

### Zusammenfassung

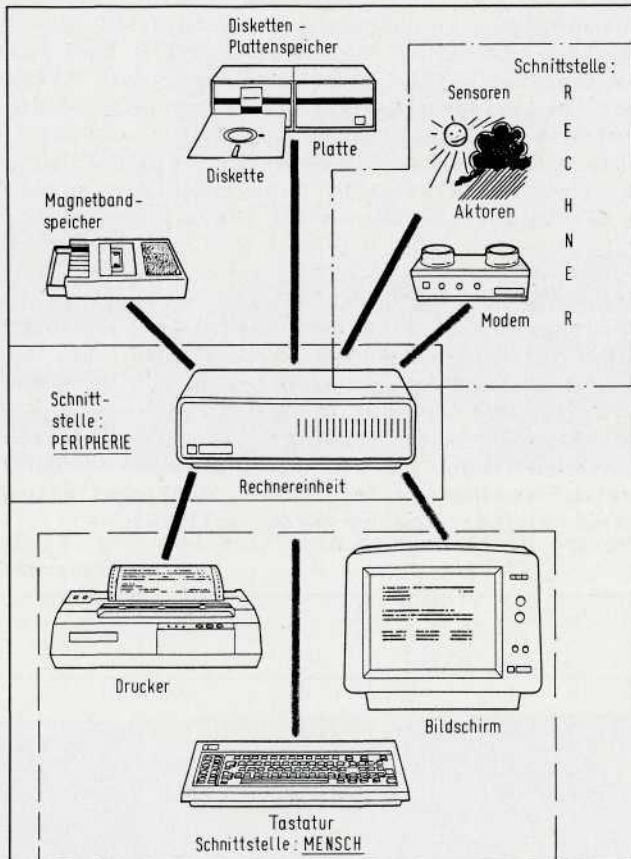
In der Landwirtschaft haben wir es mit Computersystemen zu tun, die vier verschiedenen Hierarchiestufen zuzuordnen sind. Schnittstellenprobleme bestehen zwischen der ersten und zweiten sowie zwischen der zweiten und dritten Hierarchieebene.

Legt man für die Datenein-/ausgänge aller Computersysteme eine serielle, asynchrone Schnittstelle, die der Norm V.24 (RS-232) entspricht und eine Übertragungslänge von 8 Bit einschließlich dem Paritätsbit fest, so kann die Datenübertragung mit einer vieradrigen, verdrillten und geschirmten Leitung ohne besondere Ansprüche an die Leitungskapazität der Kabel erfolgen. Der unterbreitete Vorschlag zielt auf eine differentielle, potentialfreie Spannungsübertragung im Halbduplex-Betrieb mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 9600 Bit/s.

Für die Kommunikationsebene wird vorgeschlagen, die Bussteuerung einem Busmaster, das ist entweder der Prozeßrechner oder der Betriebscomputer, zu übertragen. Die Übertragung selbst wird blockweise, zeichenorientiert und transparent durchgeführt. Welcher Busteilnehmer ausgewählt wird und welche Bedeutung die übertragenen Daten haben, wird im Kopfteil des Datenrahmens spezifiziert. Als Sicherungsverfahren wird eine Längsparität vorgeschlagen. Die Kommunikationsüberwachung ist immer Aufgabe des jeweiligen Busmasters.

## Abstract

Most computers used in agriculture exist on four hierarchical levels, interface-problems between the first and second levels and between the second and third levels are evident. If a serial asynchronous interface is used for all computer systems for data input/output according to the standard V.24 (RS-232) with a transmission's length of 8 bits, which includes a parity bit then it is possible to transfer data using a four wired, spiraled and insulated cable without overloading the capacity of the cable particularly. This general suggestion is made for a differential, equivalent voltage transmission in half duplex use, with a transmission speed of 9.600 bits/s. For the communication level it is suggested that the bus control is managed by a busmaster, which can either be the processing computer or the main computer. The transmission itself is done by block, defined by characters and transparent. Which participating member of the bus is chosen and what significance the transmitted data has, is specified in the leader of the data frame. As a security measure a comparison of the parity length is suggested. The checking of the transmission is always the function of the chosen busmaster.

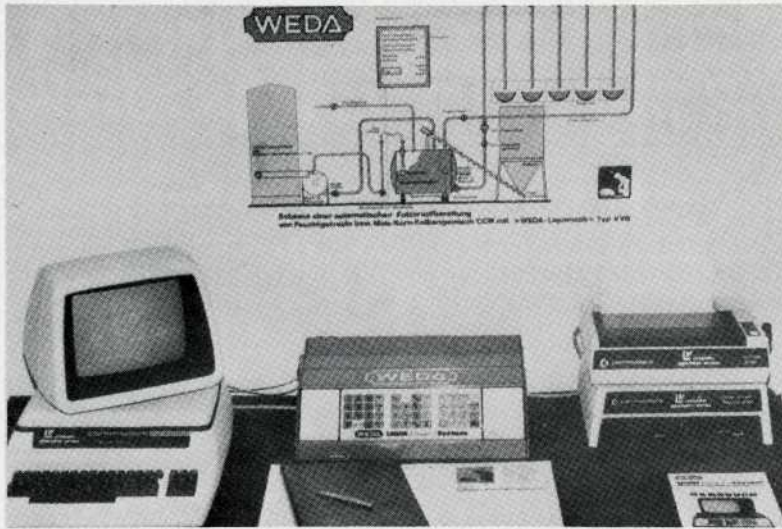


Übersicht 1. Schnittstellen in einem Computersystem

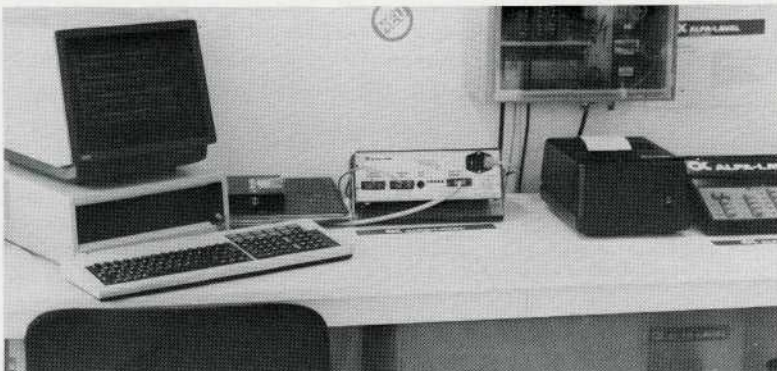
Ein Computersystem besteht, wie Übersicht 1 zeigt, aus der eigentlichen Rechneinheit und einer Vielzahl meist mittels Kabel verbundener peripherer Einzelgeräte (7). In einem solchen System sind drei Arten von Schnittstellen zu unterscheiden:

1. die Schnittstellen der Rechneinheit zu den peripheren Geräten. Sie sind meist gerätespezifisch und bereiten solange keine Probleme, solange nur erprobte Gerätekombinationen angeschafft werden.

2. die Schnittstelle Rechnersystem - Mensch. Der Mensch muß den Computer bedienen, erforderliche Daten eingeben, das Ergebnis kontrollieren und den Arbeitsablauf steuern. Die Schnittstelle Mensch - Computer ist selbst bei Großrechenanlagen noch verbesserungsbedürftig. Für die Landwirtschaft ist zu fordern, daß sie bei allen Computersystemen einheitlich ist. Dieser Forderung entspricht nicht die in Übersicht 2 auf Seite 139 gezeigte Kombination eines Prozeßcomputers mit einem Betriebscomputer. Der Fütterungscomputer nutzt die Menütastentechnik, der Betriebscomputer eine Standard-Schreibmaschinen-Tastatur. Da beide Computer vielfach von der gleichen Person zu bedienen sind, wird der Vorteil der Menütechnik in Frage gestellt. Eine softwaregesteuerte Maskentechnik mit üblichen Tastaturen scheint der bessere Weg zu sein (3). Durch eine günstige Gestaltung der Bildschirminformation lassen sich die Bearbeitungszeiten um 30% und die Fehlerraten um bis zu 60 % reduzieren (12).
  
3. die Schnittstelle Rechner - Rechner. Diese Schnittstelle gewinnt durch die schnellen Entwicklungsfortschritte der Mikroelektronik und durch neue Kommunikationsdienste der Post zunehmend an Bedeutung. Die heute verfügbare Mikroelektronik erlaubt eine Dezentralisierung von technischer Intelligenz bis hin zur Integration von Computerleistung in Sensoren und Aktoren (3, 10). Andererseits müssen dezentral anfallende Informationen gesammelt und für die zentrale Entscheidungsfindung zur Verfügung gestellt werden, wie auch umgekehrt in "Zentralen" verfügbare Information möglichst aktuell, schnell und preiswert dezentral nutzbar gemacht werden soll (6).



Übersicht 2. Menü- und dialoggeführte Kommunikation der gekoppelten Computersysteme



Übersicht 3. Zusatzgerät zur Koppelung eines Fütterungscomputers an einen Betriebscomputer

In diesem Beitrag wird ein Vorschlag für eine einheitliche Schnittstelle zur physikalischen Koppelung der im landw. Betrieb vorhandenen Computersysteme unterbreitet, wobei der Datenaustausch über ein für alle Anwendungsfälle geeignetes Protokoll erfolgen soll (2). Die für alle gekoppelten Computersysteme einheitliche Schnittstelle soll den in Übersicht 3 gezeigten zusätzlichen Hardwareaufwand für eine Anpassungseinheit erübrigen und das einheitliche Datenprotokoll den Softwareaufwand begrenzen. Damit mit einer Schnittstelle alle Belange

innerhalb des Betriebes abgedeckt werden können, muß sich deren Auslegung an heutigen und künftigen Einsatz von Computersystemen in der Landwirtschaft ausrichten. Daher soll zunächst der mögliche Computereinsatz und die dabei erwartete Struktur aufgezeigt werden.

### 13.2 Einsatzbereiche und Struktur der Computersysteme

Die Einsatzbereiche und die wahrscheinlich sich herausbildende Struktur des Computereinsatzes sind in Übersicht 4 auf Seite 141 dargestellt. Es ergibt sich eine Rechnerhierarchie mit vier Stufen, wobei die Rechnergröße von der kleinsten zur größten zunimmt.

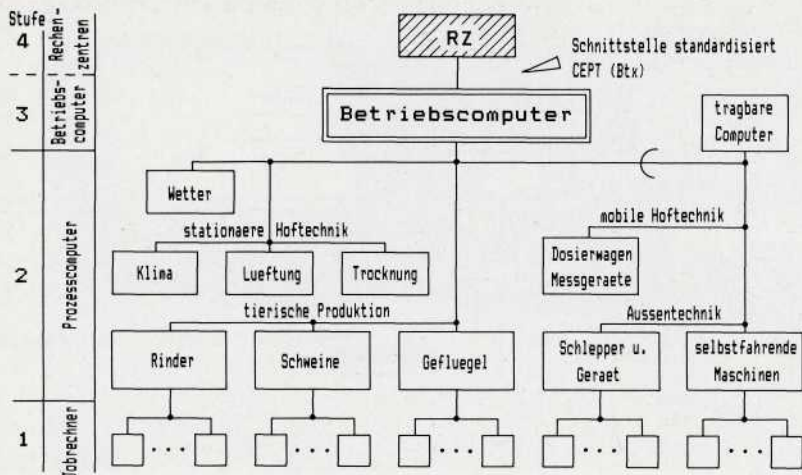
- **Jobrechner**  
bilden die unterste Stufe. Sie sind einfache Computersysteme, ausgelegt zur Verrichtung einer spezifischen Aufgabe vor Ort, z.B. zur Milchdatenerfassung und Melkzeugsteuerung.
- **Prozeßcomputer**  
als zweite Hierarchieebene sind Computersysteme, ausgelegt zur autonomen Steuerung eines Betriebszweiges, einer Produktionsrichtung, umfangreicher technischer Einrichtungen oder komplexer Maschinensysteme.
- **Betriebscomputer**  
der dritten Hierarchiestufe sind Computersysteme, ausgelegt für die Verwaltung und Verarbeitung von Daten und Texten.
- **Rechenzentren**  
haben die höchste Hierarchiestufe. Sie sind Großrechen-systeme zur überregionalen Verwaltung und Verarbeitung von Daten und Texten.

Eine Sonderstellung nehmen die

- **tragbaren Computer**  
ein. Hierunter sind Handcomputer, beispielsweise in der Anwendung als Notizbuch ebenso zu verstehen wie recht komfortable Computersysteme, wie sie beispielsweise die Beratung zunehmend einsetzt.

Will man Daten, die u.U. im Jobrechner erfaßt werden, bis zum Rechenzentrum und umgekehrt durchschleusen, muß vom Jobrechner zum Rechenzentrum und zurück ein Kommunikationspfad bestehen. Obgleich es derzeit noch Schwierigkeiten gibt, kann man davon ausgehen, daß der Kommunikationspfad zwischen Betriebscomputer und Rechenzentrum über Bildschirmtext, in wenigen Fällen auch DATEX-Leitungen laufen wird. Die Koppelung vom Betriebscomputer zum Rechenzentrum bleibt im weiteren daher unberücksichtigt.

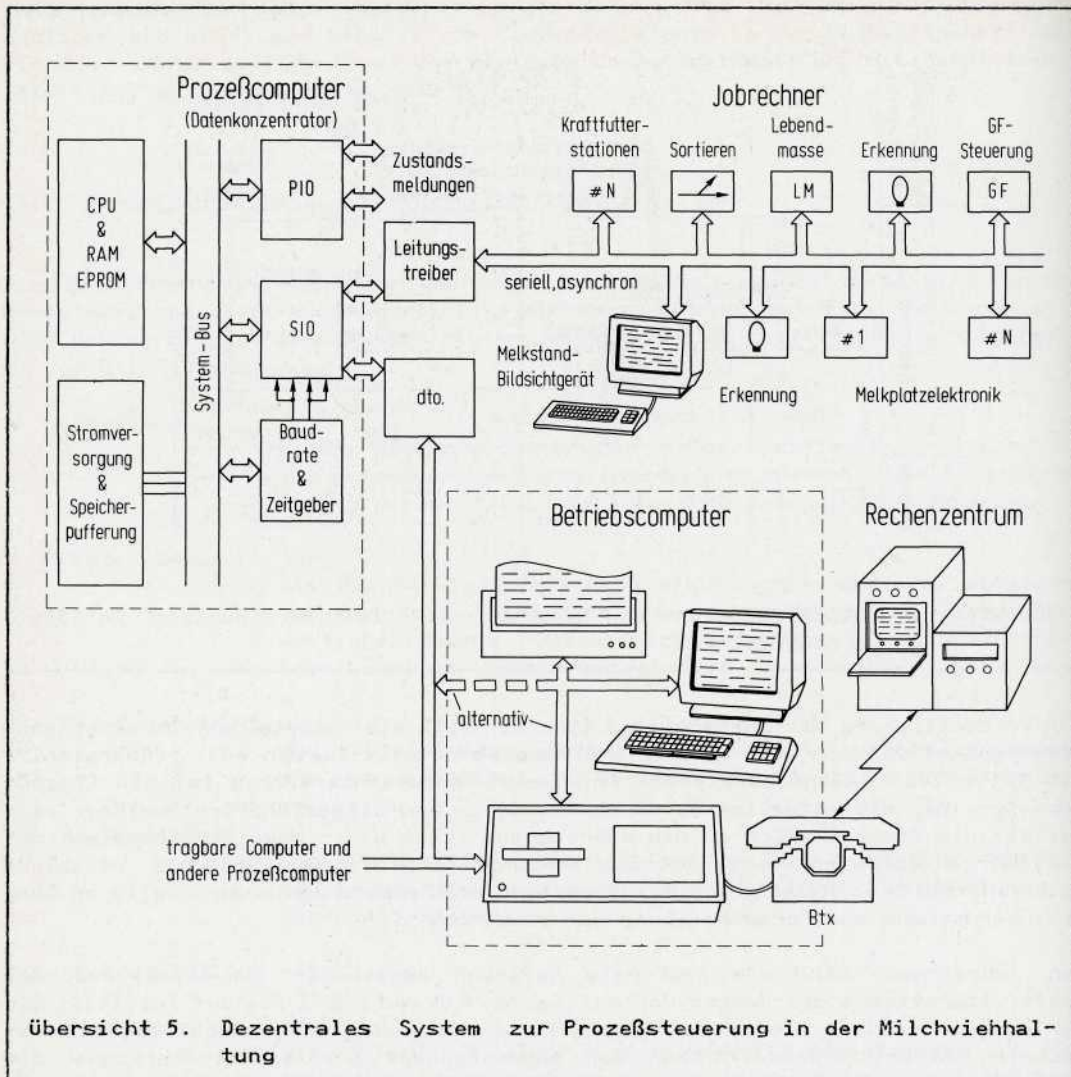
Für die Kommunikationspfade vom Betriebscomputer zu den Prozeßcomputern und von diesen zu den Jobrechnern gibt es keine Norm. Da hier jeder Hersteller eigene Wege geht und in älteren Systemen nicht einmal an eine Koppelung gedacht wurde, ist hier eine Einigung dringend erforderlich.



Übersicht 4. Einsatzbereiche und Struktur des Computereinsatzes in der Landwirtschaft

Zur Verdeutlichung der aufgezeigten Struktur soll als Beispiel der zu erwartende Elektronikeinsatz in der Milchviehhaltung aufgezeigt werden (4), (Übersicht 5 auf Seite 142) Zentrales Element in dieser Computerhierarchie ist ein Prozeßcomputer, der die aktuellen Daten der Herde im ausfallgesicherten Speicher verwaltet, die Kommunikation zu den Jobrechnern führt und - soweit vorhanden - mit dem Betriebscomputer abwickelt. Die Kommunikation mit dem Menschen vollzieht sich einerseits im Melkstand zur Information des Melkers und andererseits im Büro zur Überwachung und Fortschreibung der Steuerung.

Den Jobrechnern sind eng begrenzte Aufgaben zugeordnet. So erfaßt z.B. der Kraftfutterautomat die Nummer der anwesenden Kuh und prüft sie auf Identität mit der vorher erfaßten. Der Prozeßcomputer muß laufend alle angeschlossenen Jobrechner abfragen. Dadurch kann der angesprochene Kraftfutter-Jobrechner die Erkennung einer neuen Kuh melden. Der Prozeßcomputer kalkuliert daraufhin die dieser Kuh zustehenden Futtermengen und teilt diese dem Jobrechner mit. Die Zuteilung der Futtermengen an die Kuh ist wieder Aufgabe des Jobrechners. Nach Abschluß der Fütterung werden dem Prozeßcomputer die exakt zugeteilten Futtermengen mitgeteilt, so daß dieser das Futtermanagement exakt führen kann. In ähnlicher Weise muß auch der Datenaustausch mit den übrigen Jobrechnern erfolgen. Ein Datenaustausch mit dem Betriebscomputer wird erforderlich, wenn:



Übersicht 5. Dezentrales System zur Prozeßsteuerung in der Milchviehhaltung

- Stamm- oder Bewegungsdaten verändert (Tier ein-/ausgestallt etc.),
- Leistungs- und Verbrauchsdaten gesichert oder
- die Futtermengen angepaßt werden sollen.

Dieser Datenaustausch wird entweder manuell über den Betriebscomputer angefordert oder erfolgt zeitgesteuert.

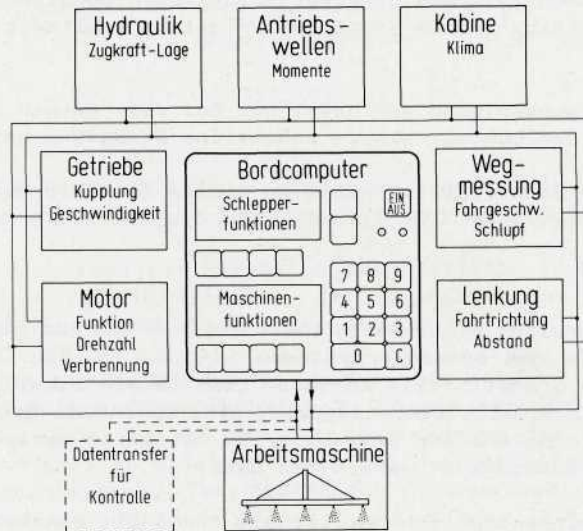
Ein Datentransfer zu Rechenzentren ist z.B. notwendig zum Austausch von Leistungsdaten. Auch für diesen Bereich ist eine manuelle oder zeitgesteuerte Anforderung denkbar.





Übersicht 6. Handcomputer zur Erfassung der Milchmengen

Fehlt in diesem System beispielsweise die automatische Milchmengenerfassung, so könnte mit einem tragbaren Handcomputer (Übersicht 6), die Aufzeichnung der Milchmengen im Melkstand erfolgen. Dieser Handcomputer ist in der Lage, die erfaßten Daten über eine serielle Schnittstelle auf einen anderen Rechner, z.B. dem Betriebscomputer, zu übertragen. Ähnliche Handcomputer sind zur Kontrolle in der Zucht- und Mastschweinehaltung und zur Felddatenerfassung im Einsatz.



Übersicht 7. Modularaufgebautes Rechnersystem für Schlepper

Der Anschluß der computergesteuerten Regelgeräte in den mobilen Maschinen ermöglicht eine automatische Weitergabe der erfaßten Aufwandsdaten an einen vorhandenen Betriebscomputer, was beispielsweise die Schlagkarteführung wesentlich vereinfachen und eine effizientere Kontrolle erlauben würde. Geht man davon aus, daß sich für Schlepper - Geräte - Kombinationen die in Übersicht 7 auf Seite 143 dargestellte Elektronikstruktur durchsetzt, wobei allen Systemkomponenten des Schleppers wie auch der Arbeitsmaschine eine eigene Elektronik zugeordnet ist und der Bordcomputer die einzelnen Systemelektroniken koordiniert sowie die Ein- und Ausgabe übernimmt (7), so müßte nicht von den Elektroniken der Einzelgeräte sondern nur noch von den Bordcomputern der Schlepper und selbstfahrenden Maschinen eine automatische Datenübertragung möglich sein. Für modifizierte Handcomputer bieten sich hier gute Chancen.

Die aufgezeigten Beispiele machen die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung der Schnittstelle zwischen den unterschiedlich leistungsfähigen Computersystemen notwendig. Um mit einer Schnittstellenspezifikation im Betrieb auszukommen, müssen sich die Anforderungen am schwächsten Glied der Computerhierarchie, das sind die Jobrechner und tragbaren Handcomputer sowie an deren Möglichkeiten zur Kommunikation ausrichten.

### 13.3 Schnittstellendefinitionen

#### 13.3.1 Physikalische Ebene

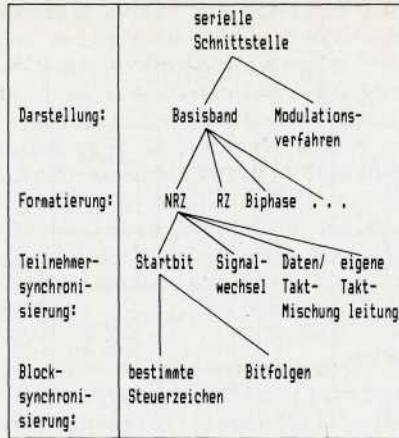
##### 13.3.1.1 Signalanpassung

Für die Definition einer Schnittstelle zum Datenaustausch sind die in den verschiedenen Systemen vorhandenen Möglichkeiten zu berücksichtigen. Prinzipiell kann der Datenaustausch zwischen gekoppelten Systemen parallel oder seriell (1) erfolgen. Zwei gewichtige Gründe sprechen für die Wahl einer seriellen Übertragung

1. ist der Verkabelungsaufwand geringer, was bei rel. großen zu überbrückenden Entfernungen in der Landwirtschaft erhebliche Bedeutung hat und
2. ist die serielle Schnittstelle heute in vielen Ein-Chip-Mikrocomputern, die bevorzugt für Jobrechner und Handcomputer eingesetzt werden, bereits integriert.

Gegenüber dem in Übersicht 8 auf Seite 145 gezeigten und zum Standard gewordenen seriellen Baustein in Mikrocomputersystemen ist die in Bin-Chip-Mikrocomputer integrierte serielle Schnittstelle in ihrer Leistungsfähigkeit erheblich eingeschränkt. So fehlen z.B. alle Steuersignale, eine synchrone Datenübertragung ist nicht möglich und die Anzahl der Datenbits ist teilweise geringer. Sollen keine vorhandenen Systeme ausgrenzt werden, so darf

1. die Datenlänge einschließlich Paritätsbit nur 8 Bit betragen und muß
2. die Übertragung asynchron erfolgen.



Übersicht 9. Signalanpassung der verschiedenen Computersysteme

Nutzung der Zeichen BEL und EOT als Ersatz für NAK bzw. ETB schafft mit Ausnahme der Adresse 16 einen zulässigen Adressraum von 8 bis 127

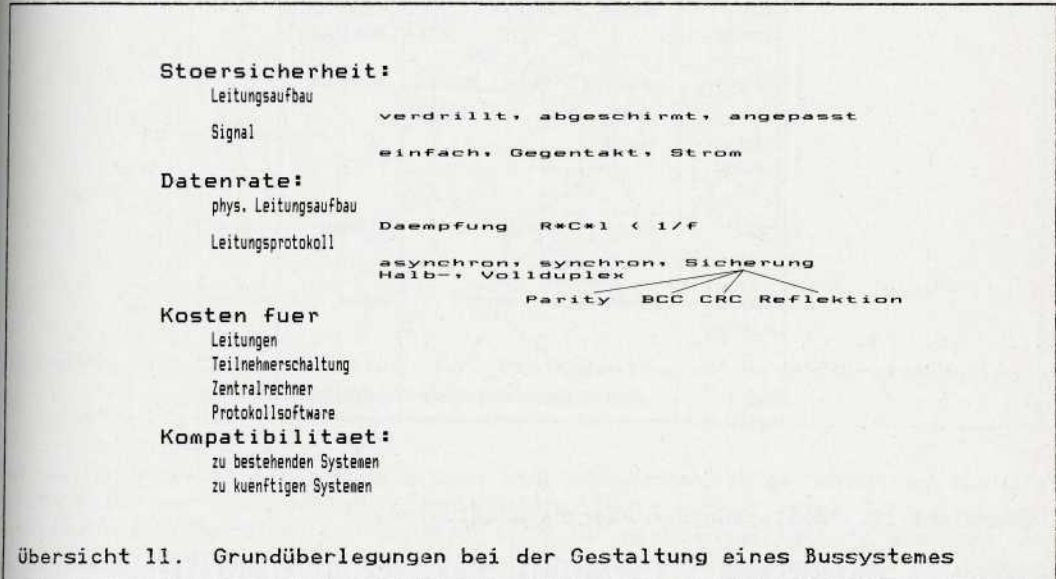
ASCII-Code mit Kommunikationssteuerzeichen  
für BSC-Protokolle – fetteingeraimt  
für Protokollvorschlag – punktiert

Bits $b_7$ $b_6$ $b_5$	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
Bits $b_4$ $b_3$ $b_2$ $b_1$	0 ↓ ↓ ↓ ↓	0 ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ ↓ ↓	0 ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ ↓ ↓
Column Row ↓	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 0	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 0	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 1	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 1 0	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 1 1	0	1	2	3	4	5	6	7
0 1 0 0	0	1	2	3	4	5	6	7
0 1 0 1	0	1	2	3	4	5	6	7
0 1 1 0	0	1	2	3	4	5	6	7
0 1 1 1	0	1	2	3	4	5	6	7
1 0 0 0	0	1	2	3	4	5	6	7
1 0 0 1	0	1	2	3	4	5	6	7
1 0 1 0	0	1	2	3	4	5	6	7
1 0 1 1	0	1	2	3	4	5	6	7
1 1 0 0	0	1	2	3	4	5	6	7
1 1 0 1	0	1	2	3	4	5	6	7
1 1 1 0	0	1	2	3	4	5	6	7
1 1 1 1	0	1	2	3	4	5	6	7

Übersicht 10. Steuerzeichen in zeichenorientierten Protokollen

### 13.3.1.2 Leitungsdefinition

Wenn die Signale definiert sind, ist als nächstes die Auslegung der Übertragungsleitungen festzulegen. Welche Überlegungen dabei anzustellen sind, ist in Übersicht 11 auf Seite 147 zusammengestellt. Die Störsicherheit, die erforderliche Datenrate, die Kosten und Kompatibilität zu bestehenden und künftigen Systemen bestimmen die Auswahl der Übertragungsleitung.



Zur Erhöhung der Störsicherheit können der Leitungsaufbau und die Signalart entsprechend gewählt werden. Die Mindestdatenrate ist durch die Erfordernisse der zu koppelnden Systeme bestimmt. Das verwendete Kabel für die Datenleitungen muß so gewählt werden, daß dessen Zeitkonstante kleiner dem Reziprokwert der Datenrate ist. Der Anschlußwiderstand der Leitung  $R$ , der Kapazitätsbelag des Kabels  $C$  und die Länge des Kabels  $l$  spielen hierbei eine Rolle. Die erforderliche Datenrate wird auch bestimmt vom angewandten Datenprotokoll. ASCII-statt Binär-code-Übertragung und viele Steuerbytes erhöhen die Datenrate. Ein effizientes Datenprotokoll senkt dagegen die erforderliche Datenrate und gestattet die Wahl preiswerterer Übertragungskabel.

Neben den Kabelkosten und dem Installationsaufwand sind auch die Kosten für die Hardware zur Ankoppelung der einzelnen Teilnehmer und für die Übertragungssoftware zu minimieren.

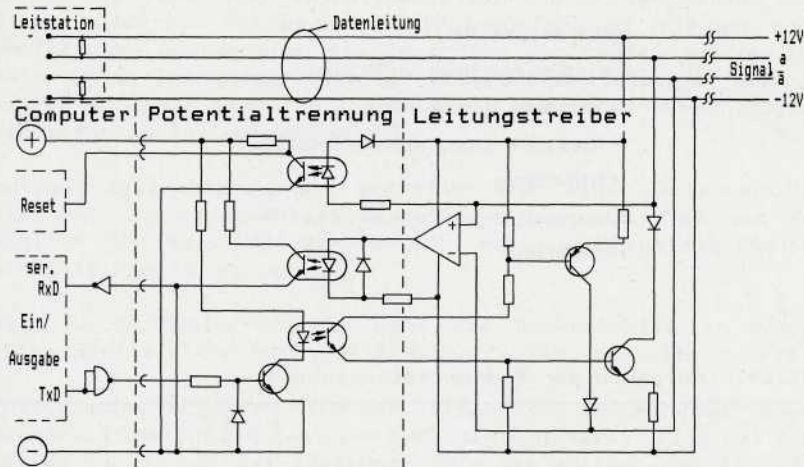
Anhand von Übersicht 12 auf Seite 148 sollen nun die wesentlichsten Merkmale der Datenleitung definiert werden. Wie am Beispiel der Milchviehhaltung und des Schleppers gezeigt, haben wir es in der Landwirtschaft mit stationären und mobilen Computersystemen zu tun. Dementsprechend muß sowohl ein direkter wie auch steckbarer Anschluß an die Übertragungsleitung vorgesehen werden. Wie später noch gezeigt wird, ist das gleichzeitige Senden und Empfangen nicht erforderlich. Es wird auch bei vielen genormten Protokollen nicht genutzt. Erfolgt Senden und Empfangen zeitlich nacheinander, kommt man selbst bei differentieller Übertragung mit zwei Drähten und einer Bezugsleitung aus. Die Ankoppelung der Systeme muß über Stecker ohne großen Aufwand, also galvanisch, möglich sein. Es ist jedoch eine Potentialtrennung zum Schutz vor Überspannung vorzusehen. Ob Strom oder Spannungspegel gewählt werden soll, hängt auch von der gewählten Übertra-

Merkmal	Schnittstelle	Auswahl
Anschluss:	<pre> graph TD     A[Schnittstelle] --&gt; B[direkt]     A --&gt; C[steckbar]           </pre>	beides
Senden/ Empfangen:	<pre> graph TD     B --&gt; D[nacheinander]     B --&gt; E[gleichzeitig]           </pre>	Halbduplex
Anzahl Leitungen:	<pre> graph TD     D --&gt; F[Eindraht]     D --&gt; G[Zweidraht]           </pre>	differentielle Übertragung
Ankoppelung:	<pre> graph TD     G --&gt; H[galvanisch]     G --&gt; I[induktiv]     G --&gt; J[kapazitiv]           </pre>	galvanisch
Potential- trennung:	<pre> graph TD     H --&gt; K[nein]     H --&gt; L[ja]           </pre>	ja
Pegel:	<pre> graph TD     L --&gt; M[Strom]     L --&gt; N[Spannung]           </pre>	(Spannung)
Teilnehmer je Leitung:	<pre> graph TD     N --&gt; O[einer]     N --&gt; P[mehrere]           </pre>	mehrere
Ausgang:	<pre> graph TD     P --&gt; Q[offener Kollektor]     P --&gt; R[Tri-State]           </pre>	o. Kollektor

## Übersicht 12. Auslegung der Übertragungsleitung

gungsart - einfach oder differentiell - ab. Bei differentieller Übertragung dürfte eine Spannungsübertragung genügend Störabstand bieten. Die relativ große Anzahl von zu koppelnden Systemen erfordert den Anschluß mehrerer Teilnehmer an eine gemeinsame Datenleitung. Dabei sind zwei Ebenen zu unterscheiden. Einmal die Verbindung der Jobrechner mit dem für sie zuständigen Prozeßcomputer und zum anderen die Verbindung der Prozeßcomputer zum Betriebscomputer.

Zur Vermeidung gegenseitiger Zerstörungen müssen die Ausgänge für die seriellen Daten entweder einen offenen Kollektor haben oder in Ruhestellung auf einen hochohmigen Zustand schalten. Eine Beschaltung mit offenem Kollektor wird empfohlen.



Übersicht 13. Schaltvorschlag für die Koppelung mehrerer Computersysteme an einen gemeinsamen Datenbus

Erst nach all diesen Festlegungen kann eine allgemeingültige Schaltung für die Schnittstelle der zu koppelnden Systeme entwickelt werden. Eine Schaltung von Rychetsky (8), (Übersicht 13) scheint auch für die Landwirtschaft geeignet zu sein. Wie aus der Schaltung ersichtlich, wird davon ausgegangen, daß die Computersysteme ein Signal entsprechend der Norm V.24 (RS-232) senden bzw. erwarten. Durch die Potentialtrennung sind die Computersysteme vor Überspannung geschützt. Der Leitungstreiber ist hier aus diskreten Bausteinen aufgebaut. Es gibt jedoch bereits integrierte Bausteine für diese Aufgabe. Der von der Zentrale zu steuernde Reset ermöglicht eine schnelle Ruhestellung und Fehlersuche. Da der gesamte Schaltungsaufwand sehr klein ist, könnte an den Einbau der für die Kopplung erforderlichen Potentialtrennung einschließlich Leitungstreiber in das Steckergehäuse gedacht werden.

Für den Datenaustausch muß jeder Computer über diese Leitungsanpassungseinheit an eine gemeinsame Datenleitung, dem Datenbus, angeschlossen werden. Dieser muß an der Leitstation zur Vermeidung von Reflexion und zur Sicherstellung des Ruhezustandes über Widerstände angeschlossen sein. Durch die mitgeführte Versorgungsspannung ist die Anzahl der zu koppelnden Systeme praktisch nicht begrenzt. Ob +/- 12 V oder auch nur Null und 12 V als Versorgungsspannung notwendig sind, müßte geprüft werden.

### 13.3.2 Kommunikationsebene

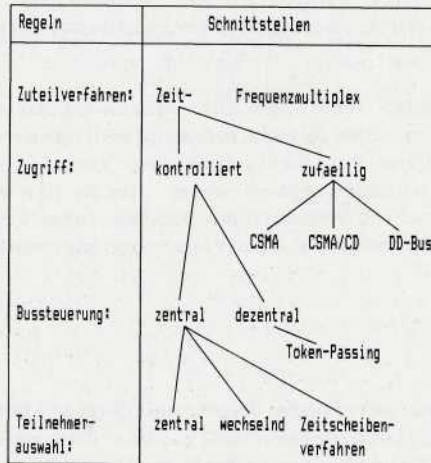
Damit auf der Datenleitung eine geordnete Übertragung stattfindet, müssen Regeln für die Datenübertragung festgelegt werden (11). Die Zusammenfassung aller Regeln bezeichnet man als Kommunikationsprotokoll. Was dabei an Aufgaben zu bewältigen ist, ist in Übersicht 14 auf Seite 150 zusammengestellt. Im folgenden werden die wichtigsten Punkte angesprochen.

- Regelung des Buszugriffes
- Bereitstellung eines Rahmens fuer die Daten
  - \* Benennung der Teilnehmer (Adressen)
  - \* Uebermittlung der durchzufuehrenden Taetigkeiten
  - \* Fehlersicherung
- Zeitueberwachung der Aktivitaeten auf dem Bus
- Fehlerbehandlung

Übersicht 14. Aufgaben der Kommunikationsebene

13.3.2.1 Regelung des Buszugriffes

Sind mehrere Teilnehmer an eine Leitung (Bus) angeschlossen, muß bestimmt werden, wer wann und wie lange senden darf. Hierzu gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, einige sind in Übersicht 15 zusammengestellt. Als Zuteilverfahren kommt nur die zeitgemultiplexte Abfrage der Stationen in Frage. Beim Zugriffsverfahren ist die Entscheidung schon wesentlich schwieriger. Einerseits haben wir es mit Prozeßsteuerung zu tun, wozu ein kontrollierter Zugriff prädestiniert ist. Andererseits ist die zu erwartende Beanspruchung der Datenleitungen vergleichsweise gering, so daß auch Verfahren mit zufälligem Zugriff der Teilnehmer auf die Leitungen möglich wären. Insbesondere in den relativ neuen Digital-Daten-Bus (9) werden große Hoffnungen gesetzt. Diesen werden vor allem an Fahrzeugen große Chancen eingeräumt. Für vorhandene Systeme muß man beim kontrollierten Zugriff bleiben.



Übersicht 15. Regelung des Buszugriffes

Wer auf den Bus (Datenleitungen) zugreifen darf, kann entweder von einem übergeordneten Computer oder von allen Teilnehmern in festgelegter Reihenfolge (Token-Passing) erfolgen. Die zentrale Bussteuerung hat den großen Nachteil, daß bei Ausfall der Zentrale der gesamte Datentransfer zum Erliegen kommt. Da in landwirtschaftlichen Anwendungen die Zentralen die Prozeßcomputer bzw. die Betriebscomputer sind, ist dieser Nachteil nahezu bedeutungslos. Wegen des geringeren Aufwandes soll die zentrale Bussteuerung bevorzugt werden. Dabei bestehen drei Möglichkeiten zu Teilnehmerauswahl:

- Die zentrale Teilnehmerauswahl gestattet nur einen Datenverkehr zwischen Zentrale und dem ausgewählten System bzw. zwischen zwei von der Zentrale ausgewählten Systemen. Ein Querverkehr, wobei die Zentrale die Buskontrolle behält, müßte realisiert werden.
- Beim sog. Flying-Master-Prinzip geht die Buskontrolle an den Teilnehmer über. Dies dürfte einen zu hohen Aufwand in den Jobrechnern erfordern.
- Beim Zeitscheibenverfahren wird den Teilnehmern nacheinander eine bestimmte Benutzungszeit des Busses fest und exklusiv zugeteilt. Dies hat den Nachteil, daß Zeit verloren geht bei Stationen, die gar keinen Zugriff erfordern.

Legt man sich auf einen kontrollierten Zugriff mit zentraler Bussteuerung und begrenztem gegenseitigen Teilnehmeraufruf fest, ist als nächster Schritt festzulegen in welcher Form die Daten übertragen werden sollen. Dies betrifft die Art der Übertragung von Zahlen und Texten sowie die Festlegungen für den Aufbau eines zu übertragenden Datenpaketes.

### 13.3.2.2 Bereitstellung eines Datenrahmens

#### Darstellung der Daten

Zunächst muß geklärt werden, wie die Daten bei der Übertragung dargestellt werden sollen. Im Computer liegen die Zahlen im binären Format vor. Textzeichen sind nach bestimmten Codes verschlüsselt. Im Mikrocomputerbereich nach dem ASCII-CODE, in Großrechnern meist nach dem EBCDIC-CODE. Die Darstellung und Übertragung von Zahlen beispielsweise im ASCII-Format erfordert etwa den 2.5-fachen Speicherplatzbedarf und eine entsprechende Verlängerung der Übertragungszeit. Da bei der Kopplung von landwirtschaftlichen Computersystemen fast ausschließlich Daten, das heißt Zahlen übertragen werden, muß für einen schnelleren Datenaustausch eine Übertragungsform für binäre Daten zulässig sein. Man bezeichnet dies als transparente Übertragung.

#### Festlegung des Datenrahmens

Bei der Datenübertragung muß der Anfang und das Ende der Daten sowie deren Bedeutung festgelegt werden. Man spricht von einem Datenrahmen, weil aus der Reihenfolge der Daten deren Bedeutung hervorgeht. Allen Datenprotokollen ist der in Übersicht 16 auf Seite 152 (oben) gezeigte Datenrahmen gemeinsam. Er beginnt mit dem sogenannten Kopfteil für Adressen und Steuerinformationen, gefolgt von den eigentlichen Daten und endet mit einem Teil für die Sicherung der Daten. Folgt man dieser allgemein bewährten Struktur, so könnte ein für die Landwirtschaft geeigneter Datenrahmen wie der in Übersicht 16 auf Seite 152 (unten) aussehen.



Kopf	Datenkoerper	Siche- rungs- teil
Adresse(n) Steuerinformationen	Zahlen und Texte	

Be- ginn	ADR- feld	Steuer- feld	D a t e n f e l d	Ende	L R C
SOH			STX (DLE) (DLE)	ETX/ EOT	
A S C I I			T r a n s p a r e n t	A S C I I	

Übersicht 16. Grundstruktur des Datenrahmens

Der Beginn und das Ende eines Datenblockes ist durch spezielle Steuerzeichen gekennzeichnet. Dem Startzeichen (SOH) folgt ein Adressfeld, in das die Nummer der aufgerufenen und fallweise auch der rufenden Station einzutragen ist. Das folgende Steuerfeld bestimmt, welche Tätigkeit von der aufgerufenen Station durchzuführen ist und legt damit die Bedeutung der nachfolgenden Daten - soweit welche erforderlich sind - fest. Der Beginn des Datenkörpers wird durch STX, das Ende EOF bzw. mit ETX gekennzeichnet. EOT bedeutet Ende der Übertragung mit dem Hinweis, daß noch weitere Daten für eine Übertragung vorhanden sind. ETX heißt Ende des Textes und bedeutet, daß alle Daten übertragen wurden. Die Sicherung des gesamten Datenblockes erfolgt über die Längsparitätsprüfung (LRC).

Die Übertragung von Kopf- und Sicherungsteil kann im ASCII-Code erfolgen, während das Datenfeld transparent übertragen wird. Dies wird durch das Einblenden des DLE-Zeichens zu Beginn und am Ende des Datenfeldes angezeigt. Dabei muß sichergestellt werden, daß im Datenfeld dieses Zeichen - falls es vorkommt - senderseitig verdoppelt und empfangsseitig das zusätzlich eingefügte Zeichen negiert wird (Bytestaffing). Immer gilt, daß der fehlerfreie Empfang eines Datenblockes von der empfangenden Station, soweit sie nicht die Zentrale ist, mit ACK bestätigt und ein Übertragungsfehler mit NAK negiert werden muß. Übertragungsfehler werden durch Längsparitätsprüfung erkannt.

Für die Anwendung dieses Datenrahmens in der Prozeßsteuerung ist ein langer Kopf hinderlich, insbesondere dann, wenn nur angefragt werden soll, ob in einer Station Daten zur Übertragung anstehen. Deshalb muß ein Abfragezyklus möglichst kurz sein.

Teilnehmer	D a t e n v e r k e h r	Taetigkeit
Zentrale:	ENQ ADR	Sendeaufforderung
Station:	Kopf   D a t e n f e l d   S.-teil ADR	antwortet negiert
Zentrale:	ENQ ADR	Sendeaufforderung
Station 1:	Kopf   D a t e n f e l d   S.-teil ADR	antwortet negiert
Station 2:		ACK BEL quittiert negiert
Zentrale:	Kopf   D a t e n f e l d   S.-teil	sendet Daten
Station:		ACK BEL quittiert negiert

Übersicht 17. Ablauf der Datenübertragung

In Übersicht 17 ist dargestellt, wie unter Berücksichtigung dieser Forderung zwischen Zentrale und aufgerufener Station sowie zwischen Zentrale und einer zweiten Station Daten zu übertragen sind.

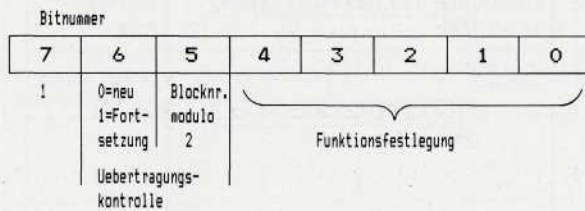
Zur Abfrage der Stationen auf erforderliche Datenübertragung sendet die Zentrale im Polling-Verfahren zu den Stationen als erstes ein ENQ-Zeichen, gefolgt von der Adresse der aufgerufenen Station. Hat die aufgerufene Station Daten zu senden, so kann sie es unmittelbar tun, ansonsten negiert sie die Aufforderung mit ihrer individuellen Adresse. Sendet die aufgerufene Station Daten, so sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Die gesendeten Daten sind für die Zentrale bestimmt. Hierbei unterbleibt eine Quittierung durch die Zentrale (Übersicht 17, oben).
2. Die gesendeten Daten sind für eine andere Station bestimmt (Übersicht 17, Mitte). In diesem Fall muß die die Daten empfangende Station positiv oder negativ quittieren, damit die sendende Station und die Zentrale kontrolliert weiterarbeiten können. Die positive Quittung erfolgt mit dem ACK-, die negative mit dem BEL-Zeichen.

Bei einem Datentransfer von der Zentrale zu einer ausgewählten Station sendet die Zentrale den gesamten Datenblock. Der empfangende Teilnehmer quittiert positiv oder negativ, Übersicht 17 (unten).

#### Funktion des Steuerfeldes

Die Bedeutung der im Datenrahmen enthaltenen Daten legt das Steuerfeld fest. Es unterscheidet auch zwischen Neustart und Fortsetzung einer schon eingeleiteten Übertragung. In Übersicht 18 auf Seite 154 ist ein Vorschlag für die Bedeutung der Bits bei dem ein Byte langen Steuerfeld dargestellt.



Übersicht 18. Bedeutung des Steuerfeldes

- Bit 7**  
ist immer gesetzt. Dies ist erforderlich für die Prüfung auf eine zweite Adresse. Als höchste Adresse ist dann allerdings nur die 127 zugelassen.
- Bit 6**  
bestimmt, ob es sich um eine Fortsetzung einer bereits früher eingeleiteten Übertragung handelt oder ob eine neue Übertragung eingeleitet wird. Handelt es sich um eine Fortsetzung, dient
- Bit 5**  
zur Kontrolle der Anzahl der gesendeten bzw. empfangenen Blöcke von der gleichen Station. Die Blocknummer wird modulo 2 übertragen.
- Bit 0 bis 4**  
legen die Bedeutung der nachfolgenden Daten fest. Es sind somit 32 verschiedene Funktionen bzw. Datenblöcke auslösbar bzw. abrufbar.

Die wichtigsten Grundfunktionen sind in Übersicht 19 auf Seite 155 dargestellt. Sie betreffen das Aktivieren bzw. Deaktivieren von Teilnehmern, wobei über Sammeladressen die Teilnehmer auch gruppenweise angesprochen werden können. Mit "Test", "NOP", "Initialisierung" und "Statusabfrage" kann die Funktionsfähigkeit der Teilnehmer geprüft und ein bestimmter Anfangszustand hergestellt werden. Das Senden und Empfangen von Daten wurde schon besprochen. Weitere Funktionen können teilnehmerspezifisch festgelegt werden. Den einzelnen Funktionen muß jedoch eine genaue Spezifikation der Reihenfolge und der Bedeutung der nachfolgenden Daten zugeordnet sein. Nur so können beide gekoppelten Systeme die übertragenen Daten ordnungsgemäß verarbeiten. Die Festlegung der Funktionen mit zugehöriger Daten-spezifikation sollte für alle in einem Produktionszweig einsetzbaren Computersysteme einheitlich definiert werden.

Aktivieren:	Teilnehmer in den aktiven Zustand bringen
Deaktivieren:	Teilnehmer in die Ruhelage bringen
Test:	Setzen und loeschen von Variablen, Timern, Zaehlern, Parametern, Testuebertragung etc.
NOP:	Abfrage auf aktive Stationen
Initialisieren:	Grundzustand herstellen fuer definierten Wiederanlauf
Statusabfrage:	Zustand aktiver Funktionen, Fehlerzustaende
Sende Daten:	Aufforderung zur Dateneuebertragung
Empfange Daten:	Aufforderung zur Dateneubernahme

## Übersicht 19. Festlegung von Grundfunktionen

### Sicherungsverfahren

Die durch die Leistungsfähigkeit der Ein-Chip-Mikrocomputer bedingte Einschränkung auf 8 Bit Datenlänge und die Forderung nach transparenter Übertragung haben Konsequenzen für die Art der Datensicherung bei der Übertragung. Wie Übersicht 20 zeigt, ist die Fehlererkennungsrate stark vom verwendeten Sicherungsverfahren abhängig.

Sicherungsverfahren	Verminderung der Rate der unentdeckten Blockfehler etwa um Faktor
nur Querparitaet (VRC)	100
nur Laengsparitaet (LRC)	100
Kreuzsicherung	1000
Zyklische Blocksicherung (CRC)	100000

nach Wismann et al.

## Übersicht 20. Datensicherheit bei verschiedenen Sicherungsverfahren

Bei der meist verwendeten Sicherung mit Paritätsbit (Querparität) wird den Bits eines zu übertragenden Zeichens ein zusätzliches Bit, das Paritätsbit angehängt, das so gebildet wird, daß das gesamte Zeichen einschließlich dem Paritätsbit bei asynchroner Übertragung immer eine gerade Anzahl von Einsen enthält.

Bei der Längsparitätssicherung wird die Quersumme über die jeweils gleichen Bitstellen aller übertragenen Zeichen gebildet und dieses Zeichen (evtl. auch invertiert) dem übertragenen Datenblock angehängt. Beide Sicherungsverfahren sind als gleichwertig zu betrachten.

Die Datenfehler reduzieren sich auf ein Zehntel, wenn sowohl mit Quer- wie auch mit Längsparität gesichert wird. Die geringsten unerkannten Fehler gibt es, wenn man mit einem sogenannten Generatorpolynom sichert. Dieses Verfahren ist für die Landwirtschaft nicht nutzbar, weil der zur Erstellung des Polynoms erforderliche Rechenaufwand für die Jobrechner zu groß und eine hardwaremäßige Erstellung nicht in die Ein-Chip-Mikrocomputer integriert ist.

Eine ähnlich hohe Datensicherheit erhält man auch, wenn die empfangende Station das Zeichen zur sendenden reflektiert und diese auf Gleichheit prüft. Dieser Echobetrieb vermindert jedoch die Übertragungsgeschwindigkeit sehr stark.

Der erforderliche Aufwand für die Datensicherung gegen Fehler auf dem Übertragungsweg hängt stark von der Auslegung der Datenleitung und den Anforderungen an die Datensicherheit ab. Eine Längsparitätsprüfung des gesamten Datenrahmens dürfte für den landwirtschaftlichen Bereich genügen.

#### Zeitüberwachung und Fehlerbehandlung

Bei der vorgeschlagenen zentralen Teilnehmerauswahl muß die Zentrale, das ist bei der Kommunikation zu den Jobrechnern der Prozeßcomputer und bei der Kommunikation zu den Prozeßcomputern der Betriebscomputer, die Reihenfolge des Aufrufes der Teilnehmer steuern, durch Überwachen der zeitlichen Abläufe auf den Datenleitungen den ordnungsgemäßen Verlauf der Übertragung kontrollieren und bei überlangen Reaktionszeiten bzw. Übertragungsfehlern eine Fehlerbehandlung durchführen. Auch für diesen Bereich sind verbindliche Festlegungen zu vereinbaren.

#### 13.4 Literatur

1)ARKAT, S., 1983

Serielle Datenübertragung. - Elektronik  
H. 11, S. 137-143.

2)ARTMANN, R., 1985

Die Standardisierung der Schnittstelle im Bereich der Prozeßsteuerung und des Betriebscomputers.

- Vortrag: DLG-Ausschuß "Tierische Produktion" 13.03.85 in Alsfeld.

3)ARTMANN, R., 1983

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

Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 4, S. 32-72.

4)ARTMANN, R., 1984

Konzeption eines rechnergestützten Managementsystems zur Fütterung und Tierüberwachung in der Milchviehhaltung.

Vortrag VDI-Tagung Landtechnik in Neu-ULM.

5)ARTMANN, R., 1985

Möglichkeiten und Grenzen der Regeltechnik und Elektronik in Maschinen der Außenwirtschaft.

Vortrag: Wintertagung der österreichischen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik am 11./14.02 in Wien.

6)AUERNHAMMER, H., 1983

Konzepte für den Einsatz computergesteuerter Prozeßsteuerung in der Tierhaltung.

Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan H. 4, S. 5-31.

- 1) JAHNS, G., SPECKMANN, H., 1985  
 Ein Bordcomputerkonzept für Schlepper und angekoppelte Geräte zur Optimierung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse.  
 Grundlagen Landtechnik 35 H. 2, S. 49-54.
- 2) REINER, L., 1985  
 Mit dem Computer in eine neue Ära der Landtechnik.  
 dlz Beilage: Computer Agrar 36 H. 5, S. 7-9.
- 3) RYCHETSKY, W., 1982  
 Ein System zur Datenerfassung und Prozeßkontrolle.  
 Elektronik H. 14, S. 30-34.
- 4) OSCHMITT, W.P., 1983  
 I2-Bus und D2-Bus.  
 Elektronik Entwicklung H. 12, S. 30-34.
- 5) OSCHÖN, H., ARTMANN, R., SCHLÜNSEN, D., 1984  
 Zukunftsorientierte Milchproduktion durch moderne Elektronik.  
 Arbeiten der DLG, Band 181
- 6) WIEMANN; B., RIES, W., PATZ, M., FÄRBER, G., DEMMELMEIER, F., 1984  
 Bussysteme.  
 rtp-Seminar Regeltechnische Praxis 1982 bis 1984.
- 7) ZNERINA, J., BENZ, C., HAUBNER, P., 1983  
 Kommunikations-Ergonomic.  
 Benutzerfreundliche Anwenderprogramme in Maschinenteknik. - Berlin, München.