertretbaren Kapitalbedarfsgrenzen zu realisieren ist. Allerdings ist zu beachten, daß im Gegensatz zum Rind beim Schwein das Futter in der Regel aus Kraftfutter besteht und damit dort die wesentlichen Teile der Meßdaten auch heute schon problemlos zu erhalten sind.

Im Gegensatz zu den Meßdaten sind Termindaten einfach und sicher zu erfassen, wenn dies in manueller Weise mit geeigneten Hilfsmitteln erfolgt. Bei dieser Datengruppe ist das Hauptproblem mehr in der Fortschreibung und Aktualisierung zu sehen und in der unumstößlichen Forderung, diese Daten dort verfügbar zu haben, wo sie zur Entscheidung gebraucht werden.

Keine Probleme sind dagegen bei zusätzlichen Daten zu erwarten, da diese als solche nur einen zusätzlichen Stellenwert besitzen und selbst bei Lücken größere Nachteile nicht zu erwarten sind.

Das wachsende Prozeßsteuerungssystem am Beispiel der Milchviehhaltung

Aufbauend auf die dargelegten Zusammenhänge kann nun am Beispiel der Milchviehhaltung der Versuch unternommen werden, ein System der Steuerung und der Überwachung aufzubauen.

Bekanntlich ist die Steuerung der Kraftfutterabruhmengen in den Laufställen heute Stand der Technik. Jeder vierte Laufstall im Bundesgebiet ist derzeit mit einer derartigen Anlage ausgestattet. Der systematische Aufbau einer Kraftfutterabrufstation ist aus Abbildung 9 ersichtlich: Über eine Eingabe (Tastatur) werden einem Mikroprozessor Mengen je Tier, Zahl der Einzelrationen, Zeitintervalle und evt. weitere, im Festprogramm vorgesehene Parameter mitgeteilt. Diese Daten stellen die Vorgabe (Sollwert) dar. Betritt ein Tier die Station, dann wird es dort identifiziert und diese Information an den Mikroprozessor weitergeleitet. Das Programm entscheidet nun, ob und welche Menge an Kraftfutter zugeteilt wird. Nach Belieben kann der Landwirt dann die Stellwerte am Drucker kontrollieren und er erhält so Hinweise auf abgerufene Mengen und auf Restmengen.

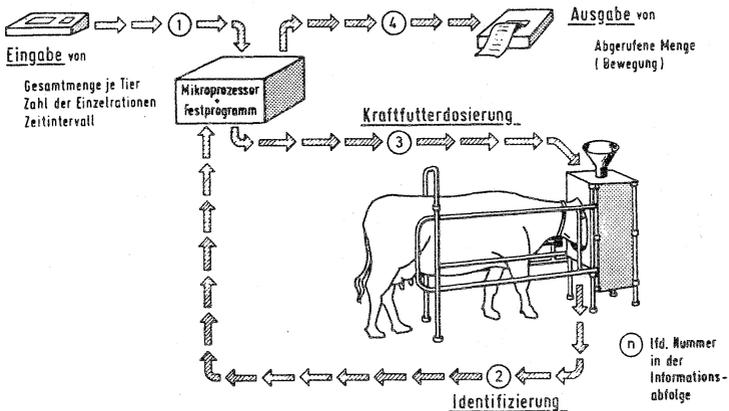


Abbildung 9: Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung -Kraftfutterprozessor-

Im Sinne der Prozeßsteuerung muß ein derartiges System im nächsten Schritt durch die Outputkontrolle (Milch) ergänzt werden. Auch hierfür läßt sich schematisch der Ablauf in der soeben aufgezeigten Weise darstellen (Abb. 10). Wiederum wird eine Eingabe für Termine, Behandlungen und anderes benötigt. Wiederum muß ein Mikroprozessor mit einem Festprogramm diese Daten aufnehmen und speichern. Betritt nun eine Kuh den Melkstand und wird identifiziert, dann kann das System über eine Anzeige der Arbeitskraft im Melkstand wichtige Hinweise wie "erforderliche Brunstkontrolle, zurückliegende Behandlung oder bei Kopplung des Systems zum Kraftfutterautomaten nicht abgerufene Kraftfuttermengen" übermitteln. Die Arbeitskraft kann dann z.B. die entsprechende Milchmenge absondern, oder sie wird erforderliche Terminbestätigungen vornehmen in der Form, daß die erwähnte Brunst beobachtet wurde. Milchmengedaten und andere Daten gehen dann in das System ein und stehen dort zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

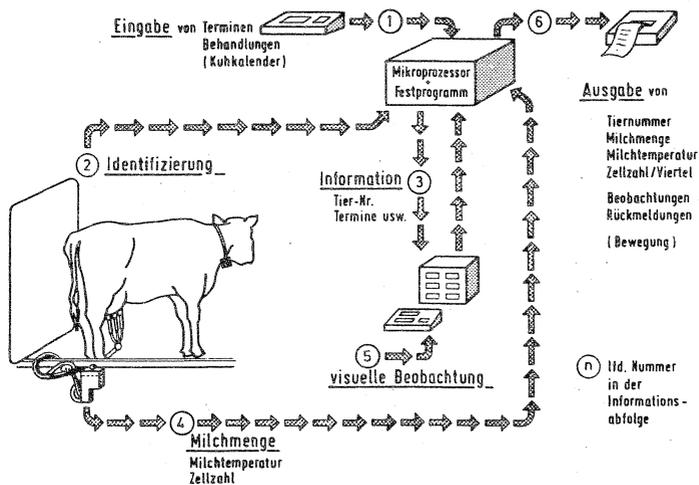


Abbildung 10: Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung  
-Melkstandprozessor-

In gleicher Weise ist der Wiegeprozessor aufgebaut (Abb. 11). Er liefert aber nur Überwachungsdaten, so daß bei einem autarken System hier die Eingabe entfallen könnte.

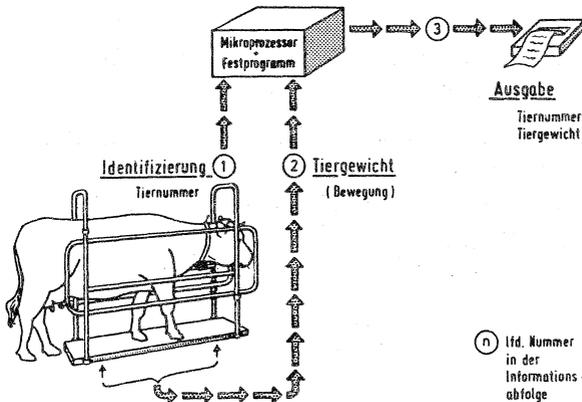


Abbildung 11: Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung  
-Wiegeprozessor-

Wird dieses System schließlich über einen gemeinsamen Prozessor betrieben, der über einen Kuhkalender (Programm) ergänzt wurde (Abb. 12), dann liegt ein Vollständiges, autarkes System der Prozeßsteuerung für die Milchviehhaltung vor.

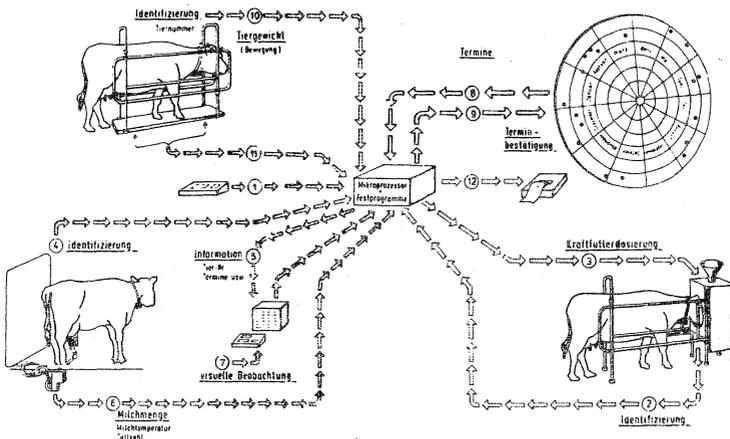


Abbildung 12: Autonomes Prozeßsteuerungssystem für die Milchviehhaltung

Zu erwartende Reihenfolge bei Teilsystemen der Prozeß-  
steuerung in der Tierhaltung

Ähnlich diesem baukastenartigen Aufbau und in bezug auf das technisch Machbare, läßt sich nun eine Reihenfolge für die Realisierung von Teilsystemen bei der Prozeßsteuerung in der Tierhaltung prognostizieren (Abb. 13).

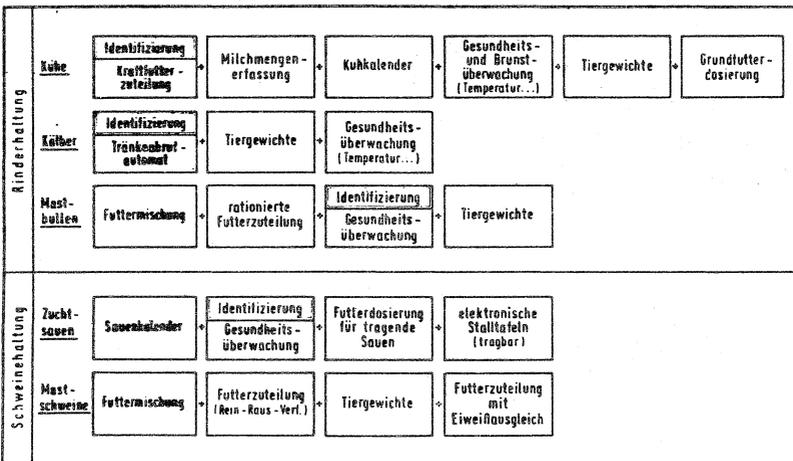


Abbildung 13: Erwartete Reihenfolge für die Realisierung von Teilsystemen bei der "Prozeßsteuerung in der Tierhaltung"

In der Rinderhaltung steht dabei die Identifizierung in Verbindung mit Kraftfutterabrufautomaten oder Tränkeabrufautomaten bei den Kälbern an erster Stelle.

In der Milchviehhaltung muß diesem Schritt zwangsläufig die Milchmengenerfassung folgen, denn nur in Verbindung mit dieser läßt sich eine gezielte Kraftfuttersteuerung durchführen. Ob der Kuhkalender unbedingt in jedem System frühzeitig vorhanden sein wird, bleibt anzuzweifeln. Obwohl dafür nur ein Programm erforderlich ist, wird dessen Nutzung sehr stark davon abhängen, ob in der Tat die erforderlichen Daten tatsächlich an den Ort des Bedarfes (sprich Melkstand) gebracht werden oder nicht. Die reine

listenmäßige Verwaltung dürfte auf jeden Fall als Anreiz für den erforderlichen Investitionsbedarf nicht ausreichend sein. Wesentlich interessanter wäre hingegen die automatisierte Gesundheitsüberwachung und Brunstkontrolle, obwohl derzeit dafür in der problemlosen und sicheren Temperaturenerfassung ein wesentlicher Baustein fehlt. Berechtigte Zweifel sind an der Erforderlichkeit einer Gewichtserfassung angebracht, da dieser Parameter durch den interzellulären Stoffwechsel in Verbindung mit dem Austausch von Fett gegen Wasser als brauchbare Größe für eine kurzfristige Entscheidung fraglich bleibt. Inwieweit schließlich die Grundfutterdosierung bei erträglichen Kosten realisierbar ist, bleibt zumindest vorerst noch offen.

Ähnlich wie die Milchviehhaltung läßt sich die Kälberhaltung einordnen, zumal hier häufig der gleiche Prozessor zu benutzen ist. Allerdings ist nun dem Tiergewicht ein sehr hoher Stellenwert zuzuschreiben, obwohl auch hierbei die Gesundheitsüberwachung vordringlichste Aufgabe wäre.

Bei der Mastbullenhaltung sind derzeit die ersten Ansätze bei stationären Anlagen in der Futtermischung und der rationierten Futterzuteilung zu erkennen. Vordringlich wäre hier jedoch der Bereich der Gesundheitsüberwachung, z.B. in der Temperaturerfassung zur frühzeitigen Erkennung der Rinderrippe. Allerdings wäre dann die Einzeltieridentifizierung erforderlich, mit welcher aber auch die Bewegung und die Trinkwasseraufnahme als nicht unwesentliche Faktoren der Gesundheit mit zu verfolgen wären. Ähnlich wie bei den Kälbern wird erst danach in direkter Verbindung die Gewichtserfassung zu realisieren sein. Somit zeigt speziell die Mastbullenhaltung, daß als wichtig erkannte Parameter beim derzeitigen Stand der Technik nicht realisierbar sind und deshalb andere, vielleicht weniger wichtig erscheinende technische Hilfsmittel in die Praxis Eingang finden.

Bei den Zuchtsauen steht derzeit aufgrund der Wichtigkeit und der einfachen Realisierbarkeit der Sauenkalender im Vordergrund. Würden hier sicher arbeitende Temperaturmessung oder ähnliche Hilfsmittel zur Verfügung stehen, dann würde ebenso sicher die Einzeltieridentifizierung Eingang in größere Betriebe finden und damit die Basis für bessere Wurfergebnisse und echte Arbeitserleichterungen bringen. Daß in Verbindung mit der Identifizierung die Futterdosierung für tragende Sauen einfach zu lösen wäre, versteht sich von selbst. Letztlich könnten aber dann auch im Zuchtsauenbetrieb über tragbare elektronische Stalltafeln die Information an den Ort des Bedarfs gebracht und dort ergänzt bzw. fortgeschrieben werden.

Ähnlich der Mastbullenhaltung setzt die Technik der Prozeßsteuerung auch in der Schweinemast bei der Futtermischung an. Hier erfolgt dies jedoch folgerichtig, weil in der Regel einheitliche Futtermittel zur Verfügung stehen und diese wiederum in der Regel stationär zugeteilt werden. Bei vertretbarem Aufwand ist dies heute jedoch nur bei der Rein-Raus-Methode möglich, da nur dann eine einheitliche Mischung herstell- und zuteilbar ist. Hier muß zwangsläufig die Ermittlung der Tiergewichte folgen und an diese muß die gezielte Futterdosierung mit Eiweißausgleich anschließen.

#### Systemkonzepte für die Prozeßsteuerung in der Tierhaltung

Aufbauend auf diese Abschätzung sind nun mögliche Systemkonzepte zu entwickeln, wobei den Bereichen Steuerung, Überwachung und Planung Rechnung zu tragen ist.

### Autonome Teilsysteme

Entsprechend dem derzeit Machbaren werden in den Betrieben autonome Teilsysteme aufgebaut (Abb. 14) .  
Ausgehend von einem Prozessor mit Tastatur und Drucker erfolgt schrittweise der Ausbau zu einem Gesamtsystem für die entsprechende Produktionsrichtung. Bei fehlender Gesamtkonzeption wird es sich dabei nicht vermeiden lassen, evtl. mehrmals nahezu identische Einheiten durch größere und leistungsfähigere zu ersetzen. Da derzeit eine auch nur im Schema anzudeutende Normung von Schnittstellen nicht gegeben ist, ist es für den Landwirt zunehmend unmöglich, auf Systemteile anderer Hersteller auszuweichen.

Vorteile: Sicherheit im Teilsystem  
Teilsystem ist eine Einheit (ein Hersteller)  
Spezialisierte Nutzung des Teilsystemes

Nachteile: Viele Prozessoren  
Schwierige zentrale Datenerfassung  
Probleme bei unterschiedlichen Herstellern  
Mehrere gleiche Einheiten zur Datenein- bzw. -ausgabe  
Probleme bei Neustart nach Stromausfall u.ä.

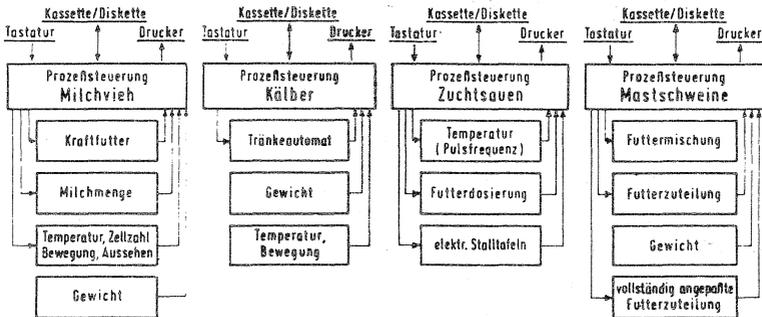


Abbildung 14: Konzepte für die Prozesssteuerung in der Tierhaltung - autonome Teilsysteme -

Hinzu kommt das Problem der Datenspeicherung und des Datentransfers. Erfasste, aber nicht weiter genutzte Daten sind wertlos und damit zu teuer ~~erkauf~~ . Der Versuch, diese Daten über Kassetten oder Disketten einem übergeordneten System zu übergeben, muß bei der derzeitigen Situation auf dem Elektronikmarkt von Anfang an zum Scheitern verurteilt sein, weil hier eine Einigung der Anbieter trotz vorhandener Normung auf gemeinsame Datenformate unmöglich erscheint.

Ingesamt läßt sich deshalb diese Konzeption so einordnen, daß ein autonomes Teilsystem, von einem Hersteller angeboten, dem Landwirt eine echte Hilfe bringen kann. Im Hinblick auf die weitere Entwicklung sind damit jedoch sehr enge Grenzen gesetzt, sei es durch die richtige Größe, durch erforderliche neue, bzw. verbesserte Programme, oder durch die Datenweitergabe bzw. Datenauswertung.

#### Zentrales Prozeßsteuerungssystem

Insbesondere in Betrieben mit nur einer Tierproduktionsrichtung oder bei dem Wunsch nach Einsatz des Rechners für die Führung einer Schlagkartei, der Finanzbuchhaltung oder aber beim Vorhandensein nicht landwirtschaftlicher Nebenerwerbsquellen steht der zentrale Rechner (Abb. 15) im Vordergrund. Hier wird versucht, auf zusätzliche Prozessoren im Betrieb zu verzichten und alle Aufgaben der Steuerung und der Überwachung zentral vorzunehmen.

Dieser, der Betriebsführung am stärksten entgegenkommenden Idee, stehen nun jedoch erhebliche Nachteile und Probleme gegenüber:

Vorteile:

- Minimale Prozessorausstattung
- Zentrale Datensammlung möglich
- Zur Betriebsführung einzusetzen
- Verbindung zu übergeordnetem System möglich

Nachteile:

- Mößere Unsicherheit
- Multi-Tasking - System erforderlich
- Softwarefortschreibung problematisch
- Nur bei einem Hersteller zu realisieren

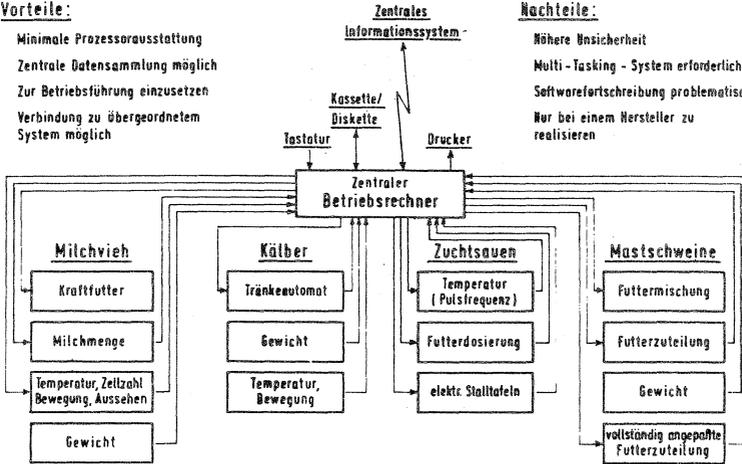


Abbildung 15: Konzepte für die Prozeßsteuerung in der Tierhaltung -Zentralsystem-

- Bedingt durch die fehlende Normung bzw. Einigung lassen sich heute Geräte verschiedener Hersteller nur unter größten Schwierigkeiten an Fremdgeräte anschließen.
- Der problemlose Einsatz für mehrere, gleichzeitig ablaufende Prozesse erfordert ein aufwendiges Multi-Tasking-Betriebs-System.
- Probleme in einem Prozeßsteuerungskreis können auf andere Aufgaben im Rechner "durchschlagen" und damit das Gesamtsystem zum Erliegen bringen.
- Die Softwaregestaltung ist aufwendig, weil auf sichere Festprogramme für die Prozeßsteuerung (EPROMS) weitgehend verzichtet werden muß und weil die Fortschreibung der Programme für zentrale Stellen nahezu unmöglich ist.

Deshalb kann diese Konzeption allenfalls in Ausnahmesituationen eine Lösung bringen. Insbesondere wird dies dort sein, wo tatsächlich nur ein Prozeß zu steuern oder zu überwachen ist.

Zentralgesteuerte Prozessoren der Teilsysteme

Aus der Kenntnis dieser Zusammenhänge kann deshalb für die Konzeption von Prozeßsteuerungssystemen nur die zentral gesteuerte, mit eigenen Prozessoren in den Teilsystemen versehene Lösung für den allgemeinen Einsatz vorgesehen werden (Abb. 16). Sie ermöglicht eine weitgehend baukastenartige Aufbaustruktur und sie erlaubt problemlos die Erweiterung auch mit Bauteilen unterschiedlicher Hersteller und sie gewährleistet dann die problemlose Datenbereitstellung und Datenverarbeitung, wenn zwei Schnittstellen von Herstellern eingehalten werden.

Vorteile:

- Sicherheit im Teilsystem
- Teilsysteme kombinierbar
- Zentrale Datensammlung möglich
- Zur Betriebsführung bestens geeignet
- Verbindung zum übergeordneten System möglich

Nachteile:

- Mehrere Prozessoren

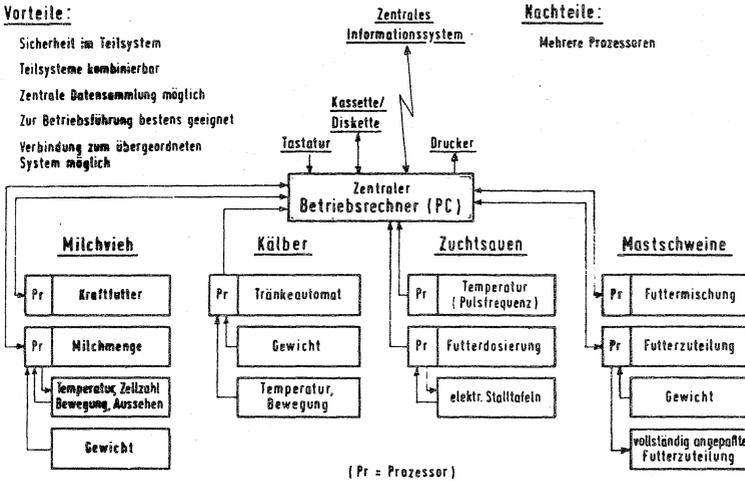


Abbildung 16: Konzepte für die Prozeßsteuerung in der Tierhaltung -Zentral gesteuerte Prozessoren in den Teilsystemen-

Die erste und für den Betrieb vorauszusetzende Schnittstelle (Abb. 17) liegt dabei zwischen Prozessoren und zentralem Betriebsrechner, während die zweite zwischen Betriebsrechner und übergeordnetem zentralem Informationssystem anzutreffen ist.

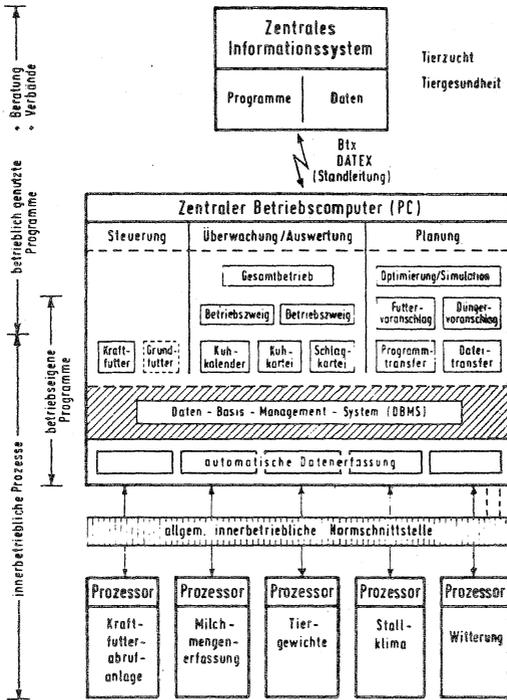


Abbildung 17: Einbindung der Prozeßsteuerung in den Bereich "EDV in der Landwirtschaft"

Hier treten nun die heute zu lösenden Fragen auf:

1. Sollen oder müssen beide Schnittstellen gleich sein, d.h. auch ein gleiches Protokoll führen?
2. Welche Nachteile bestehen, wenn unterschiedliche Schnittstellen für beide Ebenen vorgesehen werden?
3. Ist es möglich, heute schon die innerbetriebliche Schnittstelle zu standardisieren, so daß diese zumindest von jedem Hersteller angeboten werden kann?
4. Eignet sich für diese Schnittstelle der derzeitige Industriestandard V.24, asynchron, 1200 Band mit oder ohne Paritätsprüfung?

5. Welches Protokoll soll über diese Schnittstelle gefahren werden?
6. Welche Grundforderung als Norm-Kommandos sind zu erfüllen, z.B.

CONFIGURATION	zur Prozessoridentifizierung
LINETEST	zum Systemtest
LOAD	zur Übergabe von Daten an den Prozessor
UNLOAD	zur Übernahme von Daten vom Prozessor
usw. ?	

Auf diese Fragen müßte vergleichbar dem Schlepperbau mit der Normung der Dreipunkthydraulik und der Zapfwelle heute eine Antwort gegeben werden. Nur dann wäre es möglich, heute schon die erforderliche Software im zentralen Betriebscomputer (PC) zu konzipieren, die dann aus einem zentralen Datenbanksystem bestehen würde. Diese würde umgeben von Standardprogrammen zur

1. automatisierten Datenerfassung
2. Steuerung von Prozessen, z.B. für Kraftfutter in der Rinderhaltung und Mischfutter in der Mastschweinehaltung
3. Überwachung bzw. Auswertung, in Form
  - des Kuhkalenders
  - des Sauenkalenders
  - der Kuhkartei
  - der Sauenkartei
  - der Schlagkartei
4. Planung in Form eines
  - Programmtransfer-Programmes von Host zum PC
  - Dateittransferprogramm vom PC zum Host

Der zentrale PC würde somit wiederum im Vergleich zum "Schlepper der Betriebsführung und Betriebsplanung". Auch in Verbindung mit einer zentralen Daten- und Programmbank würde er damit sicher nicht alle Probleme lösen, aber er würde einen wesentlichen Beitrag

- zu mehr Entlastung des Betriebsleiters bringen,
- die Transparenz des Betriebes erhöhen und
- eine gewisse Grundautomatisierung für den Betrieb gewährleisten.

Literatur:

1. Auernhammer, H.: Landtechnische Daten im Bereich neuer Informationstechnologien. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 59 (1982), Heft 2, S. 166 - 183.
2. Auernhammer, H.: Hilfsmittel zur Produktionskontrolle und Produktionssteuerung aus landtechnischer Sicht (Managementhilfen). Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 59 (1982), Sonderheft 2, S. 116 - 127.
3. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Tagebuchauswertungen 1980, München 1981.
4. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1981. Münster - Hilstrup: Landwirtschaftsverlag 1982.
5. DLG: Pflichtenheft für die Herdenführung in der Sauenhaltung - Anforderung an Computerprogramme. Frankfurt: DLG Nr. B/83 1983.
6. DLG: Computereinsatz in der Landwirtschaft. Frankfurt: DLG Nr. C/83 1983.
7. DLG: Agrar-Software. Frankfurt: DLG Nr. B/82 1982.
8. FAL: Programmierte Fütterung und Herdenüberwachung. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 62 (1982).
9. IMAG: Proceedings of the Symposium AUTOMATION IN DAIRYING. Wageningen: Inst. of Agricultural Engeneering (Niederlande) 1983.
10. Kuipers, A.: De computer op het melkveebedrijf. Lelystad: Proefstation voor de Rundveehouderij, Rapport Nr. 85 1982.
11. Landtechnik Weihestephan: Fütterungstechnik in der Rinderhaltung. Schriftenreihe der Landtechnik Weihestephan, Heft 2 1982.
12. Reiner, L. und H. Geidel (Hrsg.): Steuerung von Prozessen in der Landwirtschaft. Stuttgart: Ulmer-Verlag, Band 6 1982.
13. Sundermeier, H.H. und F.J. Clemens: Strukturierung von computergestützten Management-Informationssystemen der landwirtschaftlichen Buchführung. Bericht zum DFG-Forschungsvorhaben Ri 33/25, Kiel: Inst. für Betriebs- und Arbeitslehre 1982.
14. On-Farm Computer Use. West Lafayette: Perdue University 1981.

# Entwicklungen auf den Gebieten der Sensorik, Aktorik, Aufbau von Kleincomputersystemen sowie Lösungsansätze für die Kommunikation

R. Artmann<sup>1)</sup>

Der Einsatz von Kleincomputern in landwirtschaftlichen Produktionsprozessen ergänzt die manuelle Prozeßführung um eine rechnergestützte Prozeßregelung (8), Bild 1. Die Fähigkeiten des

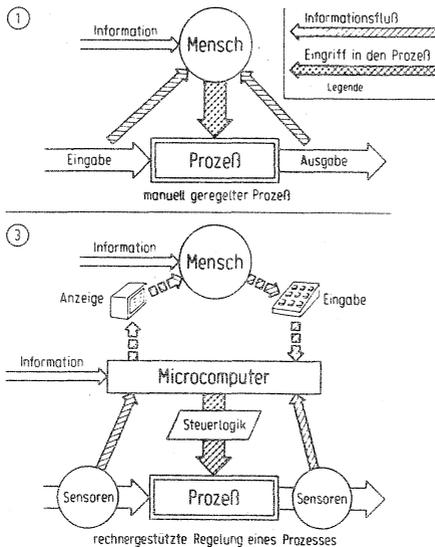


Bild 1: Manuelle oder computergesteuerte Prozesssteuerung

<sup>1)</sup> Mitteilung aus dem Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 3300 Braunschweig (Leiter: Prof. Dr. H. Schön)

Menschen werden dabei um die besonderen Fähigkeiten des Computers wie

- hohe Rechenleistung,
- schnelle Reaktionszeit,
- exaktes Ausführen,
- fehlerfreies Arbeiten,
- ständige Verfügbarkeit usw. erweitert.

Inwieweit diese allgemeinen Fähigkeiten des Computers innerhalb der Prozeßsteuerung nutzbringend eingesetzt werden können, hängt ab

- von der Qualität der ihm zur Verfügung stehenden Informationen - den Programmen,
- vom Umfang und von der Genauigkeit der Meßeinrichtungen zur direkten Erfassung der Eingangs-, Ausgangs-, Zustands- und Umweltgrößen des Produktionsprozesses (Sensorik),
- von seinen Möglichkeiten, regelnd in den Prozeß eingreifen zu können (Steuerlogik oder Aktorik) und
- von seiner Kommunikationsfähigkeit zum Menschen und zu anderen Computersystemen.

In der Zielvorstellung müßte ein Kleincomputer, z. B. eingesetzt in der Milchproduktion, Bild 2, in der Lage sein, Tier- und

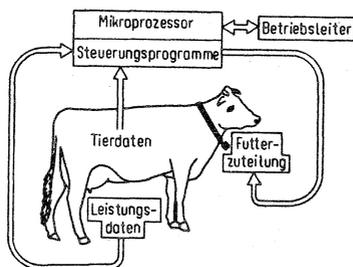


Bild 2: Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung

Leistungsdaten automatisch zu erfassen. Mit Hilfe der ihm zur Verfügung stehenden Programme hätte er, ausgehend von den erfaßten und manuell ergänzten Daten, die Zuteilung des Futters nach Futterart, Zusammensetzung, Menge und Vorlagezeitpunkt so zu regeln, daß ein optimales Produktionsergebnis erzielt wird. Er sollte dabei den Produktionsprozeß ständig überwachen und abnormale Reaktionen der Kühe, Gesundheitsstörungen oder Reproduktionsbegleiterscheinungen sowie wichtige Termine dem Menschen anzeigen. Ebenso müßte er auf die Funktion aller technischen Einrichtungen achten und auf Anforderungen den Menschen Auskunft über alle ihn interessierenden Prozeßgrößen liefern (5).

Der Aufbau einer derart umfassenden Prozeßsteuerung und -überwachung muß im Zusammenhang mit dem wirtschaftlich Sinnvollen, technisch Machbaren und kostenmäßig Tragbaren gesehen werden. So wird man zunächst die am meisten verbesserungsbedürftigen Teilprozesse einer rechnergestützten Steuerung, Überwachung oder Regelung zuführen. Dabei darf allerdings kein System konzipiert werden, das Erweiterungen ausschließt. Vielmehr muß durch einen modularen Aufbau die Möglichkeit zum stufenweisen Ausbau zu umfassenden Steuerungssystemen gewährleistet sein.

Zentrales Element in der rechnergestützten Prozeßsteuerung ist und bleibt ein Kleincomputersystem, Bild 3. Es kann in die Teilbereiche eigentlicher Computer, Eingangs-, Ausgangs-, Übertragungssystem und Stromversorgung gegliedert werden (12). Für die Prozeßsteuerung geeignete Systeme unterscheiden sich von EDV-Systemen nicht so sehr im Teilbereich des eigentlichen Mikrocomputers als vielmehr in den Fähigkeiten zur Kommunikation, im Umfang des Ein-Ausgabesystems und in der Möglichkeit zur Echtzeitbearbeitung.

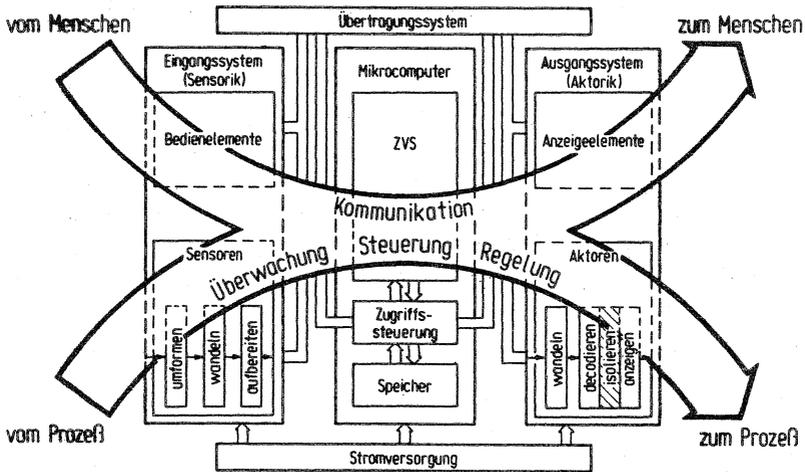


Bild 3: Prinzipdarstellung eines Informationsverarbeitungssystems

Besteht das Eingangssystem nur aus Bedienelementen wie Schalter, Tasten, Leser etc. und das Ausgabesystem nur aus Anzeigeelementen wie Lampen, Displays, Drucker etc., evtl. auch noch aus externen Programm- und Datenspeichern, so handelt es sich um ein Datenverarbeitungssystem. Es erlaubt nur eine Kommunikation von Mensch zu Mensch. Die letztendlich manuelle Eingabe von Daten und Programmen führt durch die Verarbeitung zur Ausgabe der meist visuell sichtbar gemachten Ergebnisse.

Für Steuerungs- und Überwachungsaufgaben ist zusätzlich die automatische Erfassung der Gutströme oder Prozeßzustände unabdingbar. Hierzu sind eine Vielzahl von Sensoren erforderlich.

Aufgabe der Sensoren ist die Aufnahme der meist analogen Prozeßgrößen und deren Umformung in digitale vom Rechner verarbeitbare Signalgrößen. Dies geschieht im allgemeinen in drei Schritten:

Zunächst ist die physikalische Größe in eine nichtelektrische Größe (Dehnung, Druck etc.) umzuformen, anschließend wird diese in ein elektrisches Signal gewandelt und schließlich folgt die Aufbereitung des Signals für die Übernahme und Verarbeitung im eigentlichen Computer.

Die Ergebnisse der Verarbeitung setzen Aktoren in Aktionsbefehle um und führen diese aus. Die Umsetzung in Aktionsbefehle ist Aufgabe der Informationsnachverarbeitung. Dieser Schritt ist heute meist noch nicht integrierter Bestandteil der Aktoren. Die Entwicklung geht jedoch in Richtung "intelligenter" Systeme, so daß künftig die Sensoren die Signalvorverarbeitung und die Aktoren die Informationsnachverarbeitung mit übernehmen können.

Das Ausführen der Aktionsbefehle und damit das Einwirken auf den Prozeß ist in fast allen Fällen ein Schalten elektrischer Leistungen (Prozeß-, Antriebs-, Betätigungsenergie etc.). Zum Schutz des Systems und zur Vermeidung von Störungen ist in Aktoren eine galvanische Trennung des Leistungsteils vom Verarbeitungssystem vorzusehen.

Zum Datenverkehr zu den Sensoren und Aktoren muß das Computersystem über ein leistungsfähiges Übertragungssystem verfügen, das über große Entfernungen schnell und sicher arbeitet.

Computersysteme für die Prozeßsteuerung sind somit durch ihre Fähigkeit, Daten aus dem Prozeß unmittelbar zu erfassen und durch ihre direkte Einwirkungsmöglichkeit in den Prozeß gekennzeichnet. Das Prozeßgeschehen muß dabei für den Menschen transparent bleiben, damit er gegebenenfalls korrigierend eingreifen kann.

Ausgehend vom derzeitigen Stand der rechnergestützten Prozeßsteuerung in der Tierhaltung werden nachfolgend die Entwicklungen auf den Gebieten Sensorik, Aktorik, des zweckmäßigen Aufbaus von Mikrocomputersystemen und der Kommunikation aufgezeigt. Dabei werden die Entwicklungen nicht additiv, sondern zu Erfassungseinheiten zusammengefaßt und unter Einbeziehung vorhandener Forschungsergebnisse dargestellt. Bei dieser Betrachtung zeigt sich, daß auch im Hinblick auf die Verbindung von Prozeßsteuerung und Betriebsdatenverarbeitung eine Konzeption eines Computersystems mit verteilter Intelligenz notwendig erscheint und daher auch über die Anforderung an die innerbetriebliche Datenübertragung nachgedacht werden muß. Da die bisherige Entwicklung am weitesten in der Milchviehhaltung fortgeschritten ist, beziehen sich die Anwendungen und Ergebnisse hauptsächlich auf diesen Produktionszweig.

## 2. Stand der rechnergestützten Prozeßsteuerung

Der derzeitige in der Praxis erprobte Stand der rechnergestützten Prozeßsteuerung kann mit wenigen Bildern beschrieben werden.

In der Milchviehhaltung, Bild 4, ist dies die Technik zur Dosierung von bis zu zwei Kraftfutterarten.

Hierzu wird das Einzeltier mit einem Antwortsender gekennzeichnet. Der Computer steuert die volumenmäßige und über den Tag verteilte Zuteilung des Kraftfutters.

Die Kraftfuttermengen müssen manuell über eine Zehnertastatur mit zusätzlichen Funktionstasten eingegeben werden. Die Kontrolle erfolgt entweder über mehrstellige Displays oder durch Ausgabe über einen Drucker.

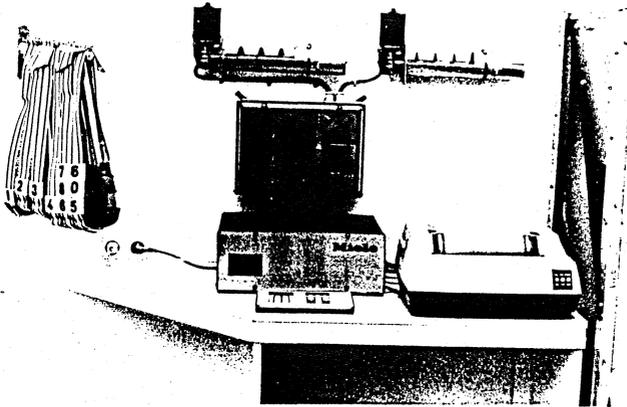


Bild 4: Erforderliche Technik zur rechnergestützten Kraftfutterzuteilung

Alle Systeme sind mit einem sogenannten Kuhkalender erhältlich, der auf Termine innerhalb des Reproduktionszyklus hinweist. Die Erweiterung dieser Technik um die computergekoppelte Gemelkserfassung befindet sich in den Anfängen.

Es hat sich herausgestellt, daß diese ursprünglich nur für die Milchviehfütterung konzipierte Technik auch für das Tränken von Kälbern (24), die Schlempefütterung (17) und für die Kraftfutterzuteilung an Zuchtsauen einsetzbar ist.

Relativ große Bedeutung hat die rechnergestützte Prozeßsteuerung bei der Flüssigfütterung von Mastschweinen erlangt, Bild 5. Der Mikrocomputer steuert das Anmischen des Futters und das Ausdosieren in die Tröge. Die Futtermengen können nach einer Wachstumskurve automatisch angepaßt werden. Futtermittelverbrauch, Kosten und Futterration, Krankmeldungen etc.

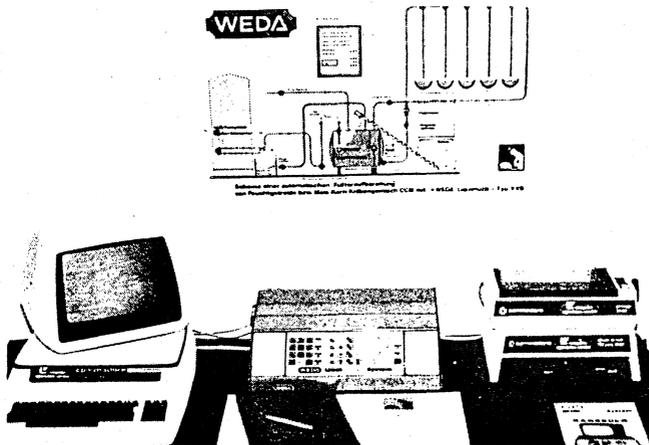


Bild 5: Rechnergestützte Anlage zur Flüssigfütterung von Mastschweinen

werden protokolliert, Statistiken erstellt und Alarm- oder Fehlermeldungen angezeigt (38). Einige Systeme sind in der Lage, die optimale Rezeptur zu finden. Bildschirme mit Tastatur, evtl. ergänzt durch einen Drucker, sind die gängigen Ein-/Ausgabegeräte.

In der Geflügelhaltung werden derzeit kaum Mikrocomputer zur Steuerung eingesetzt. Ansätze zur Futtermengensteuerung nach der Gewichtsentwicklung von Broilern und zur Kontrolle der Legeleistung sind vorhanden.

Vergleicht man die derzeitigen Einsatzbereiche mit den in Bild 6 schematisch dargestellten, so wird deutlich, daß wir uns erst am Anfang einer Entwicklung befinden (28).

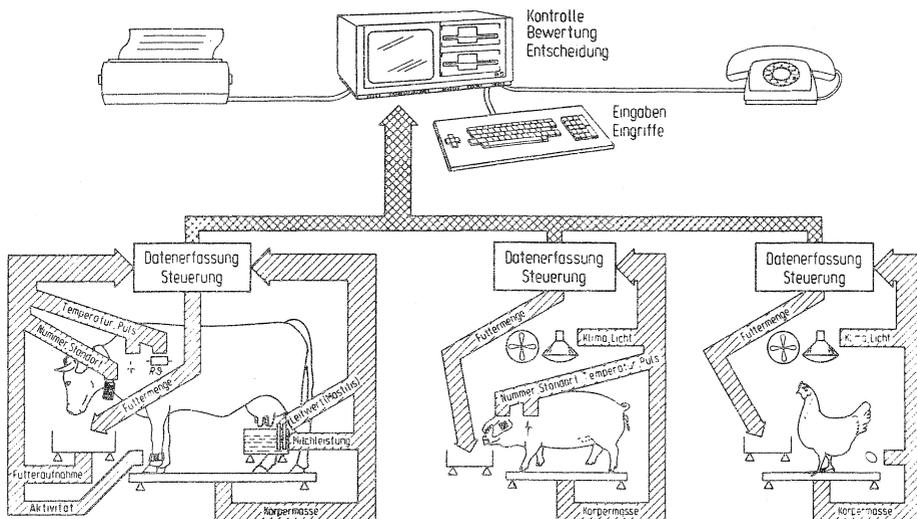


Bild 6: Beispiele für die Prozeßsteuerung und -überwachung in der tierischen Produktion

So sind in der Milchviehhaltung als nächste Schritte

- die automatische Gemelkserfassung,
- die Massendosierung des Kraftfutters, evtl. auch des Grundfutters,
- die Erfassung der Lebendmasse,
- die Überwachung von Eutererkrankungen (Mastitis),
- die Überwachung der Fruchtbarkeit (Temperatur, Aktivität etc.) und
- die Überwachung des Allgemeinbefindens (Temperatur, Aktivität, Puls)

zu erwarten.

In der Mastschweinehaltung sind Bestrebungen vorhanden, durch Kontrolle der Gewichtszunahme eine gezieltere Fütterung zu ermöglichen. Ebenso wird die Überwachung des Einzeltieres mit Hilfe von Tiererkennungssystemen mit automatischer Temperatur-, evtl. sogar Puls- oder Blutdruckerfassung, angegangen. Dies böte auch Chancen, die Fruchtbarkeitsüberwachung in der Zuchtschweinehaltung zu verbessern.

Die wenigen Einsatzmöglichkeiten für Mikrocomputer in der Geflügelhaltung, z. B. für die Lebendmasseerfassung von Hähnchen oder zur Klima- und Lichtregelung, zeigen, daß mit zunehmender Homogenität des Tiermaterials die Notwendigkeit abnimmt, durch Technik den Bedürfnissen der Tiere besser gerecht zu werden.

### 3. Entwicklungen zur rechnergestützten Prozeßsteuerung

Die zuvor aufgezeigten Entwicklungen sollen nachfolgend zusammengefaßt in die Bereiche

- Datenerfassung am Tier,
  - Futtermengensteuerung,
  - Datenerfassung beim Melken,
  - Lebendmasseermittlung und
  - Kommunikation
- näher betrachtet werden.

#### 3.1. Datenerfassung am Tier

Mit der direkten Messung am Tier werden Begleitreaktionen physiologischer Vorgänge, hervorgerufen durch Brunst, Geburt, Anpassung, Abwehr usw. (33), erfaßt. In Tabelle 1 sind die am Tier zu messenden Parameter mit zugehöriger Technik, möglichem Anbringungs- bzw. Erfassungsort und erwartetem Aussagewert zusammengestellt.

Meßgröße	Sensor	Erfassungsort	Aussagewert
Tiernummer	Erkennungssystem	Hals, Ohr, Fuß, implantiert	Zuordnung von Daten z. Individuum
Temperatur	Thermistoren	Ohrkanal	Gesundheit, Reproduktion
Puls Blutdruck	Infrarotsensoren Drucksensoren	Ohr Ohr	Streß, Befinden Streß, Krankheiten
Aktivität	Pedometer	Kopf, Extremitäten	Brunst, Verletzungen, Krankheit
Impedanz pH-Wert	el. Widerstandsmesser pH-Meter	Vagina Vagina	Oestrus Oestrus
Schwanzstellung	Neigungsschalter	Schwanz	Geburtsbeginn

Tabelle 1: Am Tier zu erfassende Parameter für Herdenmanagementsysteme

Für die Zuordnung von erfaßten Daten zum Einzeltier ist eine Tiererkennung Voraussetzung. Betrachtet man die möglichen Anbringungs- bzw. notwendigen Erfassungsstellen, so können diese auf drei Orte: Ohr, Vagina und Schwanz begrenzt werden. Da im Ohrbereich auch die Tiererkennung angebracht werden kann, wäre aus Kostengründen eine Erweiterung der Tiererkennung, um die Erfassung und Übertragung physiologischer Daten anzustreben. Sowohl von der Industrie wie auch von Forschungsinstituten wird hieran gearbeitet. Da am Tier keine Energiequelle zur Verfügung steht und die Daten drahtlos zu übertragen sind, sind schnelle Fortschritte nicht zu erwarten.

Betrachtet man die derzeitige Elektronik zur Tiererkennung (4), so kann man deren grundsätzliche Funktion anhand von Bild 7 erklären:

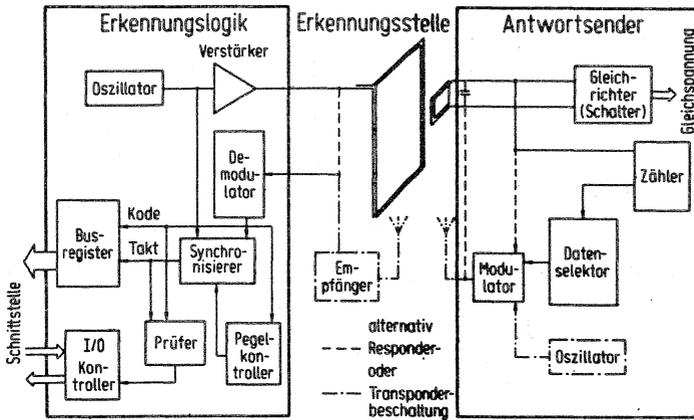


Bild 7: Blockdiagramm elektronischer Erkennungssysteme

Ein in der Erkennungslogik befindlicher Oszillator erzeugt eine definierte Frequenz, die über einen Verstärker ein elektromagnetisches Feld über eine an der Erkennungsstelle angebrachte Antenne abstrahlt. Wird der vom Tier getragene Antwortsender von einem genügend starken Feld erreicht, gewinnt dieser daraus seine Versorgungsspannung und startet das Aussenden der Tiernummer. Die Übertragung der Tiernummer wird bei Responder-Systemen dadurch realisiert, daß der Energieeinkoppelkreis mit der Tiernummer verstimmt wird, während sie bei Transponder-Systemen über eine zweite, im Antwortsender erzeugte und modulierte Frequenz, ausgesendet wird. Empfangsseitig werden Transpondersignale von einem eigenen Empfänger erfaßt, während bei Responder-Systemen lediglich eine Pegelüberwachung des elektromagnetischen Feldes erforderlich ist. Die weitere Aufbereitung der Tiernummer in der Empfangslogik ist für beide Erkennungssysteme weitgehend gleich.

Aufgrund der speziellen Übertragungstechnik können Antwortsender, die nach dem Responderprinzip arbeiten, Bild 8, einfacher und damit kostengünstiger hergestellt werden als Transponder (4, 35). Gleiches gilt für die Erkennungselektronik.

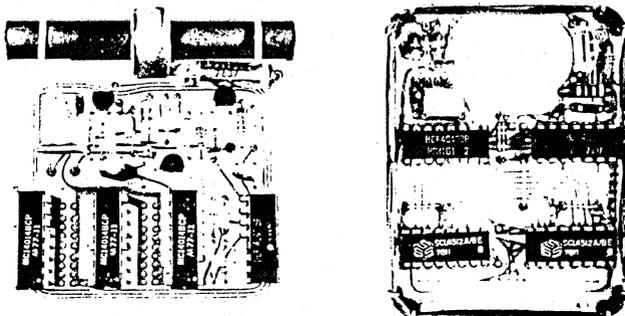


Bild 8: Schaltungsaufwand für Transponder (links) und Responder (rechts)

Da das Erkennungssystem, wie Bild 9 zeigt, auch bei der tierindividuellen Versorgung, Leistungserfassung und Behandlung benötigt wird, muß der mögliche Erkennungsbereich den jeweiligen Anwendungen anpaßbar sein. Kommerzielle Systeme haben dabei ihre Schwierigkeiten. Mit dem am Institut (3, 4) entwickelten Erkennungssystem (Bild 8, rechts) ist es möglich, sowohl nebeneinander stehende wie gehende Tiere zu identifizieren. Die Vorteile zeigen sich insbesondere dann, wenn eine Erkennung am Freßplatz, z. B. zur automatisierten Vorlage von Grundfutter oder im Melkstand im Zusammenhang mit der Milchmengenerfassung notwendig ist. Die meisten vorhandenen Systeme benötigen eine Erkennungseinheit je Melkstand.

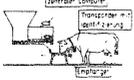
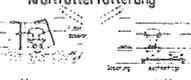
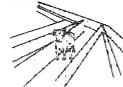
Einsatzbereich	Krofffutterautomat 	Tränkedosierautomat 	individuelle Grund- und Krofffutterfütterung 	Möglichkeiten Anwesenheitskontrolle, Futterverzehr- und Verweilzeit
Füttern				
Melken		an jedem Melkplatz	einmal je Melkstandshälfte 	Standplatz für Melkertrag Milchtemperatur Milchleistungsfähigkeit
Wiegen				Positionsbestimmung und Lebendmasse
Sonstiges		Sortieren	Tränken 	Sortieren, Wasseraufnahme

Bild 9: Anwendungen elektronischer Erkennungssysteme.

Mit dem am Institut entwickelten System werden die Kühe beim Betreten einer Melkstandshälfte identifiziert. Dies senkt den erforderlichen Kapitalbedarf beträchtlich.

Die demnächst verfügbaren Erkennungssysteme der zweiten Generation sollen ebenfalls universell einsetzbar sein (10, 13). Sie bringt darüber hinaus

- eine Miniaturisierung des Antwortsenders,
- eine von außen reprogrammierbare Kodierung mit erweitertem Kodierbereich,
- die Miterfassung und Übertragung der Aktivität der Tiere und
- die Messung der Temperatur, der Pulsfrequenz und des Blutdruckes, Bild 10.



Bild 10: Antwortsender der zweiten Generation

Die Temperaturerfassung und Übertragung kann technisch als gelöst betrachtet werden. Offen ist, wie und an welcher Stelle der Temperatursensor angebracht werden kann (9, 14). Die Temperatur ist, wie Messungen der Milchtemperatur<sup>1)</sup> zeigen, Bild 11, ein sensibler Parameter für die Gesundheitsüberwachung (30). Die geringfügigen Temperaturdifferenzen während der Brunst ermöglichen jedoch nur eine unbefriedigende Erkennungsrate. Ob eine Messung der Körpertemperatur eine Verbesserung bringt, ist skeptisch zu beurteilen.

---

<sup>1)</sup> Die Temperatur der Milch korreliert mit etwa 0,9 mit der Rektaltemperatur und liegt um 0,14 K niedriger (30).

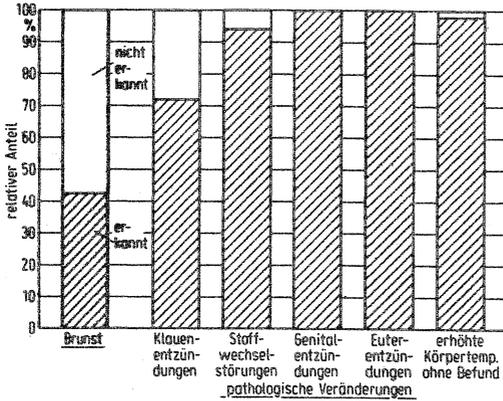


Bild 11: Herdenüberwachung durch Milchturmperaturmessung (Versuchsjahr 1980/'81; 59 Kühe)

Für die Aktivitätsmessung wird derzeit an der Sensorentwicklung gearbeitet (27, 37). Vorhandene Ergebnisse über die Erkennungsrate der Brunst mit Hilfe der Aktivitätsmessung variieren von pessimistischen 31 % bis optimistischen 98 %. Ein Bezug auf die Basisaktivität des Einzeltieres ist erforderlich, Bild 12. Dabei scheinen Aktivitäten, die um zwei Standardabweichungen über der der Normalaktivität liegen, mit einer Trefferquote von ca. 70 % Östrus anzuzeigen.

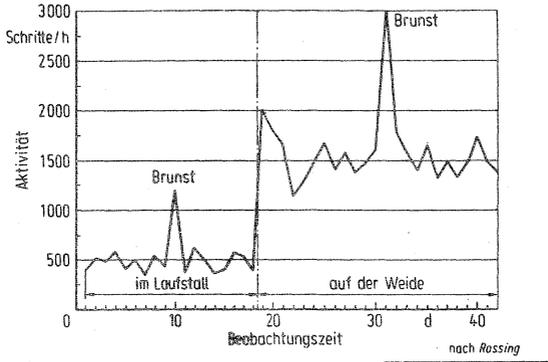


Bild 12: Aktivitätsverhalten von Kühen im Zyklusverlauf

Der zweite, vorher angesprochene Erfassungsort für physiologische Daten ist die Vagina. Die Veränderung des elektrischen Widerstandes des Cervixsekretes ist, wie Bild 13 zeigt, ein sehr guter Indikator für die Oestruserkennung (32). Zur sicheren Erkennung ist die tierindividuelle Ver-

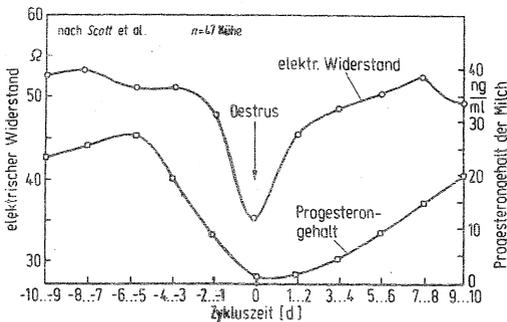


Bild 13: Mittl. elektr. Widerstand d. Cervixsekretes und mittlerer Progesteron-gehalt der Milch

änderung zu verfolgen. Dazu wären permanent implantierte Sensoren erforderlich. Ob dies risikolos möglich ist, bedarf eingehender veterinärmedizinischer Untersuchungen.

Zur Erkennung einer beginnenden Geburt wird der Temperaturabfall beim Ausstoßen eines in den Geburtskanal eingeführten Temperatursensors (19, 31), oder das typische Anhebungsmuster des Schwanzes durch Anbringung eines lageempfindlichen Schalters, Bild 20, (32) geprüft. Hierbei ist eine ständige Signalüberwachung notwendig.

Für die Erfassung der übrigen Parameter reicht jedoch eine mehrmals tägliche Registrierung. Da sie in Verbindung mit der Tiernummer zu erfolgen hat, ist der Ausbau des Erkennungssystems für die Erfassung physiologischer Daten und der Einbau eines Einchip-Mikrocomputers in die Erkennungselektronik angebracht, Bild 14.

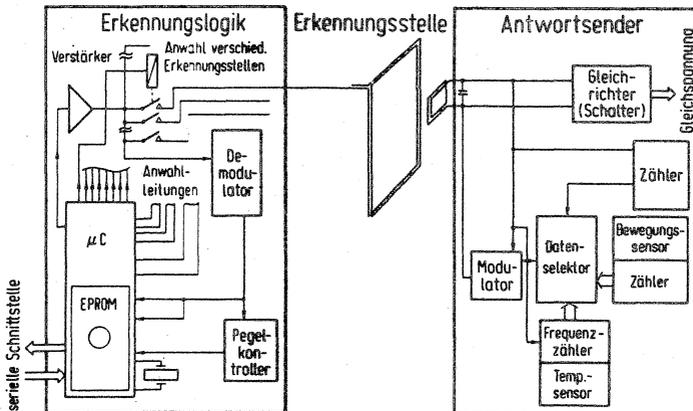


Bild 14: Erkennungssystem mit Tierdatenerfassung

Das Informationsübertragungsprinzip bleibt von der Erweiterung unberührt. Der Mikrocomputer könnte jedoch den digitalen Teil der Erfassung von Tiernummer und physiologischen Parametern durch ein entsprechendes Programm übernehmen; durch Multiplexen der Erkennungsstellen würden die Kosten für die Erkennungslogik sinken und gleichzeitig könnte über eine serielle Schnittstelle der Datenaustausch zum Hauptcomputer durchgeführt werden.

### 3.2. Futtermengensteuerung

Wie bei der Datenerfassung am Tier sind auch bei der Futterdosierung Verbesserungen notwendig.

In der Milchviehhaltung betrifft dies vor allem die Exaktheit der Kraftfutterzuteilung<sup>1)</sup>. Die volumenmäßige Zuteilung hat zur Folge, daß das Portionsgewicht bzw. die Fördermenge je Zeiteinheit mit dem Volumengewicht, dem Mehlannteil, dem Wassergehalt usw. variiert. Dementsprechend ist eine ständige Nachjustierung der Fördermenge bzw. des Portionsgewichtes notwendig.

Wie Untersuchungen in Praxisbetrieben (15, 23) zeigen, werden diese Arbeiten zu lange hinausgezögert oder unterbleiben vollkommen. Dies führt zu einer sehr schlechten Dosierqualität. Abhilfe ist nur durch eine wartungsfreie Massendosierung zu erreichen (6). Damit dies kostenmäßig tragbar bleibt, sollte eine Lösung angestrebt werden, wie sie Bild 15 zeigt. Kernstück ist ein auf ein Minimum beschränkter Computer, der einerseits den analogen Teil der Tierer-

<sup>1)</sup> Auf die Grundfutterzuteilung kann hier nicht eingegangen werden (8). Sie ist auch in nächster Zukunft für die breite Praxis nicht relevant.

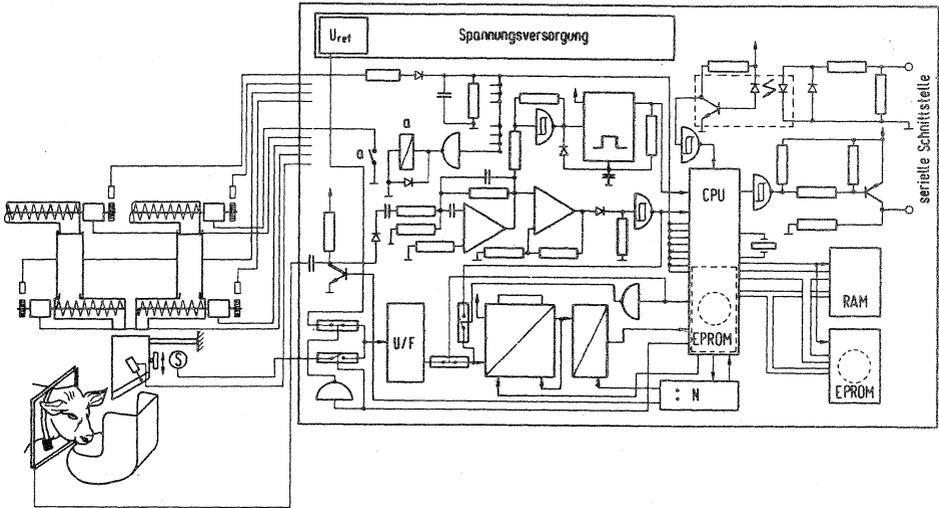


Bild 15: Elektronik zur rechnergestützten Massendosierung von Kraftfutter

kennung und Tierdatenerfassung bedient, aber darüber hinaus auch die Dosierung des Kraftfutters, die Funktionskontrolle der Einrichtungen und die Kommunikation zum Hauptrechner übernimmt. Die einzelnen Tätigkeiten am Abrufautomaten laufen in groben Zügen wie folgt ab:

Der Mikrocomputer wartet, bis er eine Tiernummer erfaßt hat. Diese meldet er, zusammen mit den ebenfalls erfaßten physiologischen Daten, dem Hauptcomputer, der seinerseits die für dieses Tier erforderlichen Futtermengen zurücksendet. Nur bei positiven Mengen führt der Mikrocomputer die Dosierung selbständig durch. Dazu stellt er zunächst die Verbindung zur Portionswaage her und schaltet das erwünschte Dosierorgan ein. Die in den Wiegebehältern geförderte

Kraftfuttermenge bewirkt eine definierte Wegänderung, die vom Sensor erfaßt und über einen Spannungs-Frequenz-Wandler vom Mikrocomputer überwacht wird. Ist das gewünschte Portionsgewicht erreicht, wird die Kraftfutterzufuhr abgeschaltet, die Nachlaufzeit abgewartet und dann das genaue Portionsgewicht erfaßt. Nach Ablauf des erwünschten Dosierabstandes prüft der Mikrocomputer, ob das Tier noch anwesend ist und leitet die Entleerung der Portion ein. Verläßt das Tier den Futterstand, werden die dosierten Futtermengen dem Hauptcomputer übertragen.

Wie die Schaltung zeigt, ist auch die Kontrolle der Fördereinrichtungen und eine automatische Eichung der Dosierwaage vorgesehen. Vergleicht man den Aufwand dieser Schaltung mit dem derzeitigen Aufwand für die Erkennung, so kann erwartet werden, daß für die Massendosierung des Kraftfutters lediglich Zusatzkosten für die mechanischen Teile der Portionswaage gerechtfertigt sind.

Bei der Flüssigfütterung von Mastschweinen befriedigt die Exaktheit der Ausdosierung in den Trog ebenfalls nicht. Eine wesentliche Ursache ist die Kompressibilität des Futters. Hier könnten mechanische Maßnahmen, aber auch programmierte Zu- und Abschläge den bestehenden Zustand verbessern.

### 3.3. Leistungserfassung

Die wesentlichsten Leistungsmerkmale, die für die Prozeßsteuerung zu erfassen sind, ist die Milchleistung und die Lebendmasse, wobei vielfach auch deren Veränderung interessiert.

Mitbetrachtet, weil im Melkstand zu erfassen, wird die Gesundheits- und Fruchtbarkeitsüberwachung und die Steuerung technischer Geräte.

3.3.1. Datenerfassung beim Melken

Die Milchleistung ist das wesentlichste Leistungskriterium in der Milchviehhaltung. Sie verursacht die Variabilität des Futterbedarfes.

Für die Erfassung der Gemelke bietet die Industrie zahlreiche Meßverfahren, Bild 16, an. Einige befinden sich erst im Erprobungsstadium (7, 22). Bei uns angeboten werden Recordersysteme sowie verschiedene Geräte, die im wesentlichen die Anzahl der gefüllten Kammern zählen. Zu allen Meßgeräten gehört eine Elektronik. Einige Hersteller realisieren dabei eine Anzeige von Melkparameter und Kuhstatus am Melkplatz mit der Möglichkeit der manuellen Eingabe.

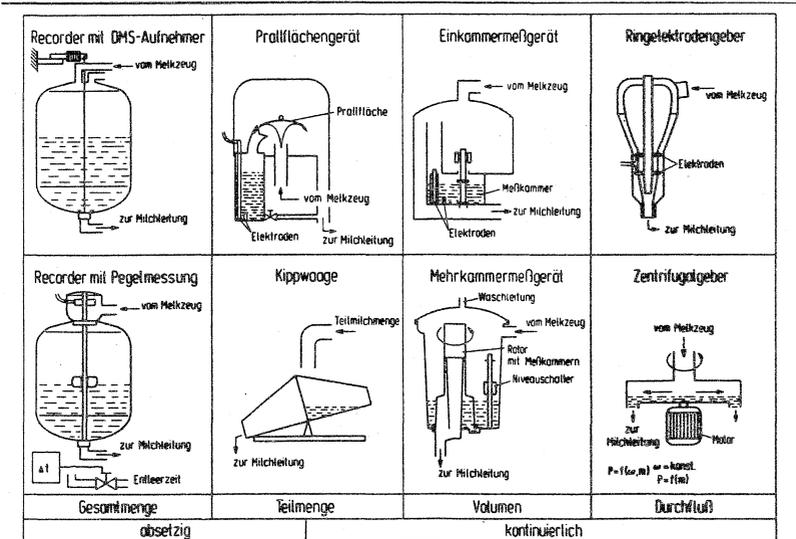


Bild 16: Verfahren zur automatischen Milchmengenerfassung

Verzichtet man auf die Anzeige und Eingabe, eventuell auf die gesamte Elektronik am Melkplatz - bei einigen Systemen ist das möglich - kann der Kapitalbedarf halbiert werden. Bei der in der FAL realisierten Lösung ist ferner keine manuelle Bedienung erforderlich, so daß Bedienfehler gar nicht erst auftreten können.

Sobald jedoch die elektrische Leitfähigkeit der Milch zur Mastitiserkennung und die Milchtemperaturmessung zur Gesundheits- und Fruchtbarkeitsüberwachung mitzuerfassen sind, benötigt jeder Melkplatz eine kleine Datenerfassungsanlage.

Die positiven Ergebnisse bei der Milchtemperaturmessung wurden bereits gezeigt. Die diesen Ergebnissen zugrundeliegende Meßanordnung (8) mit typischen Temperaturprofilen bei Brunst bzw. Krankheiten zeigt Bild 17.

Bei den Versuchen stellte sich heraus, daß bei allen Temperaturveränderungen alle vier Euterviertel gleich reagierten, so daß ein Temperatursensor je Melkzeug - möglichst am Ausgang des Milchsammelstückes angebracht - zur Temperaturkontrolle reicht.

Die Leitfähigkeit der Milch ist nach Eutervierteln getrennt zu erfassen, weil durch den Vergleich zwischen den Vierteln sehr frühzeitig Infektionen eines Euterviertels, in der Regel Mastitis, erkannt und durch gezielte Behandlung negative Auswirkung auf die Leistung vermieden (34, 18) werden. Die in Bild 18 dargestellten Versuchsergebnisse (29) zeigen die Veränderung der Leitfähigkeit, hervorgerufen durch eine künstliche Infektion. Nur im infizierten Euterviertel ist eine sehr deutliche Veränderung der Leitfähigkeit und als Indiz auch der Zellzahl festzustellen.

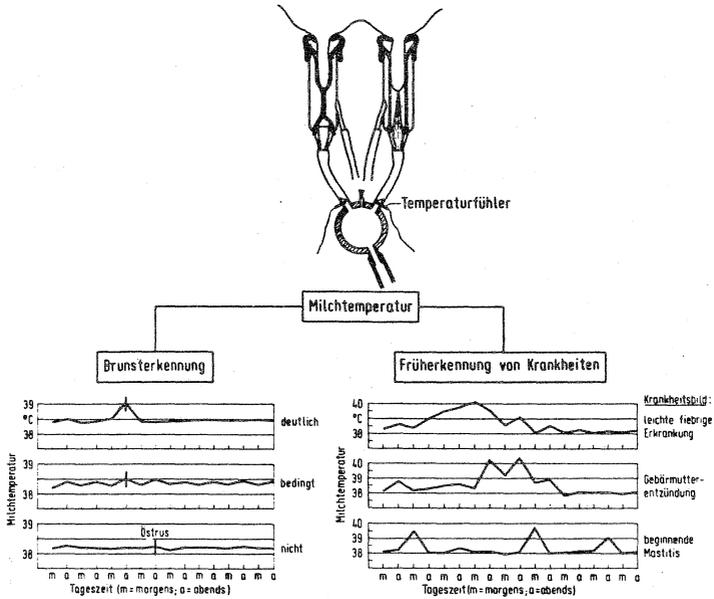


Bild 17: Sensor für Milchtemperaturmessung und typische Temperaturprofile bei Brunst bzw. Krankheiten

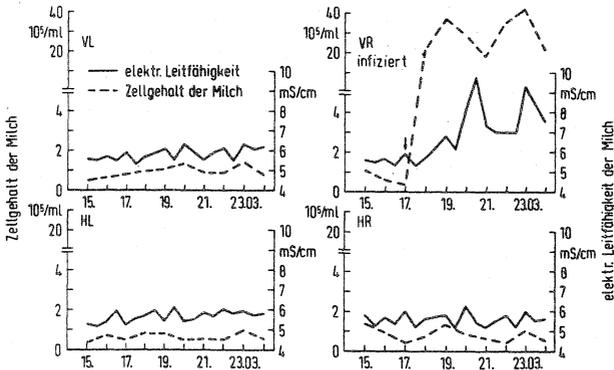


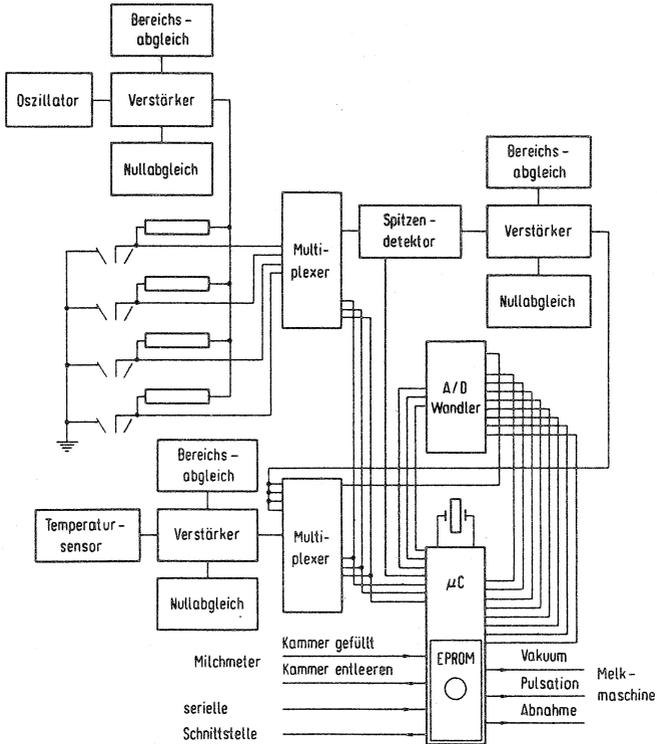
Bild 18: Beziehungen zwischen elektr. Leitfähigkeit und dem Zellgehalt der Milch

Zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit werden derzeit Sensoren geprüft, bei denen die von der Zitze kommende Milch in einen Hohlraum strömt, wobei mit zwei Elektroden die Impedanz der im Hohlraum befindlichen Milch erfaßt wird. Nachfließende Milch verdrängt die im Hohlraum befindliche. Sie fließt über einen Überlauf ab. In der kompaktesten Form finden vier derartige Sensoren in einem Milchsammelstück Platz (7).

Da sowohl Milchmengenmessung wie auch Temperatur- und Leitfähigkeitsmessung eine Elektronik erfordern, ist eine Zusammenfassung, wie in Bild 19 gezeigt, zweckmäßig (26).

Ein kleiner Mikrocomputer erfaßt gemultiplext die Impedanz der Milch, getrennt nach Eutervierteln, und die Milchtemperatur, steuert das Milchmengenmeßgerät, adaptiert und verrechnet die Milchimpulse. Er könnte darüber hinaus Vakuum und Pulsation des Melkzeuges milchflußabhängig regeln. Die Übertragung der Daten erfolgt über eine serielle Schnittstelle.

Fragt man nach der Einsatzmöglichkeit dieser Technik im Anbindestall, so ist diese, aus technischer Sicht, gegeben. Eine Versorgungsspannung für das Betreiben der Elektronik ist bei elektrischer Pulsatorsteuerung vorhanden. Auch für Anbindeställe geeignete Milchmeter sind in Entwicklung. Das einzige Problem ist die Speicherung der erfaßten Daten. Doch dies ist mit heutiger Elektronik mit CMOS-RAMs oder EEPROMs lösbar.



geändert:  
nach Puckett, u.a.

Bild 19: Blockdiagramm für eine rechnergestützte Datenerfassung und Steuerung am Melkplatz

Im Zusammenhang mit dem Melken sei ein kleiner Exkurs gestattet: Der hohe Arbeitszeitaufwand und die Zeitbindung beim Melken ist wohlbekannt. Es hat schon vor einigen Jahren Bestrebungen gegeben, durch operative Eingriffe (37) hier Abhilfe zu schaffen, Bild 20. Die Entwicklungen der Elektronik eröffnen die Chance, diese Arbeit in ferner Zukunft einem Roboter zu übertragen.

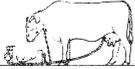
SYSTEM	VORTEILE	NACHTEILE
implantierte Katheter (nach Talle) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringer technischer Aufwand</li> <li>• auch für kleine Herden geeignet</li> <li>• sterile Milch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operativer Eingriff</li> <li>• immunologische Probleme</li> <li>• emotionale Vorbehalte</li> </ul>
computergesteuerte Roboter 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kein operativer Eingriff in das Tier</li> <li>• Nachvollzug der konventionellen Melkroutinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derzeit extrem hoher Kapitalkaufwand</li> <li>• derzeit nur für Großherden denkbar</li> <li>• neue Stallsysteme erforderlich?</li> </ul>

Bild 20: Möglichkeiten zur Automatisierung des Melkens

kehrt man zur Realität zurück, so ist zu fragen, was bringt die Datenerfassung im Melkstand. Die reine Erfassung verschafft einen verbesserten Überblick über den Leistungsstand des Einzeltieres, eine gesichertere Selektionsgrundlage, eine frühzeitigere Erkennung von Mastitis und Krankheiten.

Notwendig ist die Verwertung der Information über die Milchmenge zur Verbesserung der Fütterung und Leistungsausschöpfung bei Erhalt von Gesundheit und Fruchtbarkeit.

Wir haben versucht, mit Hilfe eines Programmes die Information über die tägliche Milchmenge zur automatischen Berechnung der notwendigen Kraftfuttermenge zu nutzen (2, 6). In zwei Versuchsperioden von jeweils über 34 Wo-

chen haben wir die in Bild 21 dargestellten Ergebnisse erzielt. Dabei wurden 15 Kühe nach bestmöglichen Kenntnissen von Hand und weitere 15 Kühe nach den Ergebnissen des Computerprogramms gefüttert. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Da für Gruppe I die aus dem Grundfutter erzeugte Milchleistung für

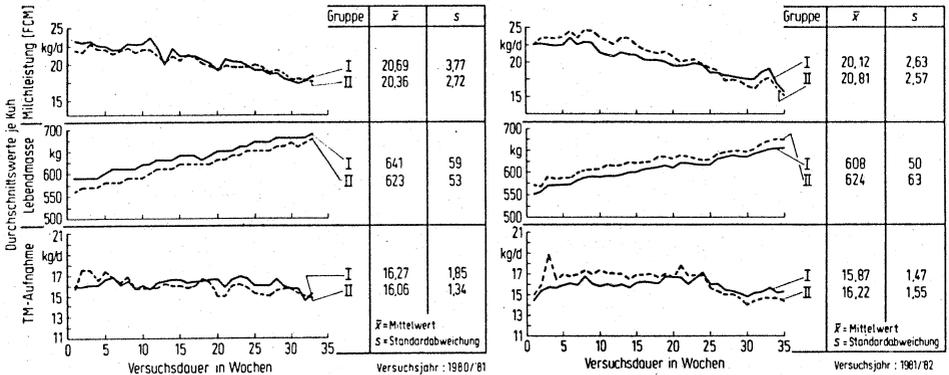


Bild 21: Leistungs- und Fütterungsparameter

jedes Tier bekannt war, ebenso die Lebendmasse, war dies eine Basis für die Kraftfuttermengenberechnung, die so umfassend und exakt in der Praxis nicht vorliegt. Aus den Ergebnissen kann daher abgeleitet werden, daß mit dem Computerprogramm eine Verbesserung der Fütterung gegenüber der breiten Praxis möglich und hierdurch nicht nur die Kostenkompensation sondern auch eine echte Wirtschaftlichkeitsverbesserung möglich wäre.

### 3.3.2. Lebendmassekontrolle

Die Erfassung der Lebendmasse dient ausschließlich der Verbesserung der Fütterung, indem der Bedarf exakter bestimmt und Über- bzw. Unterversorgung kontrolliert werden (20).

Für die Kontrolle der Lebendmasse bei Milchvieh bietet eine Firma eine elektronische Plattformwaage an, die in den Standbereich der Kraftfütterzuteilungeinzubauen ist. Diese Lösung erfordert je Abrufautomat eine Waage und ist daher relativ kostspielig.

Am NIAE (11) wurde eine konventionelle Viehwaage zu einer Durchgangswaage mit Spitzenwerterfassungselektronik umgebaut. Nur bei etwa 50 bis 60 % der Wiegungeu war das Meßergebnis korrekt. Die dabei ermittelte Standardabweichung war etwa doppelt so groß als bei manuell kontrollierter Wiegung.

Eine am Institut früher konstruierte elektronische Waage mit automatischer Türensteuerung, Bild 22, brachte erhebliche Störungen beim Betrieb durch nachfolgende Kühe oder zu langes Verweilen vor oder auf der Plattform.



Bild 22: Elektronische Viehwaage mit lichtschrankengesteuerter Türenschließung und Gewichtserfassung durch einen Computer

Derzeit versuchen wir durch mikrocomputergesteuerte Messung und Analyse der dynamischen Wiegesignale herauszufinden, wann eine Kuh mit vollem Gewicht auf der Waage steht, wobei wir beabsichtigen, mit statistischen Verfahren den statischen Gewichtsanteil zu ermitteln. Ein ähnliches Vorgehen wird auch zur Verwiegung fahrender Lkw und Eisenbahnwaggons angewandt.

In der Schweinemast ist die Einzelgewichtserfassung nur mit großem Aufwand zu realisieren. Damit man dennoch Informationen über die Abweichung zwischen wahrer und erwarteter Gewichtsentwicklung erhält, wird derzeit versucht, den gesamten Boden einer Bucht als Plattformwaage auszulegen.

Auch in der Geflügelhaltung versucht man entweder durch Wiegen eines gesamten Käfigs oder durch Wiegen von Einzeltieren die Gewichtsentwicklung zu kontrollieren. Für die Wiegen von Einzeltieren wird ein als Biegestab ausgebildeter Anflugstab genutzt.

### 3.4. Kommunikation

#### 3.4.1. Zweckmäßige Architektur von Mikrocomputersystemen

Die bisher vorgestellten künftigen Lösungen für Teilaufgaben liefen darauf hinaus, daß ein Teil der Intelligenz vom Hauptsystem zum Erfassungsort verlagert wird. Einen Überblick über die erforderliche Hardware für die Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung bei Realisierung eines Systems mit verteilter Intelligenz zeigt Bild 23.

Ein Steuerungscomputer mit einem Speicherausbau von 64 oder 128 KB führt den Prozeß. Er fragt die einzelnen Prozeßcomputer ab, ob sie Daten zu übertragen haben oder selbst welche benötigen. Dieser Hauptcomputer ist so aus-

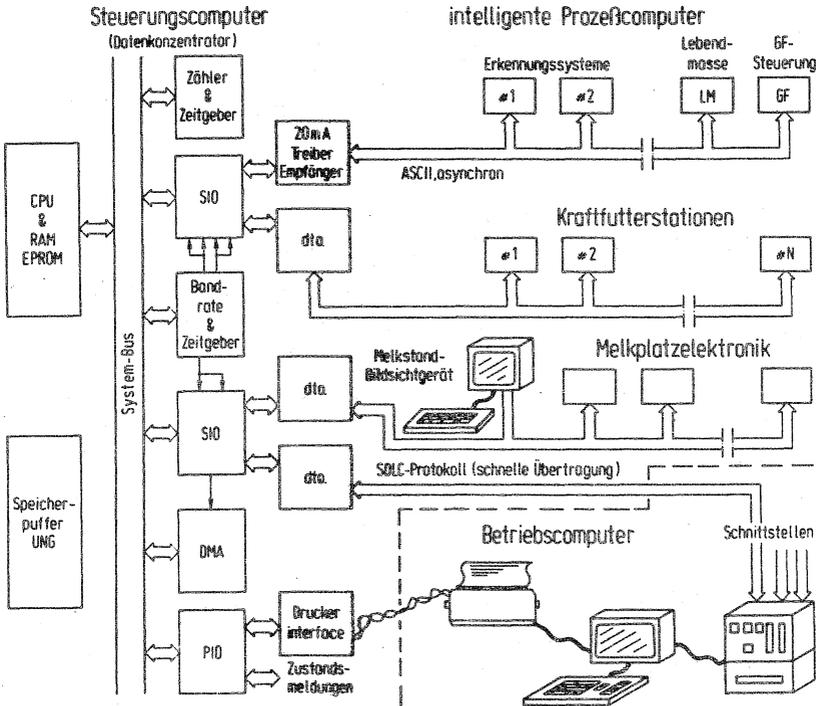


Bild 23: Kleincomputer mit verteilter Intelligenz für die Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung

zulegen, daß er selbständig die Prozeßsteuerung durchführen kann. Die Verbindung zu einem evtl. vorhandenen Betriebscomputer dient der langfristigen Speicherung wichtiger Prozeßdaten auf den Massenspeichermmedien des Betriebscomputers, der Auslagerung umfangreicher Rechenarbeiten, wie etwa der Futtermengenberechnung und der Kommunikation vom Wohnhaus zum Stall.

Diese Hardwarestruktur ergibt eine bessere Ausnutzung vorhandener Systemteile, einen modularen und aufgabenspezifischen Aufbau und einen geringen Aufwand zur Vermeidung von Zugriffsverwicklungen.



standardisierten Übertragungsprotokollen (1, 16). Hier soll nur herausgefunden werden, mit welchen Verfahren für landwirtschaftliche Anwendungen möglichst wirtschaftlich aber dennoch störungsfrei Daten zu übermitteln sind.

Bei der asynchronen Übertragung wird für die Dauer eines Datenwortes eine Synchronisation zwischen Sender und Empfänger hergestellt, wobei Zusatzbits für die Anfangs- und Enderkennung und für die Datensicherung erforderlich sind. Daher erreicht diese Übertragungsart nur ca. 73 % des maximal möglichen Durchsatzes.

Der Datendurchsatz kann erhöht werden, wenn man vom Zeichen zum Blocksynchronismus übergeht. Im Synchronbetrieb sind Sender und Empfänger über die Dauer eines Datenblockes miteinander synchronisiert. Wesentlichste Unterschiede zur asynchronen Übertragung sind, die Kennzeichnung des Blockbeginns bzw. -endes durch ein Blockbegrenzungszeichen und die ständige Übertragung dieses Zeichens während einer Datenübertragungspause.

Bei zeichenorientierten Protokollen wie Mono oder Bisync werden bestimmte Bitkombinationen für die Steuerung der Datenübertragung benötigt, so daß nur ein eingeschränkter Zeichenvorrat zur Verfügung steht. Dies ist ein entscheidender Nachteil, den die bitorientierten Protokolle wie SDLC<sup>1)</sup> oder HDLC<sup>2)</sup> nicht aufweisen.

Protokolle lokaler Netzwerke benötigen relativ viel Steuerinformationen für den korrekten Auf- bzw. Abbau des Datenrahmens in den verschiedenen Protokollebenen. Da die Datenübertragung in der Prozeßsteuerung durch kurze Nachrichtenlängen jedoch schnelle Reaktionszeiten gekennzeichnet ist, kommt diese Art der Datenübertragung, abgesehen vom dafür erforderlichen Aufwand nicht in Betracht.

<sup>1)</sup>SDLC synchronous data link control

<sup>2)</sup>HDLC high level synhchronous data link control

Auszuwählen wären somit bitorientierte Protokolle wegen der hohen Informationsdichte und des hohen Datendurchsatzes oder asynchrone Protokolle wegen der Einfachheit der Übertragung.

Bitorientierte Protokolle sind sehr gut geeignet für die Kommunikation zwischen Steuerungs- und Betriebscomputer, weil die seriellen Ein-Ausgabebausteine dieser Systeme diesen Protokolltyp hardwaremäßig unterstützen.

Die Anwendung in der Prozeßsteuerung steht entgegen, daß derzeit vorhandene Peripherie-Prozessoren diesen Protokolltyp hardwaremäßig nicht unterstützen und daher ein relativ hoher Softwareaufwand in den Untersystemen erforderlich ist.

Da die Datenmenge und die Reaktionszeiten in der hier betrachteten Anwendung als unkritisch anzusehen sind, können auch asynchrone Protokolle für derzeit verfügbare Einchip-Mikrocomputer genutzt werden.

Datenübertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 19200 Bits/s sind auch bei der Ankoppelung von vielen Untersystemen an eine mit 20 mA betriebene asynchrone serielle Schnittstelle und Verbindung über verdrehte Postkabel problemlos und sehr kostengünstig möglich.

Zwei mögliche Protokolle für die asynchrone Übertragung sind in Bild 25 dargestellt. Da mehrere Untersysteme mit einer seriellen Datenleitung bedient werden, muß der Datenrahmen eine Adresse für die Aktivierung der erwünschten Unterstation enthalten. Die Abfrage der Unterstationen wird im Polling-Verfahren vom Steuerungscomputer geführt.

	ZEICHENWEISER ECHOBETRIEB	BLOCKÜBERTRAGUNG
<b>ZEICHENDEFINITION:</b>	00-0F Kommandos 10-1F Adresse (ADR) 20-2F Adresse mit Statusabfrage (ADRS) 30-3F Daten ( $D_1 \dots D_n$ ) 40-7F Status ( $STA$ )	<b>Kommandos</b> 02 STX Anfang des Textes 03 ETX Ende des Textes 05 ENQ Stationsaufforderung 06 ACK positive Rückmeldung 07 NAK negative Rückmeldung
<b>Statusabfrage</b>	ADRS STA	BCC = Block-Kontroll-Charakter
<b>Daten anfordern</b>	ADR BEL CR STA $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ CR ADR BEL STA $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ CR	ENQ ADR STX STA $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ ETX BCC NAK
<b>Daten senden</b>	ADR ACK $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ CR STA ADR ACK $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ STA CR	STX ADR $D_1$ $D_2$ ... $D_n$ ETX BCC ACK NAK
<b>Übertragungslänge (Bytes)</b>		
Statusabfrage	2	3
Unter- zu Hauptsystem	$2 \times (\text{Anzahl Datenzeichen}) + 6$	Anzahl Datenzeichen + 5
Haupt- zu Untersystem	$2 \times (\text{Anzahl Datenzeichen}) + 6$	Anzahl Datenzeichen + 5

**Bild 25:** Asynchrone Datenübertragung zwischen einem führenden Master und mehreren Slaveprozessoren

Beim zeichenweisen Echobetrieb wird jedes Zeichen, ausgenommen CR, von der empfangenden Station reflektiert. Dies ermöglicht eine sehr schnelle Statusabfrage und Fehlererkennung, verlängert jedoch auch schon bei bescheidenen Datenmengen die Übertragungsdauer erheblich.

Bei der blockweisen Übertragung fordert die Hauptstation eine Unterstation zum Senden auf. Die angesprochene Station sendet daraufhin ihre Daten oder quittiert mit einem Zeichen, falls keine Daten zu übertragen sind. Sendet der Hauptcomputer Daten zu einer Unterstation, wird dies durch ein vorausgestelltes STX von der mit dem Folgezeichen adressierten Station erkannt, so daß sie die nachfolgenden Daten einschließlich des ETX- und Block-

Kontroll-Zeichens übernimmt und bei korrektem Empfang mit ACK bzw. bei unkorrektem mit NAK quittiert. Nichtadressierte Stationen negieren die der Adresse folgenden Zeichen bis der Hauptcomputer durch die Übertragung eines ENQ- oder STX-Zeichens den Beginn einer neuen Übertragung kennzeichnet.

Die Blockübertragung erfordert bei vergleichbarer Datensicherheit etwas mehr Zeit für die Statusabfrage, ist jedoch bei der Datenübertragung um den Faktor 1,4 bis nahezu 2 schneller und in der Adressierung nicht auf 16 Stationen begrenzt.

Damit nicht für jedes Untersystem ein eigenes Protokoll zu führen ist, wäre die Einigung der Hersteller auf ein genau festgelegtes Datenübertragungsprotokoll wünschenswert.

#### 3.4.2. Kommunikation zum Menschen

Bei der Kommunikation zwischen technischen Systemen sollte man nicht vergessen, daß der Mensch bei noch so perfektionierter Technik diese Technik zu überwachen und Daten einzugeben hat. Daher sollte die Kommunikation zwischen Computer und Mensch besonders in der Prozeßsteuerung stärker beachtet werden. Die Kommunikation an einem System, wie in Bild 4 gezeigt, ist langwierig und daher unbefriedigend. Die Ausrüstung mit einem Drucker mildert zwar das Problem, ist jedoch keine zufriedenstellende Lösung. Ein Standardbildschirm mit freibeweglicher Tastatur müßte heute zur Grundausstattung eines Systems gehören (29).

Die Kommunikation mit dem Computer vollzieht sich einmal im Stallbereich (Melkstand oder Futterzentrale) und zum anderen im Wohnbereich (Büro). Im Stallbereich ist die

direkte Kontrolle des Prozeßgeschehens, im Wohnbereich die umfassende Überwachung und Auswertung anzusiedeln. Da komfortable Kommunikationseinrichtungen ebenso wie Massenspeicher relativ teuer sind, sollte man sich auf das unbedingt Notwendige beschränken. So ist beispielsweise zu fragen, ob es im Melkstand an jedem Melkplatz einer Anzeige und Eingabe von Milchmenge und vieler anderer Parameter bedarf. Der Melker hat in größeren Melkständen gar keine Zeit zum Abruf von Einzelinformationen, so daß eine zusammenfassende Darstellung der wesentlichsten Werte auf einem zentral im Melkstand angebrachten Monitor, Bild 26, mit Eingabe über eine übliche schreibmaschinenadäquate Tastatur sinnvoller erscheint.

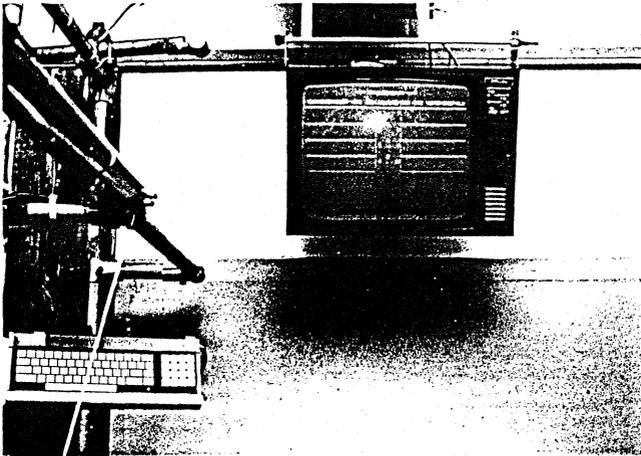


Bild 26: Melkstand, Monitor und Tastatur

Auf eine andere Entwicklung macht Bild 5 aufmerksam. Der Fütterungscomputer nutzt die Menütastentechnik, der Betriebscomputer eine Standardtastatur. Da beide Computer vielfach vom gleichen Mann zu bedienen sind, fragt sich, ob die Vorteile der Menütechnik den Nachteil mit zwei Systemen umgehen zu müssen, aufhebt.

Eine softwaregesteuerte Maskentechnik unter Nutzung der üblichen Tastaturen scheint der bessere Weg zu sein, da

sich durch eine günstige Gestaltung der Bildschirminformationen die Bearbeitungszeiten am Sichtgerät um 30 % und die Fehlerraten um maximal 60 % reduzieren lassen (39).

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Wenn man die dargelegten Entwicklungen mit denen in Bild 6 vergleicht, so kann festgestellt werden, daß in allen Teilgebieten intensiv an Ausbau und an der Komplettierung gearbeitet wird. Wer sich heute für den Kauf einer rechnergestützten Steuerung entscheidet, sollte diese Tendenz kennen und das zu kaufende Objekt auf dessen Erweiterungsfähigkeit hin prüfen. Die Landwirte sind gut beraten, wenn sie die Ergebnisse von Pilotprojekten abwarten. Sie können sich hierdurch viel Geld und Ärger sparen.

#### 5. LITERATUR

- ( 1 ) ARKAT, S.: Serielle Datenübertragung. - Elektronik 1983, H.11, S.137-143.
- ( 2 ) ARTMANN, R.: Berechnung der leistungsorientierten Kraftfuttermenge anhand der Milchleistungsveränderungen (im Druck)
- ( 3 ) ARTMANN, R.: Ein Identifikationssystem für freilaufende Milchkühe. - Vortrag: VDI-Tagung München, 28./29.10.1976.
- ( 4 ) ARTMANN, R.: Elektronische Systeme zur Tiererkennung und deren Anwendung. - Landbauforschung Völkenrode (1982), Sh.62, S.49-65.
- ( 5 ) ARTMANN, R.: Mikrocomputereinsatz zur Steuerung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse. - Seminar über Anwendungen von Mikrorechnern 1982, Braunschweig 1982.
- ( 6 ) ARTMANN, R.: Verfahren zur programmierten Fütterung von Kraftfutter. - Landbauforschung Völkenrode (1982) Sh.62, S.104-120.
- ( 7 ) ARTMANN, R.: Zum Einsatz von Elektronik und Mikrocomputer in der landw. Produktionstechnik.- Landtechnik 37.(1982) H.9, S.424-428.
- ( 8 ) ARTMANN, R.; SCHLÜNSEN, D.; SCHÖN, H.: Möglichkeiten der Prozeßsteuerung in der Tierhaltung am Beispiel der Milchviehhaltung. - Züchtungskunde 53(1981)H.5, S.301-314.

- ( 9 ) BOBBETT, R. E.; KOELLE, A. R.; LAUDT, J. A.; DEPP, S. W.: Passive electronic identification and temperature monitoring system. - Progress Report LA-6812-PR, Los Alamos 1977.
- (10) BROWN, M.: The codable identity disc. Its application in the total dairy management package. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen, 20./22.04.1983, S.17-18.
- (11) FILY, D. E.; THURNER, M. J. B., STREET, M. J.: A walk-through weigher for dairy cows. - J. agric. Engng. Res. 24(1979),S.67-78.
- (12) GABRECHT, K. und PROMMER, A.: Mikroelektronik. - Eine Technik macht Epoche. Berlin, München 1980.
- (13) HANSEN, L. L.; HAGELSØ, A. M.; NORTHERED, A.; NILSSON, O.; JENSEN, P.; STENN, H.:: Electronic identification and monitoring of behavioural, physiological and performance criteria as aid to control future pig and cattle production and secure animal welfare. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen, 20./22.04.1983, S.19-26.
- (14) HANSEN, L. L.; HAGELSØ, A. M.; NORTHERED, A.; NILSSON, O.; JENSEN, P.; STENN, H.: Electronic identification and monitoring of behavioural, physiological and performance criteria as aid to control future pig production. - 14. Conferencia Internacional de Mecanization Agraria, 31.03./02.04.1982, Zaragoza Communications 2,S.65-74.
- (15) IPEMA, A. H.: Praktijkervaringen met geprogrammeerde kracht voer verstrekking.- Publikatie 140, IMAG Wageningen, 1980.
- (16) KAFKA, E.: Lokale Netzwerke - die Basis für integrierte Informations-Systeme. - Elektronik (1982),H.19,S.88-96.
- (17) LÜNING, E.-E.: Computergesteuerte Schlempefütterung. - Brennerereikalendar 1983,S.466-475.
- (18) MAATJE, K.; ROSSING, W.; GARSSEN, G. J. und PLUYGERS, H. G.: Automation of electrical conductivity measurements during milking. - In: Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen 20./22.04.1983,S.89-100
- (19) MACK, M.: Wenn die Temperatur fällt, kalbt die Kuh.- top agrar 6(1979), S.3.
- (20) MEINHOLD; K. und WALTER, K.: Die Beziehung zwischen Lebendgewicht und Grundfutteraufnahmevermögen der Milchkühe und ihr Einfluß auf die Futterkosten. - Eine kritische ökonomische Analyse.- Züchtungskunde 52(1980)S.77-89.
- (21) N. N.: Computer mit verteilter Intelligenz.- Markt & Technik (1982)H.27,S.19.

- (22) ORDOLFF, D.: Technische Lösungen zur Milchmengenmessung.- Landtechnik 37 (1982)H.4,S.188-190.
- (23) PIRKELMANN, H. und BÖHM, W.: Abruffütterung in der Milchviehhaltung. - RKL-Schrift 3(1982),S.743-801.
- (24) PIRKELMANN, H.; WENDLING, F.: Löst der Dosierautomat die Tränkeeimer ab? - top agrar (1981)H.2,R30-R33
- (25) PLEIL, J.: Entscheidungshilfen bei der Auswahl von Mikro- und Bürocomputern. - PdR (1982)H.5,S.631-680.
- (26) PUCKETT, H. B.; SPAHR, S. L. und RODDA, E. D.: Real-Time measurement of milk conductivity. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen, 20./22.04.83, S.101-114.
- (27) ROSSING, W.; IPEMA, A. H.; MAATJE, K.: Actions for measuring the activity of dairy cows. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen, 20./22.04.83, S.127-134.
- (28) SCHÖN, H.; SCHLÜNSEN, D. und ARTMANN, R.: Einsatz von Computern zur Planung, Überwachung und Steuerung der tierischen Produktion aus der Sicht der Betriebstechnik.- Der Tierzüchter 34 (1982)H.6,S.194-197.
- (29) SCHLÜNSEN, D.: Validity of different physiological parameters for automatic control of the udder health. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen,20./22.04.1983,S.69-78.
- (30) SCHLÜNSEN, D.; SCHÖN, H.; ARTMANN, R.; PAUL, W. und SPECKMANN, H.: Eignung der automatischen Milchtemperaturerfassung zur Gesundheitsüberwachung und Brunstkontrolle in der Milchviehhaltung. - Landbauforschung Völkenrode 31(1981) H.4,S.241-250.
- (31) SCHUMM, H.: Geburtsmelder im Abkalbestall. - top agrar 7(1982)
- (32) SCOTT, N. R.; SIGRIMIS, N. A.; SOBEL, A. T.; MARSHALL, R. A.; HENKEDRENKARD, D. V. und MONTEMAGNO, C.: Electronic developments in dairy herd management. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying. - Wageningen,20./22.04.1983, S.221-236.
- (33) SMIDT, D.: Physiologische Aspekte der Herdenüberwachung.- Landbauforschung Völkenrode (1982)Sh.62,S.14-154.
- (34) SPAHR, S. L.; PUCKETT, H. B.; FERNANDO, R. S. und RODDA, E. D.: Analysis of in line milk conductivity data. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen 20./22.04.1983, S.79-88.
- (35) STREET, M. J.: A pulse-code modulation system for automatic animal identification.- J. agric. Engng. Res. 24(1979), S.149-158.

- (36) THOMPSON, P. D.; RODRIAN, J. A.: Transducers for capture of activity data. - Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen 20./22.04.83, S.115-126.
- (37) TOLLE, S.; ZEIDLER, H.: Der kontinuierliche Milchentzug - ein experimentell-chirurgisches Verfahren zur Gewinnung steriler Rohmilch.- Milchwissenschaft 24(1969)S.590-591.
- (38) ZÄHRES, W.: Computer, Computer, Computer ... - top agrar (1983)H.6,S.106-112.
- (39) ZWERINA, H.; BENZ, C.; HAUBUER, P.: Kommunikationsergonomik. Benutzerfreundliche Anwenderprogramme in Maskentechnik, Berlin. München 1983.

## Entwicklungen auf dem Personal-Computer-Sektor

---

P. Chylla, München \*)

Dieser Beitrag soll in knapper Form wesentliche Trends des Personal-Computer-Sektors darstellen. Nach einem kurzen Marktüberblick wird auf die Themen Betriebssysteme, Datenträger, Hardware-Schnittstellen und Verbundsysteme eingegangen.

Der Inhalt dieses Beitrages ist in wesentlichen Zügen Internberichten des Leibniz-Rechenzentrums der Bayerischen Akademie der Wissenschaften entnommen. Diese entstanden im Mai und Juni 1983 anlässlich einer vom LRZ durchgeführten Marktstudie, sowie des Tests von 11 ausgewählten Personal-Computer-Systemen.

Im Rahmen dieses Papiers wird folgende grobe Begriffsdefinition für Personal-Computer (PC) verwendet:

- Einbenutzersystem
- 8- oder 16-bit-Prozessor
- Hauptspeicher mindestens 64 Kbyte
- Disketten oder Festplatten als Hintergrundspeichermedium
- Freie Programmierbarkeit.

Der Preisrahmen für Systeme dieser Art liegt derzeit zwischen DM 5 000,-- und DM 20 000,--.

### 1. Trends auf dem Markt für Personal-Computer

Die Entwicklung auf dem Markt für Personal-Computer nimmt derzeit einen stürmischen Verlauf. Nachdem 1982 lt. einer Dataquest-Studie ca. 1.4 Mill. PC's weltweit verkauft wurden, soll sich diese Zahl bis 1988 auf 11 Mill. erhöhen. Derzeit entbrennt unter den Anbietern ein harter Kampf um Marktanteile. Äußeres Zeichen dieser Auseinandersetzung ist ein enormer Preisverfall um ca. 20 - 50 % (Anfang-Mitte 1983) für PC's.

---

\*) P. Chylla ist wiss. Mitarbeiter am Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Nachdem auf der Hannover-Messe 1983 noch ca. 200 PC-Anbieter auftraten, dürfte lt. einer Diebold-Aussage sich diese Schar bereits 1984 auf 60 Anbieter reduzieren. Dabei spielt auch eine wesentliche Rolle, daß die Zahl qualifizierter Fachhändler nicht beliebig vermehrbar ist, der einzelne aber wiederum nur einige Systemtypen betreuen kann.

Lt. Dataquest ergeben sich für 1982 folgende stückzahlmäßige Weltmarktanteile:

Apple	23,5 %
IBM	12,0 %
NEC	12,0 %
Commodore	8,7 %
Tandy	8,4 %
Osborne	8,3 %
Sharp	8,3 %
HP	3,6 %
andere	15,3 %

In Deutschland liegen diese Zahlen lt. Diebold für 1982 wie folgt:

Commodore	25,0 %
HP	12,0 %
Apple	11,0 %
Tandy	8,0 %
Kontron	6,0 %
Triumph-Adler	5,0 %

Der IBM-PC ist hier noch nicht angeführt; dies liegt an seinem späten Erscheinungstermin in Deutschland.

Welchen Anwendungen dienen PC's hauptsächlich? Eine Studie von Frost & Sullivan untersuchte die Verkaufszahlen von Software-Paketen und ermittelte so folgende Hauptanwendungen: Programmentwicklung, Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Spiele + Unterhaltung, Adressenverwaltung, Buchhaltung, Ausbildung, Datenbankanwendungen.

Dem Software-Markt für PC-Anwendungssoftware wird eine ähnliche boomartige Entwicklung vorhergesagt.

Auch die Vernetzung und Einbindung von PC's in Kommunikationsverbundsysteme wird eine entsprechende Entwicklung nehmen. Eine Studie von Enlon Associates, Calif. besagt, daß der Markt von PC-Netz-Anwendungen von 20 Mill. \$ in 1982 sich auf 2 Milliarden \$ in 1990 verhundertfacht.

Das Kernstück eines jeden PC's ist nach wie vor sein Prozessor.

Während bis 1982 8-Bit-Systeme ausschließlich dominierten, wurde fortan auch in PC's der Technologiesprung zum 16-Bit-Prozessor vollzogen. Die Notwendigkeit hierfür liegt nicht in der gleichzeitig damit erhöhten Arbeitsgeschwindigkeit, sondern in der Möglichkeit der direkten Adressierbarkeit eines wesentlich größeren Speicherbereiches.

Dabei ist für 16-Bit Prozessoren bereits ein eindeutiger Trend feststellbar, den die Firma Future Computing durch folgende Zahlen belegt. Die derzeitigen 16-Bit PC's enthalten zu

- 44 % Intel 8088/8086
- 34 % Motorola 68000
- 5 % Zilog z8000
- 2 % Texas Instruments 99000
- 10 % andere Prozessoren

Der Motorola 68000 gilt als derzeit leistungsfähigster Mikroprozessor in diesem Bereich.

Neben dem Zentralprozessor werden immer häufiger zusätzliche Spezialprozessoren verwendet. Beispiele sind der Intel 8087 für Gleitpunktarithmetik, Graphikbausteine (z.B. von NEC) oder Bausteine zur Datenkommunikation.

## 2. Betriebssysteme für Personal-Computer

Das Betriebssystem eines jeden Rechnersystems ist derjenige (Software) Teil, der eine Verbindung zwischen der Hardware des Systems und den auf dem System ablaufenden Anwendungsprogrammen schafft. Dem Betriebssystem obliegt die Verwaltung der Systembetriebsmittel (Speicher, E/A-Geräte etc.). Auf der anderen Seite stellt das Betriebssystem Anwendungsprogrammen oder Be-

nutzern eine komfortable Schnittstelle zur Anforderung von Systemleistung zur Verfügung.

Im Bereich der Mikrocomputersysteme spielen derzeit 3 Betriebssysteme eine führende Rolle: die CP/M Familie, MS-DOS und UNIX. Vorab sollen aber einige allgemeine Kriterien zur Klassifikation von PC-Betriebssystemen diskutiert werden.

### 2.1 Zur Klassifikation von PC-Betriebssystemen

PC-Betriebssysteme können nach einer Reihe von Kriterien beurteilt werden. Je nach Anwendungsschwerpunkt wird man diesen unterschiedliche Gewichtungen beimessen. Im folgenden sollen für diese Aufgabe einige Hilfestellungen gegeben werden.

#### Generelle Typisierung:

Übliche PC's sind nur für Einbenutzerbetrieb gedacht. Trotzdem eignen sich Mikrocomputersysteme in gewissen Anwendungen auch für Mehrbenutzerbetrieb. Gegebenenfalls soll ein Benutzer nur eine oder gleichzeitig mehrere Anwendungen betreiben. Je nachdem spricht man dann von "Single- oder Multitasking". Eine eingeschränkte Variante hiervon ist das zum Dialog parallele Betreiben von Ausgabegeräten wie Drucker oder Plotter. Diese Möglichkeit wird mit "Spooling" bezeichnet. Echtzeit (Realtime)-Eigenschaften liegen vor, wenn das Betriebssystem in der Lage ist, Anwendungen zu betreiben, die garantierte Anforderungen an das Zeitverhalten stellen. Hierzu gehören insbesondere Aufgaben der Prozeßsteuerung.

#### Hardware-Anpaßbarkeit:

Sehr bedeutend für eine allgemeinere Verwendbarkeit eines Betriebssystems ist die sog. Portabilität, d.h. inwieweit das System auf verschiedenen Hardwareumgebungen und ggf. verschiedenen Prozessoren ablaufen kann. Dies ist insbesondere für längerlebige Anwendungsprogramme interessant, die ggf. unverändert auf mehreren Hardware-Generationen ablauffähig sein sollen. Ein anderer Gesichtspunkt ist, welche und wieviele Peripheriegeräte vom Betriebssystem unterstützt werden. Insbesondere bedeutet das in diesem Zusammenhang, inwieweit geräte-

spezifische Dinge vom Betriebssystem abgehandelt werden bzw. wie stark hiervon an der Anwenderschnittstelle abstrahiert wird. Es ist auch von erheblicher Bedeutung, daß der Endbenutzer die Möglichkeit haben muß, dem Betriebssystem eigene Gerätetreiber hinzuzufügen. Moderne Betriebssysteme sind von der Art, daß durch Aktivierung der entsprechenden Treiber die systemspezifische Anpassung erfolgt. Ein individueller Generierungslauf für die jeweilige Systemkonfiguration ist dadurch unnötig bzw. eingebettet in die Benutzerschnittstelle.

#### Dateiverwaltung:

Die Dateiverwaltung besitzt mehrere Betrachtungsebenen. Hin zu den Anwendungsprogrammen spielen die angebotenen Zugriffsmethoden eine Rolle. Sequentieller Zugriff gehört zur Mindestleistung, der wahlfreie Zugriff über Satznummern oder Satzschlüssel (random-access, indexsequentiell) bietet erweiterte Möglichkeiten. Die Inhaltsverzeichnisse der jeweiligen Datenträger sind bei den einfacheren Systemen ungeordnet. Baumartig, hierarchisch strukturierte Verzeichnisse heben den Bedienkomfort und die Übersichtlichkeit. Ein Vermerk bei jeder Datei, wann der letzte Schreib- oder Lesezugriff stattgefunden hat, ist zusätzlicher Komfort. Bei Plattensystemen, die von mehreren Benutzern, wenn auch sequentiell, geteilt werden, ist wichtig, daß disjunkte, private Datenbasen bildbar sind. Der Zugang hierzu kann über ein Paßwort geschützt sein. Fortgeschrittene Systemkonzepte erlauben eine Abstufung verschiedener gegenseitiger Zugriffsrechte. Trotzdem können PC-Betriebssysteme meist keinen vollständigen Schutz vor gegenseitiger Zerstörung oder Behinderung bieten.

Die systemnahe Seite der Dateiverwaltung behandelt Fragen der maximalen (festen oder variablen) Blockgrößen, der Dateigrößen und der oberen Anzahl von Daten auf einem Datenträger. Die Anzahl insgesamt an einem System unterstützter Hintergrundspeicher bestimmt die obere Kapazitätsgrenze bzgl. der Dateiverwaltung.

### Hauptspeicherorganisation

Die Aufgaben des Betriebssystems bzgl. der Hauptspeicherorganisation sind vielfältig. Der vom Betriebssystem für Benutzerprogramme unterstützte Speicherbereich ist durchaus nicht immer identisch mit der maximalen Hardware-Ausbaubarkeit. Umgekehrt kann ein Betriebssystem über sog. "Overlay"-Techniken (für die Benutzer "sichtbar") oder mittels virtueller Adressierung (dem Benutzer verborgen) auch Programme ablauffähig machen, die mehr als den zur Verfügung stehenden realen Speicher benötigen. Benutzungskomfort wird durch die Möglichkeit geboten, mehrere Programme gleichzeitig im Hauptspeicher zu halten. Üblicherweise werden zumindest mehrere Betriebssysteme-Dienstprogramme resident im Speicher gehalten. Zu beachten bleibt, daß ein vernünftiger Kompromiß zwischen dem vom Betriebssystem benötigten und dem insgesamt vorhandenen Speicher gefunden werden kann. Eine Schutzmöglichkeit der Betriebssystemteile vor dem Überschreiben durch (fehlerhafte) Programme ist bei PC-Betriebssystemen meist nicht gegeben.

### Kommandosprache

Klassische Bedienschnittstellen kennen eine Kommandosprache, um die jeweiligen Betriebssystemfunktionen anzustoßen. In einigen neueren Entwicklungen finden auch bei PC's Menütechniken Eingang (DEC Professional, Apple LISA u.a.). Letztere bieten insbesondere dem ungeübteren Benutzer Bedienkomfort. Wichtige Kriterien für die spätere Benutzung einer Kommandosprache sind deren Umfang und deren Einheitlichkeit bei der Namensgebung und der Verwendung von Parametern. Integrierte HELP-Funktionen spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Kommando-Prozeduren gehören zwischenzeitlich zum Standard heutiger PC-Betriebssysteme. Sie erlauben die Formulierung ganzer Kommandofolgen und Programmeingaben, deren Ablage in Dateien und deren Start zu beliebigen Zeitpunkten. Manche dieser Prozeduren können formale Parameter enthalten, die bei Aufruf belegt werden. IF-THEN-ELSE Formulierungen und interne Variablen sind fortschrittlichere Konstrukte.

### Benutzer-Verwaltung

Eine Benutzer-Verwaltung ist bei Ein-Benutzer-Betriebssystemen höchstens bei Festplattenverwendung notwendig, um die Dateien verschiedener Benutzer jeweils vor unerlaubten Zugriffen zu schützen. Weitere Merkmale sind An- und Abmeldungen von Benutzern am System (login/logout) und die Vergabe von Paßwörtern.

Allerdings spielen Benutzerverwaltung bei PC-Betriebssystemen nur eine untergeordnete Rolle.

### Allgemeine Benutzbarkeit

Es gibt derzeit noch keine allgemein anerkannten Regeln, nach denen die Benutzbarkeit eines Betriebssystems beurteilt werden kann. Ein nicht zu unterschätzendes Kriterium ist die Fehleranfälligkeit des Systems, insbesondere bei Fehlbedienungen. Ziel ist ein robustes System, welches jederzeit eine Minimal-Funktionalität bewahrt. Anzahl, Güte und Lesbarkeit der Fehlermeldungen (Klartext ist einem Fehlercode vorzuziehen) bestimmen wesentlich die Bedienqualität. In der Benutzung als äußerst hilfreich erweist sich, wenn jederzeit die aktuell anstehende Systemtätigkeit angezeigt wird. Dies erlaubt dem Benutzer eine direkte Rückkopplung zu seiner Arbeit am System.

## 2.2 Die CP/M-Betriebssystem-Familie

Die Familie der CP/M-Betriebssysteme stammt von der Fa. Digital Research. Es existieren sowohl Varianten für 8 Bit-Systeme (8085, Z80) als auch für 16 Bit-Systeme (8088, 8086, 68000). Beispielhaft soll das System CP/M näher erläutert werden.

CP/M-Plus ist ein Betriebssystem für die 8 Bit-Prozessoren 8085 von Intel und Z80 von Zilog. Es ist eine Fortentwicklung des CP/M 2.2, welches das am weitesten verbreitete Betriebssystem für PC's ist.

CP/M-Plus ist ein Ein-Benutzer-System. Es erlaubt nur Single-Tasking. Das Betriebssystem besteht, wie auch andere CP/M-Varianten, aus drei Modulen:

- BIOS (Basic Input/Output System) ist der Modul, in dem die systemspezifische Hardware-Anpassung vorgenommen wird.
- Der Kern des Betriebssystems sowie alle Algorithmen der Systemdienste liegen im BDOS (Basic Disk Operating System).
- Der 'Console Command Prozessor' (CCP) ist verantwortlich für die Bedienung der Benutzerkonsole, der Abhandlung der Benutzereingaben und der Dienstroutinen.

CP/M-Plus unterstützt bis zu 16 verschiedene Hauptspeicherbänke à maximal 64 Kbyte. Diese können von einem Anwendungsprogramm als zusätzlicher Daten- und Pufferbereich genutzt werden. Weiter erlaubt CP/M-Plus den Anschluß von bis zu 16 externen Disketten- und Plattensystemen. Die maximale Größe einer Platte kann 512 MByte betragen; eine einzelne Datei kann bis zu 32 MByte groß werden.

Im Bereich der Dateiverwaltung wurden gegenüber CP/M 2.2 einige Verbesserungen im Leistungsbereich vorgenommen. Das Inhaltsverzeichnis eines Datenträgers wird im Hauptspeicher mit einer Hash-Codierung versehen, was die Suchzeiten wesentlich reduziert. Der Zugriff auf einzelne Dateisätze wird beschleunigt durch Zwischenpufferung der Sätze in freien Hauptspeicherbereichen. Die Verwaltung geschieht über eine LRU (Least Recently Used)-Technik. Um hohe Durchsatzwerte bei größeren Ladevorgängen zu erzielen, wird auch noch eine sog. "Multisector-I/O" realisiert, die die direkte Anforderung mehrerer Plattensektoren erlaubt.

Jede Datei kann mit einem Datums- und Zeitstempel versehen werden, der den letzten Schreib- oder Lesevorgang anzeigt. Dateien können Paßworte erhalten und mit Schreibschutz versehen werden.

Ein CP/M-Plus System kennt 5 logische Ein- oder Ausgabekanäle, die dynamisch maximal 12 vorab definierten Ein/Ausgabegeräten zugeordnet werden können. Die Ein/Ausgabe an die

Benutzerkonsole sowie die Druckausgabe kann statt über ein reales Gerät auch von bzw. auf Dateien erfolgen. Es können Kommandoprozeduren geschrieben oder abgelegt werden, die auch Eingaben an Programme enthalten. Bei Systemstart kann automatisch eine dieser Kommandoprozeduren aufgerufen werden.

Die anderen Systeme der CP/M-Familie sind in ihrer Funktionalität und Bedienschnittstelle ähnlich zu CP/M-Plus. Eine kurze Übersicht gibt folgende Tabelle:

System	Ein- oder Mehrbenutzer	Single/Multi-Tasking	Prozessor
MP/M-II	M	M	8085/Z80
CP/M-86	E	S	8088/8086 bis 1 MByte
CP/M-68K	E	S	68000 bis 16 MByte
Concurrent CP/M-86	E	M	8088/8086
MP/M-86	M	M	8088/8086

Insbesondere besitzen alle Multi-Tasking fähigen Systeme Echtzeiteigenschaften.

### 2.3 MS-DOS 2.0

MS-DOS 2.0 ist ein Betriebssystem der Fa. Microsoft für Intel 8086/88-Systeme.

MS-DOS ist ein Ein-Benutzer-System, das kein Multi-Tasking oder Hintergrundbetrieb zulässt. Ein Spooling von Druckdateien zur Ausgabe parallel zum Dialog ist möglich.

MS-DOS unterstützt sowohl Disketten als auch Plattensysteme. Hierzu existieren eigene Befehle zur Datensicherung von Festplatten auf Disketten. Die Inhaltsverzeichnisse der Datenbanken sind baumstrukturiert aufgebaut, was die Übersichtlichkeit erhöht. Es ist sowohl sequentieller als auch wahlfreier Zugriff auf Dateien möglich. Es existiert eine umfangrei-

che Kommandosprache (u.a. IF-THEN-ELSE-Konstrukte) zur Formulierung von Jobstromfolgen. Diese können in Stapeldaten abgelegt werden und u.a. bei Systeminitialisierung automatisch gestartet werden.

Eine Einbettung von benutzerspezifischen Treiberprogrammen zum Anschluß spezieller Hardware wird von MS-DOS ermöglicht.

Eine Verkettung von Programmen mittels "Piping" ist möglich, d.h. die Ausgabe des einen Programms kann automatisch als Eingabe eines nachfolgenden Programms benutzt werden.

MS-DOS wird im Bereich der 16-BIT PC's eine große Chance eingeräumt zum verbreitetsten System zu werden. MS-DOS läuft u.a. auf dem IBM-PC und SIRIUS.

#### 2.4 UNIX

UNIX wurde ursprünglich von einem Mitarbeiter der Bell Laboratories für DEC PDP 11 - Rechner implementiert. Da hierfür die Programmiersprache "C" verwendet wurde, konnte eine große Portabilität des Betriebssystems erzielt werden. Dies führte zuerst zu einer weiten Verbreitung im Hochschulbereich; derzeit scheint sich UNIX auch zu einem Industriestandard im Bereich der gehobenen Mikrocomputer und Minirechner zu entwickeln. Zusätzlich existiert eine große Zahl UNIX-ähnlicher Systeme wie Onix, Xenix, Idris etc.. Als Erweiterung zum eigentlichen Betriebssystem bietet UNIX eine Vielzahl von Programmen zur Software-Entwicklung ("Programmers Workbench").

UNIX ist ein Mehrbenutzer-Multi-Tasking System. Spooling von Druckausgaben und Hintergrundbetrieb ist unterstützt. UNIX benötigt an Hardware ein Plattensystem, mind. 128 KByte Speicher und eine Uhr. Das System eignet sich nicht für Echtzeitanwendungen mit mittleren bis harten Anforderungen.

Die UNIX-Prozeßverwaltung führt automatisch ein sog. "Swapping", d.h. Ein- und Auslagern in den Hauptspeicher

der jeweils aktiven Benutzerprozesse, durch.

Das Datenverwaltungssystem ist hierarchisch aufgebaut und die Inhaltsverzeichnisse sind baumartig strukturiert. Es existieren eine Benutzerverwaltung mit LOGIN/LOGOUT und Paßwortschutz. Ebenso sind auf Dateiebene abgestufte Zugriffsrechte möglich.

UNIX erlaubt eine flexible Gestaltung der Benutzerschnittstelle über einen eigenen Kommando-Interpreter, die sog. "Shell". In verschiedenen Implementierungen wird dies z.B. ausgenutzt, um den Benutzer eine anwendungsangepaßte Menü-schnittstelle zu bieten.

UNIX besitzt ein großes Umfeld, d.h. es existiert ein enormes Potential an System- und Anwendungssoftware. Da UNIX für einen effizienten Ablauf eine Festplatte benötigt, ist es erst für Systeme der gehobenen PC-Klasse sinnvoll einsetzbar.

### 3. Datenträger

#### 3.1 Disketten

Aufgrund der physischen Abmessung werden im wesentlichen 8-, 5 1/4- und 3-Zoll Disketten unterschieden.

Diese zeichnen Daten entweder einseitig (single sided) oder auf beiden Seiten auf (double sided).

Bezüglich der Aufzeichnungsdichte unterscheidet man einfache (single) oder doppelte (double) Dichte (density).

Die physische Aufzeichnung erfolgt in Spuren (konzentrische Kreise); diese wiederum unterteilen sich in Sektoren (Kreis-segmente).

Die Einteilung in Sektoren kann entweder physisch fest vorgegeben sein (Hard-Sektorierung) oder sie wird beim Formatierungsvorgang der Diskette aufgeprägt (Soft-Sektorierung).

Gängige Disketten-Unterteilungen sind:

77 Spuren à 26 Sektoren je 128 Byte  
= 256 KByte für 8 Zoll-Disketten

35,40 oder 80 Spuren à 16 Sektoren je 128 Byte  
= 70,80 oder 160 KByte für 5 Zoll-Disketten.

Doppelte Aufzeichnungsdichte verdoppelt die Anzahl der Bytes pro Sektor.

Die nächste Betrachtungsebene bei Disketten betrifft die Aufzeichnungsmethodik, d.h. das Verfahren, das die physische Codierung der einzelnen zu speichernden Bits beschreibt. Auch hier werden unterschiedliche Techniken angewendet, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die dritte Betrachtungsebene bezieht sich auf die Dateiverwaltung, d.h. diejenige Konvention, nach der Dateien auf eine Diskette abgebildet werden. Dabei ist folgendes festzulegen:

- Lage und syntaktischer Aufbau des Inhaltsverzeichnisses (directory)
- Verweisstruktur auf die einzelnen Dateien
- Konvention, wie die einzelnen Dateien über die Diskette verteilt werden, ob sie gepackt oder zersprengelt liegen können, ob die maximale Dateigröße vorreserviert wird oder ob die Datei dynamisch wachsen kann, wieviel Dateien welcher Größe verwaltet werden können, welche Zugriffsmethoden (sequentiell und/oder random access) möglich sind und vieles andere mehr.

Trends:

Auf dem 8-Zoll-Sektor gilt das IMB 3740 Disketten-Format als Industriestandard. Dies umfaßt auch die Festlegung der Dateiverwaltung. Heutige PC's sind fast durchwegs mit 5 1/4 Zoll Disketten ausgestattet. Für diese hat sich noch kein allgemein anerkannter Standard aufgetan. 3-Zoll Disketten finden bisher kaum Verwendung. Gemeinsam sind den

Disketten Nachteile wie: (z.B. im Bereich mittlerer Datenbankanwendungen o.ä.)

- die zu geringe Kapazität
- der relativ langsame Zugriff und Datentransfer (einige 100 msec. Zugriffszeit, Datentransferrate unter 100 KByte/sek).

### 3.2 Festplatten

Teilweise lassen sich die Nachteile von Disketten durch den Einsatz von Festplattensystemen umgehen. Anders als Disketten, die ein mobiles Medium darstellen, sind Festplattensysteme geschlossen. Dies bedeutet, daß genormte Aufzeichnungsformate und Dateiverwaltung von nicht so großer Bedeutung sind.

Festplattensysteme haben wesentlich günstigere Zugriffseigenschaften als Disketten. Die durchschnittliche Zugriffszeit liegt unter 100 msec. und die Transferate mind. über 100 KByte/sek.. Derzeit sind in gängigen PC-Konfigurationen 8- und 5-Zoll Festplatten einsetzbar. Typische Kapazitäten liegen zwischen 5 und 20 MByte. Anschlußfertige Subsysteme kosten derzeit 8.000,- bis 20.000,- DM.

Nachteile besitzen Festplatten im Bereich der (natürlich notwendigen) Datensicherung.

Bisher fehlen geeignete, sog. "Back-up" Medien, die

- a) genügend Kapazität besitzen
- b) schnell genug sind
- c) preisgünstig sind

um eine Datensicherung vorzunehmen. Zur Zeit werden entweder Disketten oder Magnetbandkassettengeräte (Tape streamer) verwendet. Dies sind aber nur ungenügende Lösungen.

### 3.3 Wechselplatten

Die aus heutiger Sicht ideale Kombination stellen Wechselplatten dar. Diese sind vom Benutzer wie Disketten zu behandeln, besitzen aber bzgl. Kapazität und Zugriffsgeschwindigkeit Ei-

genschaften wie Festplatten. Außerdem eignen sie sich als Back-up-Medium.

Wechselplattensysteme sind noch sehr neu auf dem Markt. Bezüglich ihrer Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit kann man derzeit noch keine Aussage treffen. Integriert in einen PC sind sie noch kaum anzutreffen.

#### 4. PC - Hardware - Schnittstellen

Hardware-Schnittstellen eines PC bilden die Verbindung zur Außenwelt. Bzgl. der Enge der Kopplung können drei verschiedene Schnittstellentypen unterschieden werden:

- Bus-Schnittstellen
- Parallel-Schnittstellen
- Serielle-Schnittstellen.

Auf andere Schnittstellentypen wie z.B. analoge Geräteschnittstellen soll hier nicht eingegangen werden.

##### 4.1 Bus-Schnittstellen

Der Multibus von Intel stellt einen Industriestandard dar. Zusätzlich liegt der dem IEC als Vorschlag IEEE P796 zur Normung vor. Es ist ein synchroner Bus, der bis zu 24 Adreß- sowie 8 oder 16 Datenleitungen besitzt. Adreß- oder Datenmultiplex findet nicht statt. Eine europäische Variante dieses Busses ist der AMS-M-Bus bzw. Eurobus (Siemens). Elektrisch identisch zum Multibus benutzt er das Doppel-Europakartenformat.

Der von Digital Equipment im Bereich der kleinen PDP-Anlagen definierte Q-Bus ist ebenfalls weit verbreitet. Er ist asynchron und multiplext Adreß- und Datenleitungen. Bis zu 22 Adreßbits und 16 Datenbits sind vorgesehen.

Aus dem 8-Bit-Bereich stammt der dort weit verbreitete S-100-Bus (IEEE 696). Allerdings gilt er als zu kompliziert. Im gleichen Bereich ist der ECB-Bus (Kontron) angesiedelt.

Eine interessante Entwicklung scheint der 1981 vorgestellte VME-Bus darzustellen, der dem IEC zur Normung vorliegt. Er wird von den Firmen Motorola, Signetics/Philips, Mostek und Thomson-Efcis unterstützt und ist konsequent auch für 32-Bit Mikros konzipiert worden. Seine Parameter: asynchron, kein Multiplex, bis zu 32 Adreß-Bits, (8 bzw.) 16 bzw. 32 Datenbits. Außerdem zeichnet er sich durch die Verwendung des Europakarten-Formats aus.

Erhebliche Bedeutung haben, ohne in die Normungsarbeit eingegangen zu sein, die beiden Internbussysteme des Apple II und des IBM-PC. Für beide Systeme existiert ein großes Potential an kompatiblen Steckkarten für Anwendungen aller Art.

#### 4.2 Parallel-Schnittstellen

Im Gegensatz zu den Bus-Schnittstellen schaffen Parallel-Schnittstellen eine Verbindung zu externen Geräten über einige Meter hinweg. Besondere Bedeutung haben hier die Centronics-Schnittstelle und der IEC-Bus erlangt.

Die Centronics-Schnittstelle gilt als Industrienorm für Drucker-Anschlüsse. Sie überträgt 8 Daten- und Adreß- sowie 2 "Handshake"-Leitungen parallel über eine Entfernung bis zu 8 m. Die maximale Geschwindigkeit beträgt 1 MB/sek.

Die IEC-Bus (HP-IB, GP-IB, IEEE 488, IEC 625) wurde ursprünglich 1965 von Hewlett-Packard entwickelt und 1981 genormt. Er dominiert insbesondere bei Meßgeräten und wird an vielen PC's angeboten.

Es ist ein Parallel-Bus mit 8 Daten- und Adreß- sowie 8 Handshake- und 5 Steuerleitungen. Der Bus erlaubt die Serienschaltung mehrerer Geräte über maximal 20 m hinweg (Einzelabstand kleiner als 2 m). Es werden "zwei" verschiedene Varianten unterschieden:

- die sog. IEC-Variante mit einem 25-poligen Stecker und einer Geschwindigkeit bis 250 KB/s;

- die sog. IEEE-Variante mit einem 24-poligen Stecker und einer Geschwindigkeit bis 1 MB/s.

#### 4.3 Serielle Schnittstellen

Serielle Schnittstellen dienen der Datenübertragung über größere Entfernungen hinweg. Im PC-Bereich haben V.24 bzw. RS 232C, RS 422 sowie die 20mA-Linienstromschnittstelle eine gewisse Bedeutung.

V.24 bzw. die US-Version RS 232C dominiert bei den seriellen Schnittstellen im PC-Bereich. V.24 ist eine Schnittstellendefinition zwischen einer Datenendeinrichtung (DEE) und einer Datenübertragungseinrichtung (DÜE). Trotzdem wird V.24 auch oft mittels geeigneter Verkabelung zum Direktanschluß zweier Endgeräte verwendet. V.24 verwendet einen 25-poligen Stecker, reicht laut Norm bis 20 m (was in der Praxis oft weit überboten wird) und läßt Geschwindigkeiten bis 19.2 Kbit/sek zu. Der Anschluß von Terminals, Drucken und Plottern erfolgt meist über C.24.

Eine Fortentwicklung von V.24 zu verbesserten Leistungsmerkmalen liegt mit V.11 bzw. RS 422 vor. Diese serielle Schnittstelle erlaubt Transferraten bis zu 1 Mbit/sek und einer maximalen Entfernung von 1 km. An einigen PC's wird diese Schnittstelle wegen der höheren Geschwindigkeit bereits zum Anschluß von Bildschirmen verwendet.

Eine alte, aber aufgrund der größeren Reichweite von 1 km gegenüber V.24 attraktive Variante ist die serielle 20mA-Linienstromschnittstelle. Sie wurde bereits für Fernschreiberanschlüsse an Computer verwendet, besitzt aber auch im PC-Bereich eine gewisse Bedeutung.

### 5. Personal-Computer Verbundsysteme

#### 5.1 Lokale Netze

Unter dem Begriff "Lokale Netze" werden Verbindungsstrukturen für Computer und Endgeräte speziell für den lokalen Bereich verstanden. Die Abgrenzung nach oben erfolgt durch die öffentlichen (Post)-Netze und nach unten durch enge Rechnerkopplungen im Bereich maximal einiger Meter.

Es werden heute für lokale Netze Entfernungsbereiche von 100 m bis ca. 2 km genannt. Typische Übertragungsgeschwindigkeiten liegen ab einigen 100 KBit/sek. bis 10 MBit/sek.

Die gebräuchlichsten Verbindungstopologien sind Sternstrukturen, Ringe und Bussysteme. Als Übertragungsmedien dienen verdrehte Kupferkabel oder Koaxialkabel; Lichtleitersysteme sind noch selten verwendet.

An Übertragungstechnik wird sowohl Basisbandübertragung als auch Breitbandübertragung in Frequenzbereichen bis ca. 350 MHz verwendet.

Um Geräte verschiedenster Hersteller über lokale Netze miteinander kommunizieren zu lassen, sind neben den physischen Eigenschaften des Übertragungsmediums auch die Kommunikationsprotokolle, nach denen die Partner miteinander verkehren, festzulegen.

In einem Architekturmodell der ISO (International Standardization Organisation) wurde weltweit eine Einigung auf eine 7-Schichten-Protokollstruktur für Kommunikationszwecke erzielt. Für jede dieser Ebenen existieren, bzw. werden noch entworfen, einige Protokolldefinitionen, die je nach Medium, Anwendung etc. geeignet auszuwählen sind.

Im Bereich der lokalen Netze sind auf unterster Übertragungsebene zu nennen: (IEEE 802-Standard)

- CSMA/CD (Carrier-Sense multiple access with collision detection) im wesentlichen getragen durch die Firmen Xerox, Intel und DEC und dem lokalen Netz "Ethernet" (Bussystem)
  - ein sog. "token-passing" Bussystem
  - ein sog. "Token-passing" Ringsystem, das von der Firma IBM in der Normungsarbeit forciert wurde.
- Für die höheren Protokollebenen existieren im Bereich der lokalen Netze derzeit noch keine weltweit anerkannten Standards. Die derzeit bekanntesten Produkte im Bereich lokaler Netze:

Ethernet:

Ein Bussystem auf Koaxialkabel-Basis. 10 MBit/sek. Übertragungsgeschwindigkeit, Basisbandübertragung, maximale Länge ca. 3 km, CSMA/CD-Übertragungsprotokoll.

Dieses System wird gemeinsam von den Firmen Xerox, Intel und Digital Equipment unterstützt. Weitere Firmen wie 3 Com, Interlan und Ungermann-Bass benutzen Ethernet als Basis ihrer Produkte. Die ersten beiden Firmen kündigten bereits Einschubkarten für den Anschluß des IBM-PC an ein Ethernet an.

ARC:

ARC Net benützt die Standard IBM 3270 Koaxialkabel. Aufgrund seiner Topologie besitzt es Stern- oder Baumstruktur, verhält sich logisch aber wie ein Bussystem. Die maximale Länge beträgt ca. 6 km und die Übertragung wird durch ein "token passing"-Protokoll gesteuert. Übertragungsgeschwindigkeit ist 2,5 MBit/sek.

Das ARC Net wurde ursprünglich von der Firma Datapoint eingeführt; seine Technik wurde zwischenzeitlich auch von Nestar und Tandy übernommen. Nestar wiederum stellt Einschubkarten für Apple und IBM Personal-Computer her, die eine Anbindung dieser Systeme an ein ARC Net erlauben.

Omninet:

Omninet ist ein Bussystem basierend auf verdrehten Kupferleitungen. Der physische Zugriff wird nach RS 422-Standard durchgeführt, als Zugriffsteuerung wird ein CSMA-Verfahren verwendet. Die maximale Länge beträgt ca. 1,5 km und die Übertragungsgeschwindigkeit 1 MBit/sek.

Omninet wurde vom Plattenhersteller Corvus definiert. Die Firma stellt für verschiedene PC's wie Apple, IBM, LSI 11 Kartensysteme zum Anschluß an ein Omninet her. Weiter haben sich die Firmen Sirius, NCR und Olivetti sowie andere dafür entschieden, Omninet zu unterstützen.

Fazit:

Lokale Netze sind erst im Begriff, speziell im Bereich der Personal-Computer, Fuß zu fassen. Welches Netzwerk sich bei PC's durchsetzen wird, ist derzeit noch nicht abzusehen. Die Anschlußkosten eines PC's betragen derzeit ca. 1 500,- DM und aufwärts. Dafür erhält man die Möglichkeit, daß jeder der angeschlossenen PC's mit jedem anderen kommunizieren kann.

5.2 Netzwerk-Betriebssysteme für Personal-Computer

Neben Schaffung der physischen Verbindung zwischen PC's über lokale Netze sowie dem Aufbau logischer Transportverbindungen mittels geeigneter Protokolle sind Netzwerk-Betriebssysteme notwendig, um einen Funktionsverbund mehrerer PC's zu bilden.

Typischerweise werden heute PC's zusammengeschaltet, um:

- a) mehrere PC's teilen sich aus Kostengründen eine gemeinsame Platte ("Disk Sharing");
- b) mehrere PC's benutzen einen gemeinsamen Drucker ("Printer Sharing").

Bei der Beurteilung von Netzwerk-Betriebssystemen sind demnach die im folgenden genannten Kriterien zu hinterfragen.

Gemeinsame Nutzung einer Platte:

Zur Kostenersparnis kann beitragen, wenn die gemeinsam genutzte Platte der einzige Datenträger im Verbundsystem der PC's ist. Dazu muß aber sichergestellt sein, daß die Übertragungskapazität des lokalen Netzes groß genug ist, um alle im Verbundsystem auftretenden Plattentransfers ohne merkliche Verzögerung durchzuführen. Insbesondere müssen die einzelnen PC's in der Lage sein, sich von der gemeinsamen Platte beim Starten fernzuladen ("Remote Boot").

Ein komfortables Netzwerk-Betriebssystem besitzt eine eigene Benutzerverwaltung, die über Benutzernummer und Paßwort dem jeweiligen PC nur Zugang zu seiner ihm zugeordneten Datenbasis oder virtuellen Platte bietet. Funktionell muß sowohl der satzweise Zugriff vom PC auf eine gewünschte Datei möglich sein als auch ein Dateitransfer von der gemeinsamen Platte zu etwaigen lokalen Datenträgern des jeweiligen PC's.

Auf der anderen Seite sollte aber auch die Möglichkeit bestehen, daß mehrere Benutzer gemeinsam Dateien besitzen. Falls solche Dateien gleichzeitig von mehreren Benutzern bearbeitet werden, muß eine Synchronisation erfolgen. Geeignete Mechanismen sind die gegenseitige Aussperrung ("locking") bei Schreibzugriffen auf Satz- oder Dateiebene sowie die exklusive Reservierung einer Datei für eine Folge von Bearbeitungsschritten. Schreibschutz und Paßwortschutz auf Dateiebene sind weitere Grundanforderungen an ein Netzwerk-Betriebssystem.

#### Gemeinsame Nutzung von Druckern:

Eine gemeinsame Nutzung von Druckern sollte einhergehen mit der Schaffung eines sog. "Spool"-Systems, d.h. der Möglichkeit, Druckausgaben auf einer Platte zwischenspeichern. Dies verhindert evtl. erhebliche Wartezeiten des einzelnen Benutzers auf einen freiwerdenden Drucker. Für die hierdurch entstehende Drucker-Warteschlange ist allerdings Verwaltungssoftware notwendig, um die Warteschlange durchzusehen, die Reihenfolge der Druckerausgabe zu verändern und vieles mehr.

Für die Gesamtauslegung des Systems ist von Bedeutung, wieviel Drucker parallel betrieben werden können, und ob der einzelne Benutzer eine freie Wahl zwischen den evtl. verschiedenen Druckern besitzt. Um die einzelnen Druckausgaben voneinander zu separieren, wird meist automatisch vom Drucksystem eine Kopfseite ("Banner Page") vorangestellt.

Dies waren nur einige Anforderungen an ein Netzwerkbetriebssystem. Anders als bei den lokalen PC-Betriebssystemen steht hier die Entwicklung noch am Anfang. Der Funktionsumfang verschiedener Implementierungen ist noch sehr unterschiedlich.

Zudem sind Netzwerk-Betriebssysteme sehr stark mit den lokalen PC-Betriebssystemen verzahnt. Dies erklärt, warum die meisten Implementierungen nur einen Verbund gleichartiger PC's bzw. PC's gleichen Betriebssystems erlauben.

Fazit:

Lokale Netze sind erst im Begriff, speziell im Bereich der Personal-Computer, Fuß zu fassen. Welches Netzwerk sich bei PC's durchsetzen wird, ist derzeit noch nicht abzusehen. Die Anschlußkosten eines PC's betragen derzeit ca. 1 500,- DM und aufwärts. Dafür erhält man die Möglichkeit, daß jeder der angeschlossenen PC's mit jedem anderen kommunizieren kann.

5.2 Netzwerk-Betriebssysteme für Personal-Computer

Neben Schaffung der physischen Verbindung zwischen PC's über lokale Netze sowie dem Aufbau logischer Transportverbindungen mittels geeigneter Protokolle sind Netzwerk-Betriebssysteme notwendig, um einen Funktionsverbund mehrerer PC's zu bilden.

Typischerweise werden heute PC's zusammengeschaltet, um:

- a) mehrere PC's teilen sich aus Kostengründen eine gemeinsame Platte ("Disk Sharing");
- b) mehrere PC's benutzen einen gemeinsamen Drucker ("Printer Sharing").

Bei der Beurteilung von Netzwerk-Betriebssystemen sind demnach die im folgenden genannten Kriterien zu hinterfragen.

Gemeinsame Nutzung einer Platte:

Zur Kostenersparnis kann beitragen, wenn die gemeinsam genutzte Platte der einzige Datenträger im Verbundsystem der PC's ist. Dazu muß aber sichergestellt sein, daß die Übertragungskapazität des lokalen Netzes groß genug ist, um alle im Verbundsystem auftretenden Plattentransfers ohne merkliche Verzögerung durchzuführen. Insbesondere müssen die einzelnen PC's in der Lage sein, sich von der gemeinsamen Platte beim Starten fernzuladen ("Remote Boot").

Ein komfortables Netzwerk-Betriebssystem besitzt eine eigene Benutzerverwaltung, die über Benutzernummer und Paßwort dem jeweiligen PC nur Zugang zu seiner ihm zugeordneten Datenbasis oder virtuellen Platte bietet. Funktionell muß sowohl der satzweise Zugriff vom PC auf eine gewünschte Datei möglich sein als auch ein Dateitransfer von der gemeinsamen Platte zu etwaigen lokalen Datenträgern des jeweiligen PC's.

Auf der anderen Seite sollte aber auch die Möglichkeit bestehen, daß mehrere Benutzer gemeinsam Dateien besitzen. Falls solche Dateien gleichzeitig von mehreren Benutzern bearbeitet werden, muß eine Synchronisation erfolgen. Geeignete Mechanismen sind die gegenseitige Aussperrung ("locking") bei Schreibzugriffen auf Satz- oder Dateiebene sowie die exklusive Reservierung einer Datei für eine Folge von Bearbeitungsschritten. Schreibschutz und Paßwortschutz auf Dateiebene sind weitere Grundanforderungen an ein Netzwerk-Betriebssystem.

#### Gemeinsame Nutzung von Druckern:

Eine gemeinsame Nutzung von Druckern sollte einhergehen mit der Schaffung eines sog. "Spool"-Systems, d.h. der Möglichkeit, Druckausgaben auf einer Platte zwischenzuspeichern. Dies verhindert evtl. erhebliche Wartezeiten des einzelnen Benutzers auf einen freiwerdenden Drucker. Für die hierdurch entstehende Drucker-Warteschlange ist allerdings Verwaltungssoftware notwendig, um die Warteschlange durchzusehen, die Reihenfolge der Druckerausgabe zu verändern und vieles mehr.

Für die Gesamtauslegung des Systems ist von Bedeutung, wieviel Drucker parallel betrieben werden können, und ob der einzelne Benutzer eine freie Wahl zwischen den evtl. verschiedenen Druckern besitzt. Um die einzelnen Druckausgaben voneinander zu separieren, wird meist automatisch vom Drucksystem eine Kopfseite ("Banner Page") vorangestellt.

Dies waren nur einige Anforderungen an ein Netzwerkbetriebssystem. Anders als bei den lokalen PC-Betriebssystemen steht hier die Entwicklung noch am Anfang. Der Funktionsumfang verschiedener Implementierungen ist noch sehr unterschiedlich.

Zudem sind Netzwerk-Betriebssysteme sehr stark mit den lokalen PC-Betriebssystemen verzahnt. Dies erklärt, warum die meisten Implementierungen nur einen Verbund gleichartiger PC's bzw. PC's gleichen Betriebssystems erlauben.

Folgende Produkte seien hier kurz genannt:

CP/Net:

CP/Net erlaubt mehreren CP/M-Systemen, eine gemeinsame Datenhaltung zu besitzen. Diese wird auf einem Master-System unter MP/M durchgeführt. Über die Realisierung des Netzes selbst (physische Verbindung) wird keine Annahme gemacht, als einfachste Variante wird eine V.24 Sternstruktur vorgeschlagen. Die Realisierung auf Betriebssystem-Ebene erfolgt durch einfaches Weiterreichen der BDOS-Systemaufrufe zum Master-System. Eine eigene Benutzerverwaltung und Zugriffs-Regelungsmechanismen auf gemeinsamen Dateien sind nicht vorgesehen.

SIRIUS-Netzwerk:

Das SIRIUS-Netzwerk erlaubt auf der Basis des lokalen Netzes OMNINET (s. letzten Abschnitt) einen Verbund mehrerer SIRIUS-Systeme unter dem lokalen Betriebssystem MS-DOS. An Funktionalität wird erfüllt, was im vorherigen Abschnitt diskutiert wurde. Allerdings gestattet das SIRIUS-Netzwerk nicht die Integration anderer PC's.

CORVUS-Constellation Netzwerk:

Vom "Erfinder" des OMNINET, der Fa. CORVUS, wird darauf basierend, unter dem Namen "Constellation", eine Netzwerk-Software vertrieben. Die Funktionalität entspricht in etwa der des SIRIUS-Netzwerkes. Allerdings erlaubt die Constellation-Software die gleichzeitige und gemeinsame Nutzung von Platten und Druckern durch PC's vom Typ CORVUS Concept, Apple II und des IBM-PC.

Weitere entsprechende Produkte sind z.B. das System KOBUS der Fa. KONTRON für PSI-PC's und Implementierungen verschiedener Hersteller für den IBM-PC.

Literatur:

1. ALWR: Mikrocomputer-Einsatz im Hochschulbereich. Kommissionsbericht der ALWR, Hochschulrechenzentrum der Universität Bielefeld, Okt. 1982.
2. Baugh, Josef: PC Local Net binds elements of ARCNET, Ethernets and Cluster/One, Mini-Micro Systems, May 1983.
3. Dahmke, Mark: CP/M Plus. BYTB, July 1983.
4. Digital Research: CP/NET. Control Program for a Microcomputer Network, User's Guide, Digital Research, 1980.
5. Greenberg, Robert: The UNIX Operating System and the XENIX Standard. Operating Environment, BYTE, June 1982.
6. Lewis, Geoff: UNIX and the supermicrocomputer. Mini-Micro-Systems, Nov. 1982.
7. N.N.: SIRIUS Netzwerk. System Beschreibung, Mai 1983.
8. N.N.: Struktur und Aufbau des Datenverbundnetzes OMNINET. Elektronik Journal 10/1982.
9. Pechura, Michael: Comparing two Microcomputer Operating Systems: CP/M and HDOS. Communications of the ACM, March 1983, Vol. 26, Nr. 3.
10. Saal, Harry: Local Area Networks. BYTE, May 1983
11. Taylor, Roger and Lemmons, Phil: Upward Migration - A comparison of CP/M-86 and MS-DOS, Byte, July 1982.

Hinzu kommen die jeweiligen Benutzer-Manuale der PC's und deren Betriebssysteme.

## Datenbereitstellung im Personal-Computer mit Hilfe von Datenbanksystemen

---

G. Wendl, Weihenstephan<sup>\*</sup>)

### 1. Einleitung

In der elektronischen Datenverarbeitung kommt die Datenbank für die Datenverwaltung und Datenbereitstellung verstärkt zum Einsatz. Dies gilt nicht nur für den Großrechnerbereich, sondern auch gerade verstärkt in jüngster Zeit für den Bereich des Mikrocomputers. Das große Interesse von EDV-Benutzern an Datenbanksystemen rührt daher, daß das Gebiet der Datenbanktechnik in den letzten Jahren eine geradezu stürmische Entwicklung hinter sich hat, die bei weitem auch noch nicht abgeschlossen ist. Die Fortschritte in der Datenbanktechnik haben zu wesentlichen Vereinfachungen in der EDV-Anwendung geführt.

Dieser Beitrag, der nur einführenden Charakter tragen kann und nur einen Überblick vermitteln soll, versucht,

- die Begriffe Datenbank, Datenbanksystem, Datenbank-Managementsystem kurz zu erläutern und deren Aufgabe zu erklären,
- die wichtigsten Formen der verschiedenen Datenbanksysteme mit ihren Eigenschaften darzulegen,
- einige häufig auf Mini- und Mikrocomputer eingesetzte Datenbanksysteme näher vorzustellen und
- abschließend das Anwendungsgebiet für ein Datenbanksystem im landwirtschaftlichen Betrieb aufzuzeigen.

### 2. Datenorganisation in der EDV

In vielen wirtschaftlichen Bereichen fallen große Datenmengen an. Soll für deren Weiterverarbeitung die EDV eingesetzt werden, so müssen diese Daten nach irgendeinem festen Schema abgespeichert werden, damit jederzeit wieder eine Datenrückgewinnung und Auswertung möglich ist.

---

<sup>\*</sup>) G. Wendl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der Technischen Universität München innerhalb des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung".

## 2.1 Konventionelle Datenorganisation

Bei derartigen Problemlösungen wurde und wird vielfach so vorgegangen, daß verschiedene Dateien kreiert und für deren Bearbeitung spezifische Anwendungsprogramme erstellt werden (Abb. 1).

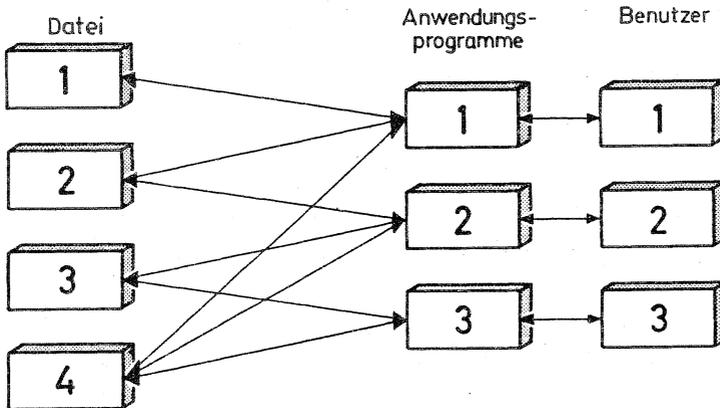


Abb. 1: Datenorganisation im herkömmlichen Stil

Mit diesen Anwendungsprogrammen können die einzelnen Benutzer die gewünschten Verarbeitungsschritte durchführen. Der Aufbau der einzelnen Dateien wird dabei sehr stark von der jeweiligen Verarbeitung geprägt. Diese Form der Datenorganisation hat aber entscheidende Nachteile:

1. Die Anpassung des Dateiaufbaues an die Verarbeitung bedingt eine generelle Daten-Programm-Abhängigkeit. Diese hat zur Folge, daß bei Veränderungen des Dateiaufbaues alle darauf zugreifenden Anwendungsprogramme ebenfalls geändert werden müssen.
2. Bei mehreren Benutzern und vielen Dateien ist es kaum vermeidbar, daß in den verschiedenen Dateien teilweise die gleichen Daten mehrmals gespeichert sind (Redundanz der Daten). Dadurch wird wertvoller Speicherplatz vergeudet.
3. Da die Redundanz der Daten in der Regel nicht zentral kontrolliert wird, müssen bei fälligen Änderungen die gleichen Daten in den verschiedenen Dateien mehrmals geändert werden (hoher Aktualisierungsaufwand).

4. Wenn die Aktualisierung der Dateien vernachlässigt wird, so führt dies dazu, daß die logische Übereinstimmung der Dateiinhalte nicht mehr gegeben ist (Inkonsistenz der Daten).
5. Werden neue Anwendungen verlangt, die viele Datenelemente aus mehreren Dateien erfordern, so müssen oft neue Dateien erstellt werden (hoher Sortieraufwand).

Die herkömmliche Datenorganisation ist im Einbenutzersystem mit geringen, möglichst gleichbleibenden Datenmengen durchaus brauchbar. Allerdings ergeben sich bei einem Mehrbenutzersystem mit teilweise gleichen Datenbeständen, großen Datenmengen und dezentralen Arbeiten erhebliche Schwierigkeiten.

### 2.2 Datenorganisation mit einem Datenbanksystem

Die Schwächen der konventionellen Datenorganisation können durch ein Datenbanksystem z.T. behoben, zumindest aber vermindert werden. Ein Datenbanksystem besteht aus der eigentlichen Datenbank und dem Datenbank-Management-system (DBMS). Abbildung 2 zeigt schematisch das Konzept eines Datenbanksystems.

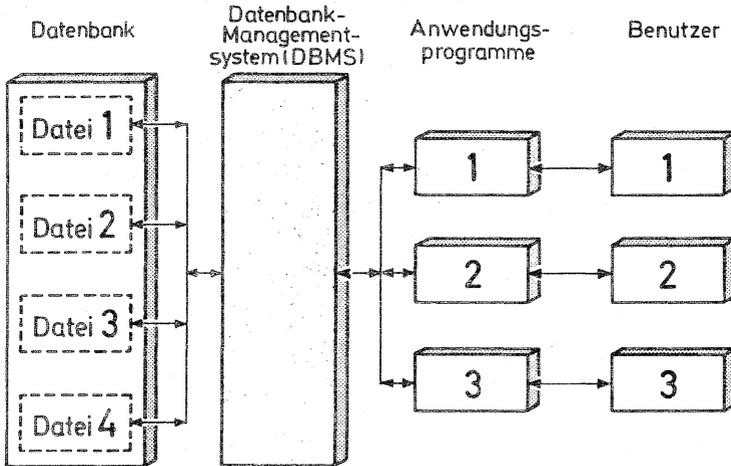


Abb. 2: Datenorganisation mit einem Datenbanksystem

Alle für eine Anwendung in Frage kommenden Daten werden in einem Pool, der Datenbank, zusammengeführt. Zwischen den Daten und den Anwendungsprogrammen steht das Datenbank-Managementsystem, ein Softwarepaket, das alle von den Anwendungsprogrammen verlangten Zugriffe (Lesen, Ändern, Löschen, Hinzufügen von Daten) ausführt. Alle Anwendungsprogramme greifen also nicht mehr direkt auf die gespeicherten Daten zu, sondern erhalten die gewünschten Daten über das Datenbank-Managementsystem. Aufgabe eines Datenbanksystems ist somit

- die Datenverwaltung (Dateneingabe und Datenmodifizierung) u.
- das Datenretrieval (Datenrückgewinnung).

Der wesentliche Unterschied zwischen einer dateibezogenen und einer datenbankbezogenen Datenverarbeitung ist darin zu sehen, daß die Datenbestände einer Datei für ganz spezielle Fälle erstellt werden, während beim Aufbau einer Datenbank versucht wird, eine Allgemeinverwendbarkeit der Datenbestände zu erreichen.

Die Datenorganisation mit einem Datenbanksystem bringt also wichtige Vorteile mit sich:

1. Die enge Abhängigkeit zwischen Anwendungsprogrammen und der Dateiorganisation wird durch ein Datenbanksystem aufgehoben. Die Anwendungsprogramme sind von den Speicherungs- und Zugriffsmethoden relativ unabhängig, so daß Änderungen in der Datendarstellung und Speicherung nicht zu Änderungen der Anwendungsprogramme führen müssen (physische Datenunabhängigkeit).
2. Daneben zeichnet sich ein Datenbanksystem auch durch eine logische Datenunabhängigkeit aus. Dies bedeutet, daß logische Änderungen der Datenbasis möglich sind, ohne daß davon die darauf zugreifenden Programme beeinflusst werden. Die physische und logische Datenunabhängigkeit kann vereinfachend auch so definiert werden, daß bei Änderungen der Dateien nicht die Programme bzw. bei Änderungen der Programme nicht die Dateien geändert werden müssen.
3. Die Integration aller Daten in der Datenbank und die zur Verfügung stehende Datenbanksoftware ermöglichen kurzfri-

stige Auswertungen oder ad-hoc-Abfragen (flexibler Gebrauch der Daten).

4. Ein Datenbanksystem hilft, einen Großteil der Redundanz zu vermeiden (kontrollierte Redundanz).
5. Die zentrale Verwaltung der Daten macht einen Datenschutz möglich, erleichtert eine Datensicherung und unterstützt die Integrität der Datenbank (d.h. Korrektheit und Vollständigkeit der Daten).
6. Die Benutzerfreundlichkeit wird gesteigert, weil sich der Benutzer nicht um Fragen der Speicherung zu kümmern braucht und evtl. sogar auf Programmierkenntnisse verzichten kann.

### 3. Datenbanksysteme

Dem interessierten EDV-Benutzer steht heute eine Vielzahl von Datenbanksystemen unterschiedlicher Hersteller (Computerfirmen und Software-Häuser) zur Verfügung. Diese unterscheiden sich nicht nur in ihrem Aufbau, sondern auch in ihrem Leistungsvermögen.

#### 3.1 Einteilung der Datenbanksysteme

Die vorhandenen Datenbanksysteme können nach zwei verschiedenen Kriterien eingeteilt werden:

1. nach ihrer softwaremäßigen Realisierung und
2. nach ihrer Datenorganisation.

Hinsichtlich ihrer softwaremäßigen Realisierung wird unterschieden zwischen Wirtssprachensystemen und autonomen Systemen (Abb.3). Wirtssprachensysteme stellen keine in sich abgeschlossene Einheiten dar und sind meist erst nach Erstellung eines entsprechenden Programmrahmens lauffähig. Sie haben dafür aber als Vorteil Schnittstellen zu den bekannten höheren Programmiersprachen (FORTRAN, COBOL, PASCAL, PL/I). Sie werden deshalb auch offene und programmiererorientierte Systeme genannt. Demgegenüber verfügen autonome Systeme über eine eigene Abfragesprache und benötigen keine zusätzlichen Programmiersprachen. Deshalb werden diese Systeme auch als Endbenutzersysteme oder anwenderorientierte Systeme bezeichnet. Bekannte Vertreter beider Systeme

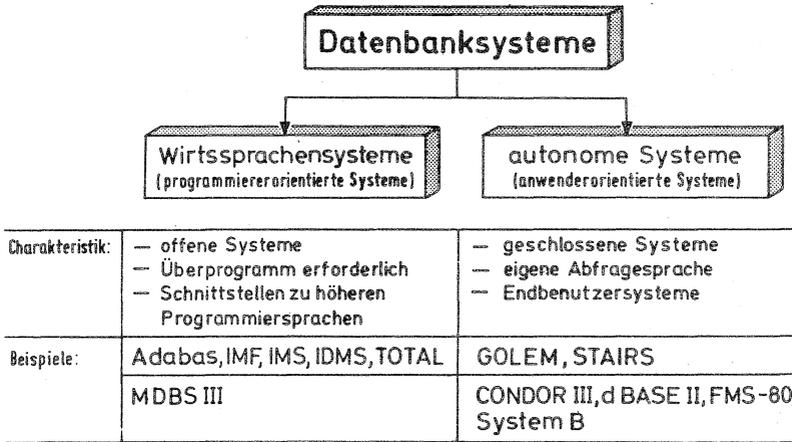


Abb. 3: Einteilung der Datenbanksysteme nach ihrer softwaremäßigen Realisierung

sind aus Abbildung 3 zu ersehen.

Die Unterteilung der Datenbanksysteme nach ihrer Datenorganisation führt zu zwei Gruppen:

- zu den strukturierten Datenbanken und
- zu den planaren Datenbanken (Abb. 4).

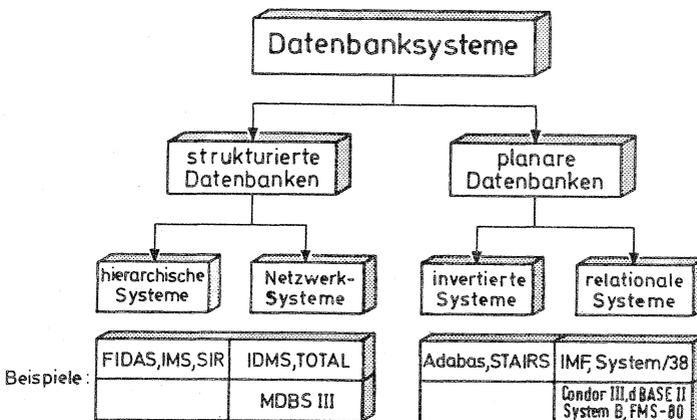


Abb. 4: Einteilung der Datenbanksysteme nach ihrer Datenorganisation

In die Gruppe der strukturierten Systeme gehören die hierarchischen Datenbanken und die Netzwerk-Datenbanken. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß ihnen eine feste vorher definierte Struktur zugrundeliegt. Planare Datenbanksysteme dagegen, die sich in invertierte und relationale Systeme gliedern lassen, sind hinsichtlich ihrer Datenstrukturen von Zugriffswegen und späteren Anwendungen weitgehend unabhängig. Während bei strukturierten Datenbanken schon bei der Erstellung festgelegt wird, welche Beziehungen zwischen den einzelnen Datenelementen bestehen und wie die Informationen wiedergewonnen werden können, werden diese Fragen bei den planaren Systemen erst zum Zeitpunkt der Anwendung entschieden. Bekannte Vertreter der jeweiligen Systeme sind in Abbildung 4 zu finden. Im nachfolgenden werden diese verschiedenen Systeme näher erläutert.

### 3.2 Strukturierte Datenbanksysteme

Allen strukturierten Datenbanken ist gemeinsam, daß der Zugriff zu den einzelnen Datenelementen nur über festgelegte Pfade erfolgen kann. Diese Zutrittspfade müssen schon bei der Erstellung der Datenbank mit Hilfe einer Datendefinitionssprache spezifiziert werden. Datenbanksysteme, die hierarchische Strukturen verarbeiten, sind heute noch weit verbreitet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Computer- und Software-Hersteller zuerst mit der Entwicklung derartiger Systeme begannen.

Hierarchische Datenbanken sehen wie Stammbäume aus; an ihrer Spitze stehen die wichtigsten Datensätze (Satztypen) und darunter hierarchisch angeordnet die abhängigen Datensätze (Abb. 5). Jeder Satztyp hat nur einen Vorgänger in der höheren Ebene, kann aber mehrere Nachfolger haben. Diese Baumstruktur wird auch als 1 : n-Beziehung bezeichnet, d.h. für einen Satztyp einer höheren Ordnung existieren keine, ein oder mehrere abhängige Satztypen. Der auf der obersten Hierarchiestufe stehende Satztyp dient als Einstieg für die nachfolgenden Satztypen. Der Zugriff nach einem bestimmten Satztyp kann nur von oben nach unten erfolgen und ist im Zugriffspfad festgelegt.

-----> Netzwerkstruktur (Erweiterung gegenüber der hierarchischen Struktur)  
—————> hierarchische Struktur

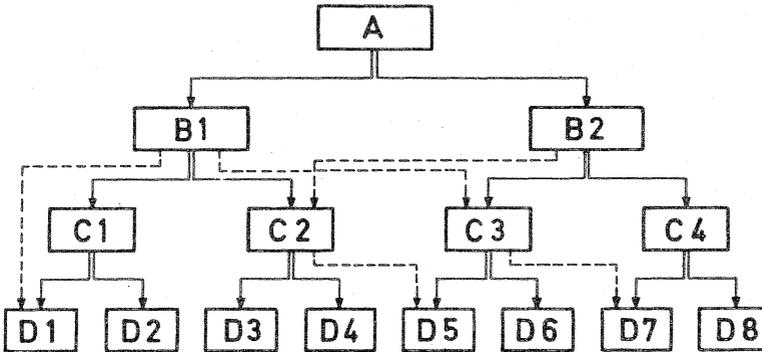


Abb. 5: Datenorganisation in strukturierten Datenbanken

Hierarchische Datenbanken sind dann zufriedenstellend, wenn nur einfache Anfragen an einen möglichst gleichbleibenden Datenbestand gerichtet werden. Die einfache Baumstruktur der hierarchischen Datenbanken erweist sich aber für die Darstellung von komplexen Zusammenhängen als zu starr. Deshalb wurden die hierarchischen Modelle zu Netzwerk-Modellen weiterentwickelt.

Im Gegensatz zu hierarchischen Strukturen dürfen Netzwerk-Strukturen auch mehrere Vorgänger und Nachfolger haben; deshalb wird auch von einer  $m : n$ -Beziehung gesprochen. Dadurch entsteht eine Art Netz, mit dem sich viele Beziehungen zwischen den einzelnen Satztypen definieren lassen (Abb. 5).

In diesem Zusammenhang muß auch der Begriff CODASYL-Datenbank erwähnt werden. Der Name CODASYL geht auf die Conference of Data System Languages zurück, die für Netzwerk-Datenbanken einen Normierungsvorschlag entwickelt hat, den viele Datenbank-Hersteller mehr oder weniger befolgten.

Obwohl sich mit einer strukturierten Datenbank, insbesondere mit einer Netzwerk-Datenbank, viele Vorgänge der realen Welt abbilden lassen, haben diese dennoch die Nachteile aufzuweisen,

- daß Beziehungen zwischen den Informationen der jeweiligen Satztypen fest vorgegeben sind,
- daß vordefinierte Zugriffspfade vorhanden sein müssen,
- daß die Anwendungsmöglichkeiten und die erzielbaren Ergebnisse von der Struktur der Datenbank abhängen und damit die zukünftigen Anwendungen bekannt sein müssen,
- daß die Datenbankstruktur geändert und die gesamte Datenbank neu aufgebaut werden muß, wenn neue Informationen oder neue Beziehungen eingebaut werden sollen.

### 3.3 Planare Datenbanksysteme

Während hierarchische und Netzwerk-Datenbanken eine Struktur, ein sinnvolles System von Zugriffspfaden benötigen, brauchen planare Datenbanken keine vordefinierten Pfade. Sie eignen sich deshalb besonders für spontane, unvorhersehbare Informationsrückgewinnung.

Zu den planaren Datenmodellen, auch lineare Datenmodelle genannt, zählen das invertierte Datenmodell und das relationale Datenmodell. Das invertierte Datenmodell stellt an sich eine Besonderheit der relationalen Betrachtung dar, wird aber oft auch als eigenständiges Datenmodell betrachtet. Bei den invertierten Datenbanksystemen werden alle Felder eines Datensatzes verschlüsselt; diese so angelegten Schlüsselbegriffe (Suchbegriffe) werden dann in invertierten Listen getrennt gespeichert. Der Zugriff auf Daten erfolgt nicht mehr über die bekannten Zugriffspfade, sondern wird über die Indexlisten realisiert. Somit ist die Datenabhängigkeit nicht wie bei den strukturierten Datenmodellen vordefiniert, sondern wird erst bei der Anwendung von Fall zu Fall hergestellt.

Diese Eigenschaft weist auch das relationale Datenmodell auf. Das relationale Datenmodell ist noch relativ jung und geht auf CODD zurück, der in den frühen 70er Jahren die grundlegenden Ideen dazu entworfen hat. Die intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit der letzten Jahre hat viele relationale Datenbanksysteme entstehen lassen, die aber nicht immer den strengen Anforderungen CODD's genügen.

Eine relationale Datenbank besteht aus einer Menge von Tabellen, bei denen die Daten in zweidimensionaler Form in rechtwinklig zueinander angeordneten Zeilen und Spalten untergebracht werden. Eine Tabelle, eine Menge von Datensätzen gleicher Satzart, wird auch als Relation bezeichnet. Eine Relation ist also eine einfache Tabelle, deren Zeilen ( auch Tupeln genannt) über einen Primärschlüssel und deren Spalten über eindeutige Spaltennamen (auch Attribute genannt) angesprochen werden können. Eine Verknüpfung von Daten, die in verschiedenen Relationen gespeichert sind, kann über den Primärschlüssel erreicht werden. Eine relationale Datenbank benötigt also auch keine festen Verknüpfungen. Da keine vordefinierten Zugriffspfade vorhanden sind, kommt es aber in der Regel zu höheren Zugriffszeiten als bei strukturierten Datenbanken. Außerdem besteht auch die Gefahr, daß unsinnige Verknüpfungen durchgeführt werden. Weiter kann eine relationale Datenbank nicht redundanzfrei gehalten werden, vielmehr lebt sie in gewisser Weise sogar von einer kontrollierten Mehrfachspeicherung.

Dennoch bringt eine relationale Datenbank entscheidende Vorteile mit sich:

1. Die einfachste Form und natürlichste Form der Datendarstellung ist für den EDV-Laien sicher die Darstellung in den vertrauten Tabellen. Dieses Datenmodell ist einfach und verständlich.
2. Die mächtigen Mengenoperationen ermöglichen ein leichtes Verteilen und Zusammenfügen von Relationen. Beziehungen zwischen den Daten sind leicht herstellbar und veränderbar.
3. Durch die Möglichkeit, leicht Datenbeziehungen herzustellen, wird ein hohes Maß an Flexibilität erreicht.
4. Das Fehlen von vorbestimmten Zugriffspfaden gewährleistet weitestgehende Anwendungsunabhängigkeit.
5. Relationale Datenbanken zeichnen sich durch eine große Datenunabhängigkeit aus. Neue Relationen und Tupeln können in einfacher Weise hinzugefügt und alte gelöscht werden.

Die genannten Vorteile geben die Gründe, warum relationale Datenbanken auf so großes Interesse stoßen.

### 3.4 Vergleich einer hierarchischen und relationalen Datenstruktur

Um die theoretischen Erläuterungen zur Datenorganisation in den einzelnen Datenbankmodellen zu verdeutlichen, wird an einem Beispiel in Anlehnung an SPAHR u.a. 1983 (10) eine hierarchische und relationale Datenstruktur gegenübergestellt. In diesem Beispiel sollen die Kalbungs- und Besamungsdaten einer Kuhherde in einer Datenbank gespeichert werden. Im linken Teil von Tabelle 1 ist die hierarchische Datenstruktur und im rechten Teil die relationale Datenstruktur eingetragen. In einer hierarchischen Datenbank müssen alle zu speichernden Informationen in einer Baumstruktur untergebracht werden. Alle Daten einer Kuh sind deshalb in drei Hierarchieebenen untereinander angeordnet. Der Zugriff zu den Daten einer Kuh kann nur über den Einstiegspunkt, den Satztyp "Kuhnummer" erfolgen.

Bei einer relationalen Datenbank werden die unterschiedlichen Informationen in verschiedenen Relationen (Tabellen) gespeichert. Alle eng zusammengehörigen Informationen werden in einer eigenen Tabelle untergebracht. Aus den drei Hierarchieebenen sind somit drei selbständig voneinander stehende Tabellen geworden. Die Datendarstellung in Tabellen ist nicht nur einfacher und übersichtlicher, sondern ermöglicht auch, leichter Änderungen am Datenbestand vorzunehmen oder neue Relationen hinzuzufügen. Die vorher genannten Vorteile der relationalen Datenbank werden also bestätigt.

## 4. Datenbank-Managementsysteme für Personal-Computer

Nach den mehr allgemeinen Erläuterungen sollen im folgenden häufig eingesetzte Datenbank-Managementsysteme näher vorgestellt werden.

### 4.1 Relationale Datenbank-Managementsysteme

Seit kurzem wird unter dem Oberbegriff "relationale Datenbank" eine Fülle von Software-Produkten angeboten, die von einfachen Dateiverwaltungen bis hin zu tatsächlichen relationalen Datenbanksystemen reicht. Eines der am meisten verkauften Software-Produkte in diesem Bereich ist sicherlich das Datenbank-Management-

Tabelle 1: Gegenüberstellung einer hierarchischen und relationalen Datenstruktur nach SPAHR u.a. (10)

Hierarchische Datenstruktur

1	4116	Berta		
2				
3	17.02.80	Sepp		
3	14.03.80	Sepp		
2	20.12.80	M	54	
3	7.02.81	Peter		
3	28.02.81	Peter		
2	5.12.81	W	46	
1	4356	Susie		
2	6.03.82	M	45	
3	13.05.82	Hans		

Kuhnummer, Kuh 1  
 Kalbungsdaten  
 Besamungsdaten  
 Kalbungsdaten, Lakt.1  
 Besamungsdaten,Lakt.1  
 Kalbungsdaten, Lakt.2  
 Kuhnummer, Kuh 2  
 Kalbungsdaten, Lakt.1  
 Besamungsdaten,Lakt.1

Relationale Datenstruktur

Datei für Kuhnamen und -nummern

Kuh-Nr.	Kuh-name
4116	Berta
4356	Susi

Datei mit Kalbungsdaten

Kuh-Nr.	Laktations-Nr.	Kalbungsdatum	Geschl.	Gewicht
4116	1	20.12.80	M	54
4116	2	05.12.81	W	46
4356	1	06.03.82	M	45

Datei mit Besamungsdaten

Kuh-Nr.	Laktations-Nr.	Besamungs-		Bulle
		Nr.	datum	
4116	0	1	17.02.80	Sepp
4116	0	2	14.03.80	Sepp
4116	1	1	07.02.81	Peter
4116	1	2	28.02.81	Peter.
4356	1	1	13.05.82	Hans

mentssystem dBASE II. dBASE II ist fast schon zu einem gewissen de-facto-Standard bei Datenbanken auf Mikrocomputern geworden. Daneben stoßen auch Condor III und FMS-80 auf Interesse. Alle drei besitzen eine eigene Abfragesprache und stellen in sich abgeschlossene Systeme dar (autonome Systeme). Ihre Leistungen umfassen

1. die Erstellung und Pflege einer Datenbank (Datenbank kreieren; Speichern, Ändern, Einfügen, Löschen von Datensätzen; Indizieren und Umorganisieren einer Datenbank; usw.) und
2. die Informationsverarbeitung (Auflisten von Datensätzen auf Bildschirm oder Drucker; Sortieren und Suchen von bestimmten Datensätzen; Einlesen von Datensätzen aus anderen Dateien; Verbinden von verschiedenen Datenbanken; Erstellen von Reports (Berichten); Erzeugen von Masken; Erstellen von Kommandoprozeduren und Abwendungsprogrammen; Durchführen von Rechenoperationen; usw.).

Um sich diese Leistungen zu eröffnen und mit einem der genannten Datenbank-Managementsysteme arbeiten zu können, wird eine bestimmte hard- und softwaremäßige Umgebung verlangt. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind Condor III und dBASE II auf dem für Personal-Computer bekannten 8-Bit- und 16-Bit-Betriebssystemen lauffähig.

Tab. 2: Allgemeine Daten zu drei relationalen Datenbanksystemen

	Condor III	dBASE II	FMS-80
Betriebssystem	CP/M, MP/M CP/M 86, MS-DOS	CP/M, MP/M CP/M 86, MS-DOS	CP/M
Hauptspeicher	64 K	48 K (128 K)	56K
Max. Datensätze pro Datenbank	32.767	65.535	65.535
Max.Satzlänge (Bytes)	1024	1000	20 K
Max. Felder pro Datensatz	127	32	255
Preis (ca.)	2000 DM	2000 DM	3000 DM

FMS-80 dagegen wird derzeit nur in der 8-Bit-Version angeboten. Als mindestens erforderlichen Schreib-Lese-Speicher benötigt

Condor III      64 kBytes,  
 dBASE II        48 kBytes in der 8-Bit-Version(128 kBytes  
                   in der 16-Bit-Version) und  
 FMS-80         56 kBytes.

Bei den heute für Mikrocomputer meist verwendeten Massenspeichern (Disketten) dürfte die Zahl der maximal möglichen Datensätze pro Datei (32 767 bzw. 65 535 Datensätze) kaum eine Einschränkung bedeuten. Auch die maximale Satzlänge (ab 1 000 Zeichen/Satz) und die möglichen Felder pro Datensatz (ab 32 Felder) lassen ein sinnvolles Arbeiten zu. Der Preis für derartige Systeme liegt etwa zwischen 2 000,- und 3 000,- DM.

Bevor ein Datenbank-Managementsystem gekauft wird, müssen die in Frage kommenden Systeme gründlich beurteilt werden. Dabei ist ohne Zweifel die Antwortzeit ein wichtiges Beurteilungskriterium. Um den Zeitverbrauch der drei Datenbanksysteme zu vergleichen, hat ABBOTT 1983 (1) Benchmark-Tests durchgeführt. Dazu hat er eine Testdatenbank mit 1 007 Datensätzen je 128 Bytes Satzlänge eingerichtet und den Zeitverbrauch gemessen, den die einzelnen Systeme für verschiedene, sich oft wiederholende Aufgaben brauchen. In Tabelle 3 ist dieser Zeitverbrauch für wichtige Aufgaben wiedergegeben.

Tab. 3: Zeitverbrauch für bestimmte Aufgaben nach ABBOTT 1983 (1) (Testbank: 1007 Datensätze à 128 Bytes)

Aufgabe	Condor III	dBASE II	FMS-80
1. Index erstellen für 1 Datenfeld	3 Min. 30 Sek.	3 Min.	4 Min.
2. Datenbank nach einem Datenfeld sortieren u. alphabetisch ordnen	3 Min. 30 Sek.	14 Min. 30 Sek.	12 Min.
3. Löschen von 50 Datensätzen, Datenbank kompilieren und neuen Index erstellen	7 Min. 30 Sek.	1 Std. 21 Min.	11 Min. 40 Sek.
4. Einfügen von 50 Datensätzen und neuen Index erstellen	3 Min. 45 Sek.	3 Min. 45 Sek.	15 Min.
5. Auffinden eines einzelnen Datensatzes mit Schlüsselwort	3 Sek.	3 Sek.	3 Sek.
6. Aussortieren von 50 bestimmten Datensätzen in eine neue Datei	20 Sek.	3 Min.	4 Min.

Dabei fällt auf, daß z.T. erhebliche Differenzen zwischen den einzelnen Systemen bestehen. Der größte Unterschied besteht im Löschen von Datensätzen. Um 50 Datensätze zu löschen, die Datenbank zu komprimieren und neu zu indizieren, benötigt dBASE II allein 1 Std. und 21 Min., während Condor III und FMS-80 die gleiche Aufgabe in etwa 10 Min. bewältigen. Dieser gravierende Nachteil von dBASE II kann jedoch dadurch umgangen werden, daß die Datensätze in einem ersten Schritt als gelöscht markiert werden und der eigentliche zeitraubende Löschvorgang erst in einem zweiten Schritt während einer arbeitsarmen Zeit durchgeführt wird. Beim Sortieren und Einfügen von Datensätzen treten ebenfalls erhebliche Unterschiede auf. Condor III schneidet dabei im Vergleich zu den beiden anderen Systemen sehr günstig ab. Keinen Unterschied im Zeitverbrauch konnte ABBOTT bei der Indexerstellung und dem Auffinden eines einzelnen Datensatzes feststellen. Zum Zeitverbrauch kann allgemein festgehalten werden, daß die Antwortzeiten zum Aufsuchen eines Datensatzes, einer sehr häufig vorkommenden Aufgabe, bei allen drei Systemen relativ kurz sind, während bei weniger häufig durchzuführenden Aufgaben beträchtliche Differenzen zum Vorschein kommen.

Die Auswahl eines Datenbank-Managementsystems nur anhand der Antwortzeiten ist jedoch nicht ratsam; denn neben dem Zeitverbrauch haben die einzelnen Datenbank-Managementsysteme auch noch andere Vorzüge und Schwächen aufzuweisen. Die wichtigsten sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Ohne näher darauf einzugehen, kann zusammengefaßt werden, daß jedes Datenbank-Managementsystem bestimmte Vorzüge und Schwächen hat. Es kann deshalb keine generelle Auswahl zugunsten eines Systems erfolgen, sondern darüber kann nur eine genaue Analyse der Anforderungen im speziellen Anwendungsfall entscheiden. Jedoch kann hinzugefügt werden, daß nach Meinung von Fachleuten dBASE II derzeit eines der leistungsfähigsten und zugleich eines der am einfachsten zu benutzenden Datenbank-Managementsysteme auf dem Mikrocomputersektor ist. Diese Einschätzung bestätigen nicht zuletzt die Verkaufszahlen. dBASE II zählt mittlerweile zu den erfolgreichsten Softwareprodukten für Mikrocomputer. Z.Zt.

Tab. 4: Vergleich der drei Datenbank-Management-Systeme nach ABBOTT 1983 (1)

	Vorzüge	Schwächen
Condor III	<ul style="list-style-type: none"><li>- hervorragender Bildschirm- und Report-generator</li><li>- sehr leichte Programmiersprache</li><li>- Betriebssystembefehle unter Condor möglich</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dateibegrenzung auf 128 kBytes</li><li>- Real-Zahlen werden nur mit 2 Kommastellen ausgegeben</li></ul>
dBASE II	<ul style="list-style-type: none"><li>- wenig Befehle notwendig, um Datensätze schnell zu finden und aufzulisten</li><li>- einfache Anwendungen auch für EDV-Neulinge leicht zu verwirklichen</li><li>- umfangreiche Programmiersprache</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- hoher Zeitverbrauch für Löschen von Datensätzen</li></ul>
FMS-80	<ul style="list-style-type: none"><li>- Menuesteuerung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- für die Anwendung Programmiererfahrung notwendig</li><li>- vergleichsweise hoher externer Speicherplatzbedarf</li></ul>

werden monatlich etwa 2 000 Pakete verkauft. Zur Ergänzung von dBASE II werden auch bereits weitere Programmprodukte angeboten, die mit dBASE II einen Programmverbund ermöglichen (z.B. Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulations-Programme).

#### 4.2. Netzwerk-Datenbank-Managementsysteme

Neben den relationalen Datenbank-Managementsystemen werden für Mikrocomputer auch hierarchische und Netzwerk-Datenbank-Managementsysteme angeboten. Als Beispiel soll das Software-Paket MDBS III (Micro Data Base System) herangezogen werden. MDBS III ist ein Netzwerk-Datenbank-Managementsystem,

- das auf den CODASYL-Konventionen basiert,
- das sowohl Baum- als auch Netzwerkstrukturen verarbeiten kann,
- das Schnittstellen zu den gängigen Programmiersprachen besitzt (Wirtssprachensystem),

- das auf vielen Betriebssystemen läuft (außer CP/M und MS-DOS auch auf UNIX u.a.),
- das multi-user-fähig ist,
- das durch Paßwort-Vergabe einen Datenschutz ermöglicht,
- das bereits über 4 000-mal installiert wurde,
- das aber mit einem Preis ab 6 000,- DM erheblich teurer ist als die vorher genannten relationalen Systeme.

MDBS III ist modular aufgebaut und besteht aus mehreren Komponenten, von denen die wesentlichsten die Data Definition Language (DDL) und die Data Manipulation Language (DML) sind (Abb.6).

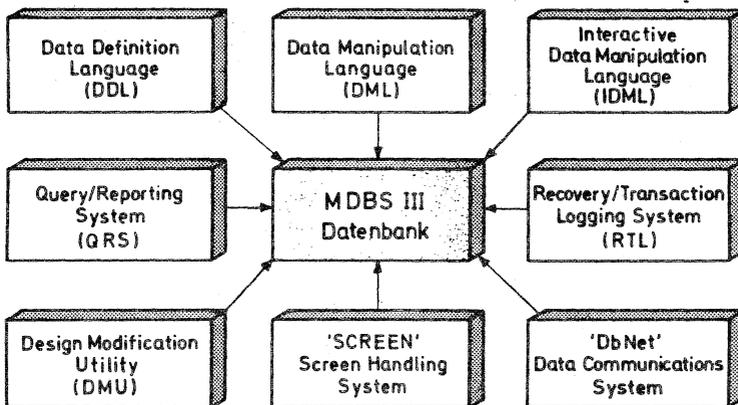


Abb. 6: Das Netzwerk-Datenbanksystem MDBS III  
(Micro Data Base System)

Mit der DDL wird das Datenbankschema erstellt, in dem die Struktur (Aufbau, logische Verknüpfungen) und der Inhalt der Datenbank spezifiziert werden. Mit den DML-Befehlen kann der Anwendungsprogrammierer

- Datensätze in der Datenbank lokalisieren,
- Datensätze aus der Datenbank lesen,
- Satz- und Feldinhalte in der Datenbank ändern,
- neue Datensätze hinzufügen,
- alte Datensätze löschen und
- Datensätze für andere Benutzer sperren, wenn sie gerade modifiziert werden.

Dazu braucht der Programmierer nur die logische Struktur des Datenbankschemas zu kennen und sich nicht um die Speicherung und Verwaltung der Daten zu kümmern. Alle diese Möglichkeiten der DML stellt für den Nicht-Programmierer die Interactive Data Manipulation Language (IDML) zur Verfügung.

MDBS III besitzt auch ein eigenes Abfragesystem (Query/Reporting System (QRS)), mit dem der Anwender Standard-Berichte und Listenformate für wiederkehrende Arbeiten definieren und statistische Analysen über die gelesenen Daten führen kann. Daneben ist das Modul Recovery/Transaction Logging System (RTL) vorhanden, das den Anwender vor dem plötzlichen Verlust seiner Datenbankdaten schützt. Bei Systemzusammenbrüchen oder nachträglich erkannten Benutzerfehlern kann die Datenbank schnell und leicht wieder auf den Zustand vor dem Zusammenbruch hergestellt werden. Von den weiter vorhandenen Komponenten dient

- das Modul Design Modifikation Utility (DMU) zur Kontrolle und Erweiterung der Datenbankgröße,
- das Modul Screen zur Erstellung und Modifikation von Bildschirmformaten und
- das Modul DbNet zur Kommunikation mit anderen Rechnern.

Zusammenfassend bleibt zu vermerken, daß das Datenbank-Managementsystem MDBS III ein sehr rechnerunabhängiges Softwarepaket ist, das die wichtigsten Programmiersprachen unterstützt, auf den gängigsten Betriebssystemen läuft und über eigene mächtige und umfangreiche Sprachmittel verfügt. Somit stehen also auch für den Personal-Computer schon Datenbank-Managementsysteme zur Verfügung, die Eigenschaften besitzen, welche bisher nur von Großrechnern her bekannt sind. MDBS III soll dafür ein Beispiel sein.

##### 5. Anwendung eines Datenbanksystems im landwirtschaftlichen Betrieb

Nachdem im Vorausgegangenen verdeutlicht werden konnte, daß eine datenbankbezogene Datenverarbeitung Vorteile mit sich bringt, soll nun das mögliche Anwendungsgebiet eines Datenbanksystems im landwirtschaftlichen Betrieb aufgezeigt werden.

Im landwirtschaftlichen Betrieb kann davon ausgegangen werden, daß der Betriebsleiter folgende vier unternehmerische Aufgaben auszuführen hat:

1. Steuerung von Prozessen (z.B. Kraftfutterzuteilung)
2. Überwachung von Prozessen (z.B. Terminüberwachung bei Tieren)
3. Auswertung des betrieblichen Geschehens (z.B. Buchführung) u.
4. Planung für die Zukunft (z.B. Arbeitsvoranschlag).

Will der Landwirt diese Aufgaben nicht intuitiv bewältigen, sondern bewußt ausführen und dazu als Hilfsmittel den Computer einsetzen, so muß er Daten erfassen, Daten speichern und Daten verarbeiten (Abb. 7).

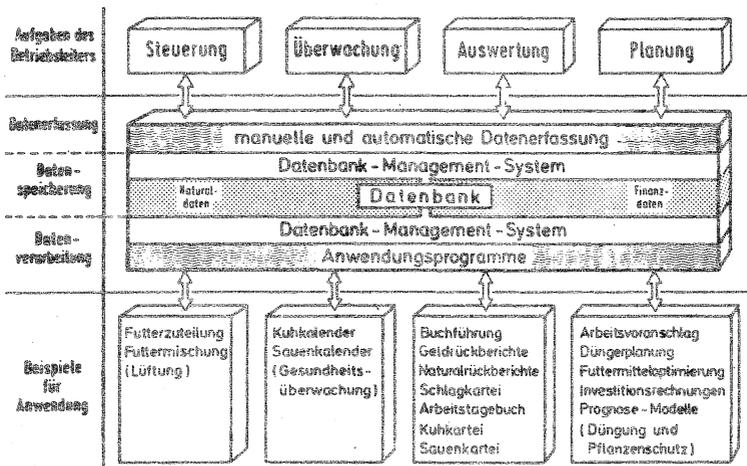


Abb. 7: Anwendungsgebiet eines Datenbanksystems in landwirtschaftlichen Betrieb

Die Daten zu verarbeiten, die eigentliche Rechenarbeit, können dabei Anwendungsprogramme übernehmen. Auch für den landwirtschaftlichen Bereich wird heute schon eine Menge von solchen Anwendungsprogrammen angeboten. Bisher ist es aber meist üblich, daß jedes dieser speziellen Anwendungsprogramme seinen eigenen Dateibestand hat, deren Aufbau sehr stark von der jeweiligen Verarbeitung abhängt und deren Inhalt für andere Anwendungsprogramme meist kaum zugänglich ist. Diese Nachteile der dateibezogenen Datenverarbeitung können durch eine datenbankbezogene Datenverarbeitung ausgeschaltet werden. Wenn die Datenspeicherung, die Daten-

verwaltung und das Datenretrieval mit einem zentralen Datenbanksystem gelöst wird, so hat dieses Vorgehen entscheidende Vorteile:

1. Vielfach werden für verschiedene Anwendungen die gleichen Daten verwendet. So z.B. werden die allgemeinen Kuhdaten sowohl im Kuhkalender als auch in der Kuhkartei benötigt. Mit einem Datenbanksystem lassen sich diese Mehrfachspeicherungen verhindern, wodurch eine logische Übereinstimmung dieser Daten eher erreicht wird.
2. Auswertungsschritte sind oft so aufeinander aufgebaut, daß Ausgabedaten von bestimmten Programmen als Eingabedaten für andere Programme dienen. In einem Datenbanksystem kann der Datenfluß so organisiert werden, daß schon einmal erfaßte und bearbeitete Daten nicht noch einmal manuell eingegeben werden müssen. So können etwa Daten für Buchführungsprogramme oder Prognosemodelle ohne größeren Aufwand aus der Schlagkartei u.a. übernommen werden.
3. Viele Datenbank-Managementsysteme verfügen über ein eigenes Abfragesystem. Dadurch wird ermöglicht, daß sogar der Nicht-Programmierer ohne Anwendungsprogramm bestimmte Fragestellungen selbst klären kann oder daß auch ad-hoc-Anfragen schnell beantwortet werden können.
4. Eine Untersuchung von kommerziellen Programmpaketen hat ergeben, daß vom gesamten Programmieraufwand etwa  
40 v.H. für die Datenverwaltung,  
45 v.H. für die Terminalein-/ausgaben,  
10 v.H. für die Ablaufsteuerung und nur  
5 v.H. für die anwendungsspezifische Verarbeitung  
verwendet werden (3). Gerade die beiden Hauptposten des Programmieraufwands lassen sich aber durch den Einsatz eines Datenbanksystems erheblich verringern. Dies bedeutet weniger Programmieraufwand und folglich auch niedrigere Softwarekosten für die Anwendungsprogramme.
5. Dadurch, daß viele Datenbanksysteme auf verschiedenen Betriebssystemen lauffähig sind und die gängigsten Programmiersprachen unterstützen, wird eine gewisse Herstellerunabhängigkeit erreicht. Dies hat zur Folge, daß mit einem Datenbank-Managementsystem ein rechnerunabhängiges Softwarepaket zur Verfügung

steht, auf dem die speziellen Anwendungsprogramme aufbauen können. Dadurch wird ein gewisser Standard und eine bessere Verträglichkeit der Software mit der unterschiedlichen Hardware erreicht. Dies kann zu höheren Verkaufszahlen und damit auch zu niedrigeren Preisen für die Anwendungssoftware führen.

Diesen Vorteilen steht natürlich der Nachteil gegenüber, daß ein gutes Datenbank-Managementsystem auch seinen Preis hat. Dies wiederum heißt, daß ein Datenbanksystem nur dann eine sinnvolle und kostengünstige Alternative ist, wenn mehrere Benutzerprogramme im landwirtschaftlichen Betrieb zur Anwendung kommen (s. Abb. 7). Wegen einem Anwendungsprogramm ein Datenbanksystem zu installieren, lohnt sicher nicht. Andererseits kann jedoch die Schlußfolgerung gezogen werden, daß der landwirtschaftliche Betrieb ohne ein gutes Datenbanksystem kaum auskommt, wenn er die in Abbildung 7 dargestellten vielfältigen Anwendungen mit einem rechnergestütztem Informationssystem verwirklichen will.

## 6. Zusammenfassung

1. Die stürmische Entwicklung in der Datenbanktechnik hat dazu geführt, daß auch bereits für den Kleinrechner gute und leistungsfähige Datenbanksysteme auf dem Markt sind.
2. Eine Datenorganisation mit einem Datenbanksystem verspricht gegenüber einer konventionellen dateibezogenen Datenverarbeitung erhebliche Vorteile.
3. Von den vorhandenen Datenbanksystemen finden besonders die Netzwerk-Datenbanken und die relationalen Datenbanken große Beachtung. Vor allem die relationalen Systeme zeichnen sich durch eine einfache Form der Datendarstellung aus, die auch für den EDV-Laien leicht verständlich ist.
4. Soll in einem landwirtschaftlichen Betrieb der Computer als Hilfsmittel zur Unternehmensführung eingesetzt werden, so kann ein Datenbanksystem wertvolle Dienste leisten.

Literatur:

1. Abbott, J. L.: A Comparison of Five Database Management Programs. Byte 8 (1983), S. 220 - 228.
2. Dharsi, K.: Die Verwirrung ist groß - was sind Datenbanken? Micro-Computer-Welt 1983, Nr. 5, S. 32 - 35.
3. Keller, A.: Datenbanksysteme und Formatgeneratoren - Rechner-unabhängige Tools gegen die Softwaremisere im Mikrobereich. Die Computer Zeitung 1983, Heft 1, S. 10.
4. Gurwicz, K.: Datenbanksystem dBASE II - Vulcan zu neuem Leben erweckt. Micro-Computer-Welt 1983, Nr. 5, S. 36 - 38.
5. Krömer, N. u. S. Schröder: Datenbanken und Informatiossysteme. Bad Homburg: Verlag für Unternehmungsführung, Dr. Max Gehlen, 1976.
6. Martin, I.: Einführung in die Datenbanktechnik. München, Wien: Hanser, 1981.
7. Precht, M.: Warum Datenbanken? Informationsverarbeitung Agrarwissenschaft, Heft 1, 1981, S. 417 - 422.
8. Quiel, G.: Datenbanksysteme - Grundlage von Informationssystemen. Köln-Braunsfeld: Müller, 1981.
9. Schlageter, G., W. Stucky: Datenbanksysteme: Konzepte und Modelle. Stuttgart: Teubner, 1977.
10. Spar, S. L., D. E. Dill, H. B. Puckett u. G. C. McGoy: Data-Base-Management System Approach to Microcomputer Management of an Individual Cow Data Base. Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, Wageningen 1983, S. 193 - 202.
11. Vinek, G., P. F. Rennert u. A. Min Tjou: Datenmodellierung: Theorie und Praxis des Datenbankentwurfs. Würzburg, Wien: Physica, 1982.

Sonstige Literatur:

Kurzbeschreibungen der genannten Datenbanksysteme.

## PC und BALIS im Verbund über BTX und/oder Datex-P

---

Dr. J. Haimerl, München \*)

Das EDV-Konzept des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geht davon aus, daß die notwendigen Informationen für die bayerische Landwirtschaft in einem eigenen Informationssystem "BALIS" zusammengefaßt werden. Dieses System soll Daten bereitstellen, die benötigt werden.

- im Geschäftsbereich im Vollzug der Verwaltungsaufgaben der staatlichen Landwirtschaftsberatung und im Rahmen der fachbezogenen Aus- und Fortbildung
- von den Selbsthilfeeinrichtungen im Rahmen ihrer Aufgaben nach dem Bayerischen Landwirtschaftsförderungsgesetz (LwFöG)
- von landwirtschaftlichen Verbänden bei ihrer Tätigkeit und
- von landwirtschaftlichen Betrieben selbst.

Daher sieht das Konzept vor, daß die Computerleistung möglichst dezentralisiert wird nach dem Grundsatz

- dezentrale Bearbeitung der Daten beim Sachbearbeiter soweit möglich,
- zentrale Verarbeitung soweit notwendig.

### 1. Technische Verbundsysteme

Bedingt durch die unterschiedliche Nutzungsstruktur sind in dem Gesamtkonzept BALIS verschiedene Formen im technischen Verbund realisiert.

#### 1.1 Dialogverarbeitung

Die Datenendgeräte sind dabei über Steuereinheiten direkt oder über einen Subrechner (z.B. in Landesanstalten) an den Großrechner angeschlossen. In dieser Betriebsart korrespondiert

---

\*) MR Dr. Johann Haimerl ist Leiter des Referates Z 5 im Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ludwigstraße 2, 8000 München 22.

der Sachbearbeiter online mit dem zentralen Großsystem. Die Terminals selbst sind Datensichtgeräte ohne Intelligenz. An den zentralen Rechner sind sie mittels HfD (Hauptverbindung für Direktruf), Datex-L (P) oder Wählleitung angebunden. Für den praktizierenden Landwirt ist diese Betriebsform aus Kostengründen nur bedingt geeignet. Dort, wo ein ausgeprägter Datenverbund, u.U. über Institutionsgrenzen hinweg, besteht und ein umfangreiches Datenvolumen zu bewältigen ist, bietet sich ein so gestaltetes technisches Verbundsystem an. Nachdem in BALIS im wesentlichen Institutionen, wie die Landesanstalten, die staatliche Landwirtschaftsberatung sowie Selbsthilfeeinrichtungen und Verbände beteiligt sind, bei denen vorgenannte Bedingungen vorliegen, war und ist diese Konzeption der Datenfernverarbeitung fast ausschließlich realisiert. Ein landesweit gestreutes fest zugeordnetes Datenfernverarbeitungsnetz ist daher kennzeichnend für BALIS.

#### 1.2 Personalcomputer (PC)

In jüngster Zeit zeichnet sich verstärkt der Einsatz des sog. Personalcomputers (wird hier als Synonym für Mikrocomputer verwendet) ab. Verteilte Datenverarbeitung ist das große Schlagwort geworden. Noch stärkere Dezentralisierung der EDV ist damit möglich. Entscheidend ist jedoch, daß der Verbund sowohl der Daten wie auch der Anwendungsprogramme, aufrechterhalten bleibt. Insellösungen sind zu vermeiden, weil sie meist nur als momentan kostengünstige Lösung betrachtet werden können. Der Verbundgrad, d.h. die Intensität des Datenverbundes und Verbundbetriebes, ist jedoch bei den BALIS-Nutzern unterschiedlich hoch. Bei landwirtschaftlichen Betrieben wird dieser geringer ausgeprägt sein als bei den staatlichen Institutionen und Verbänden.

Die Vorteile des Verbundbetriebes sollen aber gleichwohl allen BALIS-Nutzern angeboten werden können. In einem PC-Konzept sind daher die Voraussetzungen und Anforderungen an den Personalcomputer im BALIS-Verbundsystem zu definieren und festzulegen.

Im BALIS ist der Einsatzbereich des Personalcomputer überall dort gegeben, wo

- offline-Verarbeitung wirtschaftlich bedingt ist, aber der Datenverbund gewährleistet werden muß
- die neben der zentralen Anbindung Notwendigkeit von nicht ortsgebundener EDV-Verarbeitung Bedingung ist wie z.B. bei Zuchtverbänden, Selbsthilfeeinrichtungen usw. und
- er als zentraler Front-End-Rechner gekoppelt mit Prozeßverarbeitungsgeräten betrieben wird, wie in Laborbetrieben oder in landwirtschaftlichen Betrieben. In dieser Funktion, wirkt der PC als Steuerungsrechner für die Prozeßsteuerung, als dezentraler Verarbeitungsrechner von offline-Anwendungen sowie ggf. als Dialogstation zum Großrechner.

### 1.3 Leitungsverbund

Das Datenfernverarbeitungsnetz in BALIS ist derzeit überwiegend aufgebaut auf der Basis von HfD-Anschlüssen. Dies ist darin begründet, weil

- im Regelfall eine Mehrfachnutzung derselben Leitung gegeben ist, d.h. an einem Ort ansässige Nutzer sich gemeinsam der Datenübertragungsleitung bedienen,
- große Datenmengen zu übertragen sind und
- Übertragungsfehler und Störeinflüsse niedrig gehalten werden können.

Die Mehrfachbenutzung bewirkt einen wirtschaftlich vertretbaren Kostenaufwand auch über größere Entfernungen.

Entfernungsunabhängige Datex-P-Anschlüsse bieten sich künftig verstärkt dort an, wo die zu übertragende Datenmenge sich in Grenzen hält und ständig der direkte Verbund mit dem Großrechner bestehen bleiben muß. Für sehr dezentral gelegene Institutionen aber durchaus für Landwirte ist diese Anschlußform in die Kalkulation einzubeziehen.

Bedingung ist jedoch, daß von Seiten der Bundespost die Anschlußvoraussetzungen gegeben sein müssen.

## 2. Technische Voraussetzungen an einem Personalcomputer in BALIS

Damit der Personalcomputer im BALIS-Verbund einsetzbar ist, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein. Je nach Verbundgrad sind diese Anforderungen jedoch unterschiedlich, so daß selbst auch der landwirtschaftliche Betrieb zu tragbaren Kosten an dem Verbund partizipieren kann.

### 2.1. Dialogfähigkeit

Der PC der Zukunft muß - neben einer standalone Arbeitsweise - als Dialogstation zu einem Großrechner betreibbar sein. Die in BALIS vorhandenen Dialogprogramme sind so unverändert für einen breiten Anwendungskreis im Rahmen des Datenschutzes nutzbar zu machen.

In BALIS setzt der Dialogbetrieb jedoch die Protokollebene SDLC/SNA 1) voraus. Der Verbund läßt sich über eine Hauptverbindung für Direktruf, Datex-L(P) oder über eine Wahlleitung realisieren. Zum Betrieb ist ein Modem erforderlich.

Bedingt durch den Kostenaufwand wird diese Betriebsform dort zweckmäßig sein, wo der Verbundbetrieb mit dem Großrechner im Vordergrund steht. Das trifft im Regelfall bei Dienststellen der staatlichen Landwirtschaftsberatung, Selbsthilfeeinrichtungen und Verbänden zu.

### 2.2 BTX-Fähigkeit

Seit der Funkausstellung dieses Jahres in Berlin ist Bildschirmtext (BTX) bundesweit verfügbar. Bis Ende 1985 hat die Deutsche Bundespost die Vollversorgung zum Nahbereichstarif in Aussicht genommen. Die BTX-Fähigkeit eröffnet über den PC die Nutzung der EDV über Telefon zum Nahbereichstarif. Damit steht künftig eine kostengünstige Nutzungsform zur Verfügung für

---

1) SDLC System Data Link Control

SNA System Network Architecture

- Datenübertragung mit allerdings niedrigerer Datenübertragungsgeschwindigkeit (1200/75 pbi/s)
- Programme (Dialogprogramme und Telesoftware) und
- Informationen (bundesweit)

Darüber hinaus können auf dem PC selbst Dialogprogramme im Online-Betrieb ausgeführt werden. Für den Landwirt interessante Dialogprogramme sind derzeit

- Buchhaltung (Finanzbuchhaltung, Lohnbuchhaltung, Fakturierung)
- Herdenkontrolle (Milchvieh, Zuchtsauen, Mastschweine)
- Schlagkartei

Bereits heute gibt es aber auch BTX-Terminals mit Intelligenz, die den externen Programmablauf unabhängig von BTX erlauben (z.B. Mupid).

Der PC ist für den BTX-Einsatz jedoch mit einem Mehrfarbenschirm ausgerüstet.

### 2.3 Programmverbund

Programmkosten werden in Zukunft die Hardwarekosten bei weitem übersteigen. Kostenaufwendiger isolierte Problemlösungen sind daher weitgehend zu vermeiden. Um dies zu erreichen, sind die Anwendungsprogramme

- a) zentral zu entwickeln, weil so die Kosteneinsparung und die Einheitlichkeit der Programme sichergestellt werden kann;
- b) benutzerorientiert zu gestalten, damit sie der EDV-unkundige Anwender problemlos einsetzen kann (Menütechnik);
- c) mit einer verständlichen Fehlerdiagnose zu versehen, die den Benutzer bei Fehleingaben führt;
- d) zentral in einer Bibliothek auf dem Großrechner abzuspeichern.

Ein benutzerfreundliches Zugangs- und Steuerungssystem in BALIS sorgt für den problemlosen Einsatz des PC ohne EDV-Wissen.

Die in der zentralen Bibliothek gespeicherten Programme können ggf. gegen eine Benutzungsgebühr abgerufen werden. Der Benutzer holt zu Beginn der Verarbeitung über Datenleitung das benötigte Programm ab. Erfahrungen im praktischen Betrieb haben gezeigt, daß ein manueller Programmverbund (d.h. über Disketten) mit großen Problemen behaftet ist. Sie steigen mit der Zahl der PC-Benutzer. Der Benutzer hat durch die Zentralbibliothek die Gewähr, daß er immer die neueste Programmversion einsetzt. Da neuerdings das Überspielen bereits in die Maschinensprache übersetzter Programme möglich ist, kann PC-seitig auf Sprachenumsetzer (Compiler) verzichtet werden, was eine nicht unerhebliche Kosteneinsparung bedeutet. Der problematische und zeitaufwendige Vertrieb von Programmen auf Diskette erübrigt sich damit.

Die Tatsache, daß immer die neueste Programmversion eingesetzt wird, ist für einen funktionsfähigen Datenverbund zwingend.

#### 2.4 Multiprogramming

Eine Grundforderung für die Zukunft ist eine parallele Mehrprogrammverarbeitung. Ein PC muß gleichzeitig fähig sein zur

- Prozeßsteuerung (mehrfach)
- Datenverarbeitung mittels Anwenderprogrammen (z.B. Buchhaltung) und
- Druckausgabe.

Bei genügender Hauptspeicherkapazität des PC ist dieser in der Lage dies zu leisten. Es fehlen derzeit noch die Betriebssysteme. Ansätze dazu zeichnen sich bereits ab. (z.B. UNIX). So kann z.B. heute schon parallel zu einer Programmverarbeitung eine Spooling zur Ausführung kommen.

## 2.5 Höhere Programmiersprache

Höhere Programmiersprachen ermöglichen

- mit begrenztem Umprogrammierungsaufwand das Umstellen von Hostrechnerprogrammen auf den PC (ist für Selbsthilfeeinrichtungen und Zuchtverbände von Vorteil).
- ohne große Umschulung den Einsatz von Programmierpersonal mit PL/I - bzw. COBOL- Kenntnissen.

## 2.6 Grafiksoftware und Plotteranschluß

Benutzerorientierte Grafiksoftware bei gleichzeitiger Verfügbarkeit eines Plotters eröffnen dem Sachbearbeiter sehr viele Einsatzmöglichkeiten.

## 2.7 Datenbanksysteme

Zur optimalen Datenorganisation und Datenverknüpfung wird auf dem PC eine Datenbankssoftware benötigt. Relationale Datenbanksysteme werden mittlerweile angeboten. Sie gewährleisten eine vollständige Datenintegration z.B. über alle Produktionsbereiche eines Betriebes. Individuelle Abfragen im Rahmen von Betriebsfragmenten sind problemlos möglich.

## 2.8 Transportabilität

Unterschiedliche Einsatzorte erfordern eine leichte Transportierbarkeit bei hoher Ausfallsicherheit. Variable Einsatzorte bieten oftmals keine optimalen Betriebsbedingungen, daher kommt der Ausfallsicherheit eine besondere Bedeutung zu (z.B. Versteigerungsorte).

## 3. Kosten

Ein PC, der alle diese Anforderungen zu erfüllen hat, kostet seinen Preis. Er wird derzeit nicht unter 20.000,00 DM zu bekommen sein. Eine weitere Kostendegression zeichnet sich

aber ab. In den meisten Fällen ist jedoch nur ein Teil dieser Bedingungen zutreffend. Außerdem kann durch eine optimale Organisation bei der Anwendersoftware durch einen zentralen Programmverbund und eine zentrale Programmbibliothek eine beträchtliche Kosteneinsparung realisiert werden (z.B. Einmalprogrammierung keine Compilerkosten). Gerade die Softwarekosten übersteigen meist beträchtlich die immer niedriger werdenden Hardwarekosten. Isolierte Lösungen werden daher wegen der Nichtverteilbarkeit der Programmkosten sehr teuer. Programmverbundsysteme bedingen zwar einen etwas erhöhten finanziellen Aufwand für die Hardware bzw. für den TP-Anschluß. Ein Programm- und Rechnerverbund eröffnet aber allen Beteiligten sehr viel mehr Möglichkeiten und führen insgesamt zu einer besseren Kosten/Nutzenrelation.

#### 4. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß durch den PC sich eine neue Entwicklung im EDV-Einsatz abzeichnet. Die bisherigen konzeptionellen Rahmenbedingungen der Groß-EDV haben sich den neuen Anwendungsmöglichkeiten anzupassen. Der Verbundbetrieb wird auch in Zukunft in BALIS bestehen bleiben, um den notwendigen Daten- und Programmverbund sicherzustellen. Daraus resultieren Anforderungen an den Personalcomputer wie weiter oben beschrieben. Einige der Forderungen sind derzeit nur in Ansätzen oder noch nicht realisiert bzw. sind noch sehr kostenträchtig. Die neueren Ankündigungen der PC-Hersteller zeichnen sich jedoch in die Richtung ab, daß in absehbarer Zeit die technischen und die kostenmäßigen Voraussetzungen für einen derartigen Verbund gegeben sein werden.

## Ergebnisprotokoll der Diskussion zu den Themenbereichen

### 1. Konzepte der Prozeßsteuerung in der Tierhaltung

#### Wirtschaftlicher Einsatzbereich der Prozeßsteuerung

Über den Einsatzbereich von kompletten Anlagen zur Prozeßsteuerung in der Tierhaltung liegen noch kaum ausreichende Daten vor, die eine ökonomische Beurteilung der Anlagen ermöglichen. Dies gilt insbesondere für die Rinderhaltung. Dagegen sind nach DLG-Angaben für die Schweinehaltung schon einige Anhaltswerte verfügbar. So zeigen Erfahrungen mit dem Sauenplaner, daß die Zahl der aufgezogenen Ferkel pro Sau und Jahr um 0,6 erhöht werden konnte. Auch in der Schweinemast konnte durch den Einsatz von computer-gestützten Fütterungsanlagen der Deckungsbeitrag pro Mastschwein um 8 bis 15 DM erhöht werden.

Zur Abschätzung des wirtschaftlichen Einsatzes der Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung sind genaue Informationen über das Einzeltier notwendig. Dies trifft vor allem auch für die tägliche Milchmenge zu, da die einmonatige Milchmengenmessung der Landeskuratorien als nicht ausreichend eingestuft werden muß; denn gerade bei der Milchmenge treten große tägliche Schwankungen auf, die mit dem 4-wöchigen Intervall nicht erfaßt werden können.

#### Zukünftiges Aufgabengebiet des Landeskuratoriums

Kann die tägliche Milchmenge einzelbetrieblich erfaßt werden, so wird das Landeskuratorium nicht überflüssig. Der Züchter ist nach wie vor auf deren Dienste angewiesen. Dem Nicht-Züchter jedoch, den primär nur die Milchmenge interessiert, können andere Dienstleistungen angeboten werden. Als Problem wurde festgehalten, daß gangbare Möglichkeiten gefunden werden müssen, um eine Manipulation der Milchdaten durch den Landwirt zu verhindern.

#### Derzeitiges Angebot an Anlagen zur Prozeßsteuerung

Die heute auf den Markt angebotenen Anlagen ermöglichen mit Hilfe des Computers nur die Kraftfutterzuteilung und die Führung des Kuhkalenders. Es fehlen noch Programme, die die

automatisch gemessene Milchmenge verarbeiten. Es gibt zwar schon Anlagen, die über die Milchmenge die Kraftfuttermenge steuern, aber diese sind mehr oder weniger noch im Versuchsstadium. Eine Schwachstelle derartiger Systeme ist ohne Zweifel, daß die Daten für das Grundfutter (Aufnahme und Inhaltsstoffe) geschätzt und manuell eingegeben werden müssen.

#### Verbindung von Prozessoren und zentralem Betriebscomputer

In den bisherigen Konfigurationen ist eine Kopplung von einzelnen Prozessoren (z.B. Kraftfutterprozessor) mit einem Hauptcomputer kaum verwirklicht. Fast ausschließlich werden die Anlagen nur als stand-alone-Systeme betrieben. Dies liegt daran, daß integrierte Lösungen aus verschiedenen Gesichtspunkten bisher noch nicht möglich waren. Es herrscht jedoch Einigkeit darüber, daß zukünftig eine Kopplung der verschiedenen Prozessoren mit einem zentralen Hofcomputer anzustreben ist. Dabei müssen die einzelnen Prozessoren selbständig arbeiten können und mit dem Hauptcomputer in beiden Richtungen kommunizieren können. Wie dies im einzelnen zu verwirklichen ist, darüber herrscht noch Unklarheit (z.B. Schnittstellenfrage). Ebenfalls ist die Aufgabenteilung zwischen den Prozessoren und dem Zentralrechner noch ungeklärt. Die Bemerkung "Steuern können wir, aber was wollen wir weiter?" kann als zutreffende Charakterisierung der jetzigen Situation bezeichnet werden.

#### Welche Daten und in welcher Form?

Für die Steuerung werden die Daten in möglichst disaggregierter Form benötigt. Solange außerdem die zukünftigen Anwendungsgebiete noch nicht klar sind, sollten alle Einzelwerte festgehalten werden. Für betriebswirtschaftliche Auswertungen werden dagegen für den Bereich der Milchviehhaltung mehr aggregierte Werte, wie folgt, erwartet:

- Jahresmilchmenge
- jährlicher Kraftfutterverbrauch
- Fruchtbarkeitsdaten
- Zwischenkalbezeit
- Tierarztkosten u.a.

### Pflichtheft Rinderhaltung

Ähnlich wie für die Zuchtsauenhaltung soll auch für die Rinderhaltung ein Pflichtenheft erarbeitet werden, in dem die Anforderungen an die Programme klar herausgestellt werden. Damit ist sowohl dem Software-Hersteller als auch dem potenziellen Software-Käufer geholfen.

Entsprechende Vorarbeiten werden z.Z. von der DLG koordiniert und vorangetrieben.

## 2. Datenerfassung und Datenbereitstellung

### Tieridentifizierung

Die erwähnten neuen Identifizierungseinheiten können zum Teil für die Tiernummer frei programmiert werden. Sie bieten zudem wegen der geringeren Baugröße alternative Befestigungsmöglichkeiten am Tier, wobei vor allem die Anbringung am Ohr oder das Implementieren zur Diskussion stehen. Damit könnten durch Kombination mit geeigneten Sensoren zusätzliche Funktionen wie Temperatur- oder Aktivitätsmessungen und auch die Datenübertragung erschlossen werden. Bisher sind aber keine derartigen technischen Lösungen verwirklicht.

### Temperaturmessung

Die Körpertemperatur ist ein wesentlicher Parameter zur Gesundheitsüberwachung in allen Tiergattungen. Eine gesicherte automatisierte Messung ist zur Zeit nur für Milchvieh über Sensoren im Milchschauch möglich. Sonstige Meßmethoden zur Bestimmung der Kerntemperatur im Rahmen von prozeßgesteuerten Systemen sind bislang nicht verfügbar. Der Aussage des Referenten, daß diese Probleme technisch gelöst seien, wurde nicht generell zugestimmt. Unterschiedliche Standpunkte wurden vor allem hinsichtlich der Eignung verschiedener Thermistoren wegen der auftretenden Kurz- und Langzeitdrift vertreten.

### Brunsterkennung

Eine ausreichend sichere Erkennung der Brunst ist über Einzelsymptome nicht möglich. Eine größere Treffsicherheit ist durch die Kombination mehrerer Faktoren zu erreichen. Für einen

stufenweisen Systemaufbau werden vom Referenten folgende Prioritäten benannt: Temperatur, Aktivität, Leitfähigkeit der Milch.

#### Bestimmung des Tiergewichtes

Ausführlich wurden Methoden und Bedeutung der Gewichtserfassung diskutiert. Das Tiergewicht als Steuerungsparameter für die Milchviehfütterung erscheint sehr unsicher und kann nur für die langfristige Trenderkennung herangezogen werden. Für Gewichtsbestimmung mit Durchlaufwaagen sind nach den vorliegenden Erfahrungen nur etwa 50 % der gewonnenen Werte brauchbar. Die Eichfähigkeit der eingesetzten elektronischen Waagen ist nicht gegeben.

Größere Bedeutung wird der Feststellung der Tiergewichte für Aufzucht und Mast beigemessen. Neben der Einzeltierverwiegung wurde auch die Gewichtsbestimmung von Tiergruppen angesprochen. Positive Erfahrungen wurden über die Verwiegung von Schweinebuchten als Kontrollgruppen berichtet. Versuche mit der Verwiegung von Mastbullenbuchten sind angelaufen. Es liegen aber noch keine Ergebnisse vor.

#### Zusätzliche Kenngrößen

Für die Erarbeitung von Steuerprogrammen für die Fütterung von Milchkühen wird auf die Bedeutung der Inhaltsstoffe bei Milch und Grundfutter hingewiesen. Zur Bestimmung des Milch- und Eiweißgehaltes von Milch soll ein Gerät zur Schnellanalyse in Frankreich entwickelt worden sein.

Zur besseren Einschätzung des Grundfutters wird auf die in Völkenrode entwickelte Methode des Mahlwiderstandes bei verschiedenen Futterarten aufgrund des unterschiedlichen Rohfasergehaltes hingewiesen. Das Verfahren wird zum Teil bereits in der Beratung eingesetzt.

### Derzeitiges Angebot an Personal Computern

Nach Benchmark -Vergleichstest, die vom Leibniz-Rechenzentrum der Bayer. Akademie der Wissenschaften an PC's der wichtigsten Hersteller durchgeführt wurden, können folgende allgemeine Aussagen festgehalten werden:

- Die Realität bleibt in der Regel weit hinter den Werbeaussagen der Prospekte zurück.
- Die einzelnen Systeme sind noch nicht ausgereift, jedoch kann auf der Computermesse "Systems" im Herbst 1983 mit großen Qualitätsverbesserungen gerechnet werden.
- Die Qualität der Compiler ist nicht zufriedenstellend.
- Die Leistung eines 16-bit-Prozessors wird meist nicht ausgenutzt.
- Hinsichtlich des Zeitverbrauchs für bestimmte Aufgaben wurden erhebliche Differenzen festgestellt.
- Beim Vergleich der verschiedenen Editoren konnten kaum Unterschiede festgestellt werden.
- Die Kommunikation zum Großrechner und unter den PC's bereitet keine Probleme.
- Die Dokumentation ist weit besser als bei den Großrechnern.
- Für den Anschluß von anderen Geräten sind meist 4 bis 5 Steckplätze noch frei.
- Eine Verwendung der PC's als Bildschirmtext -Terminal ist derzeit noch nicht möglich.

Die Preise für Personal Computer mit Diskettenlaufwerken liegen unter 10.000,-- DM. Die Preis für Personal Computer mit Festplatte bei 17.000,-- DM. Sie verteilen sich etwa zur Hälfte auf Standardsoftware und Hardware.

### Schnittstellenfrage

Zur Zeit ist eine Verbindung zwischen den Prozessoren und dem Hauptcomputer über eine V.24-Schnittstelle gangbar. Neuere Entwicklungen werden aber diese Punkt-zu-Punkt-Verbindung ablösen. Der Trend in der Kommunikation der Rechner untereinander geht in Richtung lokale Netze, d.h., daß von einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung zu einer einer-zu-alle-Verbindung übergegangen wird. Diese Technologie ist erheblich billiger.

## Kommunikation mit Informationssystemen

---

M. Stein, DLG-Frankfurt

Das vorgestellte Informationssystem BALIS zeigte, daß mit fortschreitendem Einsatz hochentwickelte Datentechnik in der Landwirtschaft die Nachfrage nach dem Zugriff auf Informationssysteme und Datenbanken wächst. BALIS spricht dabei verschiedene Zielgruppen an:

1. Die Dienststellen der staatlichen Landwirtschaftsberatung
2. Die staatlichen Aus- und Fortbildungseinrichtungen
3. Die landwirtschaftlichen Selbsthilfeeinrichtungen, z.B. Erzeugerringe und -gemeinschaften, Maschinenringe, etc.
4. Die landwirtschaftlichen Verbände und deren Verwaltungseinrichtungen
5. Den landwirtschaftlichen Betrieb.

Zur Unterstützung der Kommunikation der einzelnen Zielgruppen mit dem zentralen Informationssystem BALIS oder ähnlichen Systemen sind Lösungen auf drei Gebieten zu finden:

- Ein nachfragegerechtes Programm- und Informationsangebot,
- die Wahl eines oder weniger leistungsfähiger Übertragungswege,
- die Wirtschaftlichkeit des Übertragungsweges, die vom Kosten-Nutzen Verhältnis bestimmt wird.

Während BALIS erfolgreich Lösungen für die ersten drei Zielgruppen entwickelt hat und hauptsächlich über HfD einsetzt, sind Lösungen für die letzten zwei Zielgruppen noch in der Entwicklungsphase.

Neben der erforderlichen Programmentwicklung und dem Aufbau des Informationsangebotes bringt dabei derzeit die Wahl des Übertragungsweges Finanzierungsprobleme. Für eine kommerzielle Datenverarbeitung im Dialog, um eine solche handelt es sich speziell beim Rechnungswesen auch in der Landwirtschaft, ist

eine Übertragungsrate von 2400 bit/s parallel erforderlich. Die Zusatzkosten für die Schnittstelle zur Kommunikation liegen z.Zt. noch relativ hoch. Es muß mit 5000 bis 8000 DM für ein Interface gerechnet werden. Diese Kosten sind auf fünf Jahre Nutzungszeit zu verteilen. Der zweite Fixkostenanteil wird durch die monatlichen Grundgebühren für die Wochenmiete bestimmt. Die folgende Übersicht zeigt die Leistungsfähigkeit und die Jahresfixkosten der möglichen Übertragungswege:

Übertragungsweg	Btx	Fern- sprech- netz	Datex L	Datex P	HfD
Bits/s	75/1200	1200	2400	4800	9600
DM/Monat	8	80	170	270	1000
DM/Jahr	96	960	2040	3240	12000
Schnittstelle	Decoder	DFÜ - Interface			
Anschaffungskosten	1500 DM	5000 bis 8000 DM			
Jahresfixkosten DM	400	2000	3000	4300	13000

Wie aus der Übersicht hervorgeht, ist Btx aus wirtschaftlicher Sicht sehr günstig zu beurteilen. Zudem ist mit einer erheblichen Senkung der Anschaffungskosten für den Decoder nach der Einführungsphase zu rechnen. Die Übertragungsleistung ist für aktuelle Informationen, für statistische Dateien und für die Verarbeitung von relativ geringen Datenmengen, kleinen Dialogprogrammen ausreichend, jedoch nicht oder nur bedingt für größere Datenmengen, die im Dialog zu verarbeiten sind. Die relativ hohen Anschaffungskosten für leistungsfähige Interfaces werden unter dem Wettbewerbsdruck weiter fallen, so daß der daraus resultierende Fixkostenanteil sinkt. Zur Förderung der Kommunikation betrieblicher Datenverarbeitung mit zentralen Informationssystemen sollte schrittweise erarbeitet werden, was im Betrieb und was vom zentralen Informationssystem aus wirtschaftlich ist.





