
Erich Bürger, Gerhard Wittmar

Was ist, was soll Datenverarbeitung

1969 Urania Verlag Leipzig - Jena - Berlin

MSB: Nr. 54

Abschrift und LaTeX-Satz: 2022

<https://mathematikalpha.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Warum elektronische Datenverarbeitung?	4
2	Einführung in die numerische Verarbeitung der Daten	9
2.1	Viele Daten ergeben eine Datei	9
2.2	Die Information	10
2.3	Datenerfassung - Voraussetzung für die Datenverarbeitung	11
2.4	Die Verschlüsselung von Daten	12
2.5	So entstehen Schlüsselzahlen	13
2.6	Ein Bitverstand versteht nur Null und Eins	15
2.7	So rechnet die Datenverarbeitungsanlage	16
2.8	Das Addieren von Tetraden	17
2.9	Die Zeichendarstellung in der Maschinensprache	19
2.10	Die „logische“ Algebra	21
2.11	Schaltungen verknüpfen Daten	22
3	Der Aufbau von Datenverarbeitungsanlagen	25
3.1	Historische Entwicklung von Datenverarbeitungsanlagen	25
3.2	Computer - ein vielgebrauchtes Wort	26
4	Die Datenverarbeitungsanlage besteht aus Baueinheiten	28
4.1	Robotron 300 ist eine mittlere Datenverarbeitungsanlage	30
4.2	Die Eingabe der Daten	33
4.3	Daten werden im Speicher aufbewahrt	35
4.4	Der Magnettrommelspeicher	37
4.5	Der Magnetkernspeicher	38
4.6	Der Magnetplattenspeicher	40
4.7	Der Magnetbandspeicher	41
4.8	Das Rechenwerk verarbeitet die Daten	44
4.9	Der Kapitän der Datenverarbeitungsanlage: Die Steuereinheit	46
4.10	Die Ausgabeeinrichtungen	48
4.11	Die Datenfernübertragung	51
5	Die Programmierung	53
5.1	Wie sag ich's dem Computer?	53
5.2	Die Anlagen „verstehen“ Programmiersprachen	55
5.3	Das sind keine Maschinen: Assembler, Compiler, Generator	55
5.4	Robotron 300 hat einen MOPS	57
5.5	Der Programmablaufplan und der Datenflussplan	59
5.6	Datenverarbeitungsanlagen besitzen Befehlslisten	64
5.7	Wir programmieren!	65
6	Der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen	69
6.1	Wofür sind Datenverarbeitungsanlagen einzusetzen?	69
6.2	Maschinelle Auswertung der Daten von 17 Millionen DDR-Bürgern	71
6.3	Automatische Lohn- und Gehaltsabrechnung	73
6.4	Gewinnung spezieller Informationen aus Wissenschaft und Technik	75
6.5	Bedarfsforschung	78

6.6	Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung technologischer Prozesse	82
6.7	Automatische Gewinnung technologischer Arbeitsinformationen	90
6.8	Automatische Materialdisposition	93
6.9	Optimierung des Transportweges	103
6.10	Die Aufstellung eines Netzwerkes	108
6.11	Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms	114
6.12	Schaffung eines integrierten Datenverarbeitungssystems	117
6.13	Voraussetzungen für die rationelle Nutzung der Datenverarbeitungsanlagen . .	121
7	Blick in die Zukunft	128
7.1	Anwendung der Datenverarbeitung in Forschung und Entwicklung	128
7.2	Computer ermittelt Herzfehler	130
7.3	Übersetzungen mit Hilfe von Computern	131
7.4	Computer als Steuermann	132
7.5	Die Zukunft erfordert „lernende“ Computer	133
8	Literaturhinweise	134

1 Warum elektronische Datenverarbeitung?

Vor 140 Jahren sagte Goethe in einem Gespräch zu Eckermann:

"Ich habe behauptet, die Welt wird durch Zahlen regiert. Das aber weiß ich, dass die Zahlen uns belehren, ob sie gut oder schlecht regiert wird."¹

Mit diesen Worten charakterisierte Goethe die große Bedeutung von Zahlen, aus denen sich wesentliche Erkenntnisse ablesen lassen. Jedoch reicht eine reine Betrachtung von Zahlen heute nicht aus. Die Analyse an Hand von Zahlen ist nur der erste Schritt, gesetzmäßige Beziehungen ablaufender Prozesse zu erforschen.

Der nächste besteht darin, dass die Zahlen zum Planen, Leiten und Regieren unseres gesamten gesellschaftlichen Lebens eingesetzt werden. Beispielsweise dienen sie zur Lösung ökonomischer Probleme in unseren Betrieben. Mit anderen Worten: Zahlen regen zum aktiven Handeln an und nicht nur zu einer Betrachtung.

Konkrete Situationen können mit Hilfe von Zahlen genau eingeschätzt, und bewusst im Interesse der gesamten Gesellschaft verändert werden. Stets regiert der Mensch, nicht die Zahl. Der Mensch geht in unserer Gesellschaftsordnung von den objektiven Gesetzen in Natur und Gesellschaft aus; er erfasst die Gesetze in Zahlen und nutzt sie in seinem Interesse aus. So verlangt unter anderem der Stand des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, die Gesellschaft als Ganzes durch die Verarbeitung von Daten zu planen, zu lenken und zu leiten.

In der Vergangenheit erfolgte, das Sammeln, Verarbeiten und Auswerten der Daten manuell. Durch die Entwicklung der Technik und des gesamten gesellschaftlichen Lebens ergab sich eine immer größere Anzahl von Daten, die zu bearbeiten war, so dass die manuelle Datenverarbeitung nicht mehr ausreichte, ja sogar zum Hemmnis wurde.

Technische Hilfsmittel mussten eingeführt werden, um nicht zu viele Beschäftigte in der Verwaltung einsetzen zu müssen. Als arbeitssparende Mittel wurden zunächst Geräte und dann die verschiedensten Büromaschinen, z. B. Schreibmaschinen, Rechenmaschinen und Buchungsmaschinen eingesetzt.

Auch die Anwendung dieser Rationalisierungsmittel erforderte, dass der Mensch in dem jeweiligen Arbeitsgebiet die Aufgaben selbst durchführte. Die Verarbeitung der Daten erfolgte - wenn auch unter Verwendung von technischen Einrichtungen - noch durch den Menschen. Die Leistungen der verwendeten Büromaschinen waren durch die Fertigkeiten des Menschen begrenzt.

Die weitere Entwicklung war durch das Bestreben gekennzeichnet, Maschinen oder Anlagen einzusetzen, die vom Leistungsvermögen des Menschen unabhängig waren. Die wichtigsten Maschinen für maschinelle Datenverarbeitung sind die Lochkartenmaschinen und die elektronischen Datenverarbeitungsanlagen.

Einzelne Teilaufgaben oder gar alle Aufgaben eines Arbeitsbereiches werden nach einem durch den Menschen festgelegten Ablauf von diesen Maschinen übernommen.

Die Lochkartenmaschinen führen solche Arbeiten wie Sortieren, Mischen, Doppeln und Tabellieren von Lochkarten aus. Außerdem sind Berechnungen in den Grundrechenarten möglich, wobei Summen in die Karten gelocht werden können. Die Ergebnisse werden automatisch gedruckt, wenn zuvor der Arbeitsablauf der Maschinen entsprechend festgelegt wurde.

Viele Arbeiten, wie Lohn- und Materialabrechnungen, Fakturierungen u. a., sind mit Lochkartenmaschinen wesentlich schneller und zuverlässiger durchführbar als bei manueller Datenver-

¹Eckermann, Gespräche mit Goethe, 31. 1. 1830

arbeitung mit Hilfe von Büromaschinen.

Der Nachteil der Lochkartenmaschinen liegt darin, dass der Mensch noch vielfältige Bedienungs- und Steuerungsaufgaben zu erledigen hat. Jede Maschine kann weiterhin nur eine bestimmte Funktion, z. B. Sortieren oder Addieren und Ausdrucken, ausführen, so dass eine genaue manuelle Überwachung und Steuerung des Arbeitsablaufes erforderlich ist.

Diese Mechanisierung ermöglicht noch nicht, ganze Aufgabengebiete selbsttätig bearbeiten zu lassen. Das ist erst durch die Anwendung von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen möglich, die komplex viele Funktionen in der festgelegten Reihenfolge ausüben. Mit ihrer Hilfe können bestimmte Aufgabenbereiche automatisch bearbeitet und kontrolliert werden. Der Mensch greift dann in den Prozess der Datenverarbeitung nur noch kontrollierend ein.

Die Automatisierung der Datenverarbeitung ist dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Datenverarbeitungsanlagen nach einem vom Menschen aufgestellten und in die Anlage eingegebenen Programm Daten übernehmen, Speichern, aufbereiten, übertragen und ausgeben.

Die Steuerung, Kontrolle und Ausführung einzelner Arbeitsgänge durch den Menschen entfällt völlig. Dadurch wird der Mensch von körperlicher und geistiger Routinearbeit entlastet und kann sich der schöpferischen Arbeit widmen. Der Arbeitsprozess wird nun wesentlich schneller ablaufen, da das menschliche Leistungsvermögen nicht mehr die Grenze für die Arbeitsgeschwindigkeit bildet.

Werden elektronische Datenverarbeitungsanlagen zur Lösung umfangreicher Aufgaben eingesetzt, so spricht man von der Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung (EDV).

Die nächsten Jahre sind durch die umfassende Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung gekennzeichnet. Die ständig komplizierter werdenden Aufgaben können nur mit Hilfe neuer Methoden der Planung und Leitung gelöst werden. Dazu sind die Erkenntnisse der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft, der Kybernetik und der Operationsforschung anzuwenden und die elektronischen Datenverarbeitungsanlagen als Leitungsinstrumente einzusetzen.

Die Nutzung der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen für die Sicherung des wissenschaftlichen Vorlaufes, für die schnelle Realisierung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie für die Planung, Lenkung und Kontrolle der ökonomischen Prozesse steht dabei im Vordergrund.

In der Wirtschaft wird mit dem verstärkten Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen - wie später noch ausführlicher gezeigt wird - zugleich eine immer engere Verflechtung der Informationsverarbeitung in Führungssystemen mit der Automatisierung der Projektierung und Konstruktion sowie mit der automatischen Steuerung ganzer Produktionsabschnitte erreicht. Auf diese Weise trägt der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in immer stärkerem Maße dazu bei, ein schnelleres Entwicklungstempo unserer sozialistischen Wirtschaft zu sichern, was für die weitere Verbesserung der Lebenslage der Werktätigen von besonderer Bedeutung ist.

Auch in den übrigen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens wächst die Rolle der elektronischen Datenverarbeitung in den nächsten Jahren rapid an. Der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen führt dort gleichfalls dazu, den Arbeits- und Leitungsprozess zu rationalisieren und den Wirkungsgrad der menschlichen Arbeit zu erhöhen.

So wird z. B. der verstärkte Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung im Bereich des Bil-

dungswesens zur rationellen Vermittlung des Wissens und zu einer weiteren Verbesserung der Lernergebnisse führen.

Darüber hinaus werden sich auch das Gesundheitswesen, der Bereich der Kultur und andere Gebiete sehr stark auf den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung orientieren. Auch die Erhöhung der Wirksamkeit der Wissenschaft als Produktivkraft und der dazu notwendigen sozialistischen Großforschung ist ohne den Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen künftig nicht mehr denkbar. In absehbarer Zeit beeinflusst die Datenverarbeitung direkt oder indirekt die Tätigkeit eines jeden Menschen.

Unabhängig vom jeweiligen Einsatzgebiet nutzt der Mensch, in der sozialistischen Gesellschaft die technischen Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, um den Wirkungsgrad seiner Tätigkeit im Interesse der Gesellschaft und damit im Interesse eines jeden einzelnen Bürgers zu erhöhen.

In der sozialistischen Gesellschaft dienen die elektronischen Datenverarbeitungsanlagen dazu, dem Menschen für die schöpferische Arbeit bei der Schaffung des gesellschaftlichen Systems des Sozialismus erstens bessere Informationen und zweitens mehr Zeit zu gehen.

Dies ist unbedingt notwendig, weil mit der weiteren Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft und des technischen Fortschritts die zu lösenden Probleme immer komplizierter werden. Der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen ist somit ein objektives Erfordernis, denn ohne die praktische Nutzung der Erkenntnisse der modernen Wissenschaften und Technik kann das entwickelte gesellschaftliche System des Sozialismus nicht geschaffen werden.

In diesem Zusammenhang ist es notwendig, darauf hinzuweisen, dass es beim Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung nicht darum gehen kann, wie "Wissenschaftler" in den kapitalistischen Ländern behaupten, den Menschen von allen geistigen Arbeiten zu "befreien", so dass letztlich die geistigen Fähigkeiten des Menschen verkümmern würden.

In der sozialistischen Gesellschaft ist der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens darauf gerichtet, die in einer Vielzahl anfallenden Daten mittels der Erkenntnisse der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft und unter Anwendung mathematischer Methoden programmgesteuert so zu erfassen, zu speichern und zu verarbeiten, dass die Menschen einerseits von einer Reihe zeitaufwendiger Arbeiten befreit werden und andererseits rechtzeitig Informationen mit einem höheren Erkenntniswert erhalten, die eine optimale Steuerung und Regelung der zu leitenden gesellschaftlichen Prozesse ermöglichen.

Der rationelle Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen ist damit ein wichtiger Faktor bei der weiteren Stärkung und Festigung der Arbeiter-und-Bauern-Macht und der sozialistischen Gesellschaft. Da die allseitige Stärkung der DDR unser Beitrag im welthistorischen Kampf zwischen Sozialismus und Imperialismus ist, muss der erfolgreiche Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen als Aufgabe dieser klassenmäßigen Auseinandersetzung betrachtet werden, bei der es um die Grundfrage: "Wer - wen ?" geht.

Den Umstand, dass sowohl in den sozialistischen als auch in den kapitalistischen Ländern in immer größerem Umfang elektronische Datenverarbeitungsanlagen eingesetzt werden, nutzen antikommunistische Ideologen aus, indem sie behaupten, dass u.a. auch durch die wissenschaftlich-technische Revolution und die damit verbundene ständig anwachsende Anzahl von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen der Unterschied zwischen Kapitalismus und Sozialismus aufgehoben, eine zunehmende 'Annäherung' (Konvergenz) der beiden Systeme eintreten und sich eine einheitliche "moderne Industriegesellschaft" herausbilden würde.

Die Vertreter der Konvergenztheorie negieren bei ihren "Beweisführungen" im Gegensatz zu den Erkenntnissen des Marxismus-Leninismus die Rolle der Produktionsverhältnisse völlig. Sie verfolgen damit das Ziel, die objektiv wirkenden Widersprüche des Kapitalismus zu vertuschen, und predigen Klassenfrieden, um die Arbeiterklasse und das ganze werktätige Volk in den kapitalistischen Ländern von der Klassenfrage abzulenken.

Die Ideologen des Imperialismus wollen mit Hilfe ihrer Theorie außerdem eine ideologische Aufweichung und Unterwanderung in den sozialistischen Ländern erreichen.

Infolge der grundlegenden Unterschiede zwischen dem Kapitalismus, der auf dem Privateigentum an Produktionsmitteln basiert, und dem auf gesellschaftlichem Eigentum an Produktionsmitteln beruhenden Sozialismus unterscheidet sich auch die soziale Funktion der wissenschaftlich-technischen Revolution in den beiden Gesellschaftssystemen grundsätzlich voneinander.

Daraus resultiert zwangsläufig eine gegensätzliche Zielsetzung hinsichtlich der Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung. Unter der Herrschaft des Kapitals ist das Streben nach Höchstprofit das bestimmende Ziel der Produktion und regelt damit letztlich auch den Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen.

In der sozialistischen Gesellschaft trägt demgegenüber die elektronische Datenverarbeitung dazu bei, die Quellen des Reichtums zu erschließen, die der Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse aller Mitglieder der Gesellschaft und der allseitigen Entwicklung der Persönlichkeit dienen. Der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen ist also eindeutig den Klasseninteressen untergeordnet.

Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen steht der Mensch im Mittelpunkt. Die elektronische Datenverarbeitung führen wir für die Menschen und mit den Menschen ein. Wichtige Fragen, die vor dem Übergang zur elektronischen Datenverarbeitung unter Einbeziehung aller Werktätigen beantwortet werden müssen, sind:

Wo und wofür setzen wir in unserem Betrieb die elektronische Datenverarbeitung ein ?

Wie ist die Datenverarbeitungsanlage einzusetzen, und wie muss daher die Einsatzkonzeption aussehen, damit ein maximaler volkswirtschaftlicher Nutzen gesichert wird ?

Welche Aufgaben und welche Verantwortung hat der Leiter bei der Einsatzvorbereitung der Anlage ?

Was muss bereits heute organisiert werden, um den Grundanforderungen im Prognosezeitraum gerecht zu werden ?

Das sind aber nur einige der zahlreichen Fragen, die vor dem Einsatz zu klären sind. Hinzu kommen die Untersuchungen, die für die Einsatzkonzeption erforderlich sind. Diese Konzeption muss so aufgebaut sein, dass sie in ihrer Zielstellung, im Inhalt und in der Methode folgendes gewährleistet:

1. Ökonomisch effektivste Nutzung der jeweils gegebenen technischen Möglichkeiten,
2. Berücksichtigung des neuesten Standes in der Forschung auf dem Gebiet der Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen,
3. Auswertung und Nutzung aller Erkenntnisse der mit der Datenverarbeitung in Beziehung stehenden Wissenschaftsdisziplinen, z.B. der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft, Kybernetik, Operationsforschung und der Mathematik.

Erst wenn diese Aufgaben in der Vorbereitungsphase gründlich gelöst wurden, ist eine hohe

Effektivität der elektronischen Datenverarbeitungsanlage für die Planung und Leitung in den verschiedenen Bereichen unserer Volkswirtschaft gesichert.

Nicht immer leuchtet es jedem Menschen, der mit der Datenverarbeitung in Berührung kommt, sofort ein, dass elektronische Anlagen unentbehrliche Instrumente wissenschaftlicher Leitungstätigkeit bei der Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution und bei der Durchsetzung des ökonomischen Systems des Sozialismus sind.

Es muss auch Klarheit darüber bestehen, dass die Einsatzvorbereitung mehrere Jahre dauert und die aktive Mitarbeit der Werktätigen erfordert. Alle - vom Werkdirektor bis zum Schlosser, vom älteren Mitarbeiter bis zum Jugendlichen - werden sich ein Mindestmaß an Kenntnissen in elektronischer Datenverarbeitung aneignen müssen.

2 Einführung in die numerische Verarbeitung der Daten

2.1 Viele Daten ergeben eine Datei

Erst seit etwa 15 Jahren werden die Grundlagen der modernen Datenverarbeitung systematisch erforscht. Wir befinden uns am Anfang einer Entwicklung, die für alle Fachgebiete von großer Bedeutung ist. Verständlicherweise entstehen dabei auch neue Fachbegriffe. Zu ihnen gehört auch der Terminus Datei.

Wie wir in den Abschnitten über die Arbeitsweise und den Aufbau von Datenverarbeitungsanlagen noch kennenlernen werden, besitzt eine elektronische Datenverarbeitungsanlage (abgekürzt EDVA) verschiedene Geräte oder Maschinen für die Eingabe und die Ausgabe der Daten.

Unter einer Datei versteht man die Gesamtheit aller Daten, die über ein bestimmtes Gerät in eine Datenverarbeitungsanlage einzugeben oder über dieses Gerät auszugeben sind. Werden die Daten beispielsweise über eine Lesemaschine für Lochkarten (Kartenleser) der Anlage zugeführt, so wird von Leserdatei gesprochen.

Um eine Druckerdatei handelt es sich, wenn die Daten ausgedruckt werden, oder um eine Locherdatei, wenn die Daten in Lochkarten gestanzt zur Ausgabe gelangen.

In der Praxis wird außerdem eine weitere Variante des Begriffs Datei verwendet. Man geht hier von der Art des Prozesses aus und fasst alle bei einem bestimmten Bearbeitungsprozess auftretenden Daten zu einer Datei zusammen.

Die Datei wird aus Datensätzen gebildet. Unter einem Datensatz ist das Zusammenfassen einer bestimmten Anzahl von Daten zu verstehen, die das gleiche Ordnungsmerkmal besitzen. So entsprechen die Daten auf einem Lohnschein einem Datensatz.

Werden die Daten mit Hilfe von Lochkarten verarbeitet, dann befinden sich in der Regel alle Daten eines Satzes auf einer Lochkarte.

Auf der Umsatzkarte eines Kaufhauses sind beispielsweise alle Daten zusammengefasst, die für eine Analyse benötigt werden (Schlüsselnummer des Artikels, der Menge und des Wertes). Auch sie bilden einen Datensatz.

Über den Umfang und den Inhalt einer Datei gibt die Dateibeschreibung Auskunft. Sie enthält die Bezeichnung der Datei, die Art der in der Datei enthaltenen Datensätze und die Zuordnung der Daten zu dem bestimmten Gerät der Datenverarbeitungsanlage. Sehr vorteilhaft wirkt sich die Dateibeschreibung dann aus, wenn die Daten einer Datei in ein anderes Speichermedium überführt werden müssen.

In diesem Falle braucht nur die Dateibeschreibung ausgetauscht zu werden, da stets eine genaue Übersicht bestehen muss, wo sich die Daten befinden.

Man unterscheidet numerische und alphanumerische Daten. Setzen sich die Daten nur aus Ziffern zusammen (z. B. Betrag, Anzahl der Stunden), so spricht man von numerischen Daten. Müssen jedoch sowohl Zahlen als auch Buchstaben (z. B. Name, Wohnort) und Zeichen (z. B. (Strich, Punkt) verarbeitet werden, so bezeichnet man diese Angaben als alphanumerische Daten.

Abschließend noch ein Hinweis auf die Bezeichnungen Ein- und Ausgabedaten: Alle Daten, die über ein angeschlossenes Gerät in die Anlage eingegeben werden, nennt man Eingabedaten. Werden Daten aus der Datenverarbeitungsanlage ausgegeben, so heißen sie Ausgabedaten. Auch die Begriffe Ein- und Ausgabeinformationen oder Eingangs-, und Ausgangsinformationen sind üblich.

2.2 Die Information

In Verbindung mit der Datenverarbeitung wird oft von Information gesprochen. Schlagen wir in einem Wörterbuch nach, so finden wir, dass dieser Begriff mit den Wörtern Nachricht, Mitteilung, Belehrung oder Auskunft erklärt ist.

Für den allgemeinen Sprachgebrauch ist diese Übersetzung ausreichend, nicht aber für die Verwendung in der Datenverarbeitung.

Hier stellt die Information eine eindeutige Aussage über einen Vorgang, einen Gegenstand oder über eine Erscheinung dar. Die Information kennzeichnet den Vorgang oder Gegenstand, indem bestimmte Merkmale aus einem Merkmalsbereich den Vorgängen oder Gegenständen zugeordnet werden.

Eine ausführliche Darlegung des Begriffs der Information gibt Professor Klaus im "Wörterbuch der Kybernetik". Danach tritt die Information als Folge von kodierten (verschlüsselten) Zeichen aus einem bestimmten Zeichenvorrat in Erscheinung, beispielsweise als Folge von Buchstaben aus dem Vorrat des lateinischen Alphabets.

Auf die Kodierung von Zeichen kommen wir noch zu sprechen, da in der Datenverarbeitungsanlage nur verschlüsselte Zeichen verarbeitet werden können.

Die kleinste Informationseinheit, die bei der Datenverarbeitung auftritt, ist im allgemeinen ein Zeichen. Dieses Zeichen kann ein Buchstabe, eine Ziffer oder ein Symbol sein.

Von großer Bedeutung sind die Informationen in gesellschaftlichen Systemen. Hier treten Informationen in großer Anzahl als Weisungen, Aufgaben, Nachrichten oder Daten auf. Sie müssen zwischen den verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft ausgetauscht und verarbeitet werden. Man spricht deshalb von Informationsflüssen.

Sie bestehen beispielsweise zwischen den Abteilungsleitungen und der Betriebsleitung. Informationsflüsse ergeben sich auch bei der Kontrolle von Warenbeständen. In großen Warenhäusern muss ständig ein Überblick über Zugang, Verkauf und Bestand in jeder Warenposition sowie über die Abweichungen von der geplanten Warenbewegung bestehen.

Dazu mussten in der Vergangenheit aufwendige, zeitraubende Berichte angefertigt werden, um Entscheidungen und Dispositionen durch die Leitung des Warenhauses zu ermöglichen. Es ergaben sich zu große Zeiten, bis der Leitung die erforderlichen Informationen zur Verfügung standen, Aus diesem Grunde wurde für alle Centrum- und Konsument-Warenhäuser unserer Republik eine elektronische Datenverarbeitungsanlage eingesetzt.

Im Interesse der Kunden können nun sehr schnell die Informationen ausgewertet und die Dispositionen aufgestellt werden.

Die Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen bei der Warenkontrolle im Handel ermöglicht nicht nur der Leitung, rasch Entscheidungen zu fällen, sondern vermeidet auch volkswirtschaftliche Verluste.

Was für den Handel zutrifft, gilt natürlich auch für Produktionsbetriebe.

Auch dort kann der Leiter nur schnell und richtig entscheiden, wenn ihm die erforderlichen Informationen zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung für die Verarbeitung und Auswertung der Informationen bildet ihre richtige Erfassung.

2.3 Datenerfassung - Voraussetzung für die Datenverarbeitung

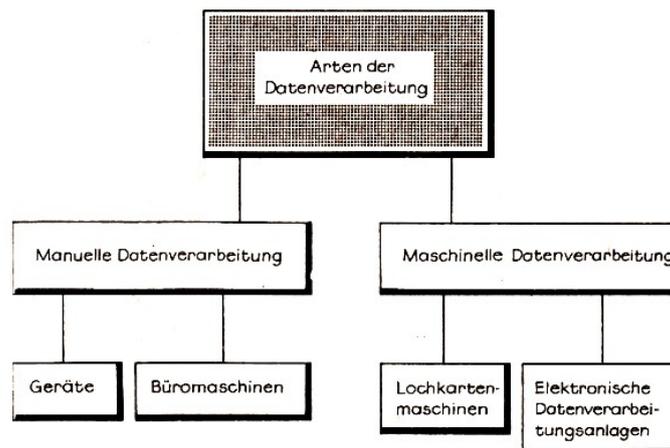
In unseren großen Centrum- und Konsument-Warenhäusern fällt dem aufmerksamen Kunden auf, dass beispielsweise auf den Etikettabschnitten der Konfektion eine mehrstellige Zahl aufgedruckt ist. Sie kennzeichnet in verschlüsselter Form die Ware.

Diese Schlüsselnummer wird mit der Anzahl des verkauften Artikels und seinem Preis in die Registrierkasse eingetippt und auf dem in der Kasse befindlichen Informations- oder Datenträgermagnetband² gespeichert. Es wird periodisch dem Rechenzentrum zur Auswertung durch die Datenverarbeitungsanlage übergeben.

Nicht immer ist die Datenerfassung (DE) bzw. Informationserfassung so günstig durchführbar wie im Warenhaus. In vielen Bereichen der Volkswirtschaft, wo die Datenverarbeitung angewendet werden soll, sind die Primärinformationen oder Primärdaten, wie sie auch genannt werden, in nicht verwertbarer Form vorhanden.

Es sind deshalb zunächst die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die vielen Millionen Daten in Informationsträgern gespeichert und dann der elektronischen Datenverarbeitungsanlage zugeführt werden können.

Diese Arbeiten erfordern sehr viel Sorgfalt, da falsche Informationen auch falsche Resultate ergeben. Deshalb ist es verständlich, dass dem Prinzip der fehlerfreien Arbeit in den Betrieben größte Beachtung geschenkt wird.



Übersicht über die Möglichkeiten zum Durchführen der Datenverarbeitung und die verwendeten Hilfsmittel

Wie die Primärdaten erfasst werden, soll folgendes Beispiel veranschaulichen: Zehntausende Abiturienten bewerben sich in jedem Jahr um einen Studienplatz. Da die Bearbeitung der vielen Unterlagen einen hohen Zeitaufwand erfordert, lag es nahe, diese Tätigkeit mit Hilfe der Datenverarbeitung auszuführen.

In der Vergangenheit schickten die Bewerber die ausgefüllten Formulare an die Hochschule, an der sie ihr Studium aufnehmen wollten. Dort wurden die Unterlagen durch Sachbearbeiter ausgewertet. Diese Art der Datenverarbeitung bezeichnet man als manuell. Soll nun die Bearbeitung der Daten mit Hilfe von Maschinen, also durch Anwendung der maschinellen Datenverarbeitung, erfolgen, so muss man sich erst Gedanken über die günstigste Form der Datenerfassung machen. Es muss ein geeigneter Informations- oder Datenträger ausgewählt

²Alle Gegenstände, die zum Speichern von Daten zur Eingabe in die Datenverarbeitungsanlage oder zum Ausgeben von Daten dienen, sind Datenträger.

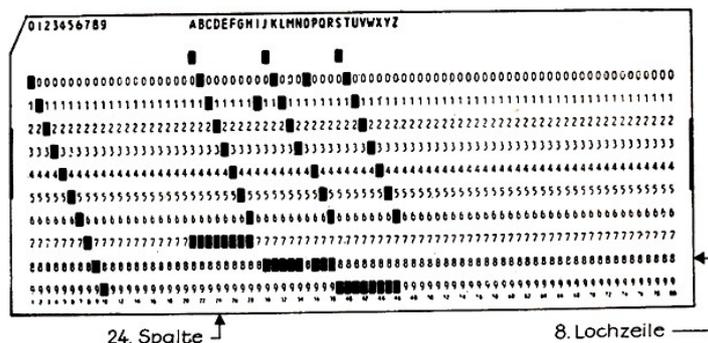
werden.

Auch die erwähnten Formulare für die Bewerbung sind Informationsträger, da auf diesen Bögen die Informationen oder Daten gespeichert vorliegen. Die Bearbeitung durch Maschinen ist aber in dieser Form nicht möglich, weil hierfür noch keine Einrichtungen für das Eingeben in Datenverarbeitungsanlagen zur Verfügung stehen. In der Zukunft werden jedoch auch solche Informationsträger maschinell bearbeitet werden können, da die Fachleute an der Entwicklung von Leseeinrichtungen arbeiten, die das Lesen von gedruckten oder sogar handgeschriebenen Zeichen ermöglichen.

2.4 Die Verschlüsselung von Daten

In den Rechenzentren wird die Datenverarbeitung zur Zeit vorwiegend mit Maschinen vorgenommen, die Lochkarten bearbeiten können. Es lag deshalb nahe, die Erfassung der Daten für die Bewerbung ebenfalls mit Hilfe von Lochkarten vorzunehmen.

Wie aus unserer Darstellung zu erkennen ist, hat jedes Loch auf der Lochkarte eine bestimmte Bedeutung. Die Lochkarte ist in Zeilen und Spalten eingeteilt. Bei der sogenannten Ziffernkarte, um die es sich im vorliegenden Fall handelt, sind die Zeilen und Spalten gekennzeichnet. Die Zeilen verlaufen von links nach rechts und sind von 0 bis 9 nummeriert. Die übereinanderliegenden Ziffern 0 bis 9 werden als Spalte bezeichnet. Die Spalten sind unten am Kartenrand fortlaufend, von links beginnend, mit 1 bis 80 gekennzeichnet.



Die Lochkarte als Beispiel eines Datenträgers mit der Angabe des Zahlen- und Buchstabenschlüssels (Bull-Kode)

Wir haben damit etwas sehr Wichtiges kennengelernt: die Kodierung von Daten in Lochkarten. Der Schlüssel (in der Literatur als Kode bezeichnet) für Zahlen, Buchstaben und Zeichen ermöglicht die Verarbeitung der Daten in der Datenverarbeitungsanlage.

Aus dem Zahlenschlüssel, der in der dargestellten Abbildung angegeben ist, erkennen wir, dass für jede Ziffer ein Loch in der Karte enthalten ist, während jeder Buchstabe durch zwei Löcher in der Spalte gespeichert wird.

Die Ziffern einer Zahl werden fortlaufend in die Spalten in der Weise gelocht, dass auf der entsprechenden Zeile jeweils ein Loch erscheint.

Die Zahl 1967 wird beispielsweise so markiert, dass fortlaufend in vier Spalten, in der ersten, neunten, sechsten und siebenten Zeile ein Loch erscheint. Nach unserer Abbildung werden die Buchstaben A bis H in der folgenden Weise gelocht:

Buchstaben	A	B	C	D	E	F	G	H
Lochung in den Zeilen 7 und	11	0	1	2	3	4	5	6

2.5 So entstehen Schlüsselzahlen

Die Lochzeile 11 ist auf der Lochkarte nicht aufgedruckt und liegt über der Zeile 0. Bei verschiedenen Lochkartenschlüsseln werden für die Buchstaben nicht Löcher in der elften, sondern in der zwölften Lochzeile gestanzt. Diese Zeile liegt auf dem oberen Rand über der elften Zeile und ist ebenfalls nicht durch aufgedruckte Ziffern gekennzeichnet.

Die abgebildete Ziffernkarte ist für die Erfassung von Primärinformationen nicht in jedem Fall geeignet. Es wurden für die verschiedenen Anwendungsfälle Lochkarten mit veränderten Aufdrucken entwickelt, wobei die äußere Form der Karte erhalten blieb.

Als Beispiel wollen wir uns die Karte ansehen, die für Bewerbungen zum Hochschulstudium entworfen wurde. Diese Karte musste von dem Bewerber ausgefüllt und an die Zentralstelle für Studienbewerbungen in Magdeburg gesandt werden.

NAME Argus **VORNAME** Anton **DATUM** 1.7. 1967 **GESCHLECHT** M

PLATZ 501 **SCHILD** Schilda **STRASSE** Hallestr. 11

MEIN LETZTES ZEUGNIS WURDE 7 **NACH ABSCHLUSS DER** 1 **KLASSE** 1 **AUSGESTELLT** 1

PERSONALAUSWEIS-NR. 070003450

HIERMIT BEWERBE ICH MICH ZUM HOCHSCHULDIREKTSTUDIUM 1968/69

NR. DER FACHRICHTUNG 1 **NR. D. HS** 038 **FACHRICHTUNGEN** Mathematik Uni Halle
2 Physik TH Magdeburg

MEINE LETZTEN NOTEN IN DEUTSCH (46), RUSS (47), 2 FREMDSPRACHEN (48), MATHE (49), PHYSIK (50), CHEMIE (51), BIOLOGIE (52), GEORG (53), POLYBILDUNG (54), GESCHICHTE (55), STAATSBK (56), ZEICHN (57), MUSIK (58)

FR. 003000012 **HS.** 03065 **SOZIALE** 11 **HEIMPREF.** 78 **ZEITPUNKT** 8

Lochkarte für Bewerber zum Hochschulstudium mit den ausgefüllten und gelochten Daten

Hier erfolgte im Rechenzentrum die Bearbeitung mit Hilfe einer Kartenlochmaschine. Diese Maschine prägte die schriftlichen Angaben in Lochschrift in die gleiche Karte. Damit war die Voraussetzung für das Bearbeiten der Karten durch Datenverarbeitungsanlagen geschaffen.

Lochkarten, die neben Lochfeldern aufgedruckte Schreibfelder zum Eintragen von Daten enthalten, werden als Verbundlochkarten bezeichnet. Die Daten können sowohl handschriftlich als auch mit einer Schreibmaschine in die Felder eingetragen werden.

Wichtig ist hierbei, dass die Daten keine Fehler enthalten. Die Anlage verarbeitet sonst diese Fehler mit und man erhält falsche Ergebnisse. Außerdem dürfen die Lochkarten, die aus einem dünnen Spezialkarton bestehen, beim Eintragen der Daten nicht beschädigt werden, weil sonst Fehler beim maschinellen Lesen der Daten entstehen.

2.5 So entstehen Schlüsselzahlen

Um die Kapazität der verwendeten Datenträger besser zu nutzen, werden für lange Begriffe Schlüsselzahlen (Schlüsselnummern), gewählt. Das ist auch dort notwendig, wo die eingesetzten Datenverarbeitungsanlagen nur numerische Daten verarbeiten können.

Bei den Bewerberkarten wurde diese Methode gewählt. Um zu verstehen, welche Bedeutung die einzelnen Schlüsselzahlen auf den Bewerberkarten haben, sollen im folgenden Abschnitt einige dieser Zahlen genannt werden.

Auf der Bewerberkarte ist anzugeben, welche Hochschule (Nummer der Hochschule) zum Studium ausgewählt wurde. Die Schlüsselzahlen der auszugsweise aufgeführten Hochschulen sind in umseitiger Tabelle ersichtlich.

2.5 So entstehen Schlüsselzahlen

Schlüsselzahl	Hochschule
01	Humboldt-Universität Berlin
02	Karl-Marx-Universität Leipzig
03	Martin-Luther-Universität Halle
04	Friedrich-Schiller-Universität Jena
05	Universität Rostock
06	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
10	Technische Universität Dresden
11	Bergakademie Freiberg
12	Technische Hochschule "Otto von Guericke" Magdeburg
13	Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt

Schlüsselzahl	Fachrichtung	Studium an folgender Hochschule möglich
001 00 00	Mathematik	01, 02, 03, 04, 05, 06, 10, 11, 12, 13
003 00 00	Physik	01, 02, 03, 04, 05, 06, 10, 12, 13
121 02 00	Wärmetechnik	10, 13
121 06 00	Werkzeugmaschinenbau	10, 13
121 15 00	Verarbeitungsmaschinen	10
122 01 00	Fertigungstechnik	10, 12, 13
122 08 00	Plastverarbeitung	10, 13
122 44 00	Elektronische Datenverarbeitung	13
124 00 00	Regelungstechnik	10, 12, 13
131 01 00	Elektrische Maschinen und Antriebe	40
132 05 00	Elektronik	12
201 01 00	Landwirtschaft (Pflanzenproduktion)	03, 05
201 02 00	Landwirtschaft (Tierproduktion)	01, 02
301 00 00	Humanmedizin	01, 02, 03, 04, 05, 06
407 01 00	Rechtswissenschaft (Rechtspflege)	01
407 02 00	Rechtswissenschaft (Wirtschaftsrecht)	02, 03
901 03 01	Lehrerstudium (Chemie und Mathematik)	02, 05, 10

Auf der dargestellten Bewerberkarte wurden die Universität Halle (03) und die TH Magdeburg (12) angegeben. Die Ziffern werden im Rechenzentrum in die Lochkarte als Lochschrift übertragen.

Mit Hilfe der Sortiermaschine lassen sich dann sehr schnell alle Karten aussortieren, auf denen z. B. die Universität Halle als Studienort gewünscht wird. Außer der Hochschule ist jedoch noch die Fachrichtung zu benennen, die der Bewerber einschlagen möchte. Für deren Kennzeichnung wurde das Schlüsselverzeichnis gewählt, das auszugsweise von uns abgedruckt wird (siehe obere Tabelle).

In der Bewerberkarte sind als Beispiel, die Zahlen 001 00 00 (Mathematik) und 003 00 00 (Physik) eingetragen.

In ähnlicher Weise werden für die verschiedensten Aufgaben bei der Vorbereitung der Datenverarbeitung in den Betrieben Schlüsselzahlen gebildet: Dieses Verschlüsseln hat auch den Vorteil, dass im Speicher der Datenverarbeitungsanlage weniger Platz benötigt wird. Für zahlreiche Aufgaben wird dadurch aber erst die Voraussetzung für die Anwendung der Datenverarbeitung geschaffen.

2.6 Ein Bitverstand versteht nur Null und Eins

In den nächsten Abschnitten wollen wir uns etwas mit der Theorie beschäftigen, damit wir die Arbeitsweise der Datenverarbeitungsanlagen verstehen. Dazu soll zunächst der "Verstand" der Elemente in einer Anlage betrachtet werden.

Schon Leibniz hatte im 17. Jahrhundert nachgewiesen, dass es außer dem gebräuchlichen Dezimalsystem mit den Ziffern 0 bis 9 noch andere Zahlensysteme gibt. Er machte besonders auf das dyadische System (auch als binäres System, Dualsystem oder Zweiersystem bezeichnet) aufmerksam, weil es für das Rechnen mit Maschinen Vorzüge besitzt.

Während beim Dezimalsystem zur Darstellung von Zahlen 10 Ziffern erforderlich sind, also die Basis (Grundzahl) 10 ist, hat das Dualsystem die Basis 2, da nur zwei Ziffern verwendet werden, nämlich 0 und 1.

Zur Unterscheidung von der dezimalen Eins wird für die duale Eins meist das Zeichen L geschrieben.

Selbstverständlich können die Zahlen von einem System in das andere umgerechnet werden. Am Beispiel der Zahl 25 soll eine solche Umrechnung erläutert werden.

Durch Zerlegung lässt sich diese Zahl wie folgt darstellen ($10 = 10^1$; $1 = 10^0$):

$$25 = 20 + 5 = 2 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$

Indem die Zehnerpotenzen nicht berücksichtigt werden, entsteht die Zahl 25 im Dezimalsystem. Übertragen wir diese Kenntnisse auf die Umrechnung der Zahl 25 in das Dualsystem.

Dabei wird diese Zahl so zerlegt, dass statt der Potenzreihe von 10 eine solche von 2 gebildet wird ($2^0 = 1$; $0 \cdot 2^w = 0$). Die höchste Potenz beträgt $2^4 = 16$.

$$25 - 16 = 9; \quad 9 = 8 + 1 = 2^3 + 2^0$$

Um eine vollständige Reihe der fallenden Potenzen von 2 zu erhalten, müssen wir schreiben:

$$25 = 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Werden die Zweierpotenzen nicht beachtet, so erhält man die Zahl 25 in Dualschreibweise ($1 \hat{=} L$): LLOOL.

Für die Dezimalziffern gilt dann die in der Tabelle enthaltene duale Darstellung.

Dezimalziffern	Stellenwert	Dualziffer
0	$= 0 \cdot 2^0$	0
1	$= 1 \cdot 2^0$	L
2	$= 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	LO
3	$= 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	LL
4	$= 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	L00
5	$= 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	L0L
6	$= 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	LLO
7	$= 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	LLL
8	$= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	L000
9	$= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	L00L

Eine große Bedeutung gewann das Dualsystem durch die Anwendung in den Digitalrechnern und Datenverarbeitungsanlagen.

Die in den Datenverarbeitungsanlagen eingesetzten Bauelemente sind Relais, Transistoren, magnetische Werkstoffe usw. Ihnen ist gemeinsam, dass sie nur zwei stabile Zustände einnehmen können. Bei einem Relais sind das beispielsweise die zwei Kontaktstellungen: Kontakt geschlossen oder geöffnet.

Ähnlich verhält es sich auch mit anderen Bauelementen, die in den modernen elektronischen Anlagen angewendet werden.

Es lag nun nahe, diesen zwei Zuständen die beiden Ziffern 0 und 1 des Binärsystems zuzuordnen. Damit wurde die Grundlage für das elektronische Rechnen mit Hilfe von modernen Bauelementen geschaffen.

Eine Binärziffer bezeichnet man als Bit³. Ein Bit kann damit die Binärziffer 0 oder 1 sein. Die Informationstheorie verwendet 'bit' als die Einheit der Information. Das Bit stellt eines von zwei möglichen Ereignissen dar. In der Datenverarbeitung ist ein Bit das kleinste zu verarbeitende Datenelement. Jedes Zeichen wird aus einer festgelegten Zahl von Bits gebildet.

Ein Bauelement ermöglicht somit, die zwei Bits darzustellen.

Der "Bitverstand" einer jeden Datenverarbeitungsanlage ist dadurch in der Lage, die Binärziffern 0 und 1 zu "verstehen". Ist es aber möglich, mit diesen zwei Ziffern zu rechnen ?

2.7 So rechnet die Datenverarbeitungsanlage

Das Rechnen im Binärsystem ist wesentlich einfacher als im Dezimalsystem. Uns erscheint es nur zunächst schwieriger, weil es ungewohnt ist.

Sehen wir uns zunächst die Addition von Binärziffern an.

Gegenüber den Rechenregeln für Null und Eins im Dezimalsystem gibt es nur einen Unterschied in der Addition von zwei 1-Ziffern. In dem Fall entsteht ein Übertrag (Ü) von 1 in die nächsthöhere Stelle, weil es keine Ziffer Zwei im Binärsystem gibt:

$$1+0=1, \quad 0+1=1, \quad 0+0=0, \quad 1+1=0$$

$1+1=0$ ist eigentlich 10, mit Übertrag von 1 in die nächsthöhere Stelle.

Die Grundregeln für die Subtraktion sind ähnlich wie die für das Addieren aufgebaut, da die Umkehrung vorliegt:

$$1-0=1, \quad 1-1=0, \quad 0-0=0, \quad 0-1=1$$

$0-1=1$ erfolgt mit Übernahme eines 1 aus der nächsthöheren Stelle.

Die Grundregeln sind - bis auf die Operation $0-1=1$ mit Ü - so angewandt wie im Dezimalsystem, nur dass die eine 1 aus der nächsthöheren Stelle abzuziehen ist, wenn eine 0 vorliegt.

Im Dezimalsystem wird eine solche Rechnung ähnlich durchgeführt, indem beispielsweise bei der Subtraktion eines großen Ziffernwertes von einem kleinen aus der nächsthöheren Stelle ein Übertrag vorgenommen wird. (Dieser Fall tritt auf, wenn bei der Subtraktion zweier Zahlen die Ziffern 3 und 9 im Dezimalsystem zu subtrahieren sind.)

Im allgemeinen werden die Grundrechenarten Multiplikation und Division im Rechenwerk der Datenverarbeitungsanlage auf Additionen und Subtraktionen zurückgeführt, da sich die Additionen in den Anlagen sehr schnell und mit geringem technischem Aufwand realisieren lassen.

³Die Bezeichnung Bit ist der englischen Sprache entnommen und entspricht der Abkürzung aus binary digit (Binärziffer).

Es ist aber auch möglich, die Multiplikation im Binärsystem vorzunehmen, wobei folgende Grundregeln gelten:

$$L \cdot 0 = 0, \quad 0 \cdot L = 0, \quad 0 \cdot 0 = 0, \quad L \cdot L = L$$

Da die Division durch eine Folge von Subtraktionen in der Datenverarbeitungsanlage realisiert wird, soll sie nicht weiter beschrieben werden. Die Verschiebungen werden in ähnlicher Form im Rechenwerk durchgeführt, wie es bei den Dezimalzahlen erfolgt.

Soll beispielsweise eine Zahl mit 10 multipliziert werden, so verschiebt sich das Komma nach rechts. Bei der Division durch 10 rückt die Dezimalzahl nach rechts, oder das Komma wird um eine Stelle versetzt.

Unsere Dezimalziffern werden z. B. im Robotron 300 in Kombinationen von jeweils 4 Bits dargestellt. Man spricht von Tetraden. Es gibt viele Möglichkeiten, die Dezimalziffern in Tetraden zu verschlüsseln. Eine oft verwendete ist die direkte Verschlüsselung der Dezimalziffern, bei der folgende Zuordnung gilt:

Dezimalziffer	Binärziffern
0	0000
1	000L
2	00L0
3	00LL
4	0L00
5	0L0L
6	0LL0
7	0LLL
8	L000
9	L00L

Auf den ersten Blick erscheint die Zuordnung der 4 Binärziffern in dieser Gegenüberstellung recht willkürlich. Bei näherer Betrachtung erkennt man jedoch die Gesetzmäßigkeit, wenn der Stellwert für jede Binärziffer berücksichtigt wird.

Als Beispiel soll die Verschlüsselung von einigen Dezimalziffern im einzelnen untersucht werden. Die Dezimalziffern zwei und sieben erhält man folgendermaßen:

$$2 \hat{=} 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 00L0$$

$$7 \hat{=} 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 0LLL$$

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass durch die Multiplikation des Stellenwertes (Wertigkeit oder Gewicht) der einzelnen Bits der Tetrade (2^3 , 2^2 , 2^1 und 2^0) mit den Binärziffern 0 oder L sich die Dezimalziffer in ihrem Wert ergibt, wenn die Queraddition vorgenommen wird. (Im Grunde handelt es sich nur um eine Ergänzung der Dualziffern in unserer Tabelle auf jeweils 4 Bits).

2.8 Das Addieren von Tetraden

Ganz ohne Schwierigkeiten ist das Rechnen mit Tetraden nicht, wie die folgenden Beispiele zeigen mögen. Es sind hierbei einige Regeln zu beachten, auf die beim Addieren von tetradisch verschlüsselten Dezimalzahlen hingewiesen werden soll.

Keine Probleme treten bei der Addition dieser Aufgaben auf ($L+0=1$; $L+L=L0=0$ mit Übertrag L):

$$\begin{array}{r} \text{dual: } \quad \begin{array}{r} 0L0L \\ +00LL \\ \hline L000 \\ \text{ÜÜÜ} \end{array} \quad \text{entspricht dezimal: } \quad \begin{array}{r} 5 \\ +3 \\ \hline 8 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{dual: } \quad \begin{array}{r} 000L \\ +0L00 \\ \hline 0L0L \end{array} \quad \text{entspricht dezimal: } \quad \begin{array}{r} 1 \\ +4 \\ \hline 5 \end{array} \end{array}$$

Hier brauchte man nur nach den Grundregeln des binären Rechnens zu verfahren. Im ersten Beispiel mussten jedoch die Überträge (Ü) berücksichtigt werden. Anders ist es bei den folgenden Fällen:

$$\begin{array}{r} 1. \quad \begin{array}{r} 0LLO \quad 6 \\ +0L00 \quad +4 \\ \hline L0LO \quad 10 \end{array} \quad 2. \quad \begin{array}{r} L00L \quad 9 \\ +0LLO \quad +6 \\ \hline LLLL \quad 15 \end{array} \end{array}$$

Wir erhalten Tetraden, die nicht der festgelegten Verschlüsselung entsprechen, wie sie auf der vorherigen Seite angegeben war.

Mit den 4 Bits einer Tetrade lassen sich nicht nur die Dezimalziffern 0 bis 9, sondern sechs weitere Zahlen (10 bis 15) darstellen. Wenn Zahlen beim Rechnen im Rechenwerk der Datenverarbeitungsanlage auftreten, die größer als 9 sind, dann muss eine Korrekturtetrade zum Zwischenergebnis addiert werden. Diese Korrekturtetrade hat bei der erwähnten direkten Verschlüsselung die Größe 0LLO ($\hat{=}$ 6). Führen wir die Korrektur bei Beispiel 1 durch, so erhalten wir das erwartete Ergebnis:

$$\begin{array}{r} \\ \leftarrow \text{Korrekturtetrade} \\ 0000 \\ \text{ÜÜÜ} \\ \text{Zehmertetrade} \quad \text{Einertetrade} \end{array}$$

Unter Berücksichtigung der Überträge (Ü) ergibt sich in der Einertetrade das richtige Ergebnis (0), jedoch erfolgt gleichzeitig ein Übertrag in die Zehmertetrade, die nun den Wert 1 hat. Damit liegt das Gesamtergebnis mit 10 fest.

Ohne erst an einem Beispiel nachzuweisen, soll kurz darauf hingewiesen werden, dass bei der Subtraktion analog zu verfahren ist, falls eine Tetrade auftritt, deren Wert größer als 9 ist. (Man nennt eine solche Tetrade auch Pseudotetrade.)

Ein Beispiel soll nun abschließend die Addition von mehrstelligen Dezimalzahlen zeigen. Folgende Zahlen wurden gewählt:

$$\begin{array}{r} \text{Augend + Addend = Summe} \quad 1285 + 6643 = 7928 \\ \\ \begin{array}{r} 000L \quad 00L0 \quad L000 \quad 0L0L \quad \text{Augend } (\hat{=} 1285) \\ +0LLO \quad 0LL0 \quad 0L00 \quad 00LL \quad \text{Addend } (\hat{=} 6643) \\ \hline 0LLL \quad L000 \quad LL00 \quad L000 \quad \text{nichtkorrigierte Summe} \\ \text{ÜÜ} \text{Übertrag} \\ + 0LLO \quad \text{Korrekturtetrade} \\ \hline + L \text{Übertrag durch Korrektur} \\ \hline 0LLL \quad L00L \quad 00L0 \quad L000 \quad \text{korrigierte Summe } (\hat{=} 7928) \\ \text{ÜÜ} \end{array} \end{array}$$

Durch die Addition von Augend (1285) und Addend (6643) entsteht die unkorrigierte Summe, wobei eine Tetrade den Wert LL00 ($\hat{=}$ 12) besitzt.

Addiert man zu diesem Wert die Korrekturtetrade, so erhält man die korrigierte Summe. Bei den übrigen Summen ist es nicht erforderlich, eine Korrektur vorzunehmen. Das Ergebnis der Tetraden entspricht den verschlüsselten Dezimalziffern.

Beim Addieren ergibt sich ein Übertrag von der zweiten zur dritten Tetrade, da die Addition wie im Dezimalsystem von rechts beginnt. Die übertragene Ziffer L ist mit angegeben und wird zur dritten Tetrade mit addiert. Damit lautet die korrigierte Summe 0LLL L00L 00L0 L000 ($\hat{=}$ 7928).

2.9 Die Zeichendarstellung in der Maschinensprache

Wir haben das Verschlüsseln und Addieren der numerischen Daten (Zahlen) in der Datenverarbeitungsanlage kennengelernt.

Auch die alphanumerischen Daten müssen in die Maschinensprache umgewandelt werden. Da die Maschine nur die Binärziffern 0 und L "versteh", ist die Umwandlung in Binärziffern-Kombinationen erforderlich.

Moderne Datenverarbeitungsanlagen sind so aufgebaut, dass sie "Zeichen" verarbeiten. Ein Zeichen kann ein Buchstabe, eine Dezimalziffer oder ein Sonderzeichen sein, wie es beim Schreiben verwendet wird. Man spricht in diesem Falle von einer zeichenorganisierten Anlage, im Gegensatz zur wortorganisierten Anlage, die Worte verschlüsselt verarbeitet.

Auf den Begriff "Wort" in der Datenverarbeitung werden wir bei der Behandlung des Rechen- und Steuerwerks der Anlage noch zurückkommen.

Um einen gewissen Umfang von Zeichen zu erhalten, wird eine bestimmte Anzahl von Binärkombinationen, die aus 0 und 1; bestehen, benötigt. Für die Darstellung der Dezimalziffern reichen bekanntlich Viererkombinationen (Tetraden) aus.

Maximal lassen sich jedoch mit Hilfe der Tetraden nur 16 Zahlen darstellen. Das ist aber für die Verschlüsselung der Schriftzeichen nicht ausreichend. Es müssen also noch mehr Binärstellen gewählt werden.

Soll eine bestimmte Anzahl von Zeichen (z) festgelegt werden, so lässt sich die erforderliche Anzahl der Binärstellen (i) aus der Beziehung $z = 2^i$ ermitteln.

Für 8 Binärstellen ($i = 8$) ergeben sich beispielsweise $z = 2^8 = 256$ verschiedene Zeichen. Diese Zahl ist in jedem Falle ausreichend, auch wenn später in der Datenverarbeitung bei neuen Anwendungsfällen weitere Zeichen hinzukommen.

Bei Robotron 300 wird ein Zeichenschlüssel mit 8 Binärstellen verwendet (siehe Tabelle). Dieser Kode wird auch als 8-Bit-Kode bezeichnet. Die 8 Binärstellen haben folgende Bedeutung:

Zeichenstruktur (R 300)

W	V	U	P	8	4	2	1
---	---	---	---	---	---	---	---

W = Wortmarkenbit, V,U = Überbits, P = Prüfbit, 8,4,2,1 = numerische Bits

Für die Wiedergabe der numerischen Daten sind die Binärstellen 8, 4, 2 und 1 ausreichend. Um die alphanumerischen Daten insgesamt darstellen zu können, erfolgt die Erweiterung durch die Binärstellen für die Überbits V und U.

Aus der Zuordnung zwischen Binärstellen und Zeichen, die in der abgebildeten Tabelle ange-

geben ist, erkennen wir die Wahl einer direkten Verschlüsselung beim Kode des R 300 für die Dezimalziffern. Danach werden diese Ziffern folgendermaßen in der Anlage verarbeitet:

Überbits	numerische Bits	Dezimalziffer
00	0000	0
00	000L	1
00	00L0	2
00	00LL	3 usw.

Für die alphabetischen Zeichen wurde in der Zuordnung jeweils die Kombination der Binärstellen für die Überbits verändert, so z.B.:

Überbits	numerische Bits	Zeichen
0L	0000	+
0L	000L	A
0L	00L0	B
0L	00LL	C usw.

Die Bedeutung der weiteren Zeichen geht aus der nachstehenden Tabelle hervor. Darunter ist angegeben, welche Binärstellen für die Überbits und den numerischen Teil vorgesehen sind. An der mit P gekennzeichneten Stelle wird entweder die Binärziffer L oder 0 erscheinen, so dass die Anzahl der L-Bits für ein Zeichen stets ungerade wird.

Numerischer Teil	Überbits				
	00	0L	L0	LL	
0000	0	+	-	-0	'
000L	1	A	J	-1	/
00L0	2	B	K	-2	S
00LL	3	C	L	-3	T
0L00	4	D	M	-4	U
0L0L	5	E	N	-5	V
0LL0	6	F	O	-6	W
0LLL	7	G	P	-7	X
L000	8	H	Q	-8	Y
L00L	9	I	R	-9	Z
L0L0	□	~	≈	≈	
L0LL	#	.)	,	
LL00	(;	*	%	
LL0L	:	!	=	^	
LLL0			<	>	
LLLL]	"	?	[

Dadurch ist es möglich, nach jedem Datentransport in der Anlage automatisch zu prüfen, ob die Anzahl der L-Bits ungerade ist. Es lassen sich so Übertragungsfehler sofort feststellen und durch geeignete elektronische Schaltungen in der Anlage unter Umständen automatisch korrigieren.

Man erreicht durch diese Maßnahme eine hohe Betriebssicherheit bei der Datenverarbeitung.

Das Wortmarkenbit W hat die Aufgabe, das Ende eines Wortes anzugeben. Dies geschieht mit Hilfe einer L-Ziffer an der durch W gekennzeichneten Stelle.

2.10 Die „logische“ Algebra

In den Anlagen zur Datenverarbeitung sollen die eingegebenen Daten nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten automatisch verarbeitet werden. Dazu sind Schaltungen notwendig, die mit Hilfe elektronischer Bauelemente logisch aufgebaut sind.

Diese Schaltkreise für große und schnell arbeitende Datenverarbeitungsanlagen zu entwickeln erforderte recht umfangreiche Arbeiten, wobei Fachleute der verschiedensten naturwissenschaftlich-technischen Wissensgebiete zusammenwirken mussten, um zu funktionssicheren Grundschaltungen zu kommen.

Es wurden bei dem Entwurf der Datenverarbeitungsschaltungen die Grundlagen der logischen Algebra verwendet, da mit Hilfe dieses Teilgebietes der Mathematik optimale Schaltnetzwerke entwickelt werden konnten.

Die Algebra ist eine der ältesten mathematischen Disziplinen, deren Anfänge bis ins Altertum zurückreichen. Eine für die Rechentechnik und Datenverarbeitungstechnik bedeutungsvolle Weiterentwicklung erfuhr die Algebra durch das von Boole und de Morgan um 1847 entwickelte System der mathematischen Logik, heute als Algebra der Logik oder Boolesche Algebra bezeichnet.

Die Anwendung dieser Algebra machte es möglich, von dem anfänglichen Probieren bei der Entwicklung von günstigen Schaltungen abzugehen und stattdessen optimale Lösungsvarianten für die Verknüpfungsschaltungen von Rechengrößen anzugeben. Damit war die Schaltalgebra als Lehre zum Verknüpfen von technischen Bauelementen für Schaltnetzwerke gefunden.

Die Schaltalgebra ermöglicht es, diejenige Schaltung zu ermitteln, die eine minimale Zahl von Bauelementen aufweist. Außerdem kann überprüft werden, ob die vorhandenen Schaltungen der geforderten Funktion entsprechen.

Als ein Zweig der sogenannten reinen oder formalen Logik hat sich die Algebra der Logik entwickelt. Sie befasst sich mit Aussagen, die unabhängig vom besonderen Gegenstand nur nach dem Wahrheitsgehalt betrachtet werden. Während wir bei der uns bekannten Algebra nur Zahlen als Bezugselemente benutzen, sind es bei dieser "logistischen" oder logischen Algebra Verknüpfungen zwischen dem Wahrheitsgehalt verschiedener Aussagen.

Bei der zweiwertigen Logik, die für die Schaltalgebra von Interesse ist, sind nur zwei Aussagen möglich, und zwar kann danach etwas logisch "falsch" oder "wahr" sein.

Eine dritte Möglichkeit gibt es nicht. Damit ist die Verbindung zu den Bauelementen wieder hergestellt, die ja auch nur zwei Zustände einnehmen können, wobei die eine Aussage der "0" und die andere der "1" entspricht.

Doch betrachten wir nun das Wesen der logischen Algebra an einem Beispiel aus dem täglichen Leben.

Dazu werden zunächst zwei Aussagen a und b genannt. Die Aussage a soll bedeuten "Es ist Sommer" und b "Wir wandern". Diese Aussagen sollen in einen funktionellen Zusammenhang gebracht werden, d. h., wir verknüpfen diese Aussagen:

"Im Sommer wandern wir",

oder in einer deutlicheren Abhängigkeit so geschrieben:

"Wir wandern, wenn es Sommer ist".

Bei der Betrachtung der Aussagen a "Es ist Sommer" und b "Wir wandern" stellt man fest, dass jede dieser Aussagen nur wahr (richtig) oder falsch (unrichtig) sein kann. Eine andere

Möglichkeit. scheidet aus.

Eine Verknüpfung der Aussage a mit b , wenn a wahr ist und b von a abhängig ist, stellt die Aussage "Wir wandern, wenn es Sommer ist" dar. Die Aussagen a und b stehen hier im funktionellen Zusammenhang, wobei die Aussage a hinsichtlich ihres Wahrheitsgehalts als unabhängige Variable und b als abhängige Variable aufgefasst wird.

Werden noch weitere Aussagen zur Festlegung des Wahrheitsgehalts einer neuen Aussage verwendet, so entstehen Funktionen mehrerer Variabler.

So können beispielsweise die Aussagen a und b mit einer weiteren Aussage c "Es regnet" in logischen Zusammenhang gebracht werden:

"Wir wandern im Sommer, wenn es nicht regnet".

Aus diesem Satz kann man entnehmen, dass b nur wahr sein wird, wenn die Aussage a wahr ist und gleichzeitig die Aussage c falsch ist. Somit ist c eine logische Funktion von a und b . Wird eine weitere Aussage d "Es ist Winter" hinzugenommen, so entsteht ebenfalls wieder ein logischer Zusammenhang, wenn wir d mit a und b verknüpfen, z. B. in der Form:

"Wir wandern im Sommer oder Winter".

Hieraus ist zu erkennen, dass die Aussage "Wir wandern" in Bezug auf den Wahrheitsgehalt mit b und d ebenfalls in einem logischen Zusammenhang steht. Es wird die Aussage "Wir wandern" wahr sein, wenn b oder d wahr ist. Hier ist eine andere logische Funktion entstanden.

Aus diesen Beispielen können wir bereits ableiten, dass alle Aussagen a , b usw., die als Variable zu betrachten sind und in der Schaltalgebra die zwei Zustände 0 und 1 annehmen können, in einem bestimmten, logischen Zusammenhang stehen.

Die Abhängigkeit dieser Variablen wird in der Schaltalgebra als Funktion angegeben.

2.11 Schaltungen verknüpfen Daten

Wir wollen uns nun die logischen Funktionen der Schaltalgebra näher ansehen, da sie als Grundlage zum Aufbau von Schaltungen dienen und die Daten verknüpfen.

Die Und-Funktion wird auch als Konjunktion oder logisches Produkt bezeichnet.

Mit dieser Funktion wird nicht gekennzeichnet, wie addiert wird, sondern man stellt mit Hilfe dieser Funktion dar, wie die "logische Addition" als Operation in der Booleschen Algebra ausgeführt wird. Leider haben sich in der Literatur für diese Operation die verschiedensten Schreibweisen eingebürgert.

Werden die zwei veränderlichen Größen mit x_1 und x_2 bezeichnet, so lässt sich diese Funktion wie folgt angeben:

$$y = x_1 \wedge x_2$$

Außerdem werden noch solche Operationszeichen verwendet, wie $\&$, das auf den Kopf gestellte \cup (\cap) oder ein Punkt, der auch fehlen kann. Alle diese Zeichen werden aber beim Lesen mit "und" ausgesprochen, obwohl es sich um die logische Multiplikation handelt.

Wenn das auch nicht sinnvoll erscheint, so ist doch zu berücksichtigen, dass hier die Unterscheidung zwischen der uns bekannten Algebra und der Booleschen Algebra gemacht werden muss. Dazu reichen eben auch nicht die bekannten Schrift- und mathematischen Zeichen aus, so dass neue "erfunden" wurden.

Die Oder- Funktion wird auch als Disjunktion, logisches Oder oder logische Summe bezeichnet. Die Zeichen für diese Operation sind auch wieder unterschiedlich. In der Literatur wird die Schreibweise

$$y = x_1 \vee x_2$$

vorwiegend benutzt, aber außerdem die Zeichen + und \cup . Gelesen wird das Zeichen stets mit "oder", wobei es gleich ist, wie es geschrieben wurde.

Relativ einfach sowohl in der Schreibweise als auch in der mathematischen Darstellung ist die Nicht-Funktion. Die Variable wird \bar{x} oder x' dargestellt und "nicht x" gesprochen. Wiedergegeben wird wein Operation in der Form:

$$y = \bar{x}$$

Die Nicht-Funktion wird Negation oder Inversion genannt.

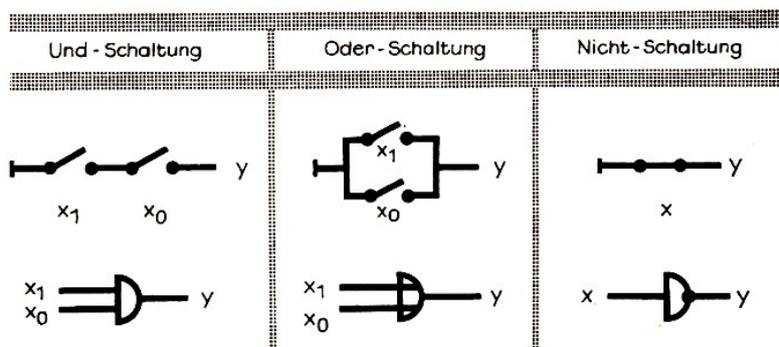
Diese drei logischen Grundfunktionen sollen in einer tabellarischen Darstellung gegenübergestellt werden, wobei die möglichen Größen (0 oder L) für die Variablen eingesetzt wurden:

Und-Funktion			Oder-Funktion			Nicht-Funktion	
x_1	x_2	$y = x_1 \wedge x_2$	x_1	x_2	$y = x_1 \vee x_2$	x	$y = \bar{x}$
0	0	0	0	0	0	0	L
0	L	0	0	L	L	L	0
L	0	0	L	0	L		
L	L	L	L	L	L		

Aus dieser Übersicht ist sehr leicht die Definition der Größe y abzulesen.

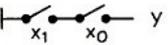
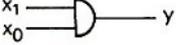
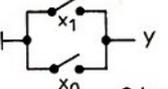
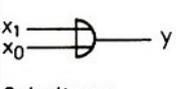
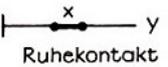
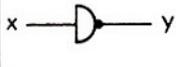
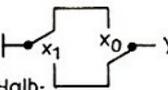
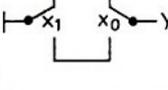
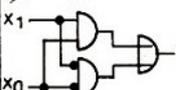
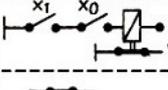
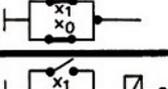
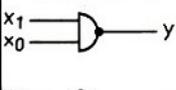
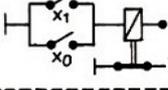
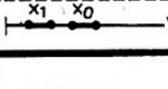
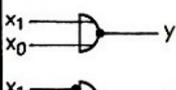
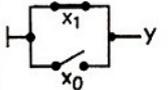
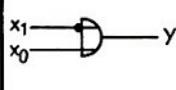
Bei der Und-Funktion ist nur dann $y = L$, wenn beide Variablen gleich L sind. Wie der Name schon sagt, braucht bei der Oder-Funktion nur eine Variable den Wert L anzunehmen, damit $y = L$ wird. Noch einfacher ist die Nicht-Funktion, da in dem Fall nur eine Vertauschung, also "Negierung" , erfolgt.

Die Gesetze der Booleschen Algebra können durch Schaltkreise nachgeprüft werden. Am anschaulichsten sind Darstellungen mit Hilfe von Kontakten. In dem unten abgebildeten Schema sind die drei Grundschaltfunktionen "Und", "Oder", "Nicht" als Kontaktschaltungen zu sehen. Darunter sind die Symbole für die kontaktlose Darstellung der gleichen Schaltungen gezeichnet.



Realisierung der drei Grundschaltungen "Und-Funktion", "Oder-Funktion" und "Nicht-Funktion" als Kontaktschaltungen und kontaktlose Schaltungen

Es gibt neben diesen drei Grundschaltungen eine Reihe weiterer Funktionen, die durch einfache Schaltkreise dargestellt werden können. Für die interessierten Leser wurden die weiteren Schaltungen in der Tabelle zusammengestellt.

Nr.	Bezeichnung der Funktion	Tabellarische Darstellung	Schreibweise der Gleichungen	Kontaktrealisierung	Signalflußbild (Schaltungssymbol bei kontaktloser Realisierung)															
1	Und-Funktion, Konjunktion	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	0	0	L	0	L	0	0	L	L	L	$y = x_1 \wedge x_0$ $= x_1 \cdot x_0$ $= x_1 \cdot x_0$ $= x_1 \cap x_0$	 Und-Schaltung	 Und-Schaltung
x_1	x_0	y																		
0	0	0																		
0	L	0																		
L	0	0																		
L	L	L																		
2	Oder-Funktion, Disjunktion	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	0	0	L	L	L	0	L	L	L	L	$y = x_1 \vee x_0$ $= x_1 + x_0$ $= x_1 \cup x_0$	 Oder-Schaltung	 Oder-Schaltung
x_1	x_0	y																		
0	0	0																		
0	L	L																		
L	0	L																		
L	L	L																		
3	Nicht-Funktion, Negation, Inversion	<table border="1"> <tr><td>x</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td></tr> </table>	x	y	0	L	L	0	$y = \bar{x}$	 Ruhekontakt	 Negator									
x	y																			
0	L																			
L	0																			
4	Antivalenz, Ausschließende Oder-Funktion, Exklusiv-Oder-Funktion	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>0</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	0	0	L	L	L	0	L	L	L	0	$y = x_1 \neq x_0$ $= x_1 \oplus x_0$ $y = \bar{x}_1 x_0 \vee x_1 \bar{x}_0$	 Halb-addiererschaltung	
x_1	x_0	y																		
0	0	0																		
0	L	L																		
L	0	L																		
L	L	0																		
5	Äquivalenz	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	L	0	L	0	L	0	0	L	L	L	$y = x_1 \equiv x_0$ $y = x_1 x_0 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_0$		
x_1	x_0	y																		
0	0	L																		
0	L	0																		
L	0	0																		
L	L	L																		
6	Sheffer-Funktion NAND-Funktion	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>0</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	L	0	L	L	L	0	L	L	L	0	$y = x_1 x_0$ $y = \bar{x}_1 \bar{x}_0$ $= \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$	 	 
x_1	x_0	y																		
0	0	L																		
0	L	L																		
L	0	L																		
L	L	0																		
7	Peirce-Funktion NOR-Funktion	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>0</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	L	0	L	0	L	0	0	L	L	0	$y = x_1 \downarrow x_0$ $y = \overline{x_1 \vee x_0}$ $= \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_0$	 	 
x_1	x_0	y																		
0	0	L																		
0	L	0																		
L	0	0																		
L	L	0																		
8	Implikation	<table border="1"> <tr><td>x_1</td><td>x_0</td><td>y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>L</td></tr> <tr><td>0</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> </table>	x_1	x_0	y	0	0	L	0	L	L	L	0	0	L	L	L	$y = x_1 \rightarrow x_0$ $y = \bar{x}_1 \vee x_0$		
x_1	x_0	y																		
0	0	L																		
0	L	L																		
L	0	0																		
L	L	L																		

Die ersten drei Funktionen wurden schon beschrieben; sie sind nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt. Neu sind die Grundschriftfunktionen unter der laufenden Nummer 4 bis 8.

Wir erkennen, dass es sich im wesentlichen nur um bestimmte Erweiterungen der Schaltungen handelt, die wir bereits kennengelernt hatten. Die Operationen wurden teilweise durch neue mathematische Zeichen gekennzeichnet. Die Bedeutung dieser Zeichen entspricht ihrer Funktion.

Für die ausschließende Oder-Funktion wird beispielsweise das Zeichen \oplus oder \neq verwendet, gesprochen wird stets "oder". Für das Verständnis der Datenverarbeitungstechnik sind die weiteren Funktionen nicht unbedingt erforderlich, so dass sie hier nicht näher erläutert werden sollen.

3 Der Aufbau von Datenverarbeitungsanlagen

3.1 Historische Entwicklung von Datenverarbeitungsanlagen

Jede Neuentwicklung in der Technik hat Wurzeln in Vergangenenem, jeder Erfinder erhielt die Anregungen durch die Leistungen anderer. Auch die modernen komplizierten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen entstanden nicht aus dem Nichts. Zahlreiche Erfindungen der Vergangenheit waren Bausteine für diese Anlagen.

Es lassen sich drei große Zeitabschnitte bis zur Entwicklung unserer heutigen Datenverarbeitungsanlagen feststellen. Bei der Betrachtung der technischen Entwicklung der Geräte und Maschinen, die als Vorläufer der Anlagen von heute anzusehen sind, sollte nicht vergessen werden, dass die Entwicklung der Datenverarbeitung im Grunde noch weiter zurückreicht.

Schon im Altertum wurde das Rechnen mit Ziffern als eine Form der Verarbeitung numerischer Daten angesehen. Weitsichtige Männer, wie Adam Ries in Annaberg, sicherten durch ihre unermüdliche Arbeit (z. B. durch Herausgabe von Büchern) die breite Anwendung einheitlicher mathematischer Zeichen (arabische Ziffern).

Der erste Entwicklungsabschnitt, in dem die mechanischen Rechenmaschinen entstanden, beginnt im 16. Jahrhundert und dauerte bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. So gelang dem damals erst 18jährigen Franzosen Blaise Pascal im Jahre 1642 die Erfindung einer Rechenmaschine zum Addieren von sechsstelligen Zahlen.

Angeregt durch diese Erfindung baute der deutsche Mathematiker Gottfried Wilhelm Leibniz eine Rechenmaschine mit einer Staffelwalze (1671). Die Staffelwalze, die auch heute noch bei vielen elektromechanischen Rechenmaschinen zu finden ist, wurde zur Grundlage für Rechenmaschinen, die addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren konnten.

Im zweiten Zeitabschnitt, der von etwa 1880 bis 1930 gerechnet werden kann, entstanden die Lochkartenmaschinen auf mechanischer und elektromechanischer Grundlage. Ausgangspunkt dafür war eine Erfindung des Amerikaners Hermann Hollerith.

Bei der zehnten amerikanischen Volkszählung (1880 bis 1882) versuchte er, die umständlichen und zeitraubenden Handarbeiten durch Maschinen zu ersetzen. Hollerith entwarf Zählplättchen, die als Vorläufer unserer heutigen Lochkarten gelten können und die sich mit Maschinen auswerten ließen.

Schon bei der nächsten Volkszählung konnten die Lochkartenmaschinen mit Erfolg eingesetzt werden.

Auch bei der deutschen Volkszählung 1910 bewährten sich die als "Statistikmaschinen" bezeichneten Apparaturen. Die Lochkarte begann nun als Datenträger wichtigstes Mittel für die maschinelle Auswertung von statistischen Arbeiten in der Verwaltung zu werden.

In diese Periode fällt auch die weitere Verbesserung der mechanischen Rechenmaschinen durch die Anwendung elektromotorischer Antriebe, wodurch ihre Rechengeschwindigkeit wesentlich gesteigert und die Bedienung vereinfacht wurde.

Die dritte Entwicklungsetappe, die durch die Entwicklung von elektromechanischen Relaisrechenautomaten sowie elektronischen Büromaschinen und Datenverarbeitungsanlagen gekennzeichnet ist, beginnt um 1930 und dauert noch heute an. Zunächst wurden in den verschiedensten Ländern Rechenmaschinen mit Relais als Bauelemente entwickelt.

Ein Pionier auf dem Gebiet der Relaisrechner war der Berliner Konrad Zuse, der schon während seiner Studienzeit (1934) einen komplizierten Rechner baute, um mit seiner Hilfe die stets

wiederkehrenden Routineberechnungen für Bauwerke zu automatisieren.

Es gelang ihm, wichtige Vorarbeiten für programmgesteuerte Rechenautomaten zu leisten.

Eine große Leistung vollbrachten die Wissenschaftler des VEB Carl Zeiss JENA mit der Entwicklung des ersten Relaisrechenautomaten OPREMA (1954) für optische Berechnungen.

Bald wurden Elektronenröhren für den Aufbau von Rechenautomaten verwendet, da die Rechengeschwindigkeit von Relaisrechnern nicht mehr ausreichte. Die mit elektronischen Bauelementen (Röhren) aufgebauten Apparate wurden nun als Elektronenrechner oder elektronische Rechenautomaten bezeichnet.

Der erste mit Elektronenröhren bestückte Rechenautomat (ENIAC in den USA) erreichte eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit, war aber mit seinen über 17000 Röhren sehr störanfällig.

Aus der Rundfunktechnik ist uns bekannt, dass Röhrengeräte nur eine begrenzte Lebensdauer haben, weil die Röhren nach einer gewissen Zeit verbraucht sind und ausfallen. Ähnlich war es auch bei den Röhrenrechnern.

Bei einer Anlage mit vielen tausend Röhren mussten deshalb laufend Röhren ausgewechselt werden, um die Anlage funktionstüchtig zu erhalten.

In der DDR wurden die Zeiss-Rechenautomaten (ZRA 1) mit Röhren schon vor Jahren serienmäßig hergestellt, da in unserer Wirtschaft der Bedarf an Rechenkapazität sehr rasch wuchs. Diese Rechner waren für wissenschaftlich-technische Berechnungen gedacht und konnten je Sekunde 150 Operationen ausführen.

Erst die Anwendung von Transistoren für Rechenautomaten brachte eine wesentliche Verbesserung mit sich. Die Automaten wurden sicherer und in ihren Abmessungen bedeutend kleiner. Die Forderungen nach Speicherung der vielen Daten bei der Bearbeitung von kommerziellen Aufgaben machte die Entwicklung von Anlagen mit großer Speicherkapazität und schnellen Ein- und Ausgabeeinheiten erforderlich, um die großen Datenmengen überhaupt verarbeiten zu können.

Es entstanden Datenverarbeitungsanlagen verschiedener Größe, die den unterschiedlichen Forderungen der Anwender gerecht werden sollten. In unserer Republik wurde die mittlere Datenverarbeitungsanlage moderner Konstruktion entwickelt (Robotron 300) und in die Serienproduktion übergeführt.

3.2 Computer - ein vielgebrauchtes Wort

Für Elektronenrechner, Digitalrechner, Analogrechner und programmgesteuerte Rechenautomaten wird das aus dem Englischen stammende Wort Computer verwendet, eine Bezeichnung, die "Rechner" bedeutet und die nur für den Apparat gilt, nicht aber für den eine Rechanlage bedienenden Menschen.

Geht man von der grundsätzlichen Wirkungsweise elektronischer Maschinen aus, so gibt es eigentlich nur zwei verschiedene Arten von Rechnern: Analogrechner und Digitalrechner.

Beim Analogrechner (auch als elektronische Analogierechenmaschine bezeichnet) werden die in den Rechnungen vorkommenden Daten durch physikalische Größen dargestellt. Als einfaches Analogrechenggerät kennen wir bereits den Rechenstab, bei dem die Werte bestimmten Längen entsprechen. Für die Darstellung der Werte werden im elektronischen Analogrechner keine Längen, sondern elektrische Spannungen verwendet, wobei die Rechenelemente mit elektronischen Bauelementen aufgebaut sind.

Im Digitalrechner erfolgen die Rechnungen mit Hilfe von Ziffern. Deshalb bezeichnet man sie auch als Ziffernrechner oder Ziffernrechenautomaten.

In den programmgesteuerten Rechenautomaten laufen die einzelnen Operationen nach einem Programm ab, das in einem Speicher des Rechners vorher gespeichert worden ist. Aus diesem Grunde finden sich in der Literatur auch Bezeichnungen wie speichergesteuerte digitale Rechenanlage oder Digitalrechner mit Kartensteuerung, wenn das Programm zuvor in Lochkarten gespeichert wurde.

Eine dritte Art von Rechnern gewinnt in neuester Zeit für die Produktionssteuerung immer mehr an Bedeutung: Hybridrechner.

Bei der Hybridrechenanlage werden Baueinheiten von Digital- und Analogrechnern in einer Anlage vereint, um die Vorteile beider Systeme für die Datenverarbeitung zu nutzen.

Was sind aber nun Datenverarbeitungsanlagen ?

Bei ihnen handelt es sich um abgewandelte, den Erfordernissen der Datenverarbeitung angepasste Digitalrechner.

In der kommerziellen Datenverarbeitung sind bekanntlich große Mengen von Daten zu sortieren und nach den verschiedensten Gesichtspunkten auszuwerten. Da als arithmetische Operationen vorwiegend Additionen und Subtraktionen auftreten, muss die Anlage über schnell arbeitende Ein- und Ausgabeeinheiten verfügen, die die großen Datenmengen in kurzer Zeit bewältigen können.

Das Rechenwerk einer solchen Anlage kann einfach konstruiert sein, jedoch benötigt man zur Erledigung der Verarbeitungsprobleme große Speichereinheiten. Nur eine Anlage, die diese Forderungen erfüllt, wird als Datenverarbeitungsanlage bezeichnet.

Bei vorwiegend wissenschaftlich-technischen Berechnungen werden an die Anlage keine so großen Forderungen hinsichtlich der Speicherkapazität und der Ein- und Ausgabeeinheiten gestellt. Mit wenigen Ausgangsdaten sind oft umfangreiche und komplizierte Aufgaben zu berechnen.

Das Rechenwerk dieser Anlage, die wir als elektronischen Rechenautomaten bezeichnen, ist so gebaut, dass es die komplizierten Aufgaben der Forschung und Entwicklung lösen kann, obgleich die Speicherkapazität klein ist.

Natürlich können auf einem solchen Rechner unter bestimmten Bedingungen auch Datenverarbeitungsprobleme bearbeitet werden, wie umgekehrt auch die Datenverarbeitungsanlage für die Lösung wissenschaftlich-technischer Probleme einzusetzen ist. Doch sind die jeweiligen Bedingungen in den Anlagen zu berücksichtigen, wenn optimale Problemlösungen erreicht werden sollen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet sind die logistischen Aufgaben; zu ihnen gehören Sprachübersetzungen, Verkehrssteuerungen und der Einsatz in der Kriminalistik. Solche Rechner benötigen eigentlich kein Rechenwerk mehr, dafür aber große Speicher, weil nur Vergleiche zwischen gespeicherten Daten ausgeführt werden müssen.

In einer englischen Stadt wurde die Datenverarbeitungsanlage z.B. für Ehevermittlungen eingesetzt. Die Anlage wurde mit Antworten auf 40 Fragen zur Person gespeist; danach wählte sie die angeblich idealen Partner aus. Überraschungen kann es aber geben, wenn bei der Aufstellung eines Programms eine Bedingung nicht beachtet wird, wie es auf einem Studentenball geschah. Nachdem die ausgewählten Partner der idealen Kombination vorgestellt worden waren, zeigte es sich, dass sie Geschwister waren.

4 Die Datenverarbeitungsanlage besteht aus Baueinheiten

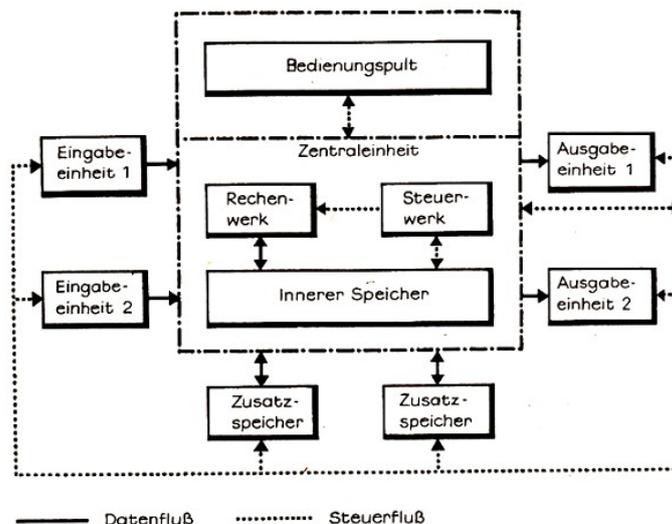
Bevor wir den Aufbau einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage betrachten, wollen wir zum Vergleich den Ablauf beim Montieren der uns bekannten Kraftfahrzeuge kurz schildern. Zunächst muss man die vielen Bauteile eines Kraftwagens herstellen. Bestimmte Teile werden dann zu Baugruppen (z. B. Lichtmaschine oder Getriebe) zusammengefügt, aus denen im Fertigungsbetrieb größere Einheiten entstehen (z. B. Motor, Fahrgestell, Karosse).

Das Fahrzeug wird nun in der Endmontage fertiggestellt, indem diese Einheiten zum fertigen Fahrzeug montiert werden. Die Verbindung der Einheiten auf dem Fließband erfolgt mechanisch (z. B. durch Verschrauben) und bzw. oder elektrisch (mit Hilfe von Verbindungskabeln).

Nicht anders als bei den Kraftfahrzeugen vollzieht sich im Prinzip die Montage der Datenverarbeitungsanlage; nur die Bauelemente sind wesentlich anders, so dass sich ein anderer technischer Aufbau ergibt. Die elektronischen Bauelemente, wie Transistoren, Dioden und magnetische Werkstoffe, werden zwar ebenfalls zu Baugruppen vereinigt, doch muss zur Übertragung und Verarbeitung der Datenimpulse die Verbindung stets elektrisch leitend erfolgen. Eine große Anzahl von Baugruppen ist erforderlich, um die Funktion der Baueinheiten einer Datenverarbeitungsanlage zu sichern. Im wesentlichen können wir folgende Baueinheiten für eine Datenverarbeitungsanlage unterscheiden:

1. Zentraleinheit, bestehend aus dem Rechenwerk, dem Steuerwerk und den inneren Speichern;
2. Ein- und Ausgabeeinheiten sowie Zusatzspeicher.

Betrachten wir nun die Wirkungsweise und den Aufbau einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage. Dazu verwenden wir ein vereinfachtes Blockschaltbild, wie es in der Abbildung gezeigt wird. Ohne uns zunächst zu fragen, was in den "schwarzen Kästchen" im einzelnen enthalten ist, die als Baueinheit jeweils gezeichnet sind, soll das Zusammenwirken untersucht werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild einer Datenverarbeitungsanlage

Die in der Zentraleinheit zusammengefassten Baueinheiten sind durch die Strich-Punkt-Linie umrandet. In der Zentraleinheit erfolgt das Rechnen, Speichern und Steuern der Daten sowie die Steuerung der Ein- und Ausgabeeinheiten.

Deshalb kann sie als "Gehirn" der Anlage bezeichnet werden.

Außerdem ist das Bedienungspult in unserer Abbildung mit der Zentraleinheit durch die eingezeichnete Linie verbunden, da bei kleinen und mittleren Anlagen das Bedienungspult oft Bestandteil der Zentraleinheit ist.

Die Zentraleinheit arbeitet mit den peripheren Einheiten (Eingabeeinheiten, Ausgabeeinheiten, äußere Speicher) zusammen.

Beim Zusammenwirken der einzelnen Baueinheiten müssen wir zwischen dem Datenfluss und dem Steuerfluss in einer Datenverarbeitungsanlage unterscheiden.

Die Steuerung der einzelnen Baueinheiten innerhalb der Anlage erfolgt durch Signale. Sie wird durch das Steuerwerk (auch als Leitwerk bezeichnet) bewirkt, das an Hand des eingegebenen Programms - wir lernen den Begriff in den Abschnitten über die Programmierung noch kennen - dafür sorgt, dass alle Operationen in der vorgeschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Dazu werden den einzelnen Baueinheiten Steuerimpulse übermittelt.

In der gezeigten Abbildung ist der Verlauf dieser Steuerimpulse zwischen den Baueinheiten gestrichelt durch dünne Linien dargestellt.

Unter dem Datenfluss versteht man den Transport der Daten zwischen den Baueinheiten in der Anlage. Er beginnt in den Eingabeeinheiten und endet mit der Ausgabe der Daten in den Ausgabeeinheiten.

Da die Daten zunächst in den Datenträgern (z. B. Lochkarte, Lochband) gespeichert vorliegen, müssen sie erst durch die entsprechenden Eingabeeinheiten gelesen werden, die die Daten in Impulse umwandeln. Danach werden die Daten über Eingabepuffer an die Zentraleinheit weitergeleitet.

Die Eingabepuffer gleichen Unterschiede in der Arbeitsgeschwindigkeit zwischen der Eingabeeinheit und der Zentraleinheit aus, da sie ein Zwischenspeichern der Daten ermöglichen. Puffer sind somit Speicher, die eine dem Anwendungszweck angepasste Kapazität besitzen.

Die Zentraleinheit speichert die Daten zunächst, und dann gelangen sie ins Rechenwerk, damit die arithmetischen Operationen erfolgen können. Das Rechenwerk dient ferner der Durchführung logischer Operationen und dem Vergleich zwischen Daten.

Die Zentraleinheit übermittelt die Ergebnisse den Ausgabeeinheiten, die die Daten in Tabellenform drucken. Außerdem können sie in Informationsträger gelocht werden, wenn eine weitere Verarbeitung vorgesehen ist.

Auch hier sind wieder zum Ausgleich zwischen der Zentraleinheit und den Ausgabeeinheiten Puffer zwischengeschaltet, da die Zentraleinheit im allgemeinen wesentlich schneller arbeitet als die Ausgabeeinheiten. Durch die Puffer wird es möglich, in der Anlage ein neues Programm abarbeiten zu lassen, während die gepufferten Daten ausgedruckt werden.

Die in der Zentraleinheit vorhandenen Speicher - auch als Arbeitsspeicher bezeichnet - reichen für die Aufnahme der großen Datenmengen und umfangreichen Programme nicht aus, so dass an die Zentraleinheit weitere externe (äußere) Datenspeicher angeschlossen werden müssen. Meist handelt es sich hier um Magnetbandspeicher, die mit Hilfe von Steuereinrichtungen gesteuert werden. Diese Speicher arbeiten nicht ständig mit der Zentraleinheit zusammen, sondern werden nur nach Bedarf einbezogen.

Die Bedienung der gesamten Anlage wird durch das Bedienungspult ermöglicht. Es enthält zahlreiche Schalter und ein Tastenfeld sowie Anzeigeeinrichtungen. Das Pult ist notwendig,

um der Anlage auch manuell bestimmte Befehle mitteilen zu können, was bei der Testung von Programmen besonders wichtig ist.



Arbeitsweise und Baueinheiten für die Durchführung der Datenverarbeitung

Die Gesamtheit der Ein- und Ausgabeeinheiten sowie der Speicher, die elektrisch mit der Zentraleinheit verbunden sind, wird als "erste Peripherie" bezeichnet.

Bei den Einheiten der "zweiten Peripherie" handelt es sich um die Geräte und Maschinen, die vor allem zur Datenerfassung benötigt werden, aber nicht unmittelbar mit der Anlage (Zentraleinheit) gekoppelt sind.

Die Arbeitsweise einer Datenverarbeitungsanlage und ihre Baueinheiten werden in unserer Abbildung veranschaulicht.

Für die Bauelemente, Baugruppen und Baueinheiten, aus denen eine Datenverarbeitungsanlage besteht, ist auch der Begriff Hardware üblich, der aus dem Englischen stammt und soviel wie "harte Ware" bedeutet.

Für die umfangreichen Programmierungs- und Anwendungsbeispiele einer Datenverarbeitungsanlage wurde die Bezeichnung Software ("weiche Ware") aus dem Englischen übernommen. Die Software kann die Effektivität der Anwendung der Datenverarbeitungsanlagen wesentlich erhöhen, da dann die zeitraubenden Arbeiten für die Aufstellung von Programmen wegfallen. Man greift auf bereits bewährte Lösungen zurück.

4.1 Robotron 300 ist eine mittlere Datenverarbeitungsanlage

In Moskau wurde im Oktober 1966 auf der internationalen Ausstellung "interorgtechnica" eine Datenverarbeitungsanlage vorgestellt, die auf Grund ihrer modernen Konzeption bei den Besuchern aus vielen Ländern erhebliches Aufsehen erregte.

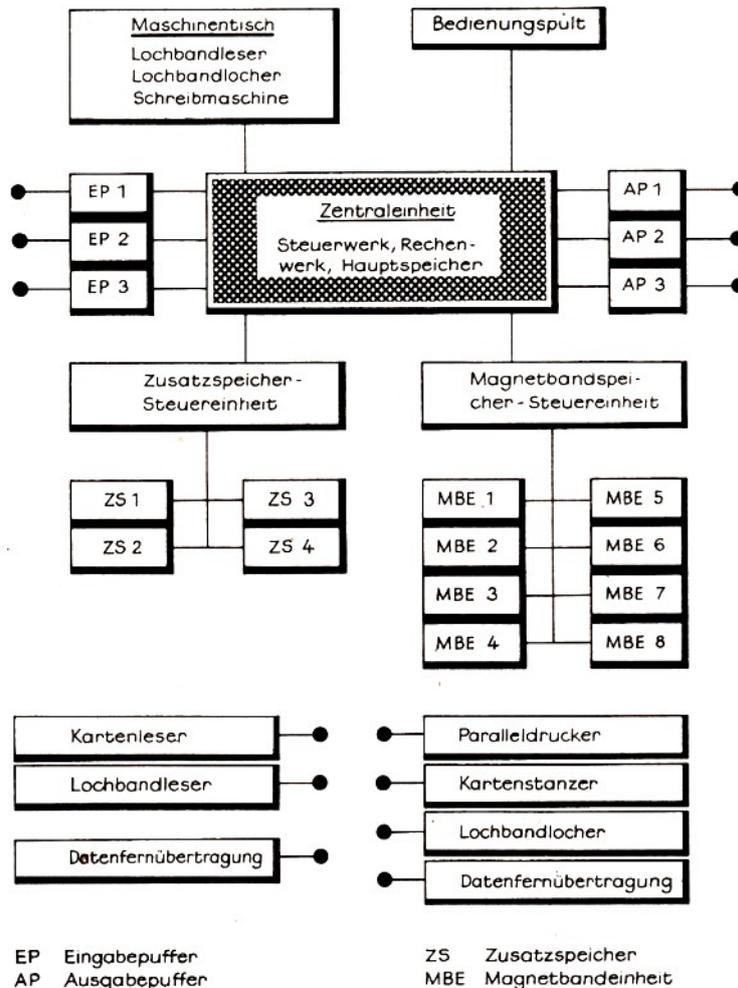
Auch führende Staatsmänner der Sowjetunion überzeugten sich von der Leistungsfähigkeit dieser Anlage für die Datenverarbeitung, und der Vorsitzende des Präsidiums der UdSSR sprach sich anerkennend über die Leistung der Entwicklungsingenieure aus.

Diese Premiere der ersten in der DDR entwickelten und gebauten elektronischen Datenverarbeitungsanlage wurde ein voller Erfolg. Robotron 300 (oder abgekürzt R 300) nannten die

Entwickler diese Anlage. Sie war das Ergebnis gründlicher Voruntersuchungen über die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen, wobei die ökonomischen Bedingungen in unserer Republik besonders beachtet wurden.

Während in verschiedenen Ländern, z. B. in der UdSSR und den USA, große Datenverarbeitungsanlagen entwickelt und produziert werden, entschieden sich unsere Experten für diesen mittleren Typ.

Wie ist die Anlage R 300 aufgebaut ?



Blockschaltbild der elektronischen Datenverarbeitungsanlage Robotron 300

Betrachten wir zunächst das Blockschaltbild. Im wesentlichen entspricht der Aufbau der Anlage R 300 dem einer Datenverarbeitungsanlage, wie wir ihn im vorigen Abschnitt bereits kennengelernt haben. Die Besonderheiten sollen nun noch besprochen werden.

Das Kernstück der Datenverarbeitungsanlage R 300 stellt die Zentraleinheit mit dem Steuerwerk, Rechenwerk und Hauptspeicher dar. An diese zentrale Einheit sind alle anderen Geräte oder Baueinheiten angeschlossen.

Die Zentraleinheit ist über drei Eingabekanäle mit den Eingabeeinheiten verbunden. Jeder Kanal ist gepuffert (EP 1 bis EP 3). Es lassen sich die in der Abbildung unten links angegebenen Eingabeeinrichtungen anschließen.

Sind die Daten vorwiegend in Lochkarten gespeichert, dann werden ein Kanal oder mehrere Kanäle durch Lochkartenleser belegt. Sind die Daten durch Lochbandleser einzugeben, dann können die Kanäle durch Lochbandleser besetzt werden. Auch die Belegung eines Kanals durch

Geräte der Datenfernübertragung ist möglich, so dass sich die Verbindung mit entfernt liegenden Rechenzentren oder Datenerfassungsstellen herstellen lässt.

Drei Kanäle sind auch für die Ausgabe der Daten vorhanden. Die Ausgabekanäle kann man mit den in der Abbildung unten rechts gezeichneten Einrichtungen verbinden. Die Ergebnisse können durch Paralleldrucker ausgegeben werden. Sind die Daten, in Lochkarten oder Lochbändern gespeichert, weiterzubearbeiten, dann muss man die entsprechenden Geräte anschließen. Alle drei Ausgabekanäle enthalten Ausgabepuffer (AP 1 bis AP 3). Sie gewährleisten den wirtschaftlichen Einsatz dieser Anlage.

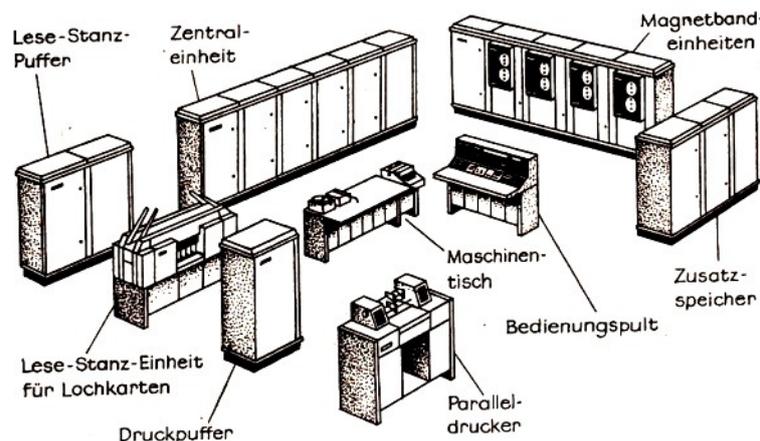
Mit der Zentraleinheit ist auch der Maschinentisch verbunden, der für Kontrollzwecke und Korrekturen eine elektrische Schreibmaschine enthält. Außerdem sind für die Programmeingabe und Programmausgabe ungepufferte Lochbandgeräte angeschlossen.

Mit Hilfe des Bedienungspultes ist die Bedienung und Wartung der Datenverarbeitungsanlage möglich, wozu Schalter und Leuchtanzeigen für den manuellen Eingriff in den automatischen Ablauf angebracht sind. Dieses Pult ist für Kontrollen und zur Testung von Programmen notwendig.

Wie aus dem Blockschaltbild zu erkennen ist, sind an die Zentraleinheit noch Zusatzspeicher (ZS bis ZS 4) und Magnetbändeinheiten (MBE 1 bis MBE 8) anschließbar. Durch besondere Steuereinheiten wird der Ablauf dieser Speichereinheiten in Verbindung mit den in der Zentraleinheit ablaufenden Operationen gesteuert.

Die Ausstattung dieser Anlage mit maximal acht Magnetbändeinheiten und vier Zusatzspeichern ergibt gute Möglichkeiten für eine rationelle Datenspeicherung. So besitzt beispielsweise ein Magnetband von 750 m Länge eine Kapazität von 5 Mill. Zeichen. Das entspricht dem Aufnahmevermögen von 60000 Lochkarten.

Weiterhin ist die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen der Zentraleinheit und den peripheren Geräten beachtlich. So erfolgt der Datenaustausch zwischen den Magnetbändeinheiten und der Zentraleinheit mit der Geschwindigkeit von 33000 Zeichen je Sekunde.



Gesamtansicht der Datenverarbeitungsanlage R 300 in der mittleren Ausbaustufe mit vier Magnetbändeinheiten

Unsere Abbildung zeigt anschaulich die verschiedenen Bestandteile dieser Datenverarbeitungsanlage, obwohl hier nur vier Magnetbändeinheiten mit der Zentraleinheit verbunden sind.

Eine Besonderheit ist bei dieser Anlage noch zu erwähnen: Für die Ein- und Ausgabe von Lochkarten steht die Lese-Stanz-Einheit zur Verfügung. Es wurde hier die Eingabe- und Ausgabereinheit zu einer Einrichtung vereint.

Auf weitere interessante Einzelheiten der Datenverarbeitungsanlage R 300 wird im Zusammenhang mit der Behandlung der Speicher und der Programmierung hingewiesen.

4.2 Die Eingabe der Daten

Der Begriff "Eingabe" tauchte in unserer bisherigen Darstellung schon mehrfach auf. Er beschreibt den Vorgang des Übertragens der Daten in eine Datenverarbeitungsanlage mit Hilfe bestimmter Einrichtungen.

Mit der Eingabe in engem Zusammenhang steht das Wort Datenträger. Wir hatten bereits kennengelernt, dass bei der Datenerfassung die Daten als Lochkombinationen in einem Datenträger gespeichert werden.

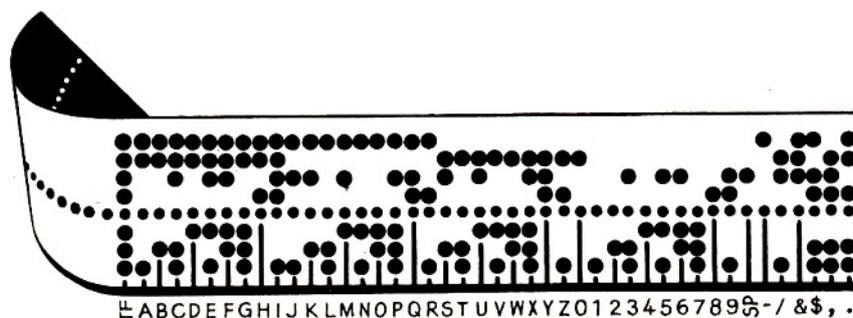
Dieser Datenträger wird der entsprechenden Eingabeeinrichtung - das Lochband dem Lochbandleser oder die Lochkarte dem Lochkartenleser - zugeführt, die die Daten in elektrische Impulskombinationen umwandelt. Diese Impulse werden an die Zentraleinheit weitergeleitet und dort als Impulskombinationen verarbeitet. In den Eingabeeinrichtungen ist somit die Umwandlung der Daten in die für die Maschine verständliche Form erreicht worden.

In den uns bekannten Büromaschinen, z. B. der elektrischen Schreibmaschine und Rechenmaschine, erfolgt die Eingabe der Daten mit Hilfe der Tastatur. Diese Form der Dateneingabe ist bei den schnell arbeitenden Datenverarbeitungsanlagen, die in der Sekunde mehrere tausend Operationen ausführen, unwirtschaftlich.

Wir hätten schließlich in der gleichen Zeit mit der Tastatur nur etwa zehn Zeichen eingegeben. Somit würden große Wartezeiten für die Zentraleinheit und eine schlechte Ausnutzung der Anlage die Folge sein.

Deshalb werden die Daten auf Datenträgern erfasst, die das Eingeben in die Anlage mit hoher Geschwindigkeit ermöglichen. Die bekanntesten Datenträger für solche Zwecke sind das Lochband und die Lochkarte. Neuerdings kommt das Magnetband für die Datenerfassung hinzu. In Zukunft werden auch solche Eingabeeinheiten an Bedeutung gewinnen, die geschriebene oder gedruckte Daten lesen können und diese Daten an die Zentraleinheit als elektrische Impulse übermitteln.

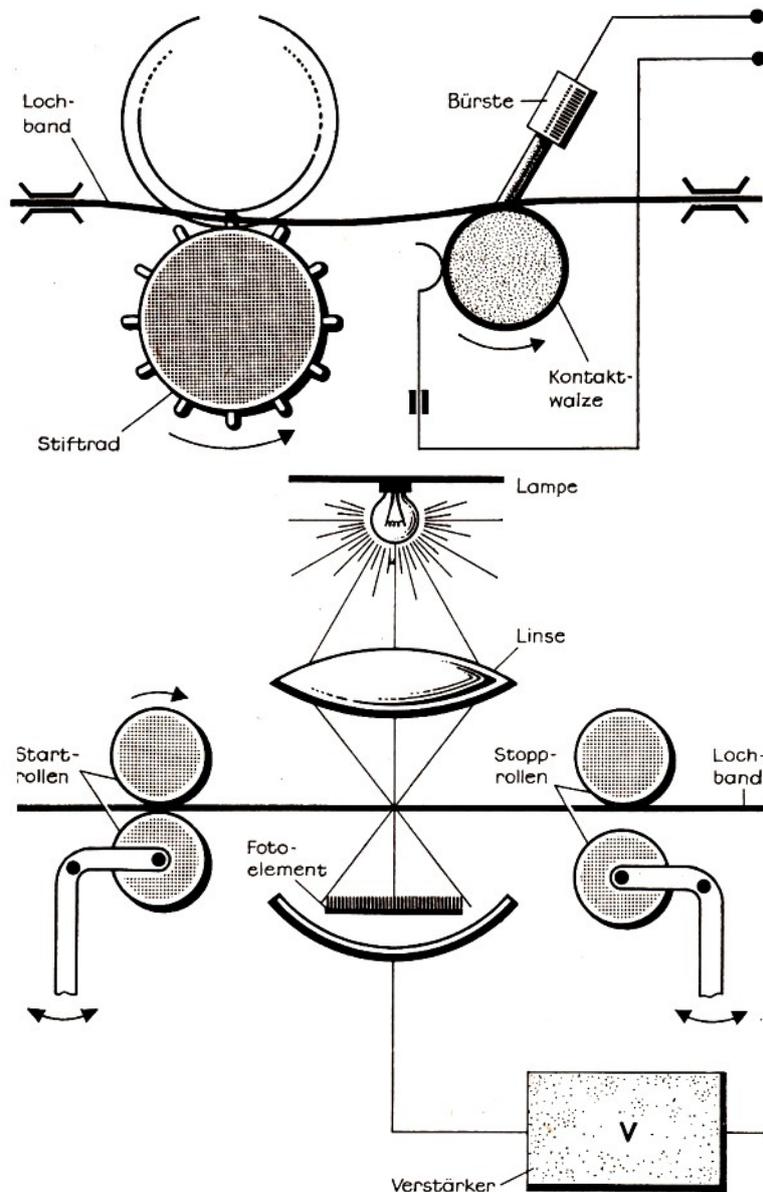
Erste Versuche gibt es auch bereits, um die Sprache des Menschen direkt für die Eingabe in die Datenverarbeitungsanlage zu verwenden. Diese elektronischen Supergeräte sind aber sehr aufwendig, so dass auf diesem Gebiet noch umfangreiche Entwicklungsarbeiten erforderlich sind, bis ein ökonomischer Einsatz möglich wird.



Kode für ein siebenspuriges Lochband

Für die oft verwendete Eingabe der Daten mit Hilfe des Lochbandes wollen wir uns den Ablauf durch einige Bilder veranschaulichen.

Wenn die Daten auf Lochbändern erfasst sind, so wird dieses Band in den Lochbandleser eingelegt und in diesem Gerät "gelesen". Zu erwähnen ist noch, dass in der Praxis das Lochband auch als Lochstreifen oder Streifen bezeichnet wird. Deshalb heißt der Lochbandleser auch Lochstreifenleser oder Streifenleser.



Prinzipien für das Lesen und Transportieren des Lochbandes im Lochbandleser

Aus der Abbildung erkennen wir, dass jede Lochkombination eine bestimmte Bedeutung hat, die jeweils neben der Lochkombination angegeben ist. Es liegt also hier ein Lochschlüssel oder Lochbandkode vor.

Da auf dem Band zur Darstellung der verschiedenen Daten sieben Spuren verwendet werden, ist das ein siebenspuriger Schlüssel.

Wie bereits erklärt, werden für die Datenverarbeitung meist Acht-Spur-Bänder eingesetzt, in die $2^8 = 256$ verschiedene Zeichen geprägt werden können, ohne dass Doppeldeutigkeit auftritt.

Neben den Kodelöchern befindet sich auf dem Lochband noch eine Spur Löcher, die aber im Durchmesser kleiner als die Kodelöcher sind. Es handelt sich hier um die Transportlochung.

Sie wird benötigt, um den Transport des Lochbandes durch den Leser zu gewährleisten.

Wie erfolgt der Transport durch den Lochbandleser, und wie werden die Lochkombinationen umgewandelt?

Die Abbildung zeigt zwei Ausführungsformen für den Bandtransport und das Lesen der Daten im Lochband. Wenn wir einen Schnitt durch einen Lochbandleser, der mit einem Stiftrad arbeitet, führen und nur die für diesen Zweck wichtigen Teile schematisch zeichnen, erhalten wir die angegebene Skizze.

Der Lochtransport ist sehr einfach. Das Band wird durch das Stiftrad, das in die Transportlochungen des Bandes eingreift, gleichmäßig bewegt. Das Lesen erfolgt mittels der Kontaktwalze und der sogenannten Bürste (Bündel dünner Drähte). Zwischen diesen Teilen befindet sich das Lochband.

Gelangt nun beim Bewegen des Bandes zwischen die Bürste und die Kontaktwalze ein Kodeloch, so entsteht eine elektrisch leitende Verbindung.

Beim Weiterbewegen des Bandes wird diese Verbindung wieder unterbrochen, da sich dann das Lochband (Papierband) zwischen den Teilen befindet. Die Kontaktgabe zwischen Bürste und Kontaktwalze wird als Impuls der Zentraleinheit zugeführt. Da sich bei Acht-Spur-Bändern acht Bürsten nebeneinander zum gleichzeitigen Lesen aller Kodelöcher befinden, werden auch alle Impulse eines Zeichens gleichzeitig weitergeleitet.

Die Lochbandleser, die mit Stifträdern arbeiten und das Lesen durch Bürsten vornehmen, ermöglichen nur eine geringe Eingabegeschwindigkeit bis zu 50 Zeichen je Sekunde. Moderne hochleistungsfähige Lochbandleser nehmen 1000 bis 1800 Zeichen je Sekunde auf, wobei der Lochbandtransport mittels Reibrollen und das Lesen durch Fotoelemente erfolgt.

Im unteren Teil der Abbildung ist dieses Prinzip zu sehen. Der Lichtstrahl der Lampe wird durch eine Linse so gebündelt, dass er auf die Lochspur gerichtet ist. Erscheint unter dem Lichtbündel ein Kodeloch, so gelangt das Licht zum Fotoelement.

Es entsteht ein kurzzeitiger Fotostrom, der durch einen Verstärker erhöht und als Impuls an die Zentraleinheit weitergeleitet wird. Dieses Leseprinzip ist zwar aufwendiger, lässt aber die hohe Eingabegeschwindigkeit zu.

Der Vorteil des Lochbandes gegenüber der Lochkarte liegt darin, dass in einer Lochbandrolle von 300 m bis 120000 Zeichen (in einer Lochkarte maximal nur 80) gespeichert werden können. Deshalb lassen sich zusammengehörige Datensätze günstiger im Band als in Karten unterbringen.

Die Wirkungsweise von Lochkartenlesern entspricht der der Lochbandleser. Nur ist ein anderer Transportmechanismus erforderlich. Die Lochkartengeräte sind deshalb in der Regel größer ausgeführt, da mehr "Spuren" gleichzeitig gelesen werden müssen und der Transport komplizierter wird. Die Eingabegeschwindigkeit, ist folglich auch etwas geringer als bei den schnellen Lochbandlesern. Etwa 1000 Karten je Minute liest eine leistungsfähige Lochkartenmaschine.

4.3 Daten werden im Speicher aufbewahrt

Schon sehr bald erkannten die Menschen, dass ihr Gedächtnis für das Aufbewahren von Zahlen und Texten nicht ausreichend war. Sie suchten nach Möglichkeiten, um das Gedächtnis durch dauerhaftes Festhalten von Fakten auf Stoffen zu unterstützen.

Heute können wir uns das Leben ohne das Speichermedium Papier gar nicht mehr vorstellen.

Denken wir nur an die vielen Bücher, die uns als "Wissensspeicher" unsere tägliche Arbeit erleichtern. Es ist auch für uns selbstverständlich geworden, unser Gedächtnis durch das Notieren von Zahlen zu ergänzen oder beim Verarbeiten zu unterstützen.

Oft ist das die einzige Möglichkeit, bestimmte Vorgänge durch das menschliche Gedächtnis zu reproduzieren.

Auch die Datenverarbeitungsanlage ist nur in der Lage, die Daten zu verarbeiten, wenn sie in einer Form gespeichert sind, die ein schnelles Überführen in das Rechenwerk ermöglichen. Meist sind es große Datenmengen.

Deshalb sind mehrere Speicherarten notwendig. Da das Auswählen bestimmter Daten in einem großen Speicher relativ lange dauert, besitzt eine Anlage kleine Speicher für Daten, die sehr schnell und wiederholt dem Rechenwerk zur Verfügung gestellt werden müssen, und große Speicher, bei denen der Auswahlvorgang längere Zeit benötigt.

Man spricht von der Zugriffszeit eines Speichers und versteht darunter diejenige Zeit, die vom Eintreffen eines Befehls zur Auswahl eines Zeichens im Speicher bis zur Abgabe der Daten an das Rechenwerk vergeht.

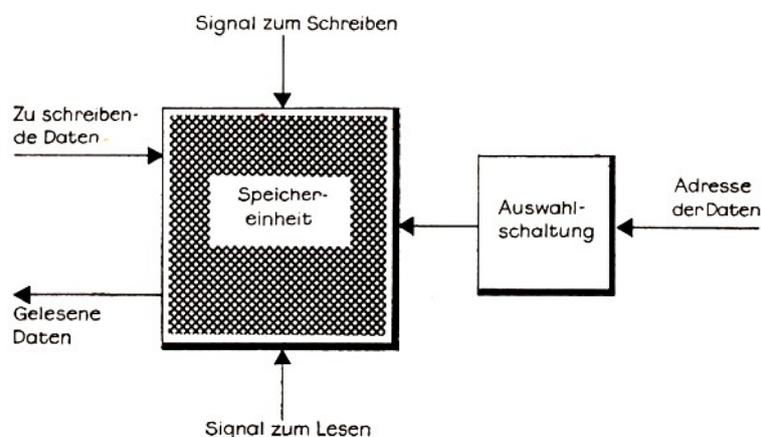
Einige weitere wichtige Begriffe der Speichertechnik seien noch erklärt. Als Speicherkapazität wird die maximale Menge von Daten bezeichnet, die ein Speicher gleichzeitig aufnehmen kann. Die im Speicher aufbewahrten Daten werden nicht verändert.

Die Speicherkapazität kann in Bits, Zeichen oder Worten angegeben werden. Die Begriffe Bit und Zeichen lernten wir bereits kennen. Ein Bit ist eine Binärziffer, kann also eine 0 oder 1 sein. Für ein Zeichen gilt eine bestimmte Zahl von Bits.

Beim System R 300 besteht ein Zeichen aus 8 Bits. Die nächstgrößere Menge von Bits, die als Einheit im Speicher aufbewahrt wird, ist ein Wort. In der Rechentechnik stellt das Wort einen Sammelbegriff für die im Rechenautomaten auftretenden Zahlen (Zahlwörter) und Befehle (Befehlswörter) dar.

Wird über die Bedeutung des Wortes (Zahl oder Befehl) nichts ausgesagt, so bezeichnet man es allgemein als Maschinenwort. Es kann von einer bestimmten Maschine verarbeitet werden.

Die Wortlänge kann konstant oder variabel sein. In der Anlage R 300 wird beispielsweise eine variable Wortlänge verwendet. Das Wortende ist durch eine spezielle Wortmarke gekennzeichnet. Ein Wort kann bei den verschiedenen Datenverarbeitungsanlagen aus 18 bis 50 Bits bestehen.



Grundprinzip eines Speichers

Die Aufbewahrung der Zeichen oder Worte im Speicher erfolgt auf Speicherplätzen. Der Spei-

cherplatz ist der kleinste auswählbare Teil eines Speichers und wird mit einer Zahl versehen, der Adresse. Hat z. B. ein Speicher 1000 Plätze, so sind die Adressen der Speicherplätze 000 bis 999. Wir müssen also wissen, unter welchen Adressen Daten im Speicher aufbewahrt werden, wenn wir sie aufrufen wollen.

Das Überführen von Daten in den Speicher wird auch "Schreiben", das Auswählen der Daten und Überführen in das Rechenwerk "Lesen" genannt.

Im Speicher wird also geschrieben und gelesen. Diese Arbeitsweise soll an Hand des vereinfachten Blockschaltbildes des oben abgebildeten Schemas erläutert werden. Der Speicher besteht aus zwei wichtigen Bausteinen: der Auswahlschaltung und der eigentlichen Speichereinheit für das Aufbewahren der Daten. Die Adresse der Information wird in die Auswahlschaltung eingegeben, in der die Auswahl des Speicherplatzes erfolgt. Durch ein Signal zum Schreiben wird die zu schreibende Information auf dem ausgewählten Speicherplatz untergebracht.

In analoger Weise vollzieht sich das Lesen der gespeicherten Information.

Nach der Anwendung der Speicher werden innere (interne) und äußere (externe) Speicher unterschieden. Während die inneren Speicher mit einer begrenzten Speicherkapazität ausgestattet werden und als Schnellspeicher in der Zentraleinheit direkt mit dem Rechenwerk zusammenarbeiten, sind die äußeren Speicher als Massenspeicher eingesetzt.

Wir hatten einen äußeren Speicher schon bei der Beschreibung der Anlage 300 genannt: den Magnetbandspeicher. Es gibt aber noch mehr äußere Speicher. Auch für die innere Speicherung von Daten wurden die verschiedensten Speicher entwickelt. Da die Speicherart für die Zugriffszeit eine entscheidende Bedeutung besitzt, wollen wir uns einige moderne Ausführungen von Speichern ansehen.

Dass alle Bauelemente, die zwei verschiedene Zustände einnehmen, für die Speicherung von Binärziffern Verwendung finden können, ist einleuchtend, nachdem wir die Verschlüsselung von Zeichen kennengelernt haben. Bedenkt man aber, dass für jede Binärziffer ein Bauelement erforderlich ist und jedes Zeichen aus acht Binärziffern bestehen kann, so wird der hohe Aufwand einer solchen Speicherungsmethode sichtbar.

Es musste nach neuen Lösungen gesucht werden. Seit längerem war bekannt, dass magnetische Werkstoffe zwei definierte innere Zustände einnehmen können, aus denen sich also auch das "Gedächtnis" einer Datenverarbeitungsanlage aufbauen ließ. Es galt nur eine günstige Anordnung der speichernden Elemente zu finden.

Man wählte zunächst einen rotierenden Hohlzylinder, auf den eine dünne Schicht des magnetischen Materials aufgebracht wurde, die Speicherschicht. Die Oberfläche des Zylinders konnte durch kleine Elektromagnete mit nur einer Wicklung, die "Magnetköpfe", so beeinflusst werden, dass magnetisierte und unmagnetisierte Stellen in der Speicherschicht entstanden.

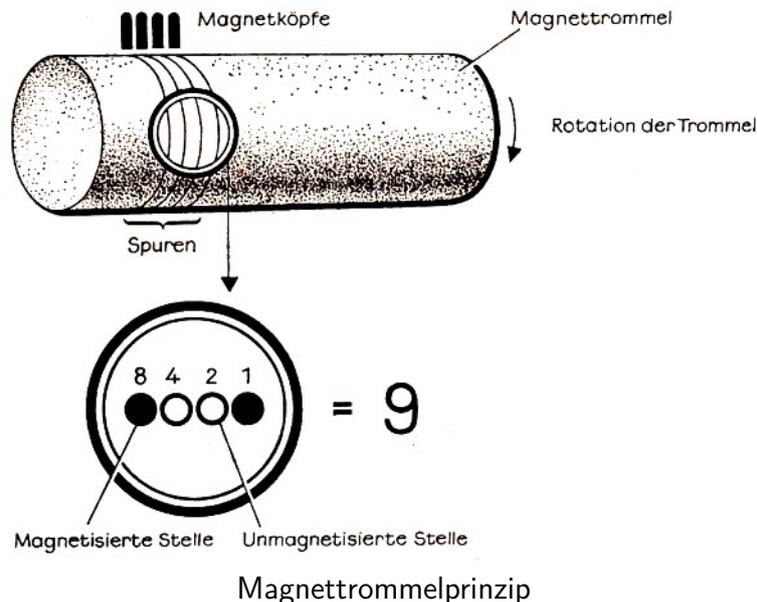
Wenn man den magnetisierten Stellen die L und den unmagnetisierten Stellen die 0 zuordnete, war es möglich, Binärziffern aufzuzeichnen, da alle Zeichen bekanntlich aus solchen Kombinationen von 0 und L aufgebaut sind.

4.4 Der Magnettrommelspeicher

Die Abbildung zeigt die wichtigsten Teile eines Magnettrommelspeichers, einfach Trommelspeicher genannt.

Die Oberfläche der Trommel wird durch die Magnetköpfe so magnetisiert, dass Spuren für

die Datenspeicherung auf dem gesamten Umfang entstehen. Über der Trommel sind so viele Köpfe nebeneinander angeordnet, wie Spuren auf der Magnetschicht zu schreiben sind.



Die Abbildung enthält z. B. vier Magnetköpfe, die auch die darunterliegenden Spuren erzeugen.

Durch die Kombination von magnetisierten und unmagnetisierten Stellen entstehen die gewünschten Zeichen, in unserem Beispiel die Zahl 9.

Bei den vier nebeneinanderliegenden Stellen, die gleichzeitig von den Magnetknöpfen beeinflusst werden, sind die zwei schwarz dargestellten Stellen magnetisiert, die anderen zwei unmagnetisiert. Da jede Spur eine bestimmte Wertigkeit besitzt, ergibt sich als Quersumme die Zahl 9.

Die Trommel wird durch einen Elektromotor in mehrere tausend Umdrehungen je Minute versetzt, so dass sich kleine Zugriffszeiten ergeben; das Rechenwerk braucht nur so lange zu warten, bis die Daten unter die Magnetköpfe gelangen und gelesen werden.

Der Magnetkopf wird auch als Lese/Schreib-Kopf bezeichnet, da er so aufgebaut ist, dass mit ihm sowohl gelesen als auch geschrieben werden kann. Obwohl bei hoher Trommeldrehzahl die Zugriffszeiten nur Bruchteile von Sekunden betragen - immerhin können die gespeicherten Daten ja erst wieder gelesen werden, wenn die magnetisierten Stellen nach einer ganzen Umdrehung unter den Magnetkopf gelangen -, sind auch für das mit großer Geschwindigkeit arbeitende Rechenwerk die entstehenden Wartezeiten schon erheblich.

Deshalb wurde nach neuen und besseren, vor allem schneller arbeitenden Speichern gesucht.

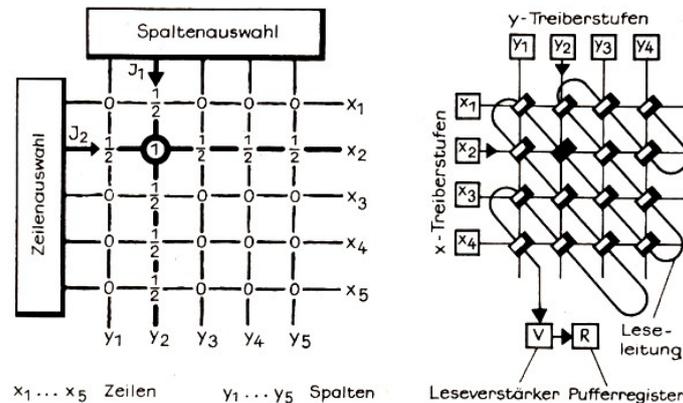
4.5 Der Magnetkernspeicher

In ihm werden kleine Ringe aus Ferritmaterial für die Speicherung verwendet. Diese Ferritringe haben meist nur einen Außendurchmesser von einem Millimeter und einen Innendurchmesser von etwa 0,5 mm.

Wird ein solcher Kern durch ein elektrisches Feld beeinflusst, so können zwei verschiedene innere Zustände entstehen, die sich den Binärziffern 0 und 1 zuordnen lassen. Im Grunde liegt der schon erwähnte Effekt vor, den wir beim Magnetisieren der Trommeloberfläche kennenlernten, nur wird jetzt nicht eine kleine Fläche auf der Trommel magnetisiert, sondern der

gesamte Ring.

Der Vorteil liegt darin, dass jeder Kern sofort gelesen werden kann, ohne dass gewartet werden muss, bis die zu lesende Information unter den Magnetkopf gelangt. Außerdem liegen keine beweglichen Teile wie beim Trommelspeicher mehr vor, die wegen des Verschleißes oft ausgewechselt werden müssen.



Magnetkernspeicher. Auswahl der Kerne (links im Bild) und Anordnungen der Leitungen (rechts)

Sehen wir uns nun den Aufbau und die Wirkungsweise des Magnetkernspeichers an, der einen so wesentlichen Fortschritt in der Speichertechnik mit sich brachte, dass heute jede moderne Datenverarbeitungsanlage mit einem solchen Speicher ausgerüstet ist.

Auch bei fast allen modernen elektronischen Geräten (elektronische Buchungs- und Fakturierautomaten, kleine elektronische Tischrechner usw.), in denen kurzzeitig Daten gespeichert werden müssen, treffen wir auf diesen Speichertyp.

An Hand der Abbildung wollen wir den Aufbau und die Wirkungsweise des Magnetkernspeichers erläutern. Im wesentlichen besteht er (siehe linke Skizze) aus den matrixförmig angeordneten Kernen und elektronischen Schaltungen zur Auswahl des Speicherbereiches. Um das Auswählen jedes Kernes zu ermöglichen, werden sie an den Kreuzungsstellen von Spalten- und Zeilenleitungen angeordnet.

Gehen wir davon aus, dass für die Magnetisierung eines Kernes eine bestimmte elektrische Stromstärke J erforderlich ist. Sie lässt sich in die Teilströme J_1 und J_2 aufspalten und wird über die entsprechende Spalten- und Zeilenleitung geschickt. In unserer Abbildung wurde z.B. der mit (1) gekennzeichnete Kern ausgewählt.

Die Teilimpulse fließen über die Zeile x_2 und die Spalte y_2 . Am Kreuzungspunkt erfolgt die Addition: $J = J_1 + J_2$.

Somit kann der Kern magnetisiert werden. Wir sehen zwar in der Abbildung, dass alle Kerne in der Spalte und Zeile mit einer halben Ladung beauftragt sind, doch reicht diese nicht aus, um den Kern vollständig zu magnetisieren.

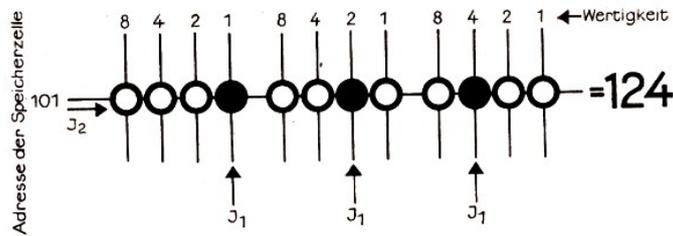
Im rechten Teil der oben dargestellten Abbildung ist der Aufbau einer Ferritkern-Speicherebene zu sehen. Um die Ladungen zu erzeugen, sind Impulse durch Leitungen zu "treiben".

Dazu sind Treiberstufen erforderlich. Außerdem wird diagonal durch alle Kerne eine Leseleitung geführt. Wird der Kern zum Lesen einer Information ausgewählt, so entsteht durch den Magnetisierungsvorgang ein Impuls, den die Leseleitung aufnimmt.

Da dieser Impuls sehr klein ist, wird er zunächst durch einen Leseverstärker vergrößert und

anschließend an einen Pufferspeicher (Register) geringer Kapazität weitergeleitet. Von hier aus erfolgt die Weitergabe der Information an das Rechenwerk.

Wie werden die Zeichen im Speicher verteilt? Betrachten wir dazu einen Ausschnitt des Speichers. Die folgende Skizze zeigt die Zelle (Speicherplatz) mit der Adresse 101 eines Magnetkernspeichers, in der die Kerne für die Speicherung z. B. der Zahl 124 ausgewählt werden.



Auswahl der Zahl 124 in einem Magnetkernspeicher

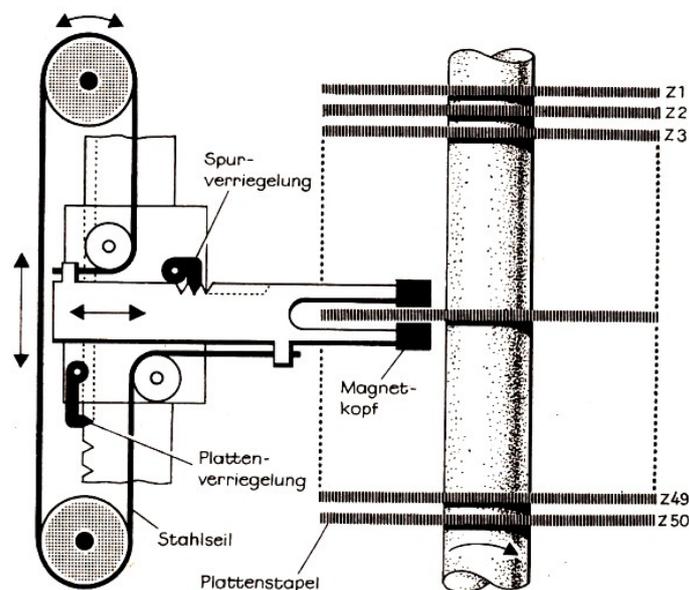
Dazu werden über die Zeilenleitung der Impuls J_2 und über die jeweiligen Spaltenleitungen die eingezeichneten Impulse J_1 geschickt. An den Kreuzungspunkten ergibt sich die erforderliche Stromstärke für die Magnetisierung der schwarz gezeichneten Kerne, die die Bedeutung 1 besitzen. Die unmagnetisierten Kerne speichern die Ziffer 0.

Aus der Abbildung ist folgende Binärdarstellung abzulesen: 000L 00L0 0L00 = 124.

4.6 Der Magnetplattenspeicher

Betrachten wir nun einen der größten Speicher, den Scheiben- oder Magnetplattenspeicher, der aus einzelnen übereinander angeordneten rotierenden Scheiben besteht, die auf beiden Seiten eine magnetisierbare Schicht für die Speicherung der Daten besitzen. Die Speicherkapazität ist von der Anzahl der Platten, d. h. vom Volumen der rotierenden Körper und nicht - wie beim Magnettrommelspeicher - von der Oberfläche abhängig.

Wir kennen eine ähnliche Lösung beim Musikautomaten. Dort befinden sich die Schallplatten ebenfalls übereinander oder nebeneinander. Der Unterschied im "Abhören" der Platten besteht darin, dass beim Musikautomaten die ausgewählte Platte zum Tonarm und beim Magnetplattenspeicher der "Tonarm" zu den Platten bewegt wird.



Aufbau eines Magnetplattenspeichers

Sehen wir uns nun eine Ausführung des Magnetplattenspeichers an. Rechts in der Abbildung befinden sich die übereinanderliegenden Scheiben. Von den 50 Scheiben (z 1 bis z 50) wurden der Einfachheit halber nur einige gezeichnet.

Der Arm muss zwei Magnetköpfe tragen, damit beide Seiten der Platte gleichzeitig erreicht werden können. Er bewegt sich mit Hilfe eines Seilzuges in horizontaler und vertikaler Richtung. Das Seil wird durch die Rollen geführt. Hat der Arm die erforderliche Stellung zum Speichern oder Lesen der Information eingenommen, dann wird er verriegelt.

Die Bewegung des Arms in die beiden Richtungen erfordert eine komplizierte Steuerungseinrichtung. Um den Aufwand zu verringern, werden moderne Plattenspeicher so aufgebaut, dass so viele Arme vorhanden sind wie der Speicher Platten hat. Damit ist gewährleistet, dass der Arm nur noch eine Bewegung in horizontaler Richtung auszuführen braucht.

Alle Spuren können bei dieser Bewegung auf einen entsprechenden Befehl durch die Zentraleinheit erreicht werden.

Der Magnetplattenspeicher wird durch folgende technische Daten charakterisiert: Der Plattensatz hat eine Drehzahl von 20 bis 60 Umdrehungen je Sekunde. Die mittlere Zugriffszeit des dargestellten Speichers mit 50 Platten liegt bei etwa einer halben Sekunde. Die Speicherkapazität kann bis zu 100 Mill. Zeichen betragen.

Wird eine so große Speicherkapazität überhaupt benötigt?

Denken wir beispielsweise an ein Versandhaus mit vielen tausend Kunden, deren Adressen zu speichern sind, damit die Rechnungen bei Bestellungen automatisch ausgeschrieben werden können. Durch die große Speicherkapazität des Plattenspeichers wird es möglich, die vielen Kundenadressen so aufzubewahren, dass ohne größeren Zeitverlust die Anschrift direkt ausgewählt und ausgedruckt werden kann.

Aber nicht nur in einem Versandhaus, auch in den Betrieben sind viele Daten zu fixieren. Erinert sei hier nur an die vielen Teile, die zu lagern sind, oder an die große Zahl der Standardteile, über die schnell eine Übersicht bei Neuentwicklungen bestehen muss.

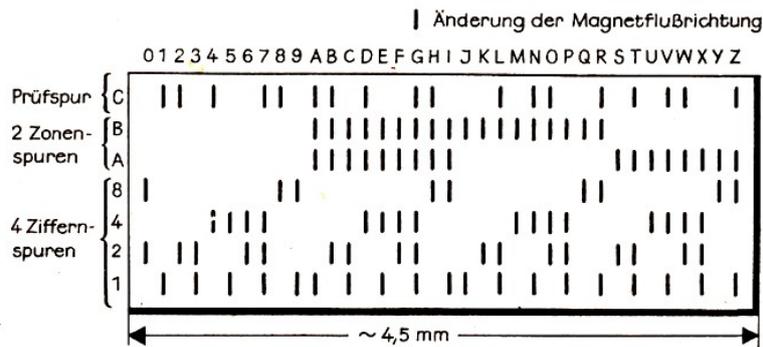
Immer mehr Kapazität wird auch zur Datenspeicherung benötigt, die in Zukunft bei der Prognose, Forschung, Konstruktion, Marktforschung usw. in direktem Zugriff zur Verfügung stehen muss. Um die Anzahl der Speicherplätze zu erhöhen, besteht bei der Anlage Robotron 300 die Möglichkeit, weitere Zusatzspeicher anzuschließen.

4.7 Der Magnetbandspeicher

Das Magnetband als Speicherelement ist uns bekannt. Die auf dem Plastband aufgetragene magnetisierbare Schicht dient zur Aufzeichnung der Sprache oder Musik. Mit Hilfe eines Sprechkopfes, der aus einem Eisenkern mit einem Luftspalt besteht, wird ein Magnetfeld erzeugt. Dieses magnetisiert das vorbeigeführte Band proportional dem Tonfrequenzstrom.

In ähnlicher Weise vollzieht sich bei den Magnetbandspeichern die Aufzeichnung der Daten. Hier werden aber keine Töne aufgenommen, sondern Kombinationen von Binärziffern. Das Speichern dieser Binärziffern geschieht in ähnlicher Weise wie beim Trommelspeicher.

Wie aus dem Aufbau des Magnetbandkodes (s. Abb.) zu erkennen ist, werden die Daten auf dem Band durch sieben Spuren fixiert: vier Ziffernspuren, zwei Zonenspuren und eine Prüfspur. Die Ziffernspuren dienen zur Darstellung der Zahlen. Durch die Ergänzung der Ziffernspuren um ein Prüfbit ist der Kode so aufgebaut, dass Fehler beim Aufzeichnen feststellbar sind.



Ein Kode für die Aufzeichnung von Daten auf Magnetband

Im vorliegenden Fall ergibt die Ergänzung in der Prüfspur stets eine gerade Anzahl von-magnetisierten Elementen in einer Spalte. Ähnlich werden die Buchstaben wiedergegeben, wie die Abbildung zeigt. Die Daten sind als Binärziffernkombinationen gespeichert, wobei die Änderung der Magnetflussrichtung als die binäre Eins (L) und die kleinen Felder ohne diese Änderung als binäre Null (0) definiert sind.

Ein Magnetband der gebräuchlichen Länge von 750 m hat eine Speicherkapazität von 5 Mill. Zeichen. Dieses Speichervermögen entspricht dem Aufnahmevermögen von etwa 60000 Lochkarten!

Der wichtigste Vorteil des Magnetbandspeichers ist die große Geschwindigkeit beim Ein- und Ausgeben der Daten. Immerhin wird eine Geschwindigkeit bis zu 150000 Zeichen je Sekunde erreicht. Dabei muss ein Start-Stopp-Betrieb gewährleistet sein.

Die Daten müssen der Zentraleinheit so zugeführt werden, wie sie das Rechenwerk für die arithmetischen Operationen benötigt. Dazu werden die Daten zunächst mit hoher Geschwindigkeit eingegeben, damit für das Rechenwerk nur geringe Wartezeiten auftreten.

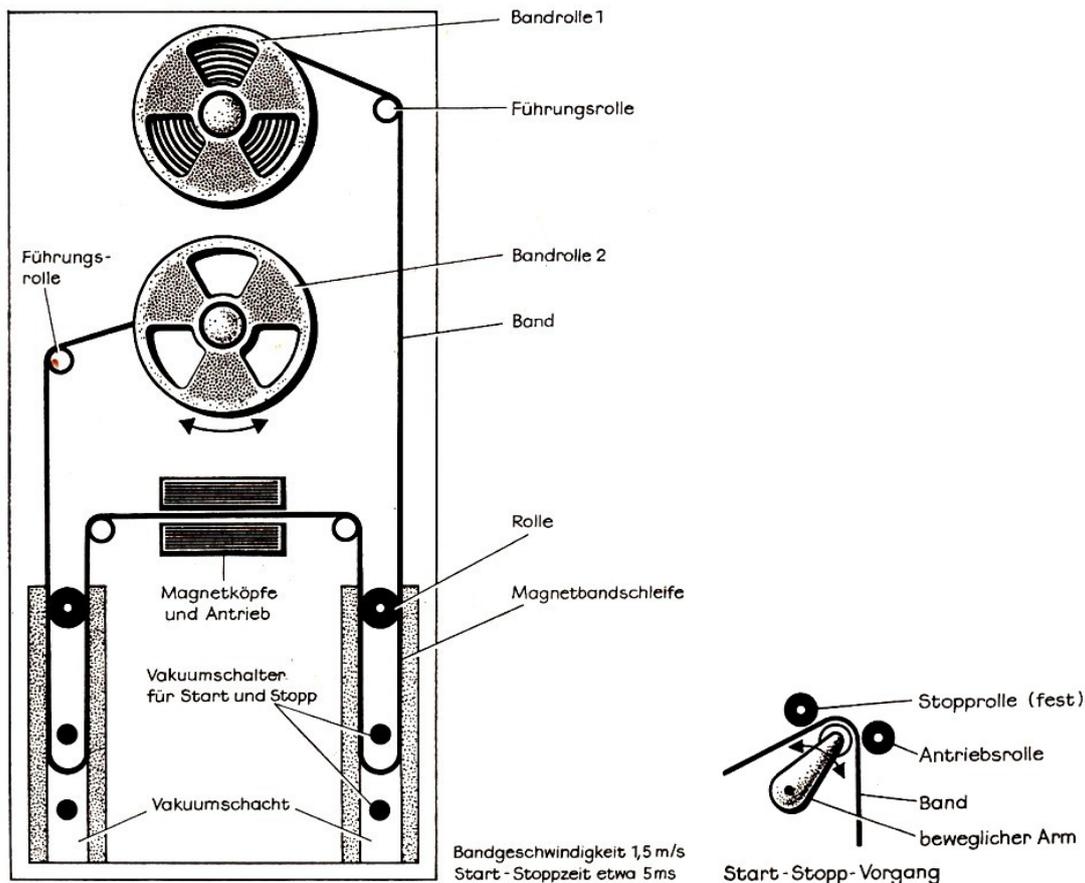
Während das Rechenwerk nun mit den Daten bestimmte Operationen vornimmt, ist das Magnetband zu stoppen. Dieser Stoppvorgang hat in kürzester Zeit zu erfolgen, damit nicht Daten "überfahren" werden. Diese Daten würden sonst für die Verarbeitung nicht mehr zur Verfügung stehen.

Benötigt das Magnetband einen großen Weg, um nach dem Stoppbefehl zum Halten zu kommen, so kann dieser Teil des Magnetbandes nicht für die Datenspeicherung verwendet werden. Das Magnetband wird nicht voll ausgenutzt. Aus diesem Grunde wird eine möglichst kurze Start-Stopp-Zeit angestrebt. Sie beträgt bei modernen Magnetbandeinheiten etwa 5 Millisekunden.

Sehr kurze Zeiten für das Stoppen und Starten des Magnetbandes im Gerät sind nur zu erreichen, wenn beim Lesen und Schreiben des Magnetbandes wenig Masse bewegt wird. Deshalb trennt man den Transport des Magnetbandes von der Bewegung der schweren Magnetbandrollen. Wie das durchgeführt werden kann, zeigt unsere Abbildung.

Wir gehen davon aus, dass die Bandrolle 1 das gesamte Magnetband enthält, während das andere Ende des Bandes auf der Rolle 2 aufgespult sein soll.

Die Bandbewegung erfolgt also beim Speichern so, dass sich das Band von der Rolle 1 nach 2 bewegt. Nach nebenstehender Abbildung wird das Band zunächst über eine Führungsrolle geleitet und gelangt in den rechten Vakuumschacht. Hier wird das Band zu einer Schleife geformt. Die Größe dieser Schleife wird durch zwei Vakuumschalter in bestimmten Grenzen konstant gehalten.



Grundsätzlicher Aufbau einer Magnetbandeinheit

(Berührt das Band den unteren Schalter, dann wird der Motor für den Antrieb der Bandrolle 1 abgeschaltet. Ist die Schleife zu klein, so dass sie den oberen Schalter erreicht, dann schaltet sich der Bandrollenantrieb wieder ein.)

Von diesem Schacht aus wird das Band zu der Einrichtung geführt, die die Magnetköpfe für das Lesen und Schreiben enthält. Gleichzeitig befindet sich hier der Bandantrieb. Er braucht nun nur einen Teil des Magnetbandes zu bewegen, da im Schacht die Schleife ist. Anschließend wird das Band zu dem linken Schacht transportiert, wo wieder eine Schleife entsteht, bevor die Bandrolle 2 das Band aufnimmt.

Die Trennung zwischen dem Antrieb für die Bandrollen und für das Magnetband beim Speichern ermöglicht eine Bandgeschwindigkeit von 1,5 m je Sekunde, wobei das Band in 5 Millisekunden gestoppt werden kann. Wie dieser sehr kurze Start-Stopp-Vorgang technisch realisiert werden kann, ist im unteren Teil der Abbildung gezeichnet.

Das Band läuft über eine Rolle, die sich auf einem beweglichen Arm befindet. Dieser Arm kann in Richtung auf die Stopprolle oder gegen die Antriebsrolle gedrückt werden.

Abschließend wollen wir die wichtigsten Kriterien für die Beurteilung eines Speichers zusammenstellen.

Ein Speicher wird nach der Kapazität, der Zugriffszeit und den Kosten beurteilt. Die Problematik der Kapazität wurde bereits besprochen. Die Zugriffszeiten der Speicher sind in einer Tabelle angegeben:

Bezeichnung des Speichers	Kosten je Bit	Zugriffszeit
Ferritkernspeicher	++++	5 μ s
Magnettrommelspeicher	+++	5 ms
Magnetplattenspeicher	++	0,5 s
Magnetbandspeicher	+	50 s

Aus der Übersicht ist zu entnehmen, dass der Magnetbandspeicher hinsichtlich der Zugriffszeit ungünstig ist. Diese Tatsache resultiert aus der Eigenart- dieses Speichers. Im ungünstigsten Fall wird das gesamte Magnetband erst zurückgespult, bevor die Daten an die Zentraleinheit übermittelt werden können.

Deshalb sind die Daten je nach dem Verarbeitungszweck auf dem Magnetband sortiert.

Da man bestrebt ist, die Lösung umfangreicher Datenverarbeitungsprobleme möglichst rationell zu lösen, wird den Kosten eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

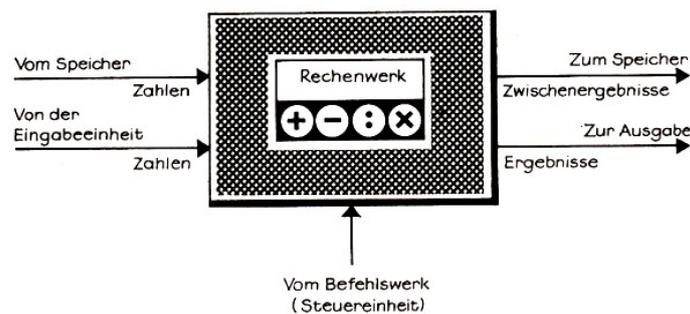
Die Kosten für die Speicherung je Bit sind um so höher, je geringer die Zugriffszeit ist. Der Pfeil in der Tabelle soll diesen Sachverhalt darstellen.

4.8 Das Rechenwerk verarbeitet die Daten

Dem eigentlichen Zweck der Datenverarbeitungsanlage, der Durchführung aller arithmetischen Operationen, dient das Rechenwerk, das genauer als arithmetische Einheit zu bezeichnen ist. Der Begriff Rechenwerk ist etwas irreführend, da eine elektronische Datenverarbeitungsanlage kein "Werk" mehr besitzt, wie es beispielsweise bei den mechanischen Rechenmaschinen der Fall ist, wo die Rechnungen mit Hilfe kleiner Zahnräder, also mit einem Rechenwerk, ausgeführt wurden.

Die Berechnung erfolgt bei der elektronischen Datenverarbeitungsanlage durch elektronische Schaltungen, die mit Hilfe der Schaltalgebra entworfen werden. Aus Gründen des Sprachgebrauchs wollen wir den Begriff Rechenwerk weiterhin verwenden.

Das Rechenwerk besteht aus folgenden Baugruppen:



Blockbild der arithmetischen Einheit Rechenwerk

1. Elektronische Addiereinrichtung zum Addieren und Subtrahieren. Multiplikationen und Divisionen werden im allgemeinen auf eine Folge von Additionen und Subtraktionen zurückgeführt.
2. Operationssteuerung zum Steuern der Folge von Operationen, die beispielsweise für eine Multiplikation benötigt werden.
3. Mehrere Register zur zeitweiligen Speicherung von Daten und Ergebnissen.

Betrachten wir das Rechenwerk als Kästchen, dann ergeben sich zwischen ihm und den ande-

ren Baueinheiten die in der umseitigen Abbildung dargestellten Verbindungen. Das Rechenwerk erhält vom Speicher oder von der Eingabeeinheit die Zahlen für die Berechnungen.

Von der zentralen Steuereinheit der Anlage kommen die Befehle für das Ausführen der Operationen. Zwischenergebnisse, mit denen weitere Operationen vorzunehmen sind, werden im Speicher oder im Register zwischengespeichert.

Ergebnisse werden der Ausgabereinheit zugeleitet, wobei eine zwischenzeitliche Speicherung erforderlich wird, wenn die Ausgabereinheit zu langsam arbeitet. Bevor wir jedoch die Arbeitsweise des Rechenwerks betrachten,

müssen wir noch einige Begriffe kennenlernen, die mit dem Arbeiten dieser Einheit in enger Verbindung stehen. Was bedeuten die Begriffe: kommafremie Darstellung und Gleitkommadarstellung der Zahlen oder Ergebnisse?

Bei der kommafremien Darstellung (Festkomma) werden die Zahlen so in die Anlage eingegeben, wie wir es von den mechanischen Rechenmaschinen kennen. Der Programmierer muss in diesem Falle die Kommalage der Zahlen überwachen. Wenn die Kapazität eines Rechenwerks beispielsweise zehn Dezimalstellen beträgt, was gleichbedeutend damit ist, dass nur Zahlen verarbeitet werden können, die zehn Dezimalstellen nicht überschreiten, so erfolgt die Darstellung z. B. dieser Zahlen folgendermaßen:

$$\begin{array}{rcl} 5,789 & \rightarrow & 00005\ 78900 \\ 83456,23391 & \rightarrow & 83456\ 23391 \\ & & \uparrow \text{Kommalage} \end{array}$$

Aus dem Beispiel ersehen wir, dass die Zahlen in diesem Falle so behandelt werden müssen, wie es beim schriftlichen Addieren von Hand geschieht. Für den Programmierer bedeutet das einen erheblichen gedanklichen Aufwand. Deshalb wird diese Form der Verarbeitung von Zahlen nur dann in Frage kommen, wenn viele Daten eingegeben werden, deren Kommalage einfach zu übersehen ist.

Für wissenschaftlich-technische Datenverarbeitung ist diese Form nicht günstig, so dass dann die Gleitkommadarstellung angewandt wird.

Bei der Gleitkommadarstellung werden die Zahlen und Ergebnisse mit Hilfe eines Exponenten wiedergegeben. Die Exponentendarstellung ist uns aus der Mathematik bereits bekannt und gilt für jede Zahl. Bezeichnen wir unsere Zahl mit X_i , so kann sie mathematisch in der Form geschrieben werden:

$$X_i = p_i \cdot B^{q_i}$$

Hier bedeutet B die Basis, und q_i ist der Exponent der Zahl. p_i ist die Ziffernfolge der Zahl X_i .

Wählen wir als Beispiel einige Zahlen aus, wobei als Basis $B = 10$ angesetzt ist:

$$\begin{array}{l} 79,345 \rightarrow 79345 \cdot 10^{-3} \quad (p_i = 79345, q_i = -3) \\ 55000000 \rightarrow 55 \cdot 10^{+6} \quad (p_i = 55, q_i = +6) \end{array}$$

In dieser Schreibweise können sehr kleine und sehr große Zahlen angegeben werden. Wie kann man diese Zahlen aber beispielsweise addieren ?

In der Anlage sind dazu zwei Stellen "reserviert", um die Exponenten darstellen zu können. Die Festlegung kann so erfolgen, dass die Exponenten -50 bis 0 den Zahlen 00 bis 50 und die Exponenten +1 bis 49 den Zahlen 51 bis 99 entsprechen.

Während des Rechenprozesses werden die Operationen automatisch ausgeführt, so dass stets das richtige Ergebnis ausgedruckt wird. Da das "Komma" hierbei "gleitet", heißt diese Arbeitsweise der Datenverarbeitungsanlage Gleitkommadarstellung.

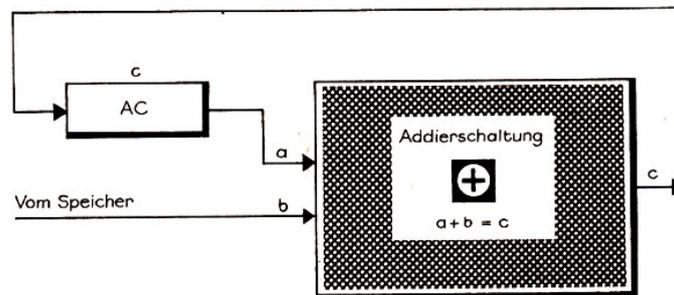
Die Anlage ermittelt mit Hilfe der: Operationssteuerung automatisch den richtigen Exponenten des Ergebnisses, so dass die Arbeit des Programmierers wesentlich erleichtert wird.

Anschließend wollen wir die Arbeitsweise des Rechenwerks erläutern. Dazu betrachten wir eine einfache Addition in einem elementaren Rechenwerk.

Es soll die Operation

$$\begin{array}{ccccccc} a & + & b & = & c \\ \text{1.Operand} & & \text{2.Operand} & & \text{Ergebnis} \end{array}$$

ausgeführt werden. In der untenstehenden Abbildung ist der Ablauf dieser Operation zu erkennen. Das Rechenwerk besteht aus der Addierschaltung zur Verknüpfung der Daten und dem Rechenregister, das als Akkumulator (AC) bezeichnet wird.



AC = Akkumulator (Rechenregister)

Vereinfachtes Blockschaltbild eines elementaren Rechenwerkes

Zur Verknüpfung (Addition) übernimmt die Addierschaltung vom Akkumulator den ersten (a) und vom Speicher den zweiten (b) Operanden. Das Ergebnis wird dann stets dem Akkumulator übermittelt, wobei gleichzeitig der vorher gespeicherte Operand (a) gelöscht wird. Das Ergebnis (c) kann nun zum Zwischenspeichern einem Speicher oder der Ausgabeeinheit zugeleitet werden.

Die Arbeitsgeschwindigkeit dieser Einheit beträgt in der Datenverarbeitungsanlage R 300 etwa 5000 Operationen je Sekunde; eine unvorstellbar große Geschwindigkeit dieses modernen elektronischen Rechenkünstlers.

4.9 Der Kapitän der Datenverarbeitungsanlage: Die Steuereinheit

Jede Datenverarbeitungsanlage besitzt eine zentrale Steuereinheit, auch als Leit- oder Steuerwerk bezeichnet, die das erforderliche Zusammenwirken der einzelnen Baueinheiten nach dem eingegebenen Programm garantiert. Wir hatten diese Steuereinheit bereits bei der Beschreibung der Datenverarbeitungsanlage R 300 kennengelernt.

Die Steuereinheit hat folgende Aufgaben:

- Auswahl der Befehle aus dem Speicher in der verlangten Reihenfolge,
- Steuerung der Recheneinheit, des Speichers und der Ein- und Ausgabeeinheiten durch Auslösen von Signalen,

- Änderung von Adressen unter Berücksichtigung der Register und Überwachung der Baueinheiten, damit alle Aufgaben. in der vorgeschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Der Befehl ist eine Anweisung an die Anlage. Er wird in einer Zelle des Speichers aufbewahrt, bewirkt im Ablauf des Programms einen Schritt und besteht aus dem Operationsteil und dem Adressteil. Der Operationsteil gibt an, welche Operation auszuführen ist, z. B. eine Addition. Auch die Anweisung zum Eingeben von Daten löst eine Operation ("Dateneingabe") aus.

Der Adressteil bestimmt den Ort des Befehls im Speicher. Da viele Befehle zur Ausführung eines Programms notwendig sind, müssen sie eindeutig gekennzeichnet im Speicher aufbewahrt werden.

Einen Befehl kann man mit einem Auftrag im täglichen Leben vergleichen. Nehmen wir beispielsweise den Auftrag zum Einkaufen an, den eine Mutter ihrem Kind erteilt: "Gehe bitte in den Konsum und hole ein Stück Seife!" Auch dieser "Befehl" hat einen Adressteil - Konsum - und einen "Operationsteil"- hole ein Stück Seife! - Diese Anweisung ist damit eindeutig, da das Kind die Adresse kennt und die auszuführende Handlung, die bei der Datenverarbeitungsanlage der Operation entspricht.

Von der Datenverarbeitungsanlage R 300 sagt: man, dass sie eine Einadressmaschine ist. Es gibt außerdem Zweiadressmaschinen.

Diese Bezeichnungen gehen auf den Aufbau des Adressteils im Befehl zurück. Es besitzt die Einadressmaschine nur einen Adressteil im Befehl, während bei der Zweiadressmaschine zwei Teile für die Adresse vorhanden sind. Der erste Teil der Adresse bestimmt die Zelle, in der die Speicherung des Befehls erfolgte. Der zweite Adressteil kann festlegen, in welcher Zelle des Speichers der folgende Befehl enthalten ist.

Der Vorteil von Einadressmaschinen liegt vor allem darin, dass die Speicherung der Befehle wenig Speicherkapazität erfordert. Die Befehlsliste muss jedoch einen sogenannten Sprungbefehl besitzen (diese Begriffe werden wir noch kennenlernen).

Diesen Nachteil haben Zweiadressmaschinen nicht. Die Programmierung wird damit vereinfacht. Die Einadressmaschinen benötigen eine größere Speicherkapazität.

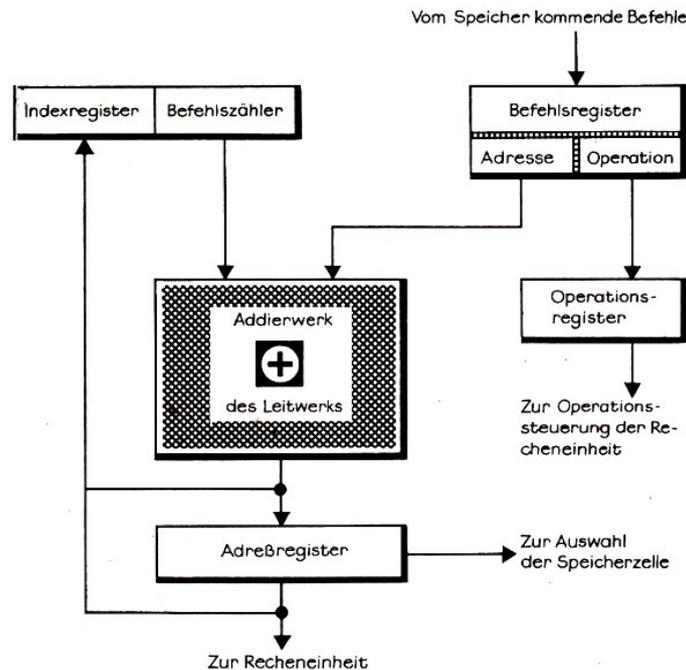
Einadressmaschinen haben einen Befehlszähler, der stets die Adresse des gerade von der Anlage ausgeführten Befehls enthält. Ist der Befehl "abgearbeitet", wird der Befehlszähler um 1 erhöht.

Damit garantiert der Befehlszähler die richtige Reihenfolge der Befehle. Sehr oft wird den Befehlen eine andere Adresse zugeordnet. Das macht sich z. B. erforderlich, wenn die Befehle zunächst unter vorläufigen Zahlen gespeichert wurden.

Die Steuereinheit übernimmt beim Abarbeiten alle Befehle in der fortlaufenden Reihenfolge, so dass die Adressen der Befehle mit Hilfe der Indexregister entsprechend verändert werden müssen. Indexregister sind kleine Speicher, die nur die Adressen der Befehle aufnehmen können und diese Zahlen dann um einen konstanten Betrag verändern.

Beispielsweise sei der Befehl in der Zelle mit der Adresse 351 gespeichert. Es werden nun während des Rechenvorganges 50 Befehle zusätzlich in das Programm aufgenommen. In diesem Falle werden im Register die Zahlen $351 + 50$ addiert. Der Befehl mit der Adresse 351 erhält also die neue Adresse 401.

Wie wichtig diese Veränderungen sind, kommt dadurch zum Ausdruck, dass z.B. die mittlere Datenverarbeitungsanlage R 300 zehn Indexregister besitzt.



Blockschaltbild einer Steuereinheit

Die Arbeitsweise einer Steuereinheit sei an unserem Schema erläutert. Wir wählen ein einfaches Leitwerk einer Einadressmaschine mit vier Registern. Die vom Speicher kommenden Befehle gelangen zunächst in das Befehlsregister (rechts oben in der Abbildung). Hier erfolgt die Aufspaltung des Befehls in Adresse und Operation.

Der Operationsteil des Befehls wird zur Operationssteuerung der Recheneinheit geleitet, während der Adressenteil zum Addierwerk des Leitwerks gelangt. Mit dem Addierwerk steht gleichzeitig das Indexregister und der Befehlszähler in Verbindung, wodurch der Inhalt des Indexregisters zum Adressenteil addiert werden kann.

Das Ergebnis der Addition gelangt in das Adressregister, so dass nun die Auswahl der Zelle im Speicher erfolgen kann, wo sich der Befehl befindet, der als nächster zum Befehlsregister transportiert wird.

Gleichzeitig wird im Befehlszähler die Addition +1 ausgeführt, wenn der Befehl abgearbeitet ist. Außerdem ist noch eine Verbindung zwischen dem Adressenregister und der Recheneinheit (ganz unten in der umseitig dargestellten Skizze) eingezeichnet. Sie ermöglicht, die in diesem Register stehende Zahl in das Rechenwerk zu geben, so dass auch eine Adressenrechnung in der Recheneinheit vorgenommen werden kann.

4.10 Die Ausgabeeinrichtungen

Der Begriff Ausgabe drückt den Vorgang der Informationsübertragung aus der Zentraleinheit an Ausgabeeinrichtungen aus. Die Ergebnisse können angezeigt, gedruckt oder in Datenträgern gespeichert ausgegeben werden.

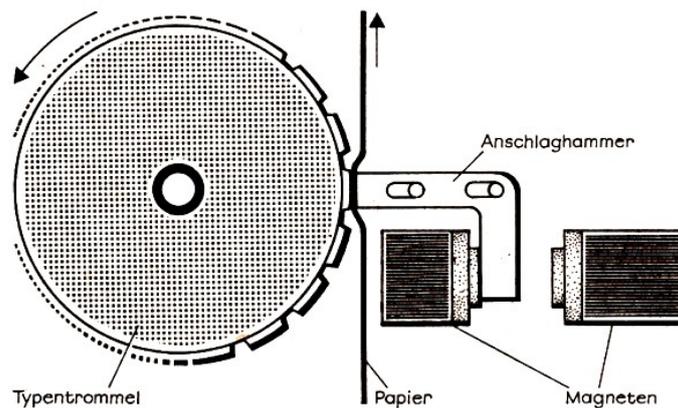
Solche Einheiten haben wir bei der Beschreibung der Anlage R 300 bereits kennengelernt: Paralleldrucker, Lochkartenstanzer und Lochbandlocher.

Die am meisten benötigte Darstellungsform von Ergebnissen nach der Verarbeitung von Daten in der elektronischen Datenverarbeitungsanlage ist das Ausdrucken auf Formularen oder anderen Berichtsbogen. Man spricht in diesem Falle von einer Ausgabe in Klartext.

Ausgeführt wird diese Datenausgabe überwiegend durch Ausgabedrucker (Schnelldrucker) mit hoher Geschwindigkeit. Solche Drucker ermöglichen es, 30000 Zeilen und mehr je Stunde zu drucken. Da stets Zeile für Zeile auf einmal ausgegeben wird, also ein paralleles Drucken erfolgt, nennt man das Gerät Paralleldrucker.

Bei der Schreibmaschine erscheint Buchstabe für Buchstabe auf dem Papier. Diesen Vorgang bezeichnet man als Serienducken.

Wie erreicht man diese hohe Druckgeschwindigkeit? In dieser Skizze sind die wichtigsten Bauelemente dargestellt.



Das Typentrommel-Druckwerk zur Ausgabe der Daten

Eine Typentrommel, die ständig mit hoher Geschwindigkeit rotiert, enthält alle Zahlen, Buchstaben und Zeichen, die abgedruckt werden können. Vor der Trommel befindet sich das Papier zum Aufzeichnen der Ergebnisse. Auf der anderen Seite des Papierbogens sind Anschlaghämmer angeordnet, die von Magneten beeinflusst werden. Soll ein Zeichen abgedruckt werden, dann erhält der entsprechende Magnet einen Impuls, wobei der Anschlaghammer in Richtung auf die Typentrommel kurzzeitig stößt. Diese Stellung veranschaulicht unsere Abbildung.

Durch einen anderen Magneten oder eine Feder wird der Anschlaghammer wieder in seine Ausgangslage gebracht: Die Anzahl der Anschlaghämmer nebeneinander ist gleich der Anzahl der Zeichen je Zeile. Bei einer Umdrehung der Trommel gelangt jedes Zeichen einmal in den Bereich eines Hammers, so dass alle Zeichen einer Zeile während einer Trommelumdrehung geschrieben werden können.

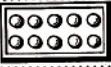
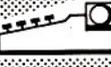
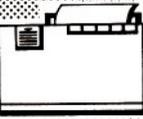
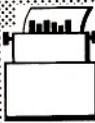
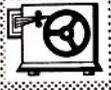
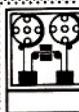
Sind die Ausgabedaten in Datenträgern zu speichern, so erfolgt das Stanzen der Daten in den erforderlichen Ausgabeeinrichtungen. Die numerische Werkzeugmaschinensteuerung benötigt beispielsweise Lochbänder, die man folgendermaßen herstellt:

Die Impulskombinationen der Ausgabeeinheit gelangen zu den Magneten eines Lochbandlochers. Die Magneten bewirken, dass immer gleichzeitig eine ganze Lochkombination, die einem Zeichen entspricht, durch Lochstempel in das Papierband gedrückt werden. Dadurch entsteht das Papierband, wie wir es bereits in unserer Abbildung kennengelernt hatten. In ähnlicher Weise werden auch die Lochkarten im Kartenlocher gestanzt.

Ein weiteres Ausgabemittel ist das Magnetband. Die Magnetbandeinheit ermöglicht die Ausgabe mit sehr hoher Geschwindigkeit. Bis zu 180000 Zeichen je Sekunde können auf dem Magnetband gespeichert werden.

Die Abbildung zeigt eine Zusammenstellung der bekanntesten Ausgabeeinrichtungen. Da ein wichtiges Kennzeichen der Ausgabeeinheiten die Geschwindigkeit in Zeichen je Sekunde ist,

wurden diese Angaben mit in die Abbildung aufgenommen. Die Übersicht vermittelt sehr anschaulich die Leistungsfähigkeit der Ausgabeeinrichtungen.

Ausgabe-Einrichtungen		
Bezeichnung	Prinzip	Ausgabegeschwindigkeit (Zeichen je Sek.)
Lampenfeld		—
Schreibmaschine		5 - 15
Tabelliermaschine		150 - 380
Schnelldrucker		800 - 2000
Lochbandlocher		7 - 300
Lochkartenlocher		10 - 200
Magnetband		5000 - 180000

Leistungsfähigkeit der Ausgabeeinrichtungen

In Zukunft werden noch andere Ausgabeformen an Bedeutung gewinnen: die Ausgabe von Bildern und die Sprache. Die Bildausgabe wird dann besonders vorteilhaft sein, wenn für bestimmte Entwicklungsarbeiten Bauelemente oder Teillösungen für den Entwicklungsingenieur auszugeben sind.

Es lassen sich auf diese Weise ganze Maschinen in ihrem Aufbau speichern und zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt durch Bildausgabeeinrichtungen, die unter dem englischen Ausdruck Display-Einheiten bekannt wurden, wieder "ausgeben" oder - besser gesagt - anzeigen.

Erwähnenswert ist noch, dass die Datenverarbeitungsanlagen auch "singen". Dieses Singen hat aber wenig praktische Bedeutung. Es wurden Töne gespeichert, die in ihrer Tonlage einer bestimmten Operation der Anlage entsprechen.

Der Programmierer hört bei dem singenden Automaten, welche Operationen ausgeführt werden. Der "Gesang" ist meist eintönig, da sich bestimmte Operationen, z. B. Additionen, sehr häufen.

Viel wichtiger wird in Zukunft die Sprachausgabe werden. Für zahlreiche Aufgaben genügt es, wenn die Anlage kurze Angaben spricht. In diesem Falle ist die "Sprache" in Form von Zahlen gespeichert. Durch Impulse der Zentraleinheit werden diese Zahlen ausgewählt und meist über das Telefon ausgegeben. -

Wird das nicht recht günstig, wenn wir auf diese Weise mit unserem Bankkonto telefonieren können?

4.11 Die Datenfernübertragung

Nicht immer ist es möglich, die Daten direkt über die Eingabegeräte in die Datenverarbeitungsanlage einzugeben.

Oft sind zwischen den Eingabegeräten und der Zentraleinheit mehr oder weniger große Entfernungen zu überbrücken. Diese Tatsache macht das eben erwähnte Beispiel deutlich.

Erfolgt die Anfrage aus der Wohnung des Bankkontoinhabers, und befindet sich die Datenverarbeitungsanlage in der entfernten Bezirksstelle der Bank, dann werden die Daten über eine beträchtliche Entfernung übertragen.

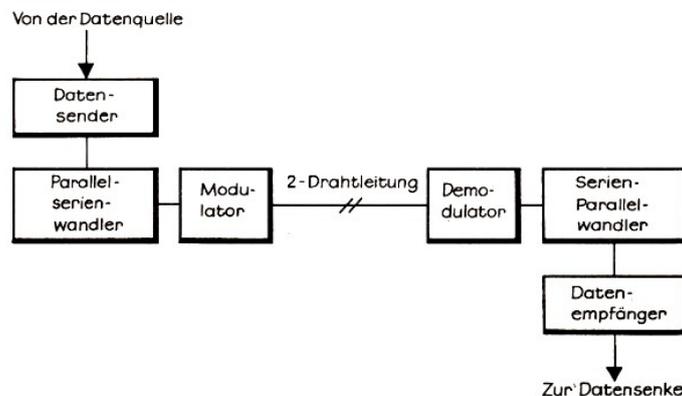
Eine Datenfernübertragung liegt vor, wenn Informationen geringer Redundanz (Weitschweifigkeit) von einer Datenquelle zu einer Datensenke transportiert werden. Unter Datenquelle wird der Entstehungsort der Daten verstanden. In dem erwähnten Beispiel des Sparkontos ist das der Ort, an dem die Buchung der Bankvorgänge erfolgt:

Die Datensenke befindet sich in der mit der Buchungsmaschine über das Fernschreibnetz verbundenen Anlage, die die Daten verarbeitet.

Die Datenfernübertragung wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Denken wir nur an solche Anwendungsfälle, wo Buchführungsunterlagen einer Außenstelle des Betriebes zur Weiterverarbeitung an das Datenverarbeitungszentrum zu übermitteln sind. Nur so ist die Lohnabrechnung kurzfristig durchführbar.

Durch die Datenfernübertragung können auch die Lagerhaltung und der Warenversand in einem Warenhaus verbessert werden. Weitere Anwendungsgebiete stellen die Flugkartenbestellung großer Luftverkehrsunternehmen dar, da der Kunde möglichst kurzzeitig wissen möchte, ob bei mehreren Teilflügen noch Plätze in bestimmten Flugzeugen frei sind.

Technisch wird die Datenfernübertragung durch besondere Datenübertragungssysteme realisiert. Es handelt sich um spezielle Geräte, die als Kette verbunden sind. Wie unser Schema zeigt, gelangen die Daten von der Datenquelle zum Datensender. Anschließend erfolgt die Umwandlung der Impulskombinationen, die den Daten entsprechen, von der parallelen Form in die Seriendarstellung.



Verlauf der Datenübertragung von der Datenquelle zur Datensenke

Durch einen Modulator werden die Impulse übertragungsgerecht vorbereitet, so dass die Übertragung über die Zweidrahtleitung vorgenommen werden kann. Sie ermöglicht die Rückübertragung der Impulse, um Fehler bei der Übertragung sofort feststellen zu können.

Am anderen Ende der Zweidrahtleitung ist ein Demodulator angeschlossen, um die ursprüngliche Impulsform wieder zu erzeugen. Durch den Serien-Parallelwandler werden die Impulse in die parallele Form überführt und an den Datenempfänger geleitet. Über den Datenempfänger ist die Verbindung zur Datensenke gegeben.

Große Bedeutung wird die Datenfernübertragung für die numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen gewinnen. Die Steuerung der numerischen Werkzeugmaschinen erfolgt meist mit Hilfe eines Lochbandes, das in die Leseeinrichtung der Werkzeugmaschine eingelegt wird und mit dessen Hilfe automatisch das Werkstück hergestellt werden kann.

Damit nicht jeder Betrieb selbst diese Steuerungsbänder anfertigen muss, werden Numerikzentren geschaffen, in denen die Lochbänder gestanzt und zentral gelagert werden. Wenn ein Betrieb für die Herstellung bestimmter Werkstücke Lochbänder benötigt, so werden diese Bänder vom Datensender des Numerikzentrums in Form von Impulsen dem Datenempfänger im Fertigungsbetrieb zur Herstellung eines Lochbandes zugeführt.

Dieses Lochband wird unmittelbar zur Steuerung der Werkzeugmaschinen eingesetzt.

Auf diese Weise wird ein hoher ökonomischer Nutzen erzielt. Der Mensch wird von Routinearbeiten, die zur Einstellung und Bedienung der Maschine sonst notwendig waren, weitgehend entlastet. Allerdings erfordert die Bedienung solcher numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen ein höheres Wissen.

Für jeden einzelnen von uns kann bei komplizierten Krankheiten die Datenfernübertragung Lebensrettung bedeuten. So hat sich die "Internationale Gesellschaft für prospektive Medizin", der etwa 7000 Ärzte und Ärzteguppen angehören, das Ziel gestellt, mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage schnelle und zutreffende Diagnosen zu stellen.

Nach dreijährigen Vorbereitungen wurde in Wien dieses Ferndiagnosezentrum geschaffen, das mit den Kliniken in den wichtigsten Städten aller Länder in Verbindung steht. Hat ein Patient eine komplizierte Krankheit, so wird der Computer in Wien mit den Symptomen bekanntgemacht. In der Anlage werden diese Merkmale mit den vielen tausend anderen gespeicherten verglichen. Anschließend wird das Ergebnis über das Fernschreibnetz übermittelt.

Beispielsweise leidet ein Patient in Paris nach einer Blinddarmoperation an merkwürdigen Erscheinungen (Haarausfall, Abnahme des Sehvermögens, allergisch gegenüber Staub und Tieren usw.). Der behandelnde Arzt sendet diese Merkmale an die Anlage nach Wien. Dort wird innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde ein Vergleich mit den gespeicherten Angaben vorgenommen und das Ergebnis zurückübertragen.

Eventuell werden auch von dem Computer eine Reihe von Laboruntersuchungen verlangt.

Wenn die "Kenntnisse" der Wiener Anlage nicht ausreichen, dann können Spezialkliniken konsultiert werden, die der Gesellschaft angeschlossen sind. So befindet sich die Magenklinik in Moskau und die Herzklinik der Organisation in New York. Auch die Diagnosen dieser Spezialkliniken speichert die Datenverarbeitungsanlage in Wien und wertet sie für spätere Fälle aus.

Dieses Beispiel zeigt die zunehmende Bedeutung der Datenfernübertragung für jeden einzelnen Menschen und für die gesamte Gesellschaft.

5 Die Programmierung

5.1 Wie sag ich's dem Computer?

Umfangreiche Vorbereitungen sind notwendig, soll in einem Betrieb eine Datenverarbeitungsanlage eingesetzt werden. Eine große Gruppe von Fachleuten ist einige Jahre damit beschäftigt, die Programme aufzustellen.

In der Praxis haben sich bestimmte Methoden bewährt. Man geht dabei schrittweise vor, um Fehler zu vermeiden. Die einzelnen Schritte für die Aufstellung der Maschinenprogramme sind jedoch davon abhängig, ob die Programmierung in der Maschinensprache oder in einer Programmiersprache erfolgt.

Da in Zukunft immer mehr die Programmiersprachen zur Anwendung kommen, wollen wir betrachten, wie die Teilaufgaben bei der Aufstellung des Maschinenprogramms gelöst werden:

1. Problemanalyse

Die Analyse des Problems ist die erste und wichtigste Aufgabe. Um die Problematik zu verstehen, wollen wir uns ein Beispiel ansehen. Aus Gründen der Anschaulichkeit betrachten wir das Schachspiel.

Zuerst wird der Spielablauf analysiert. Eine weitere Untersuchung muss sich auf die Daten beziehen, die zu erfassen und zu speichern sind. Es ist auf diese Weise die Größe der Speicherkapazität zu bestimmen. Lassen wir von den Mathematikern alle möglichen Varianten des Spiels prüfen, so stellen wir fest, dass sich eine Gesamtzahl von $2 \cdot 10^{118}$ ergibt, eine unvorstellbar große Zahl.

Bei der weiteren Analyse kann man feststellen, dass Vereinfachungen möglich sind. So wird ein Schachmeister nur etwa zehn bis zwölf Züge im voraus berechnen. Außerdem kommen bei seinen Überlegungen nicht alle Felder in Betracht, sondern nur etwa zwölf.

Die Aufmerksamkeit konzentriert sich beim Spielen auch nicht auf alle Figuren, sondern nur auf die drei bis sechs wichtigsten. Dadurch wird das anfangs unlösbar erscheinende Problem doch schrittweise einer Lösung zugeführt.

Ende 1967 berichtete die internationale Presse von einem erstmalig in der Geschichte ausgetragenen Schachwettkampf zwischen einem sowjetischen und einem amerikanischen Computer. Von den vier gespielten Partien gewann der sowjetische Rechner zwei (im 19. und im 41. Zug), während die beiden anderen remis endeten. Der Kampf dauerte etwa ein Jahr.

Dieses Beispiel zeigt uns, worauf es bei der Problemanalyse ankommt: Die wesentlichen Dinge sind herauszuarbeiten, während die für die Lösung weniger bedeutenden Einflüsse vernachlässigt werden. Diese Problematik auf die Praxis unserer Betriebe übertragen bedeutet, zu prüfen, welche Daten zu erfassen sind.

Darüber hinaus muss Klarheit über Art, Umfang und Häufigkeit des Informationsausdrucks geschaffen werden.

2. Aufstellung des Programms

Zur Lösung des ermittelten Modells lassen sich im allgemeinen bekannte mathematische Gleichungen anwenden. Das Auswählen der geeigneten Gleichungen muss unter Berücksichtigung der Datenverarbeitungsanlage erfolgen, die hierfür eingesetzt werden soll (z.B. Speicherkapazität und Eingabeeinrichtungen der Anlage).

Um die Probleme mathematisch formulieren zu können, müssen in den Betrieben in der Regel

die nicht verarbeitungsgerecht vorliegenden Daten aufbereitet werden. Dazu sind umfangreiche organisatorische Arbeiten notwendig, die oft die bisherige Organisation vollständig verändern. Die Aufgaben werden zunächst in einzelne Teile zerlegt und dann zu einem Programm zusammengestellt. Das Programm beinhaltet die einzelnen Anweisungen für die Maschine. Es legt eindeutig fest, welche Schritte bei der Lösung einer Aufgabe vorzunehmen sind.

In der Mathematik wird unter Algorithmus ein System von Regeln zur Umformung von Gleichungen verstanden. Bei einem Algorithmus steht nach Ausführung eines jeden Schrittes eindeutig fest, welche Regel beim nächsten Schritt anzuwenden ist oder ob man das Verfahren abbrechen muss.

Diese einzelnen Schritte können wir als elementare Befehle auffassen, die jeweils eine Operation in einer Rechenmaschine zur Folge haben. Somit kann jeder Algorithmus durch eine elektronische Datenverarbeitungsanlage oder, ganz allgemein gesagt, durch einen Computer ausgeführt werden. Die wichtigste Voraussetzung für das Berechnen von Aufgaben mit Hilfe der elektronischen Maschinen ist also der Algorithmus, der erst aufgestellt werden muss.

Dadurch sind aber bereits Grenzen für den Einsatz der Computer gesetzt. Es lassen sich nur die Ergebnisse solcher Aufgaben ermitteln, die mathematisch formuliert werden können oder, anders ausgedrückt, die sich durch eine Gleichung wiedergeben lassen. Wie viele Aufgaben liegen aber in der Praxis in Form von textlichen Erläuterungen vor!

Für die meisten Datenverarbeitungsprobleme sind recht einfache Gleichungen anzugeben, da es sich vorwiegend um Additionen oder Subtraktionen handelt. Anders ist es bei den wissenschaftlich-technischen Berechnungen.

Hier sind vor allem neue Probleme oftmals textlich formuliert, so dass zunächst Gleichungen zu finden sind. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben werden ebenfalls als Textaufgaben vorgegeben, die ein Computer nicht übernehmen kann. Im Laufe des Entwicklungsprozesses sind jedoch Teilprobleme mathematisch zu lösen, die dann als Algorithmus von der Maschine bearbeitet werden können.

3. Aufstellung des Flussdiagramms

Der Programmablauf, d.h. die Folge der Algorithmen, wird zeichnerisch dargestellt. Die Symbole werden später besprochen.

4. Übersetzung des Programms in die Programmiersprache

Unter Verwendung der Symbole, die für die Programmiersprache gelten, wird nach dem Flussdiagramm der Programmablauf in die Programmiersprache übertragen. Ausführlicher sprechen wir später darüber.

5. Übernahme des symbolischen Programms in den Datenträger

Das Programm wird in einen geeigneten Datenträger eingegeben. Besitzt die Anlage Lochkartenleser, so wird das Programm in Lochkarten übernommen. Auch die Speicherung auf Magnetbändern ist möglich.

6. Übersetzung des Programms in das Maschinenprogramm

Alle Symbole werden nun in die, für die Maschine verständlichen Befehle (Maschinenprogramm) übersetzt. Diesen Teil führt die Anlage selbst durch, nachdem das Übersetzungsprogramm (Assembler oder Compiler) eingegeben worden ist.

7. Speicherung des Maschinenprogramms

Das Maschinenprogramm muss noch in einem Speicher aufbewahrt werden, damit die Daten und Befehle sehr schnell zum Rechenwerk gelangen können.

5.2 Die Anlagen „verstehen“ Programmiersprachen

Bevor wir an die Aufstellung von Algorithmen gehen können, müssen wir zunächst noch einige weitere Begriffe klären. Wir wollen uns merken:

Ein Algorithmus ist eine eindeutige Vorschrift, die genau festlegt, welche Einzelschritte bei der Lösung einer Aufgabe auszuführen sind.

Wenn der Algorithmus vorliegt, kann die Aufgabe programmiert werden. Es entsteht so ein Programm zur Lösung der Aufgabe. Als Programmierung ist die Umwandlung (Kodierung) der mathematischen Rechenvorschrift (Algorithmus) in die Maschinensprache zu verstehen.

Wir müssen nun erst die Sprache betrachten, die von der Anlage verstanden wird. Sie wird Programmiersprache genannt.

Programme für Datenverarbeitungsanlagen können auf verschiedene Weise ermittelt werden. Ein System zur Formulierung eines Programms heißt Programmiersprache oder Programmiersprache. Es handelt sich bei einer solchen Sprache um eine bestimmte Menge von Vereinbarungen oder Regeln, nach denen aus einer vorliegenden Zeichenmenge Anweisungen (Befehle) für eine Anlage formuliert werden und so zu einem Programm zusammengesetzt werden können.

Bei den ersten Datenverarbeitungsanlagen wurden alle Programme in der Maschinensprache ausgedrückt. Sie war eine Folge ganz einfacher Maschinenbefehle.

Die Maschinensprache hatte den Vorteil, dass alle Programme von den Automaten direkt verarbeitet werden konnten. Als erheblicher Nachteil ergab sich jedoch die umständliche und unübersichtliche Schreibweise für solche Programme, wobei erhebliche Fehler auftraten. Die in der Maschinensprache geschriebenen Programme konnten nur mit dem gleichen Automaten gelöst werden. Es wurden aber von den Herstellern verschiedene Typen entwickelt, die unterschiedliche Maschinensprachen besaßen.

Nach drei bis vier Jahren wurden die Anlagen meist durch größere und schneller arbeitende Datenverarbeitungsanlagen ausgetauscht, da die bisherigen nicht mehr den Anforderungen genügten. Der menschliche Geist sann hier auf Abhilfe - und schuf die problemorientierten Programmiersprachen!

Wenn man die große Anzahl der entwickelten Programmiersprachen einteilen will, so kann man die folgenden Gruppen unterscheiden:

1. maschinenorientierte Programmiersprachen,
2. problemorientierte Programmiersprachen.

5.3 Das sind keine Maschinen: Assembler, Compiler, Generator

Es handelt sich bei diesen Begriffen nicht um neuentwickelte Maschinen für die Datenverarbeitung, sondern um Bezeichnungen im Zusammenhang mit der Anwendung von modernen Datenverarbeitungsanlagen für die Lösung von Aufgaben mit Hilfe von Programmiersprachen.

Der Wortschatz von Sprachen kann sehr unterschiedlich verwendet werden. Bei einem Kind ist der Wortschatz wesentlich geringer als beim Erwachsenen. Ein Fachmann benötigt einen großen Sprachschatz, um seine Tätigkeit ausführen zu können. Noch größer wird die Anzahl der Begriffe eines Wissenschaftlers sein.

Eine ähnliche Entwicklung ist bei den Programmiersprachen festzustellen. Die ersten Programmiersprachen, die vor etwa einem Jahrzehnt in ihren Anfängen entwickelt wurden, waren sehr

abstrakt aufgebaut. Ihr Sprachschatz war weitgehend der Syntax der Maschine angepasst. Damit war diese Maschinensprache noch weit von der Umgangssprache entfernt, die von den Benutzern der Anlagen verwendet wird. Erst die höher entwickelten Programmiersprachen nähern sich sehr stark der Ausdrucksweise des Bedienungspersonals.

Das gemeinsame Merkmal aller Programmiersprachen ist, dass die Aufstellung der Programme nicht mehr in der Maschinensprache erfolgt, sondern in einer Hilfssprache, die als Symbolsprache bezeichnet wird. Mit Hilfe eines Übersetzungsprogramms wird die Umwandlung der Symbolsprache (Symbolkode) in die Maschinensprache (Rechenkode) vorgenommen.

Damit wird ein großer Teil der erforderlichen Routinetätigkeit beim Aufstellen eines Programms durch die Maschine übernommen. Diesen Teil der Programmierarbeit so groß wie möglich zu machen ist das Ziel der entwickelten Programmiersprachen.

Je nachdem, welche Programmiersprache angewendet wird, spricht man bei dem Übersetzungsprogramm von einem Assembler, einem Compiler oder einem Generator.

Der Assembler stellt das heute noch am meisten verwendete Übersetzungsprogramm dar. Der Sprachschatz der beim Assembler benutzten Programmiersprache deckt sich weitgehend mit dem Befehlsumfang der Anlage. Daher ist es eine maschinenorientierte Programmiersprache. Der Nachteil dieser Programmiersprachen besteht darin, dass für jeden Rechnertyp ein eigener Assembler existiert.

Es ist nicht ohne weiteres möglich, Programme auszutauschen, die für verschiedene Maschinen programmiert sind.

Einen entscheidenden Fortschritt in der Programmierung bedeutete die Benutzung der Compiler (gesprochen: Kompeiler).

Die Programmiersprachen, bei denen Compiler eingesetzt werden, sind auf die Anwendung abgestimmt, so dass man sie als anwendungsorientierte oder problemorientierte Programmiersprachen bezeichnet. Damit wurde es möglich, unabhängig von einer bestimmten Maschine die Programme aufzustellen und sie in jede Anlage einzugeben, die einen derartigen Übersetzer besitzt.

Ein Compiler ist ein kompliziertes Programm, das für die Datenverarbeitungsanlage aber nur einmal aufgestellt werden muss und dann die Programmierung in einer dem Problem besser als die Maschinensprache angepassten Form durchzuführen gestattet.

Mit Hilfe eines Generators wird nun das ganze Programm durch die Datenverarbeitungsanlage erzeugt, nachdem der Anlage das Problem - in der Programmiersprache - mitgeteilt worden ist.

An der Weiterentwicklung der problemorientierten Programmiersprachen wird intensiv gearbeitet. Es entstanden in der Vergangenheit die verschiedensten Programmiersprachen entsprechend den vorliegenden Anwendungsgebieten.

Für wissenschaftlich-technische Berechnungen sind die bekanntesten ALGOL und FORTRAN. ALGOL ist eine Abkürzung für die englische Bezeichnung Algorithmic Language (algorithmische Sprache). Auch FORTRAN ist eine Abkürzung für die aus dem Englischen stammende Bezeichnung Formula Translator (Formelübersetzer).

Diese Sprachen sind aber für die Zwecke der Datenverarbeitung nicht günstig, da ihre speziellen Probleme nicht berücksichtigt wurden. Deshalb wurden für die Anwendungsgebiete der elektronischen Datenverarbeitung eigene Programmiersprachen geschaffen. Die bekannteste Sprache ist COBOL (Common Business Oriented Language).

Aus der Bezeichnung geht hervor, dass es eine auf ökonomische Aufgaben orientierte Sprache ist. Für das Anwendungsgebiet der numerischen Steuerung von Werkzeugmaschinen wurden ebenfalls Programmiersprachen entwickelt.

5.4 Robotron 300 hat einen MOPS

Im Kleinen Lexikon der Rechentechnik und Datenverarbeitung von G. Paulin⁴ wird der Begriff MOPS exakt definiert:

"Abkürzung für maschinenorientierte Programmiersprache. MOPS ist ein speziell für die Programmierung der Anlage Robotron 300 geschaffener Pseudocode."

Während der Code direkt von einer Maschine verstanden wird (z. B. Lochbandcode), muss bei einem Pseudocode eine Übersetzung erfolgen, da ihn die elektronische Datenverarbeitungsanlage so nicht aufnehmen kann. Die Übersetzung wird mit Hilfe eines Übersetzungsprogramms vorgenommen.

Wir wissen, dass ein solches Programm Assembler heißt. Auch die Bezeichnung Autokode ist üblich. Deshalb findet sich in der Literatur der Hinweis, dass zum R 300 der Autokode MOPS geliefert wird.

Aus dieser Erläuterung ist zu entnehmen, dass zum Programmiersystem der Anlage R 300 zwei Bestandteile gehören: die MOPS-Programmiersprache und das MOPS-Übersetzungsprogramm. Es liegen dadurch zwei Arten von Programmen vor. Der Programmierer stellt mit Hilfe der Programmiersprache das Ursprungsprogramm auf. (In der Literatur findet sich auch dafür die Bezeichnung Quellprogramm.) Dieses Programm kann die Datenverarbeitungsanlage nicht werten.

Deshalb erfolgt durch den Assembler oder Compiler die Übersetzung in die von der Maschine verständliche Sprache. Es entsteht das Objektprogramm (Maschinenprogramm), das die Befehle so enthält, wie sie von der Datenverarbeitungsanlage verstanden werden.

Wie wir wissen, erhält in der Maschinsprache jeder Befehl eine bestimmte Zahl, die im Operationsteil des Befehls, beispielsweise bei dem digitalen Kleinrechner Cellatron, folgendermaßen aussieht:

Der Additionsbefehl hat die Zahl 01 und besagt: "Addiere den Inhalt der adressierten Speicherzelle zum Inhalt des Akkumulators (AC) und transportiere die Summe nach dem Akkumulator!"

Betrachten wir dazu folgendes Beispiel: Der Akkumulator enthält die Zahl 5382. In der Speicherzelle mit der Adresse 125 ist die Zahl 134 gespeichert. Ein Befehl für die Addition der Zahlen

$$5382 + 134 = 5516$$

hat folgendes Aussehen:

Operationsteil →

01	125
----	-----

 ← Adressenteil

Der Befehl ist also in diesem Falle numerisch verschlüsselt worden. In der Programmiersprache MOPS wird der Befehl jedoch nicht mehr als Zahl dargestellt, sondern mit Hilfe von Symbolen, die sich leichter einprägen lassen und auch übersichtliche Programme ergeben. Wenn wir das gleiche Beispiel unter Verwendung von MOPS-Symbolen schreiben, so sieht der Additionsbefehl folgendermaßen aus:

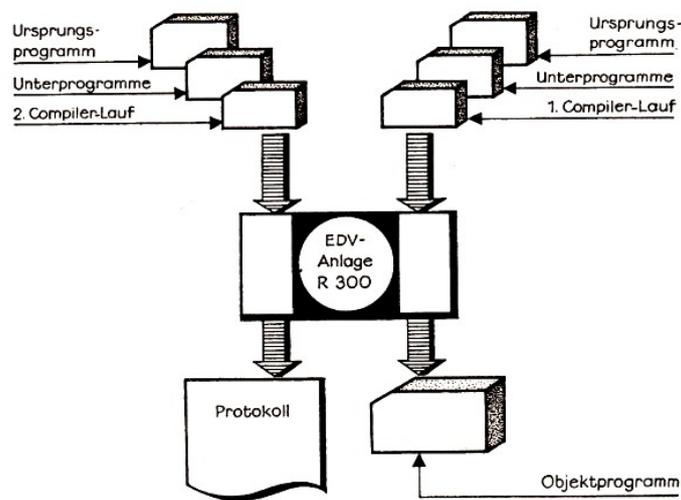
⁴Band 52 der Reihe Automatisierungstechnik, VEB Verlag Technik

AD	OPB
----	-----

In diesem Befehl bedeutet das Symbol AD, dass eine Addition auszuführen ist. OPB im Adressteil ist die Abkürzung für Operand B. In die Maschinensprache übersetzt, ergibt sich folgender Befehl für die Datenverarbeitungsanlage:

"Addiere zum Inhalt des Akkumulators (Operand A = 5382) die Zahl der Speicherzelle 125 (Operand B = 134) und gib die Summe in den Akkumulator!"

In diesen Befehl für die Maschine haben wir bereits die Zahlen eingesetzt, die auch bei dem ersten Beispiel verwendet wurden: Adresse der Speicherzelle = 125, Operand A = 5382 und Operand B = 134. Aus dieser Gegenüberstellung der Befehle ist bereits der Vorteil der MOPS-Symbole für die Programmierung erkennbar, da nicht mehr mit Zahlen, sondern nur mit Symbolen gearbeitet wird. Fehler, die sonst sehr leicht auftreten können, werden durch die symbolische Darstellung weitgehend vermieden.



Herstellen des Objektprogramms durch die Datenverarbeitungsanlage R 300

In unserem Schema ist der Ablauf beim Herstellen des Maschinenprogramms (Objektprogramm) aus dem Ursprungsprogramm, das in der Programmiersprache geschrieben wurde dargestellt. Der Begriff Unterprogramm sei zunächst erklärt.

Bei umfangreichen Rechnungen setzt sich das erforderliche Programm aus einzelnen Teilen zusammen. Diese Teilprogramme können in sich abgeschlossen sein und sind somit immer wieder auch in anderen Programmen verwendbar. Sie werden Unterprogramme genannt.

Das Aufbewahren der Unterprogramme geschieht in einer Programmbibliothek. Deshalb werden solche Teilprogramme, die in den Programmbibliotheken gelagert werden, auch als Bibliotheksprogramme bezeichnet.

Wir sehen in der Abbildung oben, dass die Speicherung des Ursprungsprogramms in Lochkarten erfolgte. Außerdem sind die Unterprogramme und die "Übersetzungsregeln" des Compilers in Lochkarten gestanzt. Diese Lochkartenpakete wurden entsprechend gekennzeichnet.

Die Herstellung des Übersetzungsprogramms vollzieht sich in zwei Etappen. Beim ersten Durchlauf durch die Datenverarbeitungsanlage erfolgen die Befehle des Objektprogramms den Speicherplätzen zugeordnet. Rechts oben in unserer Abbildung ist angegeben, welche Lochkartenpakete man dazu benötigt.

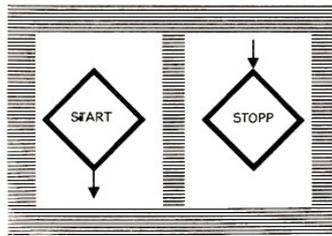
Beim zweiten Compilerlauf werden die Operationen von der Programmiersprache in die Maschinensprache übersetzt. Der Lochkartenlocher drückt das Objektprogramm in Lochkarten. Gleichzeitig wird über den Schnelldrucker der Anlage das Protokoll gedruckt ausgegeben. In dem Protokoll werden alle Ergebnisse der Übersetzung festgehalten, damit eine Dokumentation des Programms vorgenommen werden kann.

5.5 Der Programmablaufplan und der Datenflussplan

Ein wichtiges Hilfsmittel zum Verständnis von Programmen ist die zeichnerische Wiedergabe des Programmablaufes, die Programmablaufplan genannt wird. Wir finden in der Literatur auch solche Bezeichnungen wie Flussdiagramm und Strukturdiagramm.

Immer ist die geometrische Darstellung des Programmablaufes unter Verwendung zweckmäßig gewählter geometrischer Figuren gemeint. Sehen wir uns die wichtigsten geometrischen Figuren an, die in den Programmablaufplänen üblich sind.

Der Beginn oder das Ende des Programmablaufes wird durch ein auf die Spitze gestelltes Viereck dargestellt, in dem die Inschrift "START" oder "STOPP" enthalten ist:



Die Operation wird als rechteckiges Kästchen gezeichnet. In diesen Operationskästchen werden die Operationen zusammen mit den Zwischenergebnissen angegeben. Eine Gleichung enthält aber nicht mehr das uns bekannte Gleichheitszeichen ($=$), sondern den "Ergibt"-Pfeil: \Leftarrow . Dieser Pfeil - wir werden ihn stets mit "ergibt" lesen - wird oft auch noch in der anderen Richtung geschrieben (\Rightarrow).

Nach einem Normvorschlag kann anstelle des Pfeils auch ein Doppelpunkt zusammen mit einem Gleichheitszeichen verwendet werden ($:=$). Der Doppelpunkt entspricht hier der Pfeilspitze.

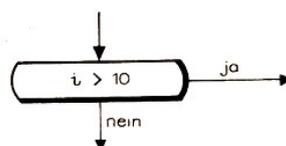
Die Addition $a + b = c$ hat als Operationskästchen im Flussdiagramm folgendes Aussehen:

$$\boxed{c \Leftarrow a + b} \quad \text{oder} \quad \boxed{c := a + b}$$

Ein weiteres wichtiges Symbol zur Darstellung des Ablaufes - für Programme und Datenflusspläne - sind die Alternativkästchen.

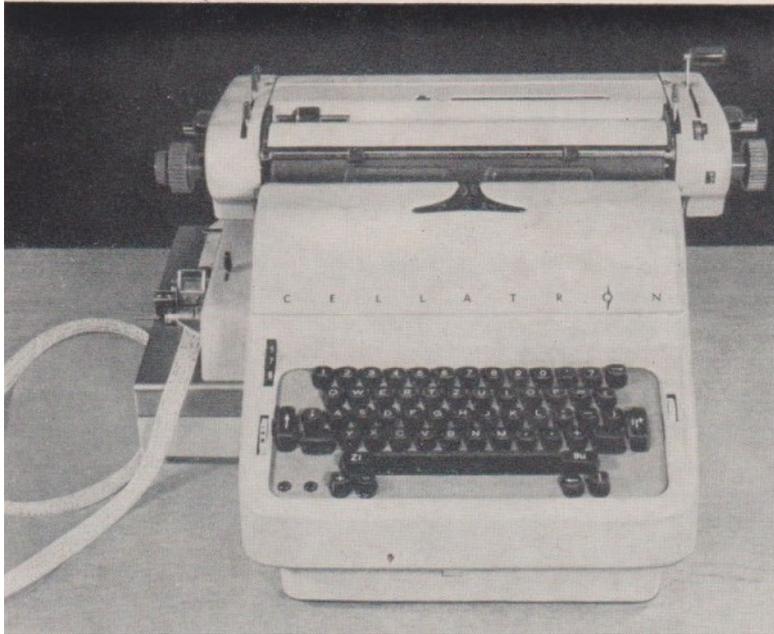
An dieser Stelle wird im Ablaufplan eine logische Entscheidung getroffen, die von der Anlage selbst vorgenommen wird. Deshalb erhält dieses Kästchen zwei abzweigende Linien mit den Kennzeichnungen "ja" und "nein".

Beispielsweise muss der Automat hier entscheiden, ob ein Wert i größer als 10 ist oder nicht:



Zum Verbinden der einzelnen Kästchen werden sogenannte Folgepfeile verwendet, die immer die Richtung des Ablaufes kennzeichnen. In der Praxis sind die verschiedensten Aufgaben zu bewältigen. Deshalb sind auch die zu zeichnenden Programmablaufpläne in ihrem Aufbau recht unterschiedlich.

Trotzdem kann man drei typische Formen für Programme angeben.



Elektrische Schreibmaschine mit angebautem Lochbandlocher (Cellatron - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Rechenelektronik Meiningen/Zella-Mehlis)



Elektronischer Abrechnungsautomat mit Lochbandein- und -ausgabe (Soemtron 385 — VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Büromaschinenwerk Sömmerda)



Beleggewinnung und Informationsausgabe (z. B. Rechnungen) mit Hilfe des Organisationsautomaten (Optima 528 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Büromaschinenwerk Optima Erfurt)



Datenverarbeitung nach einem vorgegebenen Programm (Ascota System 7000 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt)

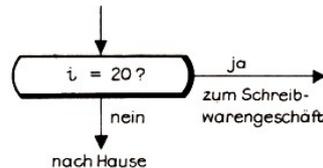
Das lineare Programm entsteht, wenn die einzelnen Teile des Programmablaufplans nacheinander fortlaufend folgen. Die Anlage muss keine Entscheidungen treffen. Deshalb ist die Bezeichnung lineares Programm oder Geradeausprogramm üblich.

Diese einfachste Form tritt seltener auf. Wesentlich öfter finden wir die verzweigten und zyklischen Programme. Beim verzweigten Programm ist durch die Anlage eine Entscheidung zu treffen, die von einer bestimmten Bedingung abhängig gemacht wird.

Beispielsweise geht ein Kind einkaufen. Im "Programm zum Einkaufen" für das Kind kann folgende Bedingung enthalten sein: "Wenn Du noch 20 Pfennige übrig hast, so bringe bitte aus dem Schreibwarengeschäft ein Schreibheft mit!"

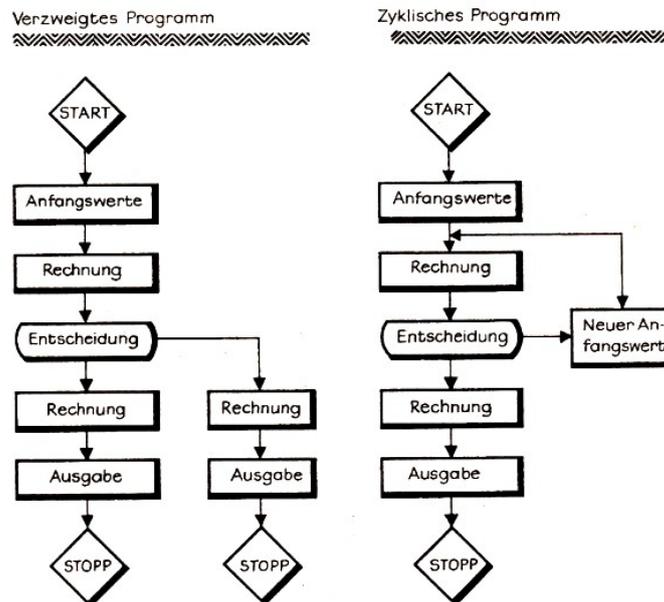
Nachdem das Kind die anderen Waren im Konsum eingekauft hat, stellt es nach dem Bezahlen fest, ob der Restbetrag i noch aus 20 Pfennigen besteht, und trifft danach die Entscheidung, ob es nach Hause oder ins Schreibwarengeschäft gehen soll.

In der Darstellung des Programmablaufplans sieht diese Entscheidung dann folgendermaßen aus:



Ein Beispiel für den Ablauf eines solchen Programms ist in unserem nachfolgenden Schema zu sehen.

Am häufigsten tritt das zyklische Programm auf. Bei diesem Programm werden von der Anlage bestimmte Rechnungen (z. B. Additionen) so lange wiederholt, bis die vorgegebene Bedingung erfüllt ist. Auch bei den zyklisch wiederkehrenden Rechnungen, z. B. bei der Lohnberechnung für eine große Anzahl von Beschäftigten, wird ein solches Programm eingesetzt. Wir erkennen, wie der Zyklus durch die Wiederholungen der Rechnungen entsteht.

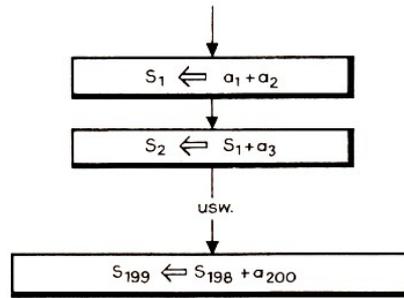


Verzweigtes und zyklisches Programm in allgemeiner Darstellung

Abschließend wollen wir ein Beispiel für einen Programmablaufplan betrachten.

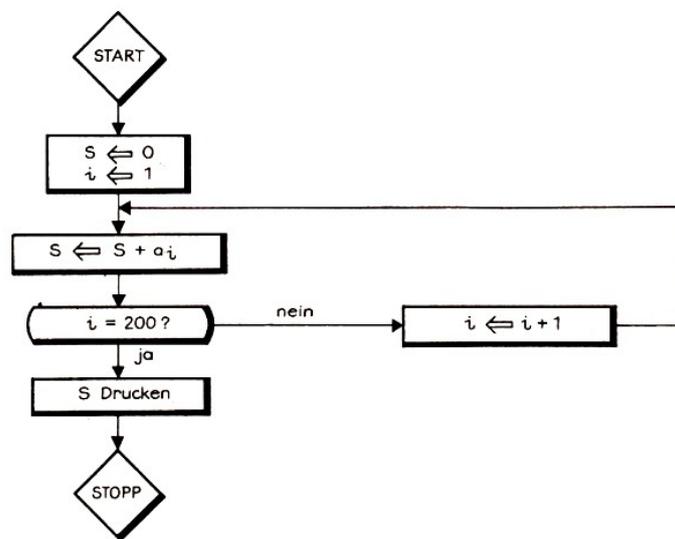
Folgende Aufgabe soll gelöst werden: Es ist die Summe S aller Zahlen zu bilden, die in den Speicherzellen 001 bis 200 des Ferritkernspeichers einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage untergebracht sind.

In diesem Falle sind nur Additionen auszuführen. Wenn wir den Programmablaufplan als lineares Programm schreiben, müssten wir 199 mal hintereinander die Addition zeichnen:



Wir haben hier die in den Speicherzellen 001 bis 200 befindlichen Zahlen mit a_i bezeichnet, wobei $i = 1, 2, \dots, 200$ ist.

Diese umständliche Schreibweise können wir vermeiden, wenn wir den Programmablaufplan als zyklisches Programm wiedergeben. Dadurch vereinfacht sich die Darstellung wesentlich.



Flussdiagramm zur Lösung der Aufgabe: Addition von 200 Zahlen

Unser Schema zeigt den Programmablaufplan für diese Aufgabe.

Nach dem Start schließt sich ein Kästchen an, das die Anfangswerte für das Programm enthält. Zunächst wird der Summe S der Anfangswert 0 zugewiesen, und wir beginnen die Addition mit der Zahl in der ersten Speicherzelle: $i \leftarrow 1$.

Es schließt sich nun die Operation an: $S \leftarrow S + a_i$. Unter Berücksichtigung der Anfangswerte rechnet die Anlage: $1 \leftarrow 0 + 1$.

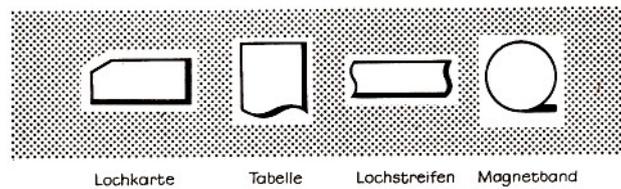
Nun erfolgt die logische Entscheidung, ob die Zahl i schon den Wert 200 erreicht hat. Ist das nicht der Fall, dann wird der Zahl i der neue Anfangswert $i + 1$ zugewiesen. Mit diesem neuen Anfangswert wird so lange die wiederholte Addition ausgeführt, bis $i = 200$ erreicht ist. Dann druckt der Schnelldrucker das Ergebnis (Summe S).

Und nun sollen noch einige Hinweise auf die in Datenflussplänen gezeichneten Sinnbilder folgen. Ein Teil der Sinnbilder gilt sowohl für Programmabläufe als auch für Datenflusspläne.

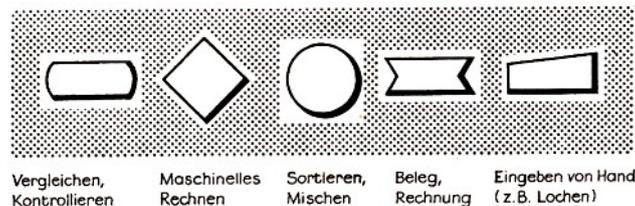
Es gibt aber eine Reihe weiterer geometrischer Figuren, die für Datenflusspläne sehr bedeutungsvoll sind. Einige dieser Figuren sollen hiermit noch kurz erläutert werden. Eine Zusammenstellung der "Sinnbilder für Datenfluss- und Programmablaufpläne" findet man im DDR-Standard (TGL 22451).⁵

⁵Im DDR-Standard haben die Sinnbilder gleiche Strichstärke. Aus gestalterischen Gründen wurden in diesem Buch die Strichstärken verändert, um eine plastische Wirkung zu erzielen.

Einige Sinnbilder sind in ihrer Bedeutung leicht verständlich:



Die in Datenflussplänen verwendeten Figuren für bestimmte Speichertypen, z. B. Magnettrommel und Ferritkernspeicher, sind ohne weiteres zu verstehen, da es sich hier nur um eine vereinfachte Darstellung des Speichers handelt. Für die Darstellung von Funktionen im Plan für den Datenfluss wurden ebenfalls Sinnbilder festgelegt. So bedeuten beispielsweise:



Zum Verständnis der meisten Programmablauf- und Datenflusspläne genügen bereits diese hier erläuterten Sinnbilder, so dass auf die weiteren im DDR-Standard enthaltenen Figuren nicht mehr hingewiesen werden soll.

5.6 Datenverarbeitungsanlagen besitzen Befehlslisten

Wenn das Flussdiagramm für eine Aufgabe vorliegt, dann ist es möglich, diesen Programmablauf in die Sprache der Datenverarbeitungsanlage zu übertragen. Man muss nur wissen, auf welche Befehle die Anlage gehorcht.

In der Befehlsliste werden alle Befehle zusammengestellt, die eine Anlage ausführen kann. Wir können alle Befehle einer Anlage in folgende Gruppen einteilen:

1. Transportbefehle

Sie dienen dazu, bestimmte Daten innerhalb der Datenverarbeitungsanlage von einer Stelle zur anderen zu transportieren, ohne dass sie verändert werden. Transportbefehle sind notwendig, um beispielsweise die Daten aus einer bestimmten Speicherzelle in das Rechenregister, den Akkumulator, zu überführen, da nun erst die Anlage "weiß", mit welchen Zahlen sie rechnen muss. Wird ein solcher Befehl vergessen, dann ergeben sich falsche Resultate.

In der Datenverarbeitung wurden für die einzelnen Befehle einfache Zeichen geschaffen, um sie nicht umständlich in Worten ausdrücken zu müssen. Der Transportbefehl: "Bringe den Inhalt der Speicherzelle mit der Adresse x in den Akkumulator!" sieht so aus: $\langle x \rangle \rightarrow \langle AC \rangle$.

Die Klammer $\langle \rangle$ bedeutet in der Programmierung, dass der Inhalt gemeint ist. Der nach rechts weisende Pfeil (\rightarrow) wird gezeichnet, wenn ein Datentransport dargestellt werden soll.

2. Rechenbefehle

Für die Ausführung jeder Rechnung wird ein Befehl benötigt. So gibt es Befehle für das Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren usw.

Sehen wir uns beispielsweise einen Additionsbefehl an, der folgendermaßen lautet: "Addiere den Inhalt des Akkumulators mit der Zahl, die in der Speicherzelle mit der Adresse x aufbewahrt ist, und bringe das Ergebnis in den Akkumulator!"

In der Fachsprache wird dieser Befehl so geschrieben: $\langle AC \rangle \leftarrow \langle AC \rangle + \langle x \rangle$.

3. Sprungbefehle

Sie braucht der Programmierer, wenn im Ablauf des Programms bestimmte Teile übersprungen werden sollen bzw. wenn ein Rücksprung erforderlich ist. Die Sprungbefehle werden an bestimmte Bedingungen geknüpft, so dass die Anlage automatisch den Sprung ausführt, wenn die Bedingung erfüllt ist.

Ein solcher Sprungbefehl kann lauten: "Führe einen Sprung aus, wenn das Ergebnis im Akkumulator größer als 0 wird!"

Diesen Befehl können wir einfacher schreiben: $\langle AC \rangle > 0$.

Allerdings muss in diesem Falle der Anlage noch mitgeteilt werden, in welcher Zelle der nächste Befehl steht.

4. Ablaufbefehle

Einige Befehle werden benötigt, um den Ablauf der Anlage zu steuern. Solche Befehle sind beispielsweise notwendig, um die Datenverarbeitungsanlage zu stoppen. Die Befehle zum Ausgeben oder zum weiteren Eingeben von Daten sind ebenfalls zu dieser Gruppe zu rechnen.

5.7 Wir programmieren!

Um eine Aufgabe programmieren zu können, muss man zunächst die Befehlsliste der Datenverarbeitungsanlage kennen.

Wenn wir eine solche Liste betrachten, beispielsweise für eine mittlere Datenverarbeitungsanlage wie R 300, so stellen wir fest, dass sehr viele Befehle vorliegen. Über hundert Befehle können wir zählen. Deshalb wählen wir eine Liste einer gedachten Anlage. Zur Vereinfachung werden wir auch gleich in der Maschinensprache programmieren.

Die Befehlsliste soll lauten:

Bezeichnung des Befehls	Kode	Beschreibung des Vorgangs in der Anlage
Stopp	00	Anlage hält an
Löschen und Übertragen	01	Akkumulator wird gelöscht und Inhalt der Zelle übertragen: $\langle x \rangle \rightarrow \langle AC \rangle$
Addieren	02	Inhalt des Akkumulators und der Zelle x wird addiert: $\langle AC \rangle \leftarrow \langle AC \rangle + \langle x \rangle$
Multiplizieren	03	Inhalt von AC und Zelle x wird multipliziert: $\langle AC \rangle \leftarrow \langle AC \rangle \cdot \langle x \rangle$
Speichern	04	Inhalt von AC wird in die Zelle x übertragen: $\langle AC \rangle \rightarrow \langle x \rangle$
Ausgeben	05	Inhalt der Zelle x wird gedruckt

Für das Programmieren einer einfachen Aufgabe sind die sechs Befehle bereits ausreichend. Deshalb werden keine weiteren Befehle aufgeführt.

Als Programmierungsbeispiel wählen wir ein einfaches Geradeausprogramm (lineares Programm). Wir können darauf verzichten, das Flussdiagramm darzustellen.

Folgende Aufgabe soll gelöst werden: $x^2 + y^2 = z$.

Dass hier nur zwei Multiplikationen ($x \cdot x$ und $y \cdot y$) und eine Addition ($x^2 + y^2$) auszuführen sind, ist leicht zu erkennen.

Bevor wir beginnen, muss noch festgelegt werden, in welchen Speicherzellen die Werte x und

y aufbewahrt vorliegen und in welchen Zellen Zwischenwerte (z. B. x^2) und das Ergebnis z fixiert werden sollen. Wir legen fest:

x befinde sich in der Zelle mit der Adresse 101,
 y befinde sich in der Zelle mit der Adresse 102,
 x^2 oder das Ergebnis befinde sich in der Zelle 103.

Die Speicherzelle mit der Adresse 103 enthält also zum Schluss das Ergebnis. Zuvor können kurzzeitig Zwischenergebnisse in dieser Zelle gespeichert werden.

Als erstes werden wir stets einen Löschbefehl geben müssen, da vorher bereits gerechnet wurde und evtl. noch Ergebnisse im Akkumulator (Rechenregister) stehen können. Aus der Befehlsliste unserer Anlage sehen wir, dass dieser Befehl die Kodezahl 01 besitzt und mit einer Übertragung verbunden wird.

Da wir als Anfangswert x benötigen und dieser Wert in der Speicherzelle mit der Adresse 101 steht, können wir schreiben: 01 101.

Der zweite Befehl zur Multiplikation von $x \cdot x$ wird in der Befehlsliste mit 03 bezeichnet. Nachdem von der Anlage die Multiplikation ausgeführt worden ist, befindet sich im Akkumulator das Zwischenergebnis x^2 . Es wird nun gespeichert, da die nächste Multiplikation ($y \cdot y$) vorgesehen ist. Wir benutzen den Befehl 04, um das Ergebnis vorübergehend in der Zelle 103 aufzubewahren.

Nun wird die Multiplikation für y^2 vorgenommen, indem wir den Befehl zum Übertragen von y in den Akkumulator geben. Anschließend ist wieder ein Multiplikationsbefehl erforderlich. In diesem Falle wird die im Akkumulator stehende Zahl (y mit dem Wert multipliziert, den wir als Adresse der Speicherzelle angeben: 102.

Der Akkumulator enthält das Zwischenergebnis y^2 . Um die Addition $y^2 + x^2$ auszuführen, benötigen wir die Adresse der Zelle, in der x^2 zwischengespeichert ist. Diesen Wert hatten wir in der Zelle 103 aufbewahrt.

Nun wird nach dem Ausführen des Additionsbefehls im Akkumulator das Ergebnis z fixiert, das wir nun mit Hilfe eines Speicherbefehls (Kode 04) in die Speicherzelle 103 überführen, wobei gleichzeitig das dort gespeicherte Zwischenergebnis (x^2) gelöscht wird. - Wenn wir in eine Speicherzelle einen neuen Wert einbringen, wird stets der dort befindliche gelöscht. Das kann sehr unangenehm werden, wenn man aus Versehen eine falsche Adresse angibt.

Doch zurück zu unserem Beispiel: Wir wollen das Ergebnis durch die Anlage drucken lassen und benötigen dazu einen Druckbefehl (05). Anschließend wird der Stoppbefehl gegeben, damit die Anlage anhält. - Schreiben wir uns die Reihenfolge nochmals übersichtlich auf.

	Befehl	Adresse der Zelle	Beschreibung
01	(Löschen und Übertragen)	101	$\langle x \rangle \rightarrow \langle AC \rangle$
03	(Multiplizieren)	101	$x \cdot x \rightarrow \langle AC \rangle$
04	(Speichern)	103	$x^2 \rightarrow \langle 103 \rangle$
01	(Lö. u. Üb.)	102	$y \rightarrow \langle AC \rangle$
03	(Multipl.)	102	$y \cdot y \rightarrow \langle AC \rangle$
02	(Addieren)	103	$x^2 + y^2 \rightarrow \langle AC \rangle$
04	(Speichern)	103	$z \rightarrow \langle 103 \rangle$
05	(Ausgeben)	103	z wird gedruckt
00	(Stopp)	-	Anlage hält an

Nachdem wir uns so die Befehlsreihe notiert haben, müssen wir die Kodierung vornehmen. Wir wissen, ein Befehl besteht aus dem Operationsteil und dem Adressenteil. In diese Form müssen wir die Befehlsreihe überführen. Dem Operationsteil entspricht die jeweilige Kodezahl des Befehls (01, 02 usw.) und dem Adressenteil die Adresse der Speicherzelle (101, 102 oder 103). Gleichzeitig übertragen wir die kodierte Befehlsreihe in den Arbeitsspeicher der Datenverarbeitungsanlage, wobei uns die Zellen ab Adresse 000 (also 000, 001 usw.) dafür zur Verfügung stehen sollen.

Wir schreiben uns die Zahlenreihe mit der Erläuterung abschließend auf:

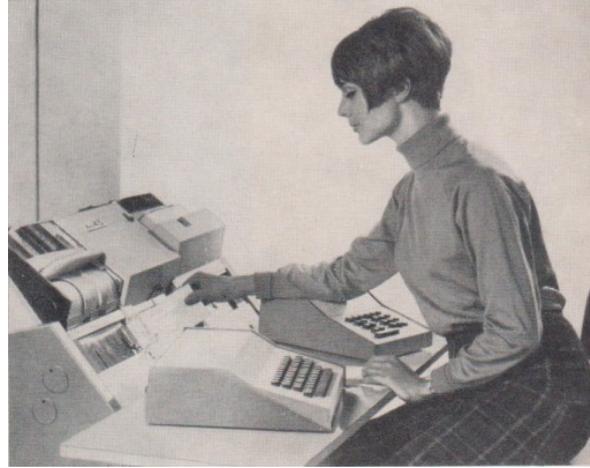
Befehl	kodiert	zu speichern unter der Adresse
01	01 101	000
03	03 101	001
04	04 103	002
01	01 102	003
03	03 102	004
02	02 103	005
04	04 103	006
05	05 103	007
00	00 000	008

Die kodierte Befehlsreihe, das Programm, steht nun gespeichert in der Datenverarbeitungsanlage zur Verfügung. Auf den entsprechenden Startbefehl hin arbeitet die Anlage die Befehle ab und druckt uns in Bruchteilen von Sekunden das Ergebnis aus.

Ein solch einfaches Programm wird praktisch allein kaum ausgeführt werden, es sei denn, dass es innerhalb eines umfangreicheren Programms als Teilprogramm auftritt. Aber wir wollten ja nicht umfangreiche Programmierarbeiten durchführen, sondern wollten nur das Grundsätzliche bei der Programmierung kennenlernen.

Vielleicht werden Sie nach dem Programmieren dieser einfachen Aufgabe sagen, dass die Programmierung doch recht umständlich ist. Tatsächlich ist das Programmieren sehr zeitraubend. Aber bedenken wir, dass ein Programm für eine Aufgabe nur einmal aufgestellt werden muss, und dann lässt es sich bei gleichen Aufgaben immer wieder verwenden. Außerdem müssen wir berücksichtigen, dass dieses Programm in der Maschinensprache geschrieben wurde, was heute nur noch bei kleinen Anlagen erforderlich ist. Bei mittleren und größeren Anlagen benutzt man die Programmiersprachen, die nicht mehr so aufwendig sind.

Damit wollen wir das Gebiet der Programmierung abschließen und uns in den nächsten Abschnitten mit der praktischen Seite der Datenverarbeitung beschäftigen, mit dem Einsatz.



links: Datenverarbeitung für Planung und Abrechnung (Konten-Computer-Ascota 750 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt
rechts: Lochkartengewinnung mit dem Lochkartenlocher (Soemtron 415 VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Büromaschinenwerk Sömmerda)



links: Das Sortieren der Lochkarten (Lochkartensortiermaschine Soemtron 434 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Büromaschinenwerk Sömmerda)
rechts: Informationsausgabe (Tabelliermaschine Soemtron 402 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Büromaschinenwerk Sömmerda)

6 Der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen

6.1 Wofür sind Datenverarbeitungsanlagen einzusetzen?

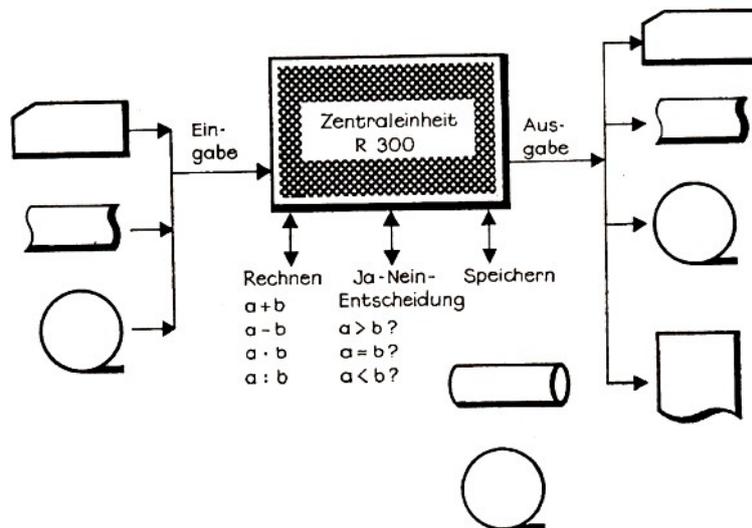
Wir haben aus den bisherigen Ausführungen über den Aufbau, die Arbeitsweise und die Programmierung von Datenverarbeitungsanlagen erkannt, dass diese komplizierten Maschinen in der Lage sind, nach einem gespeicherten Programm

- die in maschinell lesbaren Datenträgern enthaltenen Daten aufzunehmen und für die Aufbereitung bereitzustellen,
- mathematische Operationen mit einer hohen Rechengeschwindigkeit auszuführen,
- zwei Zahlen miteinander zu vergleichen, um dann in Abhängigkeit von der Bedingung $a > b$, $a = b$ oder $a < b$, also auf der Basis von Ja-Nein-Entscheidungen, die jeweils in Frage kommende Variante des vorgeschriebenen Programmablaufs selbständig auszuwählen,
- die Daten für das weitere Verarbeiten zu speichern und
- die Daten in einer vom Menschen lesbaren Form auszudrucken oder in anderer Gestalt auszugeben.

Mit Recht stellen wir die Frage:

Wo und wofür sind die Datenverarbeitungsanlagen in erster Linie einzusetzen, damit sie einen möglichst hohen Nutzen für die Volkswirtschaft erbringen?

Ausgangspunkt für die Beantwortung dieser Frage muss die Tatsache sein, dass sich ein Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen vor allem dort lohnt, wo eine Vielzahl von Daten nach den gleichen Gesichtspunkten zusammenzustellen ist. In allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens sind gegenwärtig noch sehr viele Menschen damit beschäftigt, eine große Menge an Primärdaten, die einen bestimmten Zustand oder Prozess erstmalig kennzeichnen, schriftlich zu fixieren, neu zusammenzufassen und an andere weiterzugeben.



Durch den Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen werden die Menschen einerseits von den zeitraubenden Routinearbeiten bei der Erfassung und Aufbereitung der Daten befreit. Andererseits ermöglicht das schnelle und umfassende maschinelle, programmgesteuerte Verarbeiten von Daten den Menschen, tiefer in das Wesen einer Erscheinung einzudringen und wesentlich früher die Gesetzmäßigkeiten und Beziehungen eines Prozesses aufzudecken.

In der Natur und Gesellschaft vollziehen sich sehr viele Prozesse, die der Mensch nur dann

mit dem gewünschten Ergebnis beeinflussen kann, wenn er die Wirkungen einer sehr großen Anzahl von Einflussfaktoren rechtzeitig berücksichtigt.

Als Beispiel sei die Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms eines Großbetriebes für eine künftige Periode genannt. Die komplizierten und vielfältigen Beziehungen zwischen Bedarf, Qualitätsanforderungen, Arbeitskräften, Materialeinsatz, Kapazitäten, Investitionen und Gewinn setzen umfangreiche mathematische Berechnungen voraus, wenn die für die Gesellschaft günstigste Variante ausgewählt und verwirklicht werden soll.

In gleicher Weise müssen bei der Projektierung und Realisierung von großen Investitionsvorhaben und neuen Produktionsverfahren eine Unmenge von Faktoren in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit berücksichtigt werden. Ein Netzwerk hilft dann, den zeitlich günstigsten Ablauf bei niedrigen Kosten festzulegen und durchzusetzen.

Zweifellos steigt in beiden Fällen der Wirkungsgrad der menschlichen Arbeit erheblich an, wenn eine Datenverarbeitungsanlage die Zusammenhänge zahlenmäßig erfasst und analysiert.

Bei dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen geht es daher nicht nur um das automatische Ausführen der bisher manuell oder mit einfachen Büromaschinen ausgeführten Routinearbeiten, wie vielfach angenommen wird. Viel wichtiger ist das Gewinnen von zusätzlichen Informationen, die den jeweiligen Gegenstand, die Erscheinung, die Beziehungen oder den Prozess in einer höheren Qualität widerspiegeln, so dass die Menschen ihre Entscheidungen auf den Gebieten der Ökonomie, Technik und Wissenschaft mit größerer Sachkenntnis und Wirksamkeit treffen können.

Im ökonomischen Bereich trägt der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen mit dazu bei, die ständig komplizierter werdenden Leitungsentscheidungen mit höherer Effektivität zu treffen. Für die zielstrebige Gestaltung des entwickelten gesellschaftlichen Systems und seines Kernelementes, des ökonomischen Systems des Sozialismus, ist dies von entscheidender Bedeutung. Die Verwirklichung des ökonomischen Systems des Sozialismus erfordert unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution die Anwendung neuer wissenschaftlich begründeter Methoden der Planung und Leitung, die eine hohe Effektivität unserer Volkswirtschaft sichern.

Diese Aufgabe ist nur dann zu lösen, wenn es gelingt, die Erkenntnisse der Kybernetik und der Operationsforschung in die Praxis umzusetzen. Mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung wird die Planung und Leitung auf eine qualitativ höhere Stufe gehoben, indem sie neue Methoden der Entscheidungsfindung zu verwirklichen hilft.

Welche Bedeutung die rationelle Nutzung von Datenverarbeitungsanlagen für die Erhöhung des Wirkungsgrades der Planung und Leitung des gesellschaftlichen Reproduktionsprozesses hat, können wir daran erkennen, dass z. B. im VEB Leunawerke 'Walter Ulbricht' durch den Einsatz der Rechentechnik und die Anwendung mathematischer Methoden die Entwicklungszeit wichtiger Verfahren um zwei Jahre verkürzt und ein Nutzen von 10 Mill. Mark erzielt wurde.

Die Datenverarbeitungsanlagen verfügen also über technische Möglichkeiten, durch deren rationelle Nutzung der gesellschaftliche Reproduktionsprozess mit einem höheren volkswirtschaftlichen Nutzeffekt durchgeführt werden kann.

Aus diesem Grunde widmen die Partei der Arbeiterklasse und die Regierung der DDR der Entwicklung und Anwendung der Datenverarbeitung so große Aufmerksamkeit und orientieren in den Beschlüssen ständig darauf, die Datenverarbeitungsanlagen vorrangig für die Sicherung

des wissenschaftlichen Vorlaufs, für die schnelle Realisierung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie für die Planung und Leitung der Volkswirtschaft einzusetzen.

Im folgenden werden wir uns an Hand von ausgewählten Beispielen eine Vorstellung von der Anwendung der Datenverarbeitung verschaffen. Wir verzichten bewusst auf eine vollständige Aufzählung der über 1000 Anwendungsgebiete. Derjenige, der tiefer in die Datenverarbeitungsprobleme einzudringen beabsichtigt, wird zur Spezialliteratur greifen.

Aus diesem Grunde wird z. B. auch nicht näher auf den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für Sprachübersetzungen, als Lehr- und Lernmaschinen, in der Medizin, in der Kriminalistik, für die Raumfahrt und den Wetterdienst eingegangen.

6.2 Maschinelle Auswertung der Daten von 17 Millionen DDR-Bürgern

Ein recht anschauliches Beispiel für das Aufbereiten einer Vielzahl von Primärdaten nach einem vorher festgelegten Programm ist die Auswertung der Volks- und Berufszählung, die in der DDR 1964 durchgeführt wurde. Bei dieser Erhebung handelte es sich um die Erfassung der Daten von mehr als 17 Mill. Bürgern, und zwar sind es vor allem Daten, die über

- Geschlecht,
- Alter,
- Familienstand,
- Anzahl der Kinder,
- Bildungsstand,
- Art des Einkommens (Existenzquelle),
- Berufstätigkeit,
- Wirtschaftszweig der Arbeitsstätte,
- Sozialstruktur,
- Haushaltstruktur und
- Wohnverhältnisse

Auskunft geben. Durch das Gruppieren aller Primärdaten nach den genannten Merkmalen werden den Planungsorganen der verschiedenen Leitungsebenen sowie den wissenschaftlichen Institutionen wertvolle Unterlagen für die Prognose und die Festlegung von Perspektivaufgaben in die Hand gegeben.

Das Problem besteht hierbei darin, die Daten nach den verschiedenen Merkmalen so zu sortieren und zusammenzustellen, dass bei einem Vergleich mit den Ergebnissen früherer Zählungen die Auswirkungen der gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklung auf die Struktur und Lage der Bevölkerung sichtbar werden.

Es ist daher ein umfangreiches Auswertungsprogramm notwendig, bei dem durch ständiges Sortieren und Gruppieren der mehr als 17 Mill. Stammdaten die gewünschten Informationen gewonnen werden. So kann z.B. durch die Kombination des Merkmals Bildungsstand mit den Merkmalen Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit und Wirtschaftszweig der Arbeitsstätte das Bildungsniveau differenziert eingeschätzt werden. Als Bildungsarten werden erfasst:

- Mittlere Reife,
- Abitur,
- Facharbeiter,
- Meister,

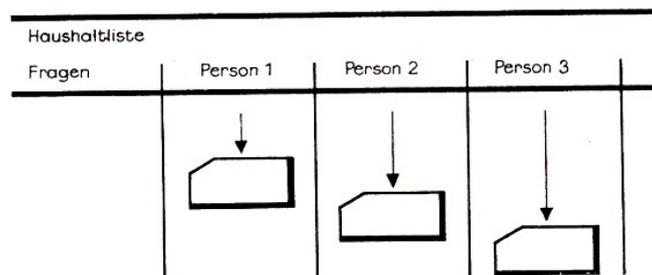
- Fachschulabschluss,
- Hochschulabschluss.

Durch entsprechendes Sortieren der Daten lässt sich z. B. die in den einzelnen Bildungsarten vorhandene Geschlechts- und Alterszusammensetzung oder die Qualifikationsstruktur der Werktätigen nach dem ausgeübten Beruf für jeden Wirtschaftszweig nachweisen.

Diese Informationen bilden eine wertvolle Unterlage für eine Analyse der Berufs- und Qualifikationsstruktur und der Beantwortung der Frage, inwieweit das Bildungsniveau den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution entspricht. Die Ausnutzung der elektronischen Datenverarbeitung für das Aufbereiten dieser Daten hatte zunächst einmal zur Voraussetzung, dass die von der Bevölkerung in die Haushaltslisten eingetragenen Angaben durch Zahlen verschlüsselt wurden.

Beispiel: Familienstand: ledig 1, verheiratet 2, verwitwet 3, geschieden 4

In gleicher Weise waren für die übrigen Merkmale die entsprechenden Schlüssel-systematiken festgelegt. Die Berufs- und Betriebssystematiken sind natürlich wesentlich umfangreicher und komplizierter als das obige Beispiel. Die verschlüsselten Angaben sind dann in maschinell lesbare Datenträger zu übernehmen, und zwar wurde anlässlich der 1964 durchgeführten Volks- und Berufszählung für jeden Bürger eine Stammlochkarte angefertigt.



Zur Gewinnung der Lochkarten waren in diesem Falle folgende Arbeitsgänge erforderlich:

1. Eintragung der Angaben in die Haushaltslisten
2. Überprüfung der Angaben
3. Verschlüsselung der Eintragungen
4. Kontrolle der Signierarbeiten
5. Lochen der Lochkarten
6. Prüfen der gelochten Karten.

Das maschinelle Aufbereiten der in den 17 Mill. Lochkarten gespeicherten Daten ist beim herkömmlichen Lochkartenverfahren auf Grund der bereits geschilderten relativ langsamen Verarbeitungsgeschwindigkeit und dem geringen Speichervermögen der Lochkartenmaschinen ein sehr langwieriger Prozess.

Die Ergebnisse der Volks- und Berufszählung 1964 lagen z. B. vollständig erst nach zweieinhalb Jahren (nach dem Stichtag) vor.

Zur Auswertung der Volks-, Berufs- und Wohnraumzählung 1971 werden die Betriebe der VVB Maschinelles Rechnen elektronische Datenverarbeitungsanlagen, insbesondere den Robotron 300, einsetzen. Sie werden es ermöglichen, die Ergebnisse der Wohnraumzählung in weniger als 12 Monaten und die der Volks- und Berufszählung in eineinhalb Jahren nach dem Stichtag zu gewinnen, und zwar bei gleichzeitiger Erhöhung des Informationsgehaltes.

In diesem Falle führt also der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen nicht nur zu einer erheblichen Verkürzung der Zeitdauer für das Aufbereiten der Daten, sondern den jeweiligen

Leitungsorganen stehen für ihre Entscheidungsfindung qualitativ bessere Informationen wesentlich früher zur Verfügung.

6.3 Automatische Lohn- und Gehaltsabrechnung

Der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen ist besonders dann von Vorteil, wenn in großem Umfange sich ständig wiederholende Rechenoperationen auszuführen und die Ergebnisse nach einem eindeutig festgelegten Lösungsweg zu ermitteln sind.

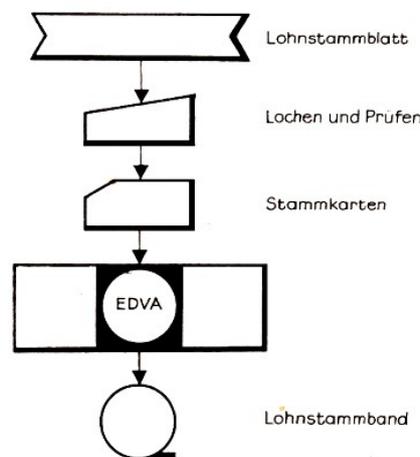
Dies trifft u. a. für die Aufbereitung der Daten zu, die die einzelnen Elemente der wirtschaftlichen Tätigkeit der sozialistischen Betriebe widerspiegeln und der Abrechnung und Kontrolle der ökonomischen Prozesse dienen.

Im einzelnen handelt es sich vor allem um die

- Lohn- und Gehaltsabrechnung,
- Material- und Fremdleistungsabrechnung,
- Grundmittelabrechnung,
- Verrechnungs- und Buchungsarbeiten im Zahlungsverkehr,
- Abrechnung der Kosten und des Ergebnisses der Produktion.

Am Beispiel der Lohn- und Gehaltsabrechnung soll der Einsatz der Datenverarbeitungsanlagen für das maschinelle Ausführen einer Vielzahl sich ständig wiederholender Rechenoperationen erläutert werden, weil die Kompliziertheit der Lohn- und Gehaltsabrechnung gegenwärtig noch eine sehr große Anzahl von Verwaltungskräften erfordert.

Ein Teil der Ausgangsdaten für die Lohn- und Gehaltsabrechnung bleibt für den jeweiligen Werk tätigen konstant, während sich andere Daten ständig verändern. gespeichert.



Speicherung der Stammdaten Lohnstammband auf einem Magnetband

Die feststehenden Daten, auch Stammkonstante oder fixe Daten genannt, sind Angaben zur Person des Lohn- oder Gehaltsempfängers, wie Name, Beschäftigungsnummer, Geburtstag, Arbeitszeit, Anzahl und Alter der Kinder, Stundensatz bzw. Monatsgehalt, Steuerklasse, steuerfreier Betrag usw.

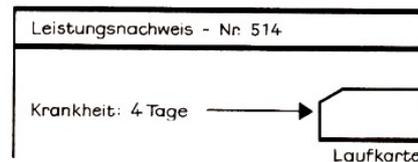
Beispiel: Name: Schulze, Karin
Beschäftigungsnummer: 514 Geburtstag: 15. 2. 1940
Arbeitszeit: monatl. 190 Stunden Kinder: Kay 23. 5. 1962
Gehalt: 540,- monatlich Steuerklasse: III/1 usw.

Diese Stammdaten werden auf einen maschinell lesbaren Datenträger (Lochkarte, Lochband)

übertragen, der Datenverarbeitungsanlage eingegeben und dann auf einem Magnetband

Alle Angaben, die sich monatlich ändern bzw. ändern können, wie die Arbeitsstunden (mit und ohne Zuschläge), die Arbeitsleistung, Krankheit usw., sind als variable Daten- auf Lohnscheinen bzw. Leistungsnachweisen zu erfassen, um sie dann ebenfalls auf maschinell lesbare Datenträger (Laufkarten) zu übertragen.

Diese in den Lochkarten gespeicherten Daten sind in die Datenverarbeitungsanlage einzugeben und zusammen mit den Stammdaten zur Ermittlung des Nettolohnes, der Sozialversicherungsleistungen und des auszahlenden Betrages zu verarbeiten.



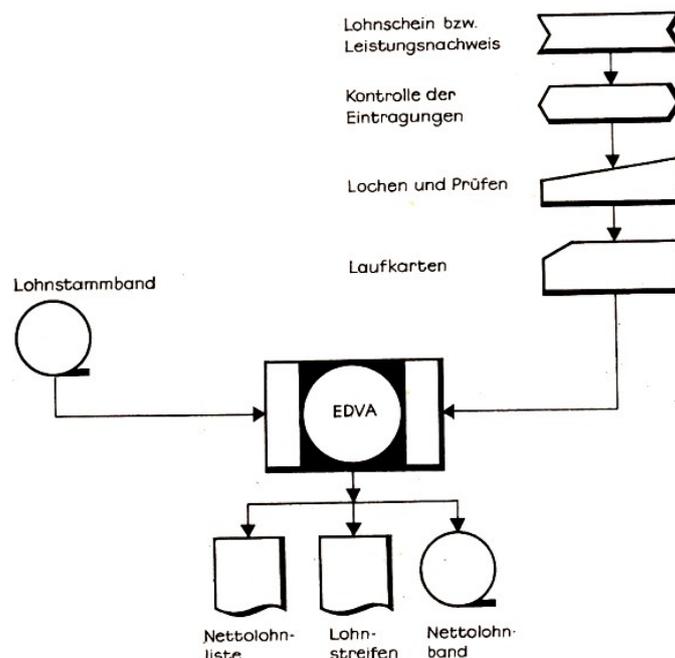
Anfertigung von Lochkarten für die Lohnrechnung

Das Ergebnis sind die maschinell ausgedruckten Lohnlisten und -streifen mit den für die Abrechnung und Auszahlung des Lohnes bzw. Gehaltes sowie der Sozialversicherungsleistungen erforderlichen Daten wie

- Bruttolohn,
- Steuern nach Tabelle,
- SV-Beitrag,
- Krankengeldzuschuss,
- steuerfreier Betrag,
- Steuern 5%,
- Krankengeld,
- auszahlender Betrag.

In der DDR lässt z. B. der VEB Elektromat Dresden seit 1966 den Nettolohn für 2000 Beschäftigte nach einem vom ehemaligen Institut für Datenverarbeitung Dresden entwickelten Programm auf einer Datenverarbeitungsanlage errechnen.

Ein vereinfachter Datenflussplan soll das Grundprinzip verdeutlichen.



Datenflussplan für die Nettolohnrechnung

Möglichkeiten des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen für das automatische Ausführen von Routinarbeiten beim Aufbereiten einer Vielzahl von Daten sind aber nicht nur bei der Abrechnung der ökonomischen Prozesse, sondern auch bei der Gewinnung von Informationen über den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen in Form automatisierter Dokumentations- und Informationssysteme gegeben.

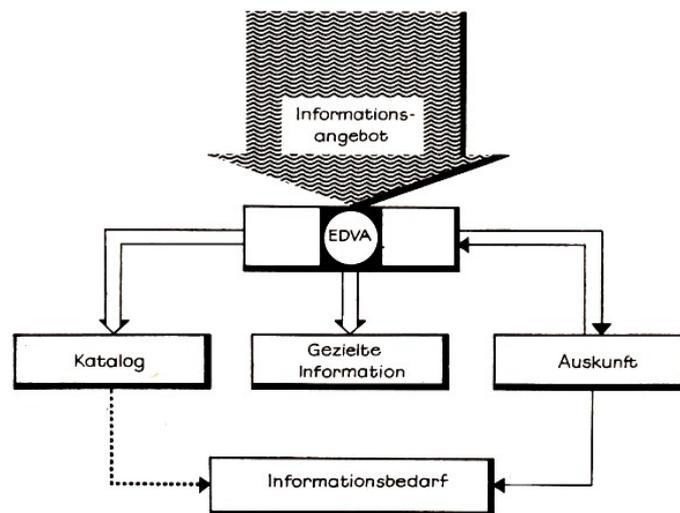
6.4 Gewinnung spezieller Informationen aus Wissenschaft und Technik

Die Führungskader in Staat und Wirtschaft benötigen ständig hochverdichtete und aktuelle Informationen aus Wissenschaft und Technik für die Prognose und die bei der Perspektivplanung zu treffenden Entscheidungen.

Gezielte Informationen in hoher Qualität und großer Aktualität sind weiterhin wertvolle Unterlagen für die Lösung von Forschungsaufgaben und die kurzfristige Überführung neuer Erkenntnisse in die Praxis.

Im Kampf um den Welthöchststand in Wissenschaft, Technik und Ökonomie spielt die rationelle Organisation der Dokumentation und Information eine entscheidende Rolle.

Eine Vorstellung vom Ausmaß des Angebotes von gedruckten Informationen aus Wissenschaft und Technik kann die Tatsache vermitteln, dass auf der Erde gegenwärtig etwa 100000 wissenschaftlich-technische Fachzeitschriften erscheinen und ihre Zahl weiterhin enorm zunimmt. Eine umfassende und zielgerichtete Auswertung der riesigen Flut wissenschaftlich-technischer Informationen ist notwendig, um den wissenschaftlichen Vorlauf zu schaffen und wissenschaftlich-technischen Höchststand in der Leistungsfähigkeit, der Qualität, den Herstellungsverfahren und den Kosten bei den strukturbestimmenden Erzeugnissen zu erreichen und zu halten.



Informationsverarbeitung und -gewinnung mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage

Wie kann mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen ein solches Informationssystem für Wissenschaft und Technik geschaffen werden, das in der Lage ist, die für die jeweiligen Entscheidungen wichtigen und aktuellen Informationen aus den Bereichen

- Bibliothekswesen,
- Patent- und Neuererwesen und

- Standardisierung zu liefern?

Sie können vor allem rationell bei der Lösung folgender Teilaufgaben eingesetzt werden:

- Aufstellung und Herausgabe von Katalogen,
- Organisation einer gezielten Informationsversorgung und
- Einrichtung eines Auskunftsdienstes.

In der ersten Etappe der Nutzung der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 für das Sammeln, Klassifizieren, Speichern, Auswählen und Ausgeben von wissenschaftlich-technischen Informationen steht zunächst das alphabetische Ordnen der Titel von Veröffentlichungen (Stichwortregister) und die Gewinnung von bibliografischen Registern und Autorenregistern im Vordergrund, um dann an Hand der auf Magnetbändern gespeicherten Daten

- Kataloge über wissenschaftlich-technische Literatur anzufertigen und
- Schnellinformationen zu Problemen des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes auszudrucken.

Die Kataloge über wissenschaftlich-technische Literatur dienen dazu, in feststehenden Zeitabständen (Monat, Quartal, Jahr) über Neuerscheinungen eines Wissenschaftsgebietes zu informieren, und zwar insbesondere nach Stichwörtern und Autorennamen geordnet.

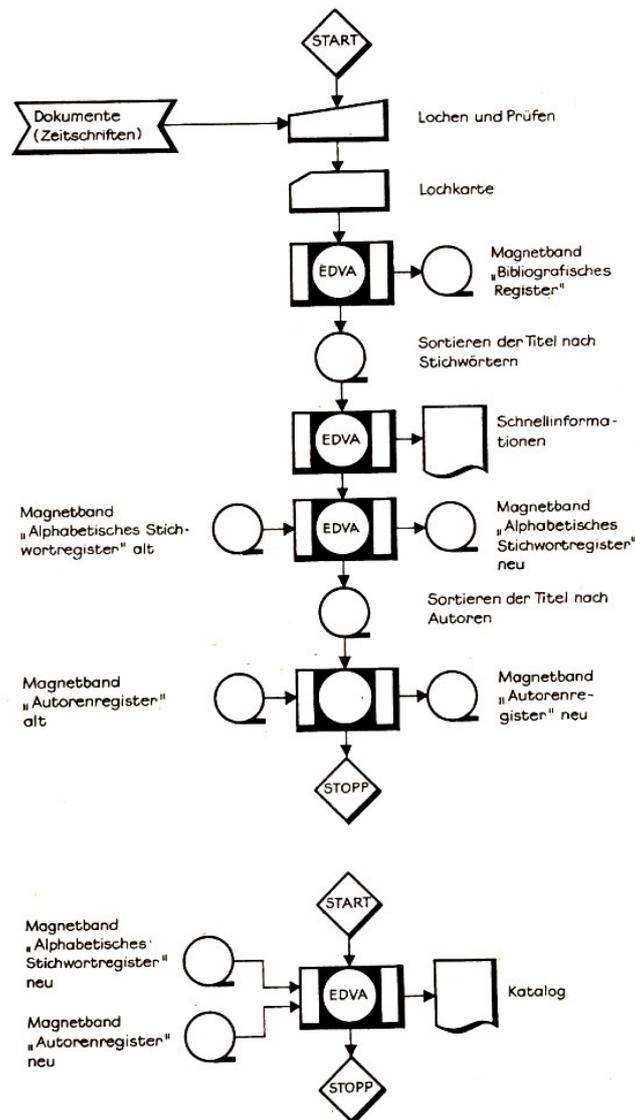
In dem hier angenommenen Falle werden mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage periodische Übersichten über Neuerscheinungen von wissenschaftlich-technischer Literatur nach Stichwörtern und Autoren gewonnen, die die Literaturoswertung wesentlich erleichtern.

Bei den Schnellinformationen werden Wissenschaftler, Ingenieure und andere interessierte Stellen ohne Anforderung unverzüglich mit neuen Informationen über Veröffentlichungen bestimmter Themen versorgt.

Mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage mit Magnetbandspeicher sind zur Lösung dieser beiden Aufgaben vor allem folgende Arbeitsstufen auszuführen:

1. Erfassung des Titels, der Autorennamen, der bibliografischen Daten und der in Frage kommenden Stichwörter auf maschinell lesbaren Datenträgern (Lochkarte, Lochband, Magnetband),
2. Eingabe der Daten zur Speicherung aller bibliografischen Angaben auf den Magnetbändern "Bibliografisches Register",
3. Alphabetische Sortierung der Titel nach Stichwörtern,
4. Ausgabe von gezielten Schnellinformationen,
5. Übernahme der Daten auf das Magnetband "Alphabetisches Stichwortregister" durch Verknüpfung der unter 3. sortierten Titel mit den bereits gespeicherten Angaben,
6. Sortierung der Titel nach Autoren,
7. Ergänzung des Magnetbandes "Autorenregister",
8. Periodische Zusammenstellung und Anfertigung eines Katalogs.

Für die Arbeitsstufen 1 bis 7 ergibt sich somit der in der folgenden Skizze dargestellte, vereinfachte Datenflussplan. Die letzte Arbeitsstufe wird gesondert wiedergegeben.



Die Gewinnung von Schnellinformationen und Katalogen

Beispiel

Aufstellung von Neuerscheinungen: Auszug aus dem Programm des Urania-Verlages nach Stichworten (alphabetisch)

TITEL	VERFASSER
GUT GEDACHT	GAEBLER / FREYER / MÖCKEL
FERNSEHEN ... RUNDFUNK	KÖNIG
HEURISTIK	MÜLLER
HF-TECHNIK	CONRAD
IDEEN MUSS MAN HABEN	GILDE
KOSMOS ... PSYCHOLOGIE	GAGARIN / LEBEDEW
OPERATIONSFORSCHUNG	GÖTTNER
PSYCHOLOGIE UND KOSMOS	GAGARIN / LEBEDEW
RUNDFUNK UND FERNSEHEN	KÖNIG

Aufstellung von Neuerscheinungen: Auszug unseres Verlagsprogramms nach Autoren (alphabetisch)

VERFASSER	TITEL
CONRAD	HF-TECHNIK
FREYER ...	GUT GEDACHT
GAEBLER ...	GUT GEDACHT
GAGARIN/LEBEDEW	PSYCHOLOGIE UND KOSMOS
GILDE	IDEEN MUSS MAN HABEN
GÖTTNER	OPERATIONSFORSCHUNG
KÖNIG	RUNDFUNK ... FERNSEHEN
MÖCKEL ...	GUT GEDACHT
MÜLLER	HEURISTIK

Die weitere Entwicklung wird durch die Errichtung eines umfassenden Auskunftsdienstes mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen gekennzeichnet sein, bei dem die Leitungskader, Wissenschaftler und Ingenieure auf Anfrage erschöpfende und zuverlässige Informationen über die jeweils interessierende Frage erhalten.

Das setzt auch eine Weiterentwicklung unserer gegenwärtigen Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 voraus.

Ab 1975 wird es in der Sowjetunion wahrscheinlich möglich sein, auf den Gebieten Raumfahrt, Chemie und Medizin Anfragen mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage zu beantworten.

6.5 Bedarfsforschung

Wenn wir ein Warenhaus bzw. ein Fachgeschäft betreten oder beim Versandhandel eine Bestellung aufgegeben haben, so erwarten wir, dass der von uns gewünschte Artikel in entsprechender Qualität und Formschönheit zu den festgelegten Preisen jederzeit angeboten wird.

Wir sind mit Recht verärgert, wenn der Artikel, der uns besonders gefällt und den wir so schnell wie möglich besitzen möchten, gerade nicht verkauft werden kann. Bedenken wir, wieviel Menschen damit beschäftigt sind, unsere Wünsche ständig zu befriedigen!

Viele Arbeitsvorgänge sind in den Produktionsbetrieben, im Transportwesen und im Handel erforderlich, um zu sichern, dass die gewünschten Artikel zu dem von uns bestimmten Zeitpunkt gekauft werden können.

Einige Monate vor der Kaufentscheidung, zum Teil sogar ein bis zwei Jahre früher, müssen die Verantwortlichen in der Industrie, Landwirtschaft und im Handel den Umfang und den Zeitpunkt der Produktion für Hunderttausende Artikel festlegen. Was geschieht, wenn zuviel Waren erzeugt worden sind? Sie werden in den vorhandenen Lagerräumen gestapelt.

Gegebenenfalls müssen noch zusätzliche Lagermöglichkeiten geschaffen werden. Außer den zu hohen Kosten für die Einordnung, den Transport und die Ausgabe der Waren treten Verluste durch Verderb und Überalterung ein.

Nach langer Lagerzeit finden bekanntlich 'moderne' Erzeugnisse keinen Absatz mehr, d.h., dass gesellschaftliche Arbeit vergeudet wurde. Außerdem binden überhöhte Bestände zu viele Mittel, die dadurch der zweckbestimmten Nutzung entzogen sind. Für die Gesellschaft entstehen also erhebliche Verluste. Werden dagegen zu wenig Waren produziert und für den Verkauf bereitgestellt, entstehen Störungen in der Versorgung.

Die Disponenten in den Handelsbetrieben haben also in Zusammenarbeit mit den Produktionsbetrieben jeweils für mehr als 1000 Artikel die komplizierten und folgenschweren Entscheidungen zu treffen, wieviel von den einzelnen Artikeln zu erzeugen sind und wann die

Warensendungen im Handel eintreffen müssen, damit eine reibungslose Versorgung bei einem möglichst niedrigen Bestand an Waren gewährleistet ist.

Die Kompliziertheit dieses Problems ergibt sich u. a. auch daraus, dass infolge der Entwicklung und Produktion neuer Erzeugnisse und durch das ständige Anwachsen der Geldeinnahmen der Bevölkerung die Wünsche der Bevölkerung zielgerichteter und differenzierter werden. Wir können uns vorstellen, dass die im Perspektivplan zur Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR bis 1970 vorgesehene Steigerung des Umsatzes an Industriewaren auf etwa 128 bis 130% (im Vergleich zu 1966) nur dann zu verwirklichen ist, wenn die Produktion und der Handel den wachsenden Ansprüchen der Käufer an Quantität und Qualität der Waren vorausschauend Rechnung tragen.

Wir fragen nun: Welche Beziehungen bestehen zwischen den individuellen Entscheidungen der Bevölkerung und einer modernen Datenverarbeitung ?

Bereits die erste Etappe des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen ist im sozialistischen Handel u. a. dadurch gekennzeichnet, dass bessere Informationen für die Einschätzung der Angebots- und Nachfragesituation gewonnen werden. Was ist darunter zu verstehen?

Um eine kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung zu sichern, muss ständig ein bestimmter Warenvorrat vorhanden sein. Er hat erstens die Aufgabe, die voraussichtliche Nachfrage bis zum Eingang der nächsten Sendung zu decken.

Zweitens muss er so groß sein, dass dem Kunden auch unmittelbar vor dem Eintreffen neuer Waren das volle Warensortiment zur Auswahl angeboten werden kann.

Mit anderen Worten: Bei jedem Artikel muss ständig ein bestimmter Warenvorrat vorhanden sein. Bleibt die Nachfrage hinter dem Ausmaß der Warenanlieferung zurück, so steigt der Warenbestand übermäßig an. Wird dagegen die Ware mehr gekauft als geplant war, so sinkt der Warenbestand zu schnell ab.

Ein zu hoher oder zu niedriger Warenbestand ist also der Beweis dafür, dass Warenezulieferung und Umsatz erheblich voneinander abweichen.

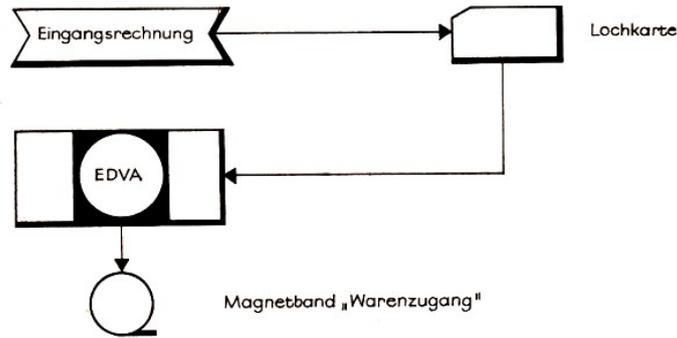
Werden auftretende Abweichungen rechtzeitig erkannt, so können die Verantwortlichen durch geeignete Maßnahmen, wie Erhöhung oder Verminderung der Warenlieferung, diese Störungen beseitigen. Dies setzt aber eine ständige, in kurzen Zeitabständen zu wiederholende Überprüfung der gesamten Warenbestände voraus; eine Aufgabe, die nur mit Hilfe der modernen Rechentechnik wirtschaftlich lösbar ist.

Voraussetzung für die maschinelle Bestandskontrolle ist die Erfassung der Warenezugänge und des Warenumsatzes auf maschinell lesbaren Datenträgern, wie Lochkarte, Lochband oder Magnetband, und Übernahme der Daten auf das Magnetband "Warenbestand" zur Ermittlung des neuen Warenbestandes.

Für unsere Warenhäuser der Warenhausvereinigungen "Centrum" und "Konsument" wird dies wie folgt gelöst:

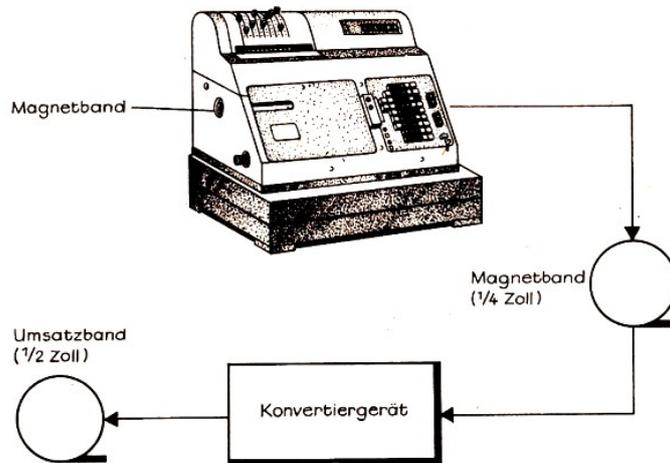
Beim Rechnungs- und Wareneingang werden die für die Bestandskontrolle wichtigen Daten, wie Warennummer, Menge, Preis usw., im allgemeinen in Lochkarten gestanzt und auf das Magnetband "Warenezugang" übernommen. Das Schema zeigt den Datenfluss.

An Hand dieser Lochkarten prüft die Datenverarbeitungsanlage die rechnerische Richtigkeit der Lieferantenrechnung und gibt automatisch eine Information aus, wenn eine Differenz auftritt.



Übernahme der Daten "Warenzugang" auf das Magnetband

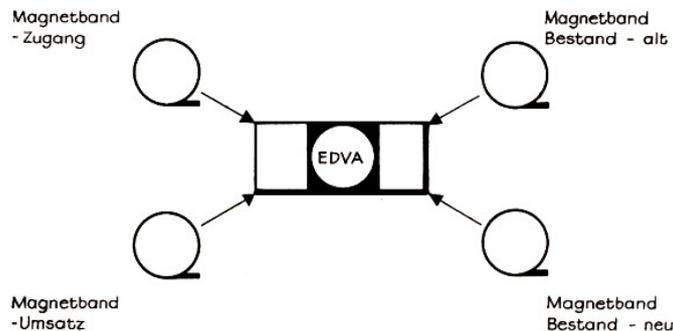
Die Umsatzdaten werden durch eine Magnetband-Registrierkasse erfasst. Diese besitzt neben der Betragstastatur ein neunstelliges Einstellwerk für das Erfassen der Warennummer.



Magnetbandregistrierkasse mit neunstelligem Einstellwerk

Die von der Kassiererin eingetasteten bzw. eingestellten Daten werden automatisch auf einem 1/4-Zoll-Magnetband festgehalten.

Zur weiteren Verarbeitung der Daten auf der Datenverarbeitungsanlage sind diese Daten erst noch mit Hilfe eines Konvertiergerätes auf ein 1/2-Zoll-Magnetband zu übertragen. An Hand der Magnetbänder Warenbestand - alt, Warenzugang und Warenumsatz wird programmgesteuert der neue Warenbestand errechnet.

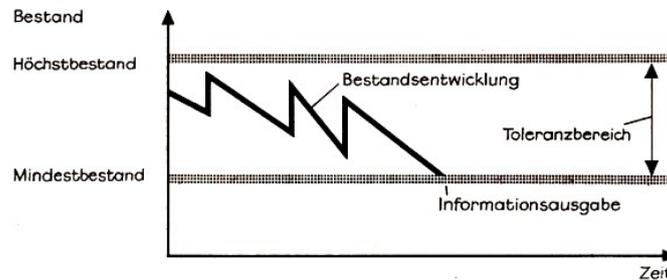


Programmgesteuerte Errechnung und Speicherung des Warenbestandes

Die Fähigkeit der Datenverarbeitungsanlage, Ja-Nein-Entscheidungen zu treffen, wird zugleich ausgenutzt, diejenigen Positionen von der Anlage auswählen zu lassen, bei denen die Abweichungen des tatsächlichen Bestandes einen bestimmten Toleranzbereich über- oder unterschreiten. Den jeweils Verantwortlichen interessieren nämlich nur diejenigen Positionen, bei

denen die Situation besonders kritisch ist und durch korrigierende Maßnahmen eine störungsfreie Versorgung und ein planmäßiger Warenumsatz erreicht werden müssen.

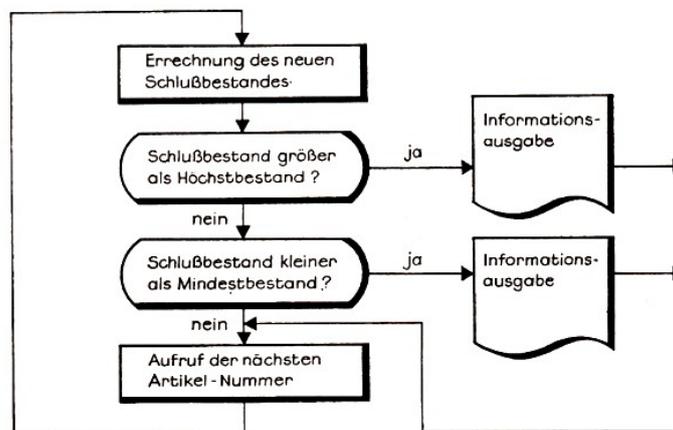
Solange sich der Warenbestand in den Grenzen des Toleranzbereiches (s. Abb.) bewegt, werden von der Datenverarbeitungsanlage keine Informationen ausgedruckt. Erst dann, wenn diese Grenzen überschritten sind, erhalten die Verantwortlichen eine entsprechende Mitteilung.



Automatische Informationsausgabe bei Überschreitung des Toleranzbereiches

Die Datenverarbeitungsanlage prüft also in kurzen Zeitabständen in Verbindung mit der Ermittlung des neuen Schlussbestandes zugleich, ob der Bestand zu hoch oder zu niedrig ist. Der Programmablauf lässt sich in vereinfachter Form wie in unserer Abbildung dargestellt skizzieren.

Diese Form der Informationsauswahl wird in der Literatur als Ausnahmeprinzip (management by exception) bezeichnet. Es beruht darauf, aus der Vielzahl der gespeicherten Daten diejenigen auszuwählen, bei denen auf Grund der Überschreitung des Toleranzbereiches besondere Entscheidungen zu treffen sind.



Programmgesteuerte Informationsauswahl

Damit haben wir ein sehr wichtiges Prinzip der Datenverarbeitung kennengelernt. Ausgehend von dem realen Informationsbedarf werden nur die jeweils notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt. Außer der Reduzierung der Informationsmenge erhöht sich gleichzeitig der Informationsgehalt.

Auf diese Weise sind die sich anbahnenden Störungen in der Versorgung wesentlich früher zu erkennen, so dass auf nicht erwartete Veränderungen in der Nachfrage schneller reagiert werden kann.

Die Datenverarbeitungsanlagen können noch in einer weit umfangreicheren Form dazu dienen, eine reibungslose, bedarfsgerechte Versorgung zu gewährleisten. Unabhängig davon, dass wir

als Käufer von Konsumgütern von persönlichen Vorstellungen und Überlegungen ausgehen, vollziehen sich unsere individuellen Handlungen auf der Grundlage ganz bestimmter Gesetzmäßigkeiten.

Wir treffen nämlich unsere Entscheidungen nicht unabhängig von den jeweiligen konkreten gesellschaftlichen Bedingungen, die sich gesetzmäßig verändern. Die Entwicklung des Bedarfs der Bevölkerung in seiner Gesamtheit hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, deren Wirkungsweise unter sozialistischen Produktionsverhältnissen erkannt und bewusst beeinflusst werden können.

Die noch zu lösende Aufgabe besteht also letztlich darin, ausgehend von der gesetzmäßigen Entwicklungstendenz des Verbrauchs der Bevölkerung die Entscheidungen über die künftige Produktion und das Angebot der einzelnen Ware zu treffen.

Dies setzt eine wissenschaftliche Analyse voraus, bei der eine sehr große Anzahl von Daten unter Ausnutzung mathematischer Methoden, wie Trendberechnung und Regressionsanalyse, zu verarbeiten sind, um die Wirkungsweise der bedarfsbeeinflussenden Faktoren und die Bedarfsentwicklung nach Warengruppen und Artikeln für einen längeren Zeitraum im voraus richtig einschätzen zu können. Nähere Ausführungen dazu sind hier jedoch nicht möglich.

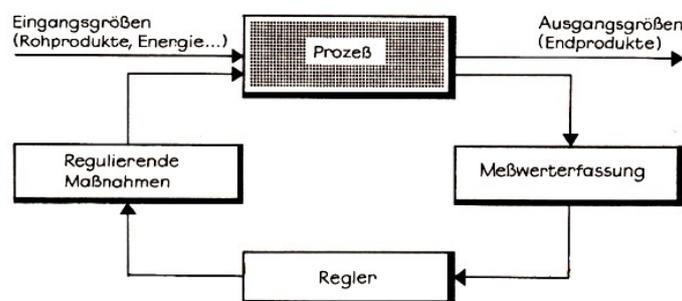
6.6 Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung technologischer Prozesse

Wenn wir die Schaltzentrale eines Großbetriebes betreten, so stehen wir vor einer verwirrenden Anzahl von anzeigenden und registrierenden Messgeräten.

Diese Geräte spiegeln den tatsächlichen Prozessverlauf meistens in physikalischen Messwerten wider, und zwar elektrisch, z. B. durch Ströme und Spannungen, mechanisch, z. B. durch Längen und Winkel, oder pneumatisch durch Druck.

Unabhängig davon, ob es sich hierbei um Daten handelt, die den Ablauf des Produktionsprozesses eines Chemiebetriebes, Hüttenkombinates oder Kraftwerkes anzeigen, sind sie in jedem Falle mit den entsprechenden Sollwerten zu vergleichen und so miteinander in Verbindung zu bringen, dass bei eventuellen Abweichungen durch regulierende Maßnahmen eine optimale Fahrweise der Anlage gesichert werden kann.

In kybernetischer Sicht lässt sich dieser Vorgang des Einwirkens auf einen technologischen Prozess mit Hilfe eines Regelkreises, wie in unserer Abbildung dargestellt, veranschaulichen.



Regelung eines technologischen Prozesses

Selbst einem hochqualifizierten und befähigten Kollektiv ist es nicht möglich, die Vielzahl der einen komplizierten technologischen Prozess kennzeichnenden Daten so schnell zu erfassen und miteinander zu kombinieren, dass auf der Basis von exakten mathematischen Berechnungen

in wenigen Sekunden eine Anpassung an den optimalen Prozessverlauf erreicht wird.

Eine solche Aufgabenstellung übersteigt das menschliche Leistungsvermögen. Allein die Datenverarbeitungsanlagen mit ihrer hohen Geschwindigkeit bei der Aufnahme, Verarbeitung und Ausgabe einer großen Menge von Daten ist in der Lage, nach einem von Menschen eingegebenen Programm die komplizierten Industrieanlagen so zu regeln, dass bei einer hohen Kapazitätsauslastung, bei sparsamem Verbrauch an Material, Arbeitszeit und Energie eine möglichst große Produktionsmenge in der geforderten Qualität ausgestoßen wird. Internationale Erfahrungen bestätigen dies in vollem Umfange.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung technologischer Prozesse in Industriebetrieben mit vorwiegend kontinuierlichen Produktionsverfahren, wie Energieerzeugung und -verteilung, Chemie, Erdölverarbeitung, Metallurgie, Papier- und Zementherstellung.

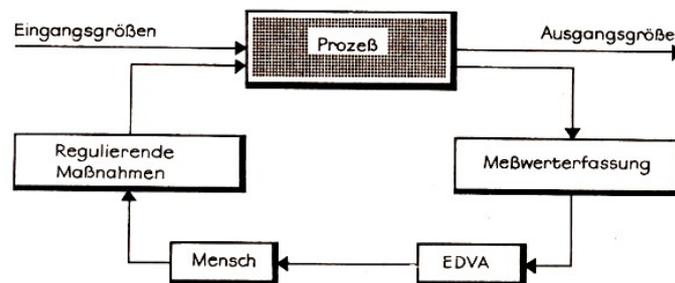
In den Werkhallen von Leuna II sind z.B. riesige Anlagen installiert. Sie verarbeiten das aus der Sowjetunion fließende Erdöl mittels komplizierter chemischer und physikalischer Prozesse. Automaten regeln dieses hochproduktive Verfahren, indem sie die große Anzahl von Daten, die den ablaufenden Prozess beschreiben, in kurzen Zeitabständen mit den gespeicherten Sollwerten vergleichen, bei auftretenden Abweichungen die Korrekturwerte errechnen und die entsprechenden Informationen für das korrigierende Einwirken auf den Prozessablauf ausgeben.

Nach dem gleichen Prinzip erfolgt der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung der technologischen Prozesse in anderen Bereichen der Volkswirtschaft, wie Energetik oder Metallurgie.

In jedem Falle sind mehrere hundert Geräte zur Messwerterfassung installiert, die Informationen über Druck, Temperatur, Menge und andere physikalische Größen liefern. Diese Daten werden in bestimmten Intervallen der Datenverarbeitungsanlage zugeführt, von ihr überprüft und nach einem festgelegten Programm verarbeitet.

Innerhalb eines jeden Systems der Datenverarbeitung für die Prozessregelung nimmt der Grenzwertvergleich eine wichtige Stellung ein. An Hand des Vergleiches von Ist- und Sollwerten überprüft die Datenverarbeitungsanlage den Betriebszustand der Produktionsanlage, um bei Störungen, also bei einer Grenzwertüberschreitung, ein Alarmsignal (Blinklicht, Hupton) auszulösen und gleichzeitig das Programm des Rechners zu ändern. Auftretende Störungen können somit schnellstens behoben werden.

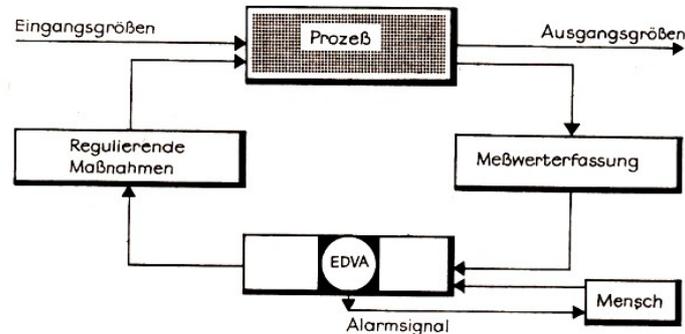
Je nachdem, inwieweit bei der laufenden Regelung des technologischen Prozesses noch das Eingreifen des Menschen erforderlich ist, unterscheidet man beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen zwischen der indirekten und direkten Regelung technologischer Prozesse.



Indirekte Regelung eines technologischen Prozesses mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage

Von einer indirekten Regelung (engl. open loop - offene Schleife) wird dann gesprochen, wenn

zur Rückwirkung auf den Prozess in jedem Falle noch die aktive Mitarbeit des Bedienungspersonals erforderlich ist. In diesem Falle (s. obenstehendes Schema) müssen die mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage gewonnenen Informationen vom Menschen gelesen und die erforderlichen Reaktionen durch das manuelle Einstellen von Geräten (Regeleinrichtungen) ausgelöst werden.



Direkte Regelung eines technologischen Prozesses mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage

Bei einer direkten Regelung technologischer Prozesse mit einer Datenverarbeitungsanlage (engl. closed loop - geschlossene Schleife) wirkt der Rechner unmittelbar, also nach einem in der Anlage gespeicherten Programm, durch entsprechende Steuersignale auf den Prozess ein.

Infolge der automatischen Steuerung überwacht hier der Mensch nur noch die von der Anlage zu übernehmenden Steuerfunktionen.

Das Überwachungspersonal greift erst dann in den Prozess ein, wenn die Anlage nicht mehr in der Lage ist, den Prozess zu regeln, wie dies z. B. bei einer Havarie der Fall ist. Dieser Regelungsprozess kann, wie in unserer Abbildung dargestellt, skizziert werden.

Automatische Prozessführung ist zugleich mit einer Prozessoptimierung zu verbinden. Aufgabe der Datenverarbeitungsanlage ist demzufolge, die ökonomisch optimale Gestaltung des Prozesses zu ermitteln und zu realisieren. Voraussetzung dafür ist die Existenz eines mathematischen Modells des Prozesses und eines von der Datenverarbeitungsanlage ausführbaren Algorithmus für die Prozessoptimierung.

Die Kompliziertheit dieses Problems lässt sich daraus erkennen, dass in den meisten Fällen die Zahl der zu beeinflussenden und bei der Optimierung zu berücksichtigenden Variablen relativ groß ist.

Je mehr Faktoren bei der Optimierung zu berücksichtigen sind, um so mehr Rechenoperationen sind von der Anlage auszuführen. Falsch wäre es, wenn wir daraus die Schlussfolgerung ableiten würden, dass der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung von technologischen Prozessen nur dort ökonomisch von Vorteil ist, wo infolge von wenigen Variablen die mathematische Beschreibung des Prozessablaufs und des Algorithmus der Prozessoptimierung relativ leicht zu schaffen ist.

Im Gegenteil: Wie nationale und internationale Erfahrungen bestätigen, lohnt sich die Regelung technologischer Prozesse mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen insbesondere in Produktionsstätten mit einer relativ großen Anzahl von prozessbestimmenden Einflussfaktoren.

Erst die Leistungsfähigkeit moderner Datenverarbeitungsanlagen ermöglicht es, die komplizierten Beziehungen quantitativ zu erfassen und unter Anwendung mathematischer Methoden zu optimieren.

Während unter den herkömmlichen Bedingungen das Bedienungspersonal meistens nur auf seine Erfahrungen angewiesen ist und bei seinen Entscheidungen beim besten Willen nicht alle wesentlichen Faktoren berücksichtigen kann, wird durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen eine Steuerung der technologischen Prozesse unter optimalen ökonomischen Bedingungen technisch überhaupt erst realisierbar.

Deshalb ist die automatische Regelung sowohl Ausdruck als auch ein Erfordernis der wissenschaftlich-technischen Revolution.

Einige Beispiele sollen diese Beziehungen veranschaulichen.

Im Chemiekombinat Nowomoskowsk sind für die Herstellung von Ammoniak an hundert chemischen Aggregaten, die sich in zehn Betriebsabteilungen befinden, etwa 400 Messeinrichtungen installiert. Laufend werden die Informationen über physikalische Größen, wie Druck, Temperatur, Menge usw., einem Zentralpunkt übermittelt und von dort aus an eine mittlere Datenverarbeitungsanlage, den Ural 11, weitergeleitet.

Sie vergleicht in festgelegten Zeitabständen die eingegebenen Daten mit den Sollwerten und verarbeitet die Daten nach einem in der Anlage gespeicherten Programm zur Kennzeichnung der Situation und Gewinnung von Informationen für eine optimale Steuerung der chemischen Aggregate.

Ein weiteres Beispiel sei genannt:

Jeder Kunde eines Versandhauses ist an einer kurzfristigen Lieferung der von ihm bestellten Waren interessiert. In einem Großversandhaus mit täglich 50000 und mehr Sendungen ist diese Zielsetzung nur mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage zu realisieren.

Aus diesem Grunde wird das am Nordostrand Leipzigs entstehende Großversandhaus mit einer entsprechenden Anlage ausgestattet, die den Bestell- und Warendurchlauf automatisch steuert. Nur durch eine solche Anlage ist die geplante Steigerung des Versandes von täglich 9000 Sendungen zu Beginn der Saisonperiode 1968 auf über 50000, also auf das Fünf- bis Sechsfache, überhaupt denkbar.

Die Datenverarbeitungsanlagen werden auch für die Steuerung des Transports von Waren eingesetzt. So dienen Datenverarbeitungsanlagen dazu, den Gütertransport im Eisenbahnverkehr zu steuern.

Die Arbeitsweise einer Datenverarbeitungsanlage im Wärmekraftwerk Nasorewo in Sibirien zur automatischen Regelung eines Energiegiganten von 500 Megawatt ist hervorzuheben.

Die Anlage nimmt von 2000 Stellen Informationen über den Ablauf des technologischen Prozesses auf und verarbeitet sie. Interessant und für den Wirkungsgrad der automatischen Regelung äußerst bedeutungsvoll ist die hohe Geschwindigkeit, mit der diese Daten miteinander in Beziehung gesetzt werden. Im Bruchteilen von Sekunden werden Tausende von Operationen programmgesteuert ausgeführt.

Die Anlage vergleicht, rechnet und trifft logische Entscheidungen in einer Schnelligkeit, die ein sofortiges Reagieren und damit eine optimale Fahrweise dieses Riesenaggregates ermöglichen. Es muss gesagt werden: Ohne Datenverarbeitungsanlage wäre der Mensch überhaupt nicht in der Lage, diesen komplizierten Prozess wirtschaftlich zu gestalten.

Zwangsläufig wird daher auch der größte Hochofen der Welt in Kriwoi Rog weitgehend von Automaten gesteuert. Sie sind z.B. für den komplizierten Vorgang der Beschickung des Ofens verantwortlich. Täglich verschwindet allein der Inhalt von acht bis neun Zügen Erz im Schacht des Ofens, die sich in mehr als 4500 t Roheisen verwandeln. Elektronenrechner kontrollieren und regulieren weiterhin die Heißwindtemperatur. Sie signalisieren, wenn der Zeitpunkt für den

Abstich gekommen ist.

Wenn dieser Hochofenriese mit zu den rentabelsten der Welt zählt, so ist dies u.a. auch das Ergebnis der Nutzung von Datenverarbeitungsanlagen.

Automatische Regelung technologischer Prozesse bedeutet also, wie die obigen Beispiele erkennen lassen, nicht nur Entlastung des Menschen von manueller und geistiger Routinearbeit, sondern zugleich auch bestmögliche Auslastung der Anlage, wirtschaftlichen Materialeinsatz und einen hohen Produktionsausstoß in der benötigten Qualität.

Der ökonomische Nutzen des Einsatzes einer Datenverarbeitungsanlage für die Regelung der technologischen Prozesse ist daher in gleicher Weise sowohl an der Einsparung von Arbeitskräften als auch an der höheren Kapazitätsauslastung, niedrigerem Materialeinsatz, größerer Produktionsmenge, Senkung der Ausschussquote und der besseren Qualität zu messen. Internationale Erfahrungen lassen erkennen, dass gerade der zuletzt genannte Komplex der Auswirkungen immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Durch den Einsatz einer Datenverarbeitungsanlage zur Steuerung eines englischen Walzwerkes wurde z. B. eine Produktionssteigerung um mehr als 2000 t/Woche erreicht, wobei 98% aller Walzerzeugnisse innerhalb $\pm 4/1000$ Zoll Genauigkeit und 94% innerhalb $\pm 2/1000$ Zoll liegen. Dieser ökonomische Nutzen ist so groß, dass die Ausgaben für die Anschaffung und den Betrieb der Datenverarbeitungsanlage bereits nach wenigen Jahren wieder zurückgeflossen waren.

Mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen erreicht man in der Zementindustrie im allgemeinen eine Erhöhung des Ofendurchsatzes und eine Einsparung des Brennstoffs von 5 bis 10%. Außerdem wird eine gleichbleibende Qualität gesichert.

Von einem Stahlwerk Großbritanniens wird berichtet, dass ein Computer-System dazu eingesetzt ist, das Zerschneiden langer Blöcke (Stabstahl) in gewünschte Blocklängen bei kleinstem Schneideabfall zu steuern. Einsparungen von jährlich 384000 englischen Pfund waren das Ergebnis.

Dem stehen Kosten für die Anschaffung und Installation der Datenverarbeitungsanlage sowie für die Programmierung der Aufgaben in Höhe von 339000 englischen Pfund zuzüglich der Kosten für die fünfjährige Vorbereitung der Umstellung gegenüber.

Schließlich soll uns noch ein Beispiel aus Finnland eine Vorstellung über den ökonomischen Nutzen einer Datenverarbeitungsanlage vermitteln. In einer Papierfabrik ist ein Computer-Control-System tätig, und zwar erstens für die Optimierung der Produktion unter Berücksichtigung der Qualitätsparameter, wie Masse je Flächeneinheit, Festigkeitseigenschaft, Porosität und Glätte, und zweitens für die Lösung des Verschnittproblems für eine jährliche Produktion von 450000 t Pappe und Karton.

Allein durch die Optimierung des Verschnitts konnte der Ausstoß an verkaufsfähigen Kartons um 1,5 bis 2% gesteigert werden.

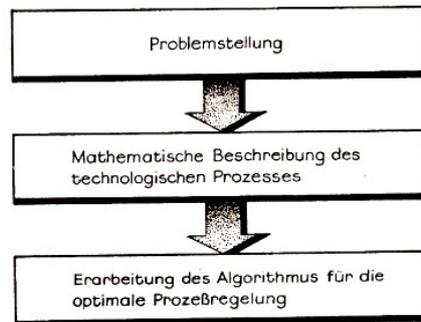
In den einzelnen Betrieben und Wirtschaftszweigen sind die Voraussetzungen für die automatische, optimale Regelung der technologischen Prozesse sehr unterschiedlich. Günstige Bedingungen sind ohne Zweifel in den Betrieben mit einer kontinuierlichen Produktion gegeben.

Die UdSSR liefert den Beweis dafür, dass mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen auch metallverarbeitende Betriebe automatisch geregelt werden können. Der erste Betrieb dieser Art wurde 1950 in Uljanowsk errichtet. In einer Schicht überwachen neun Ingenieure die Produktion von 3500 Traktorenkolben.

Auch in den Montagehallen übernehmen Automaten immer mehr die bisher von den Menschen

auszuführenden Arbeiten.

An die Stelle der zum Teil noch sehr schweren körperlichen Arbeit beim Transport, Einstellen und der Bearbeitung der Werkstücke tritt eine von zentraler Stelle aus geleitete automatische Steuerung des Transports und der miteinander gekoppelten Maschinenaggregate. Wie von einer Geisterhand geführt, dringen Bohrer und Gewindeschneider in das Werkstück ein und verändern dessen Oberfläche mit einer bei manueller Bedienung der Maschinen niemals erreichbaren Schnelligkeit und Präzision.

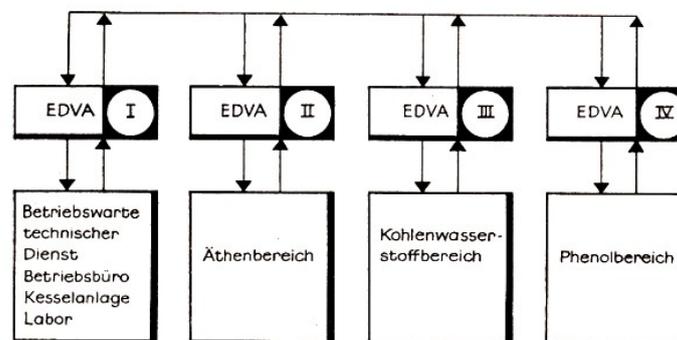


Etappen zur Vorbereitung der automatischen, optimalen Prozessregelung

Die technische Vorbereitung und das Programmieren nehmen hier viel Zeit in Anspruch. Die Zeitdauer der Programmierung ist einmal von dem Schwierigkeitsgrad des zu regelnden Prozesses und zum anderen von der Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte abhängig. Einfache Programme sind in einigen Monaten zu schaffen, während komplizierte Datenverarbeitungssysteme mehrere Jahre beanspruchen.

In den USA waren beispielsweise zwölf Arbeitskräfte ein Jahr lang damit beschäftigt, ein Programm für die automatische Regelung einer sehr großen petrochemischen Anlage zur Umwandlung von leichtem Rohöl in Äthen, Propen, Naphthalin, Phenol, Benzol und einer Reihe anderer Petrochemikalien fertigzustellen.

Folgende Faktoren sind bei der Beurteilung der benötigten Zeit zu berücksichtigen: Vier Computer, die untereinander verbunden sind und gegenseitig Daten austauschen, bedienen 1017 digitale Eingänge, 1194 Analogeingänge, 750 digitale Ausgänge und 400 Fernmessübertragungs- und Behältermesspunkte nach einem vorgeschriebenen Programm, um die jährliche Produktion von 225000 t Äthen, 40000 t Naphthalin, $200 \cdot 10^6$ l Benzol und 35000 t Phenol automatisch zu regeln.



Kombinierter Einsatz von vier elektronischen Datenverarbeitungsanlagen für die automatische Regelung von petrochemischen Anlagen

Parallel zur Aufstellung des Regelalgorithmus und des Programms ist die Frage nach der gerätetechnischen Messwerterfassung und Einwirkung auf den technologischen Prozess zu klären.

Infolge der Vielgestaltigkeit der Lösungsmöglichkeiten kann hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Wertvolle Anregungen gibt das in der DDR entwickelte "Universelle System von Geräten und Einrichtungen zur Gewinnung, Übertragung, Verarbeitung und Nutzung von Informationen für die Automatisierung technologischer Prozesse". Das unter dem Namen "ursamat" bekannte System besteht aus folgenden Hauptzweigen:

ursakont: Einrichtungen zur Informationsgewinnung

ursatron: Elektrische Einrichtungen zur Übertragung und Verarbeitung von Informationen

ursapneu: Pneumatische Einrichtungen zur Übertragung und Verarbeitung von Informationen

ursastat: Messfühler mit Relaisausgang (Relaisgeber) und Regler ohne Hilfsenergie

ursawirk: Einrichtungen zur Informationsnutzung

Übersicht: "ursamat"

ursakont	ursapond	Kraftkompensierende Messeinrichtungen
	ursatherm	Elektrische Temperatur-Messeinrichtungen
	ursabar	Manometrische Druck- und Temperatureinrichtungen
	ursaflux	Volumen- und Durchfluss-Messeinrichtungen
	ursalol	Füllstands-Messeinrichtungen
	ursalyt	Analysen-Messeinrichtungen
	ursaflop	Mechanische und elektromechanische Zähleinrichtungen
	ursazent	Weg-Winkel-Drehzahl-Messeinrichtungen
	ursacord	Sekundäre Anzeige- und Schreibgeräte
ursatron	ursalog	Digitale Bausteine und Funktionseinrichtungen
	ursadyn	Analoge Bausteine und Funktionseinrichtungen
ursatron	ursatrans	Einrichtungen zur Fernmessung und Fernsteuerung
	ursadat	Einrichtungen zur Messwertverarbeitung
	ursamar	Einrichtungen zur elektrisch-analogen Informationsverarbeitung
ursapneu	ursabal	Einrichtungen zur analogen Informationsverarbeitung
	ursabran	Einrichtungen zur digitalen Steuerung
ursastat	ursarel	Messfühler mit Relaisausgang (Relaisgeber)
	ursadir	Regler ohne Hilfsenergie
ursawirk	ursamot	Wandlung der Information in mechanische und elektrische Größen
	ursastell	Einrichtungen zur unmittelbaren Einwirkung auf den Prozess

In den Betrieben des Maschinenbaus sind folgende Schritte auf dem Wege zur automatischen Steuerung der Produktion von Bedeutung: der Einsatz von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen und die Durchsetzung moderner Methoden der Fertigungslenkung, insbesondere durch den Einsatz von, Produktionsüberwachungs- und -lenkungsanlagen.

Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen besitzen automatische Mess- und Steuereinrichtungen. Die als Programm auf einem Datenträger (z. B. Lochband) enthaltenen Informationen steuern diese Maschinen.

Die auf der digitalen Informationsverarbeitung beruhende maschinelle Steuerung von Werkzeugmaschinen ermöglicht eine Automatisierung der Produktion vor allem in den Betrieben mit Kleinserien- und Einzelfertigung. Durch den konzentrierten Einsatz von numerisch gesteuerten Werkzeugen tritt eine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität ein.

So werden z.B. in der Volkswerft Stralsund die bis zu 1,5 t schweren Stahlplatten von einer der vier automatischen Brennschneidemaschinen in Werkstücke geschnitten.

Vor Einführung der neuen Technik mussten auf den riesigen Stahlplatten die Bearbeitungs- und Hilfslinien mit dem Körner markiert werden. Diese zeitaufwendige und körperlich schwere Arbeit des Anreißens ist durch den Einsatz der automatischen Brennschneidemaschinen weggefallen, weil die Automaten von einem optischen Gerät bzw. numerisch mit Hilfe eines Lochbandes gesteuert werden.

Als eine Vorstufe zur automatischen Regelung des Produktionsprozesses ist der Einsatz einer Produktionskontroll- und -lenkungsanlage anzusehen.

Eine solche Anlage wurde vom ehemaligen Institut für Datenverarbeitung entwickelt und ist unter der Bezeichnung "fertodata 1100" bekannt. Diese Kleinstdatenverarbeitungsanlage besteht in der Grundausführung aus den dezentralen Geräten (Geber und Eingabegerät), die an den Maschinen angebracht sind, und dem Lampen- und Zählerfeld, die sich in der Dispatcherzentrale befinden.

Die Produktionskontroll- und -lenkungsanlage registriert erstens die produzierte Menge und zweitens die Maschinenstillstandszeiten.

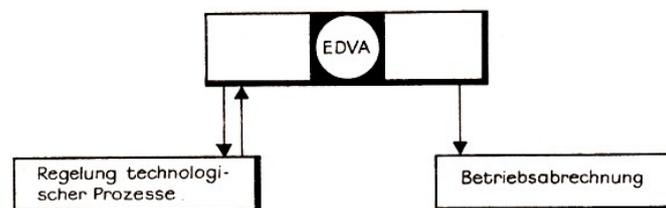
Die automatische Erfassung der produzierten Menge und der Maschinenausfallzeiten trägt wesentlich dazu bei, die Kapazitätsbilanzierung, die Durchlaufplanung, die Analyse der Stillstandszeiten, die Kosten- und Lohnabrechnung zu verbessern.

An die Grundausführung der "fertodata 1100" können bis 16 Maschinen angeschlossen werden. Erstanwender waren u.a. folgende Betriebe: VEB Sachsenring Zwickau, VEB Drehmaschinenwerk Leipzig, VEB Druckgusswerk Heidenau und VEB Sachsenwerk Niedersedlitz.

Die wichtigsten Einsatzgebiete sind vor allem Betriebe mit wertvollen, hochproduktiven oder komplizierten Maschinen, wie dies z. B. in den Betrieben der Metallurgie, des Maschinenbaus, der Auto-, Uhren- und Textilindustrie der Fall ist.

Neben der Automatisierung und Optimierung technologischer Prozesse hat der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen zugleich noch einen weiteren beachtenswerten Vorteil. Die technischen Daten für die Regelung der technologischen Prozesse sind nämlich wertvolle Ausgangskennziffern für eine ökonomische Analyse der abgelaufenen Prozesse.

Beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen empfiehlt es sich daher, diese Daten nach der Verarbeitung für die Regelung des technologischen Prozesses so zu speichern, dass die für die Betriebsabrechnung und damit für die Analyse der ökonomischen Prozesse erforderlichen Informationen ebenfalls mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage gewonnen werden können.



Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung des technologischen Prozesses und die Betriebsabrechnung

Die exakte Ermittlung der tatsächlichen Kosten je Fertigungseinheit setzt eine exakte Erfassung der Primärdaten voraus.

Sofern eine Datenverarbeitungsanlage für die Regelung des technologischen Prozesses eingesetzt ist, werden die Kosten automatisch gespeichert, so dass außer der Einsparung manueller Arbeiten auch eine dem tatsächlichen Verlauf entsprechende Kostenrechnung ermöglicht wird.

Auf diese Weise entfällt durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung der

technologischen Prozesse erstens das manuelle Erfassen der diese Prozesse charakterisierenden Primärdaten.

Zweitens ist eine exakte Widerspiegelung der tatsächlich abgelaufenen Prozesse gegeben. Die Kostenwahrheit wird erreicht, weil Fehler, die beim manuellen Erfassen und Aufbereiten auftreten können, nicht mehr entstehen.

Außerdem wird drittens - und das ist besonders wichtig - eine wirkungsvollere betriebswirtschaftliche Arbeit ermöglicht.

Welche Daten sind es, die für die ökonomische Analyse von besonderer Bedeutung sind und daher auf Magnetbändern oder Plattenspeichern für die weitere maschinelle Verarbeitung festgehalten werden sollten?

Vor allem sind Angaben über den Verbrauch an Material (Energie ...), die Laufzeit der Anlage bzw. die Zeitdauer von Betriebsunterbrechungen und das Produktionsvolumen (mengen- und qualitätsmäßig) erforderlich.

Zur maschinellen Weiterverarbeitung gelangen diese Daten in Zwischenspeicher.

Periodisch werden dann mit Hilfe besonderer Programme die Kosten für jeden Betriebsteil und für jede fertiggestellte Erzeugniseinheit ermittelt.

Diese Informationen sind eine wertvolle Unterlage für eine eingehende betriebswirtschaftliche Analyse, die darauf gerichtet ist, Reserven für die Senkung der Kosten aufzudecken und durch geeignete Maßnahmen auszuschöpfen.

Dabei geht es aber nicht nur darum, die Ursachen von Störungen im Ablauf des technologischen Prozesses zu analysieren, um durch geeignete Maßnahmen eine bessere Auslastung der Produktionskapazität zu erreichen.

Exakte Kostenanalysen sind darüber hinaus eine unerlässliche Voraussetzung für Variantenrechnungen und die Optimierung der erzeugnisgebundenen Planung.

6.7 Automatische Gewinnung technologischer Arbeitsinformationen

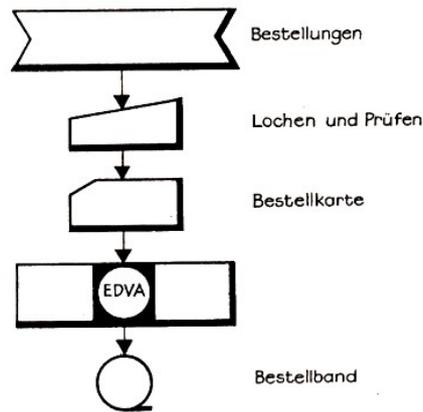
Manuelle und geistige Routinearbeiten sind nicht nur bei unmittelbarer Durchführung des Produktionsprozesses notwendig, sondern treten im erheblichen Umfange auch bei technischen Produktionsvorbereitungen auf.

Gegenwärtig sind in den Industriebetrieben mit Einzel- und Kleinserienfertigung noch viele Werk tätige damit beschäftigt, die Arbeitsbelege zu gewinnen, die die technologischen Anweisungen zur Herstellung eines Werkstückes enthalten.

Da für jeden einzelnen Arbeitsgang das zu verwendende Material, die einzusetzende Maschine und die benötigte Maschinen- und Arbeitszeit zuzüglich der Lohngruppe usw. auf den entsprechenden Arbeitsunterlagen anzugeben sind, können wir uns sehr leicht vorstellen, dass die Gewinnung dieser Belege beim manuellen Verfahren sehr arbeitsaufwendig ist.

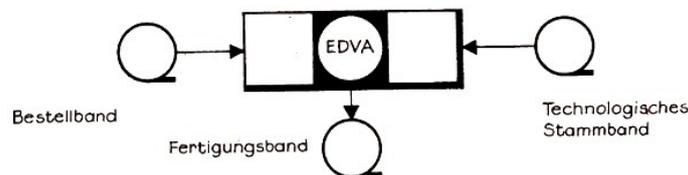
Wenn auch durch den Einsatz von Schreibautomaten oder durch die Anwendung der Lochkartentechnik der zeitliche und kostenmäßige Aufwand sinkt, so tritt erst durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen eine spürbare Reduzierung der zeitraubenden Routinearbeit ein.

In Betrieben der VVB Werkzeugmaschinen werden daher mit dem Einsatz des Robotron 300 die Arbeitspapiere automatisch ausgefertigt.



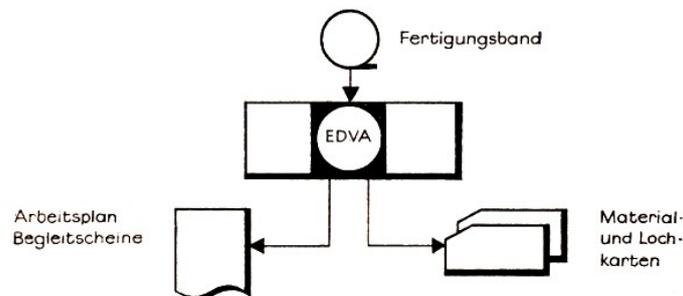
Übernahme der Bestellungen auf das Bestellband

Sehr vereinfacht lässt sich dieses Programm folgendermaßen skizzieren, wobei wir bewusst auf eine vollständige Darstellung des Arbeitsablaufes verzichtet haben und lediglich die drei markantesten Durchläufe darstellen.



Zusammenstellung der technologischen Arbeitsinformationen für die herzustellenden Werkstücke auf dem Fertigungsband

Die Arbeitsbelege für den Materialverbrauch und den Lohn werden in dem hier angenommenen Falle in Form von Lochkarten gewonnen, d.h., dass die Datenverarbeitungsanlage die erforderlichen Informationen automatisch in Lochkarten stantzt.

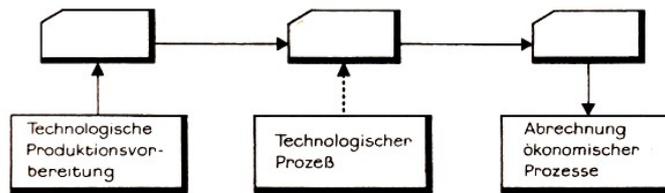


Gewinnung der Arbeitsunterlagen

Die in den Karten enthaltenen Lochungen werden dann in einem besonderen Arbeitsgang mit Hilfe eines Lochschriftübersetzers in Klartext auf den oberen Kartenrand geschrieben.

Gleichzeitig empfiehlt es sich, mit Verbundkarten zu arbeiten. Charakteristisch für eine Verbundkarte ist, dass sie handschriftliche Markierungen aufnimmt, die später noch eingestanzelt werden. Hier sind es variable Größen, die Auskunft darüber geben, wer diese Arbeiten ausführte und inwieweit Abweichungen gegenüber den vorgegebenen Werten (Materialverbrauch, Arbeitszeit) entstanden.

Die auf diese Weise gewonnenen Lochkarten sind zugleich die Unterlage für die maschinelle Abrechnung der in Anspruch genommenen Maschinenstunden, des Lohns und des Materialverbrauchs nach Kostenträgern und Kostenstellen sowie für Ermittlung des Bruttolohns für jeden Arbeiter (s. untenstehendes Schema).



Gewinnung von Verbundkarten für die Abrechnung der ökonomischen Prozesse

Noch größere Bedeutung erlangt die automatische Gewinnung der technologischen Arbeitsinformationen mit dem verstärkten Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen.

Jede Arbeit, die von dieser Maschine ausgeführt werden soll, muss vorher in Form eines maschinell lesbaren Programms eingegeben werden. Die Programmierung wird damit zu einem entscheidenden Faktor für den ökonomischen Nutzeffekt dieser Maschinen.

Manuelle Programmierung erfordert einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Unter diesen Bedingungen ist ein wirtschaftlicher Einsatz dieser wertvollen Maschinen für die Herstellung von komplizierten Werkstücken in kleinen Serien wohl kaum erreichbar.

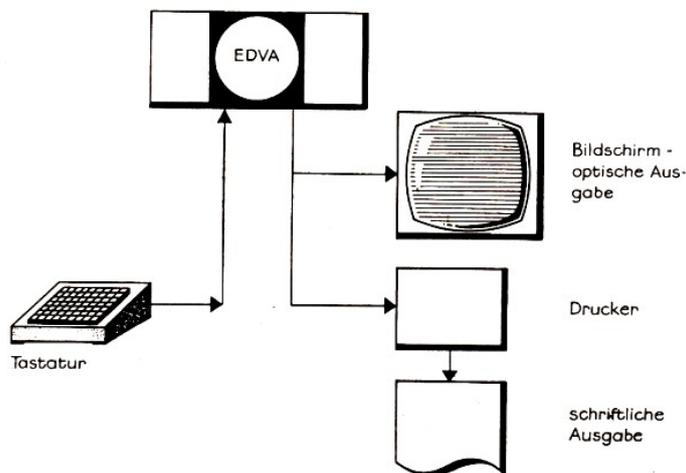
Seit einigen Jahren werden daher in den fortgeschrittensten Industrieländern Datenverarbeitungsanlagen für die maschinelle Programmierung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen eingesetzt. Im Vergleich zum manuellen Programmieren hat dies vor allem den Vorteil einer beachtlichen Zeit- und Kosteneinsparung.

Diese Entwicklungstendenz lässt eindeutig die Schlussfolgerung zu, dass sich in der nächsten Zeit die Arbeitsweise der Konstrukteure und Technologen grundsätzlich verändern wird.

Nicht mehr das Reißbrett und der Zeichenstift werden ihr wichtigstes Arbeitsmittel sein, sondern die Datenverarbeitungsanlage. In wenigen Jahren wird der Konstrukteur unmittelbar mit einer solchen Anlage arbeiten. Er tastet bestimmte Werte ein, die von der Anlage verarbeitet werden. Das Ergebnis erscheint dann auf dem Bildschirm, wird schriftlich ausgedruckt oder gezeichnet.

Konstrukteure und Technologen werden von programmierbaren, der Maschine übertragbaren Arbeiten entlastet, um ihnen damit mehr Zeit für die schöpferische Arbeit zu geben.

Größere schöpferische Leistungen der Konstrukteure und Technologen bedeuten eine höhere Effektivität bei der Lösung der Aufgaben, die uns die wissenschaftlich-technische Revolution stellt. Der ständig schneller werdende Wettlauf um den technischen Fortschritt zwingt uns zu einer umfassenden Rationalisierung der technologischen Fertigungsvorbereitung.



Automatische Gewinnung technologischer Unterlagen

Dabei geht es nicht nur um die Verminderung der Kosten für die Gewinnung der technologischen Arbeitsinformationen.

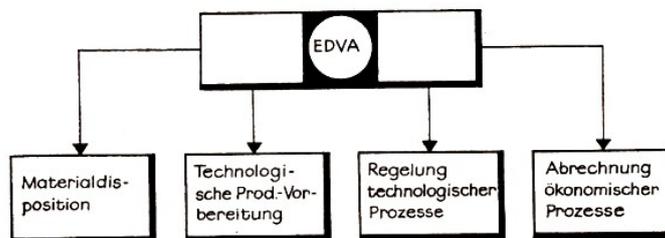
Von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung ist in gleicher Weise auch die Entwicklung und rasche Überführung neuer Erzeugnisse in die Produktion. Ein wesentliches Instrument dazu ist der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen.

6.8 Automatische Materialdisposition

Als nächstes wollen wir ein Anwendungsgebiet betrachten, das für den kontinuierlichen Produktionsablauf von großer Bedeutung ist. Es handelt sich um das maschinelle Ausführen von Datenverarbeitungsaufgaben, die in Verbindung mit der Beschaffung, der Lagerung und dem Verbrauch von Material und Einzelteilen in den Produktionsbetrieben zu lösen sind.

Umfangreiche und vielfältige Datenverarbeitungsprozesse sind erforderlich, um eine solche Materialwirtschaft zu verwirklichen, bei der die für die Herstellung von Erzeugnissen notwendigen Materialien und Einzelteile zum richtigen Zeitpunkt bereitliegen. Dabei muss der Vorrat insgesamt möglichst niedrig sein.

Nach den bisher gesammelten Erfahrungen werden im allgemeinen 20 bis 25% der Kapazität von Datenverarbeitungsanlagen, die für die Industrie arbeiten, für die Lösung dieser Aufgabe verwendet. Die von einer Datenverarbeitungsanlage zu lösenden Probleme sind in unserem Schema zusammengefasst.



Überblick auf die bisher behandelten Einsatzgebiete von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in der Industrie

Welche Arbeiten sind es nun im einzelnen, die mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlagen auf dem Gebiet der Materialwirtschaft ausgeführt werden?

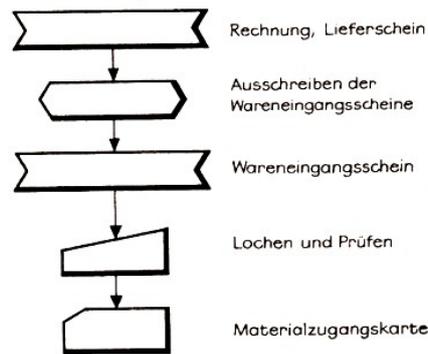
In der ersten Phase der Anwendung der Datenverarbeitungsanlage steht vielfach zunächst nur die maschinelle Abrechnung des Zuganges, des Bestandes und des Verbrauchs an Material im Vordergrund.

Dabei hat die maschinelle Datenverarbeitung das Erfassen der Primärdaten auf maschinell lesbaren Datenträgern zur Voraussetzung.

Oftmals fallen noch 35 bis 40% der laufenden Datenverarbeitungskosten allein für die Erfassung der Daten an.

Die gegenwärtige Praxis ist im allgemeinen dadurch gekennzeichnet, dass nach Eingang einer Warensendung an Hand der Rechnung bzw. des Lieferscheins jeweils ein Wareneingangsschein ausgeschrieben wird. Er enthält alle Primärdaten, die für die Erfassung und Abrechnung des Materialzugangs notwendig sind. Gleichzeitig dient er als Beleg für das manuelle Lochen und Prüfen der Materialzugangskarte.

Dieser Vorgang wird in der nachfolgenden Abbildung schematisch dargestellt.



Gewinnung der Materialzugangskarte an Hand des Wareneingangsscheins

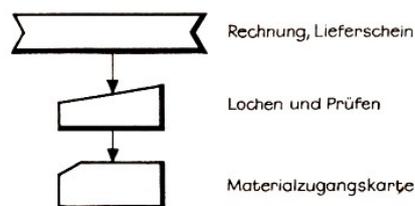
Welche Daten werden gewöhnlich jeweils in den Wareneingangsschein und die Lochkarte übernommen? Für jede Position sind vor allem

- Rechnungsnummer,
- Rechnungsdatum,
- Vertragsnummer,
- Lieferantenummer,
- Schlüsselnummer der Erzeugnis- und Leistungsnumenklatur,
- Artikelnummer,
- Lagerort,
- Liefermenge,
- Preis je Mengeneinheit

in den Vordruck "Wareneingangsschein" einzutragen, und zwar sehr oft noch manuell.

Diese Angaben befinden sich zum großen Teil bereits auf der Rechnung bzw. auf dem Lieferschein. Weshalb müssen diese Daten überhaupt noch einmal auf einen Wareneingangsschein übertragen werden ?

Es wäre doch günstiger, wenn die Rechnung oder der Lieferschein zugleich als Beleg für die Erfassung des Materials verwendet würden! Das Schema veranschaulicht diese Verringerung der Arbeitsvorgänge.



Gewinnung der Materialzugangskarte an Hand der Rechnung bzw. des Lieferscheines

Im Vergleich zum gegenwärtig noch üblichen Weg der Ausschreibung eines besonderen Wareneingangsscheines würde dadurch eine erhebliche Einsparung an Arbeitszeit eintreten, denn eine Vielzahl der Daten, die bereits auf der Rechnung oder dem Lieferschein stehen, brauchten nicht noch einmal abgeschrieben zu werden.

Ohne Zweifel eine beachtliche Verminderung der manuellen Routinearbeit, wenn man bedenkt, dass allein in einem mittleren Industriebetrieb jährlich mehr als 100000 Wareneingangsscheine auszufüllen sind.

Weshalb werden noch besondere Wareneingangsscheine verwendet?

Eine wesentliche Ursache ist darin zu sehen, dass bisher für das Format, den Aufbau und die

inhaltliche Gestaltung der Rechnung ausschließlich die Erfordernisse des Lieferanten maßgebend waren. Das Ergebnis ist eine Vielfalt von Rechnungen, die jedem Bezieher von Waren entgegentritt.

Die unterschiedliche Gestaltung der Eingangsrechnungen bzw. der Lieferscheine verhindert aber eine rationelle Organisation der Datenverarbeitung und führt zwangsläufig zu Fehlern. Aus diesem Grunde ist es für den Empfänger von Waren meistens günstiger, wenn ein besonderer Wareneingangsschein vorliegt.

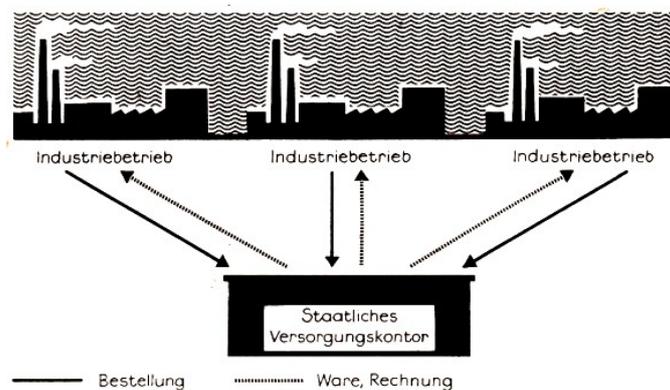
Mit der Standardisierung der Rechnungen könnte die Anwendung der modernen Datenverarbeitung erleichtert werden. Die Entwicklung und Anwendung eines datenverarbeitungsgerechten kombinierten Rechnungssatzes, bei dem der Liefer- und Wareneingangsschein Durchschläge der Rechnung sind, ist somit von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Gegenüber der vielfach noch anzutreffenden Methode des getrennten Ausfertigen von Rechnung, Liefer- und Wareneingangsschein bietet das maschinelle Ausschreiben des kombinierten Rechnungssatzes im Durchschreibeverfahren folgende Vorteile:

Beim Lieferanten entfällt das gesonderte Ausschreiben der Lieferpapiere, und der Empfänger kann auf das zeitaufwendige Ausfüllen eines Wareneingangsscheines verzichten.

Wie Berechnungen der sozialistischen Arbeitsgemeinschaft "Kombinierter Rechnungssatz" der Zentralstelle für Primärdokumentation bei der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik ergaben, können durch die Anwendung dieses standardisierten Beleges in der gesamten Volkswirtschaft etwa 10000 Arbeitskräfte eine andere Tätigkeit übernehmen.

Bei dieser Nutzeffektberechnung wird davon ausgegangen, dass gegenwärtig an jedem Tag etwa 1,5 Mill. Rechnungen in der Volkswirtschaft der DDR anfallen, allein im Bereich des Staatlichen Maschinenkontors sind es täglich im Durchschnitt 24000 Rechnungen. Das bedeutet zugleich, dass zuvor auch von den Produktionsbetrieben 24000 Bestellungen aufgegeben werden und im Staatlichen Maschinenkontor zu bearbeiten sind. Diese Wechselwirkung ist in unserem Schema dargestellt.



Beziehungen zwischen dem Staatlichen Versorgungskontor und den Industriebetrieben

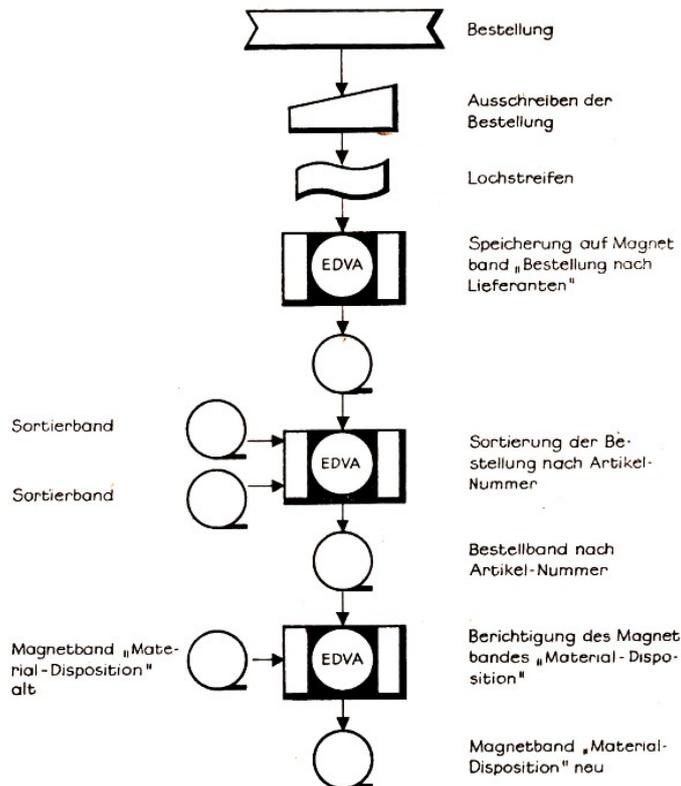
Für das maschinelle Erfassen und, Abrechnen der Bestellung, der Lieferung und des Wareneinganges sind also in gesonderten Arbeitsgängen beim Besteller und Lieferanten maschinell lesbare Datenträger zu gewinnen.

Um eine annähernde Vorstellung vom Umfang der Arbeiten zu vermitteln, die bei der Erfassung und Aufbereitung der Daten einer Bestellung, einer Lieferung und eines Wareneinganges notwendig sind, wird im folgenden ein Überblick über den Arbeitsablauf beim Besteller (Industriebetrieb) und Lieferanten (Versorgungskontor) gegeben.

Das Ausschreiben und Speichern der Bestellung soll wie folgt organisiert sein:

Die schriftlich aufzugebenden Bestellungen werden gegenwärtig meistens mit einer Schreibmaschine ausgefüllt. Auch in der ersten Phase der Anwendung der Datenverarbeitungsanlagen wird dieses Verfahren noch das allgemein übliche sein.

Für die weitere Verarbeitung der Daten auf einer Datenverarbeitungsanlage empfiehlt es sich jedoch eine Büromaschine zu verwenden, die mit einem Lochstreifenlocher gekoppelt ist, so dass ohne einen besonderen Arbeitsgang der maschinell lesbare Datenträger gewonnen wird. Hierzu kann z.B. der Schreibautomat OPTIMA 527 (mit Streifenlocher) eingesetzt werden.

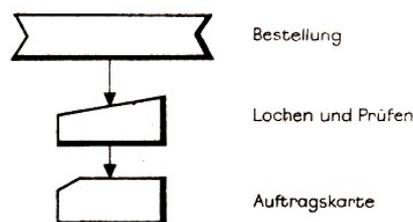


Speicherung der Bestellungen auf dem Magnetband

Nach welchen Gesichtspunkten sind die in dem Lochstreifen gespeicherten Daten aufzubereiten?

Der Besteller, in unserem Falle der Industriebetrieb, muss jederzeit die Höhe des vorhandenen Warenbestandes und die der laufenden Bestellungen wissen. Aus diesem Grunde müssen die auf dem Lochstreifen eingestanzten Daten nach der Artikelnummer sortiert und zusammen mit den Bestandszahlen auf dem Magnetband "Materialdisposition" gespeichert werden. Das Schema (siehe oben) zeigt die einzelnen Stufen des genannten Prozesses.

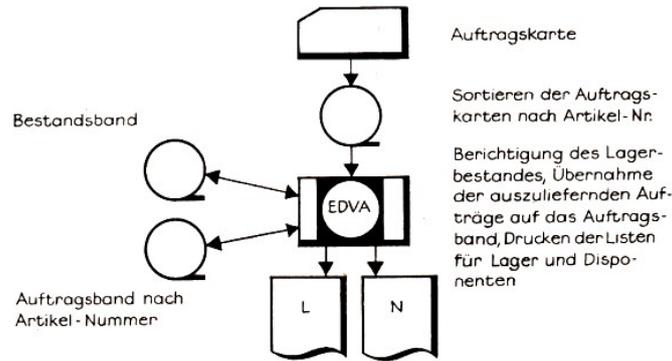
Beim Lieferanten, dem Versorgungskontor, sind zur Auslieferung des Kundenauftrages mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage hauptsächlich folgende Arbeitsgänge auszuführen, die als Schema dargestellt werden.



Gewinnung einer Lochkarte für jede Bestellposition

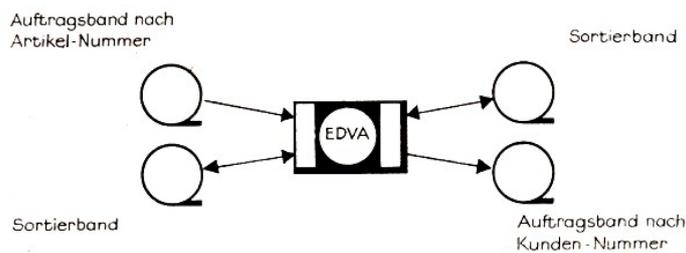
Bei der Gewinnung einer Lochkarte für jede Bestellposition wird angenommen, dass die schriftliche Bestellung (Liefervertrag) ohne Schwierigkeiten abgelocht werden kann. Ist dies nicht möglich, so ist erst noch ein besonderer Ablochbeleg auszustellen. Auch hier zeigt sich der Vorteil von standardisierten datenverarbeitungsgerechten Belegen.

Im Versorgungskontor sind bei der Erledigung des Kundenauftrages noch folgende Arbeitsgänge zu erledigen.

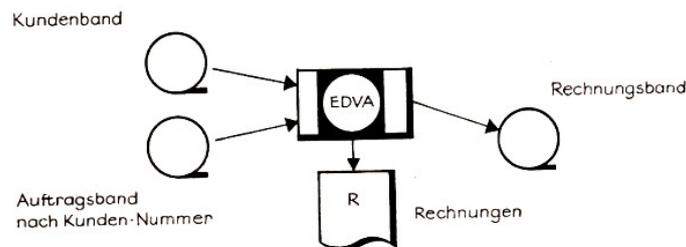


L = Liste der verfügbaren Artikel
N = Artikel, die nicht sofort ausgeliefert werden können

Prüfung der Verkaufsbereitschaft

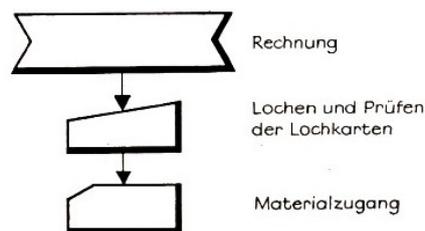


Sortieren der Aufträge nach der Kundennummer

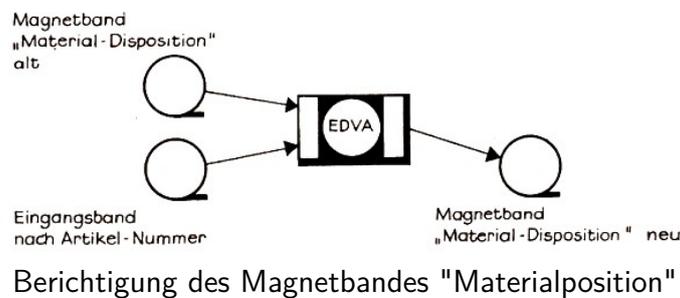
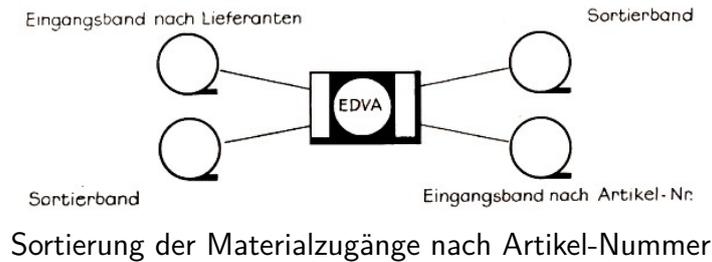
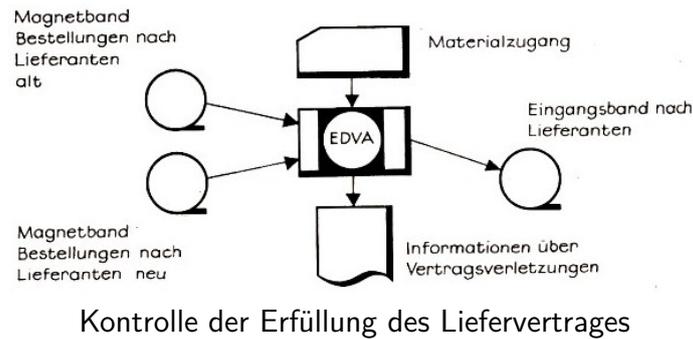


Ausschreiben der Rechnung

Mit dem Eingang der Ware beim Industriebetrieb als Besteller sind dort im wesentlichen folgende Datenverarbeitungsaufgaben zu lösen.



Anfertigung einer Lochkarte



Worin besteht nun der Vorteil des Einsatzes einer Datenverarbeitungsanlage im Vergleich zur herkömmlichen mit Hilfe von einfachen Schreib- und Fakturiermaschinen organisierten Datenverarbeitung ?

Betrachten wir den Industriebetrieb als Besteller. Der Nutzen des Einsatzes einer Datenverarbeitungsanlage auf dem Gebiet der Materialwirtschaft ist auf Grund der qualitativ besseren Aufbereitung der Daten in schnelleren Entscheidungen bei den Einkaufsdispositionen, die mit höherem Wirkungsgrad getroffen werden können, zu sehen. Vergleichen wir die Aufgaben der Volkswirtschaft mit den Möglichkeiten ihrer Lösung.

Eine termin- und qualitätsgerechte Materialbereitstellung für die Produktion bei möglichst niedrigen Kosten der Lagerhaltung erfordert neben einer wissenschaftlichen Bedarfsvorhersage eine laufende Bestandsüberprüfung.

Aufgabe dieser Kontrolle ist es, möglichst frühzeitig sich anbahnende Störungen aufzudecken. Werden z. B. Mängel in der Materialbeschaffung zu spät erkannt, so sind Produktionsunterbrechungen und -umstellungen unvermeidlich.

Die Kosten werden aufgebläht, nicht fertiggestellte Erzeugnisse verstopfen die Werkstätten und das Lager. Der Produktionsplan kann nur dann termingerecht erfüllt werden, wenn alle erforderlichen Einzelteile für den Einbau bereitliegen.

Ist dies nicht der Fall, dann sind Schwierigkeiten und Störungen beim Empfänger zwangsläufig die Folge. Investitionen können nicht fertiggestellt werden, die Inbetriebnahme neuer Produktionsstätten verzögert sich, und Exportverpflichtungen werden nicht ordnungsgemäß erfüllt. Die Verluste übersteigen in ihrem Ausmaß oftmals den Preis der fehlenden Materialien und

Einzelteile um mehr als das Hundertfache!

Diese Verluste können u. a. durch eine wirkungsvollere Vorratskontrolle gesenkt werden. Beim manuellen Verfahren und der Verwendung von einfachen Büromaschinen ist jedoch eine umfassende, in kurzen Zeitabständen zu wiederholende Überprüfung aller Materialpositionen infolge des hohen Arbeitsaufwandes nicht zu verwirklichen.

Wieviel Arbeitskräfte wären z.B. im Kombinat VEB Leuna-Werke "Walter Ulbricht" erforderlich, wenn sie aller fünf oder zehn Tage bei jedem der vorrätigen 85000 Artikel an Rohstoffen, Materialien und Ersatzteilen an Hand der Eintragungen auf den Dispositionskarten die jeweilige Bestandssituation einschätzen sollten?

Erst durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen ist eine solche Datenverarbeitung realisierbar, bei der der Disponent Störungen wesentlich früher und leichter erkennt. In kurzen Zeitabständen überprüft die Datenverarbeitungsanlage an Hand der auf dem Magnetband "Materialdisposition" gespeicherten Daten die Situation bei den einzelnen Artikeln und gibt nur dann eine Information aus, wenn ein kritischer Zustand eingetreten ist und der Disponent besondere Entscheidungen zu treffen hat.

An die Stelle eines Informationsüberflusses, der das schnelle Erkennen von Schwerpunkten verhindert, tritt die automatische Auswahl von aktuellen Informationen, die ein schnelles Reagieren erfordern. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn der Mindestbestand angegriffen wurde.

Auf dem Magnetband "Materialdisposition" müssen demzufolge alle Daten gespeichert werden, die diese Auswahl ermöglichen.

Im einzelnen sind es: tatsächlicher Bestand, laufende Bestellungen, noch auszugebende Menge, Mindestbestand, Höchstbestand und geplanter Bedarf. In einem festgelegten Rhythmus ermittelt die Datenverarbeitungsanlage die Größe des verfügbaren Bestandes und vergleicht sie mit dem Mindest- und Höchstbestand. Bei einem zu niedrigen oder zu hohen Bestand druckt die Datenverarbeitungsanlage eine Information aus.

Wenn auch durch die wirksamere Vorratskontrolle ein beachtlicher ökonomischer Nutzen erzielt werden kann, so ist damit der Vorteil des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen noch nicht allseitig beleuchtet. Ein wesentlich größerer Nutzen wird in den meisten Industriebetrieben durch die Optimierung der Lagervorräte eintreten.

Die Sicherung einer optimalen Vorratswirtschaft erfordert für jeden Artikel eine auf mathematischen Berechnungen basierende Beantwortung der beiden Fragen:

Wann ist eine Bestellung aufzugeben bzw. muss die nächste Materiallieferung im Lager eingehen, damit bei einem möglichst niedrigen Bestand eine reibungslose Produktion erreicht wird?

Wie groß muss die jeweilige Bestellmenge sein, damit die Kosten der Anlieferung und der Lagerung in ihrer Gesamtsumme ein Minimum ergeben?

Während die optimale Bestellmenge relativ schnell errechnet werden kann, wenn die dazu notwendigen betriebswirtschaftlichen Kennziffern über die Höhe der Beschaffungs- und Lagerkosten vorliegen, treten bei der Beantwortung der ersten Frage insofern Schwierigkeiten auf, als der tatsächliche Materialverbrauch aus den verschiedensten Ursachen mehr oder weniger vom geplanten abweicht.

Der Materialverbrauch beim einzelnen Artikel lässt sich demzufolge nur unter Ausnutzung der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmen und planen.

Schwierigkeiten ergeben sich weiterhin noch aus folgendem Grunde: Bei der Optimierung der Materialbestände sind zwei sich widersprechende Forderungen zu berücksichtigen. Einerseits sollen die Vorräte eine möglichst hohe Lieferbereitschaft gewährleisten. Je größer der Bestand, desto sicherer ist es, dass auch ein plötzlich auftretender überhöhter, nicht erwarteter Bedarf gedeckt werden kann. Zu hohe Reservevorräte binden aber zusätzliche Mittel und verursachen vermeidbare Kosten.

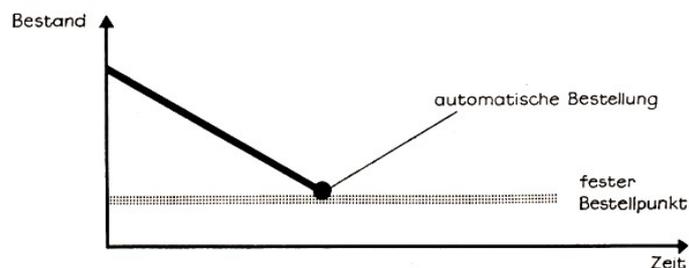
Vom Standpunkt der Kosten für die Lagerhaltung sollen daher auf der anderen Seite die Bestände möglichst niedrig sein. Wo liegt nun das Optimum?

Eine nicht leicht zu beantwortende Frage. In jedem Falle erfordert sie umfangreiche mathematische Berechnungen, die bei einer Vielzahl von Artikeln nur auf einer Datenverarbeitungsanlage mit vertretbarem Aufwand ausgeführt werden können. Mit Recht kann daher gesagt werden:

Eine optimale Vorratswirtschaft ist ohne Datenverarbeitungsanlage nicht zu verwirklichen. Die Datenverarbeitungsanlage ist also ein wichtiges Instrument zur Optimierung der Materialwirtschaft. Der Nutzen ihres Einsatzes auf diesem Gebiet ist demzufolge auch in erster Linie daran zu messen, in welchem Umfange in Verbindung mit der Optimierung der Vorräte die Qualität der Materialversorgung verbessert und Umlaufmittel eingespart werden konnten. Im VEB Leuna-Werke 'Walter Ulbricht' wurde z.B. eine Einsparung von Umlaufmitteln in Höhe von 1,5 Mill. Mark ermittelt.

Der Nutzen der Datenverarbeitungsanlage steigt noch an, wenn zur automatischen Materialdisposition übergegangen wird, weil dann alle Routinearbeiten von der Anlage programmgesteuert ausgeführt werden. Grundsätzlich lassen sich zwei Modelle der automatischen Materialdisposition unterscheiden.

Beim ersten Modell löst die Anlage automatisch eine Bestellung aus, sobald der Bestand eine bestimmte Größe, den festgelegten Bestellpunkt, unterschreitet (s. Abb.).



Automatische Bestellung bei Unterschreitung des festen Bestellpunktes

Der Bestellpunkt muss so groß sein, dass der Bedarf bis zum Eingang der Sendung noch voll gedeckt werden kann. Im anderen Falle werden, ausgehend von einem veränderlichen Bedarf in den verschiedenen Perioden, sowohl der Bestellpunkt als auch die optimale Bestellmenge ständig neu berechnet.

Von Vorteil ist dabei die selbsttätige Anpassung der Materialdisposition an die sich ständig verändernden Bedingungen in der Produktion.

Künftig werden sicherlich die von der Anlage automatisch ermittelten Bestellungen gar nicht mehr in jedem Falle in schriftlicher Form ausgedruckt, sondern gleich mit Hilfe der Datenfernübertragung an die Datenverarbeitungsanlage des Hauptlieferanten übermittelt. Die technischen Möglichkeiten sind beim Robotron 300 durch die Kopplung mit der Datenfernübertragungsanlage DFE 550 vorhanden.

Gangbar ist dieser Weg insbesondere für Bestellungen beim Hauptlieferanten, wie es z. B. die Versorgungskontore für Maschinenbauerzeugnisse oder die Betriebe des Chemiehandels für die

Chemiebetriebe sind. Das Schema zeigt den behandelten Zusammenhang.



Beziehung zwischen dem Staatlichen Versorgungskontor und dem Industriebetrieb

Die Datenverarbeitungsanlage des Versorgungskontors prüft die Lieferbereitschaft. Ist diese nicht gegeben, so erhält der Besteller ebenfalls auf dem Wege der Fernübertragung eine entsprechende Mitteilung, die dann von der Anlage des Industriebetriebes zu verarbeiten und für den Disponenten auszudrucken ist.

Im Versorgungskontor werden künftig die bestellten Waren von einer eigenen Anlage gesteuert absortiert und versendet. Die Rechnungen und Begleitscheine werden in maschinell lesbarer Form ausgedruckt oder ebenfalls durch Fernübertragung übermittelt, so dass dann die gegenwärtig noch übliche mehrmalige Gewinnung von maschinell lesbaren Datenträgern für jeden Artikel einer Warenlieferung der Vergangenheit angehören wird.

Eine Möglichkeit zur Verminderung des gegenwärtig noch zu hohen Arbeitsaufwandes bei der Gewinnung von maschinell lesbaren Datenträgern zur Verarbeitung von Daten für die Materialdisposition ist u. a. auch durch den Einsatz von Beleglesern gegeben.

Sie sind in der Lage, die hand- oder maschinenschriftlichen Eintragungen auf den Primärbelegen zu lesen und diese Informationen zur Verarbeitung an die Datenverarbeitungsanlage weiter zu geben.



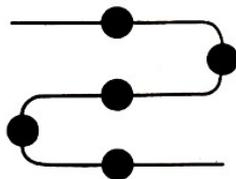
Einsatz von Beleglesern

Im internationalen Maßstab werden in immer größerem Ausmaße Belegleser eingesetzt, weil dadurch das aufwendige manuelle Übertragen der Daten in Lochkarte oder Lochstreifen wegfällt. Das maschinelle Lesen der Schriftzeichen kann elektrisch, elektromechanisch, elektromagnetisch oder fotoelektrisch erfolgen.

Beim optischen Lesen sind Markierungen, Maschinenschrift oder handgeschriebene Ziffern zu erkennen. Markierungen sind Bleistiftstriche in den vorgezeichneten Spalten, die den Inhalt und den Wert der Eintragung bestimmen. Bei einer Bestellung mit Hilfe eines maschinell lesbaren Markierungsbeleges sind dann lediglich die entsprechenden Ziffern mit einem Bleistift zu kennzeichnen.

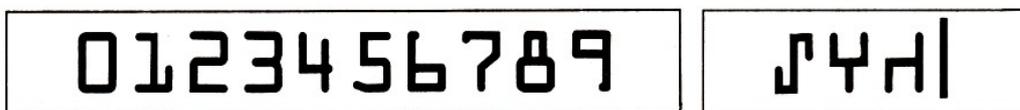
	Art. Nr.: 36 482	Menge: 350
	00000	0000
	11111	aaa
	22222	2222
	33333	3333
Beispiel:	44444	4Abh
	55555	5555
	66666	6666
	77777	3777
	88888	8888
	99999	9999

Das Lesen von Ziffern und Zeichen in Maschinenschrift beruht darauf, dass vom Lichtpunkt-tastaster zu prüfen ist, welche Zeichenteile vorhanden sind. Kontrollpunkte können z. B. bei der Ziffer 2 sein:



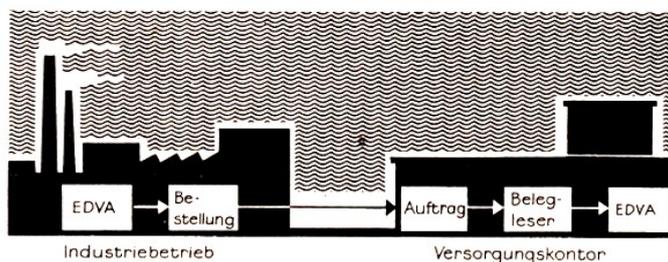
Markierung von Ziffern für das maschinelle Lesen

Wie diese Abbildung erkennen lässt, setzt das Lesen der Maschinenschrift die Verwendung stilisierter Zeichen voraus, wobei sie trotz der Stilisierung auch für den Menschen gut lesbar sind.



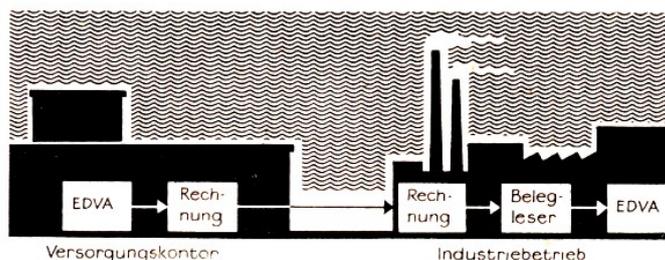
Zeichen der OCR-A-Schrift

Mit der Weiterentwicklung des optischen Zeichenlesens wird es schließlich möglich, die bei der automatischen Materialdisposition von der Datenverarbeitungsanlage programmgesteuert ermittelten Bestellungen sogleich in einer solchen Form auszudrucken, dass dieser Beleg auch beim Lieferanten maschinell gelesen werden kann.



Bestellung mit Hilfe von maschinell lesbaren Belegen

Nach der Bearbeitung des Auftrages z. B. im Versorgungskontor würden dann die Rechnungen und Warenbegleitpapiere ebenfalls mit diesen leicht stilisierten Ziffern vom Drucker ausgeschrieben. Der Empfänger der Materialsendung, also der Industriebetrieb, lässt diese Belege unmittelbar maschinell lesen und die entsprechenden Daten automatisch verarbeiten, ohne dass ein besonderer Arbeitsgang zur manuellen Gewinnung von Lochkarten oder Lochstreifen erforderlich wäre.



Gewinnung und Verarbeitung maschinell lesbarer Rechnungen

Wir erkennen, das maschinelle Zeichenlesen ist von großem Vorteil und auf den verschiedensten Gebieten anwendbar.

In Verbindung mit der Auslieferung von Bestellungen wäre es z. B. möglich, von der Datenverarbeitungsanlage des Lieferanten, hier des Versorgungskontors, außer der Rechnung auch einen maschinell lesbaren Beleg für die Banküberweisung des Industriebetriebes ausdrucken zu lassen.

Dieser Zahlungsbeleg sollte natürlich so gestaltet sein, dass in der Bank der gesamte Überweisungsverkehr ebenfalls automatisch mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen abgewickelt werden kann. Industriebetriebes ausdrucken zu lassen. Die maschinell lesbare Maschinschrift ermöglicht zugleich das maschinelle Sortieren der Belege mit einem optischen Belegsortierer. Der optische Dokumentsortierer ODS 2 kann z. B. als eigenständiger Sortierer und als Dateneingabegerät eingesetzt werden.

Das maschinelle Sortieren von Primärbelegen ist nämlich, insbesondere bei Zahlungsbelegen, vielfach günstiger als das Sortieren der Daten in einer Datenverarbeitungsanlage. Industriebetriebes ausdrucken zu lassen. Eine technische Neuentwicklung stellt das Lesen handgeschriebener Ziffern und Zeichen dar. Von dem Mehrfunktions-Belegleser IBM 1287 werden außer Markierungen und Maschinschrift auch handgeschriebene Ziffern und die Buchstaben C, S, T, X und Z gelesen. Die Ziffern und Buchstaben müssen einigen leicht zu merkenden Regeln entsprechen. Industriebetriebes ausdrucken zu lassen.

Danach ist z. B. die Null ohne Haken zu schreiben, die Eins darf nur aus einem senkrechten Strich bestehen, der Fuß der Zwei muss ein waagerechter Strich sein, die Schleifen der Drei und Fünf müssen bleiben, und die der Acht und Neun sind zu schließen.

Im Rahmen der Materialdisposition wird das Lesen von handgeschriebenen Zahlen infolge des Überganges zur automatischen Bestellung und Auslieferung der Waren sicherlich nur im bescheidenen Umfange angewendet werden. Das maschinelle Lesen von handgeschriebenen Zahlen wird vor allem überall dort eingesetzt, wo Daten zu erfassen sind, die nicht das Ergebnis von programmierbaren Entscheidungen und Prozessen sind.

Wenn auch die Weiterentwicklung der Technik in absehbarer Zeit den Prozess der Datenerfassung grundsätzlich neugestalten und zu einer vollständigen Beseitigung des heute noch erforderlichen manuellen Lochens und Prüfens von maschinell lesbaren Datenträgern führen wird, so dürfen wir den Nutzen der Datenverarbeitung nicht nur in der Einsparung dieser Verwaltungsarbeiten sehen.

Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen geht es beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Materialdisposition in erster Linie darum, solche Informationen zu gewinnen, die eine volkswirtschaftlich optimale Materialwirtschaft sichern helfen. Einen Schwerpunkt bildet dabei u. a. die Optimierung der Warenbestände.

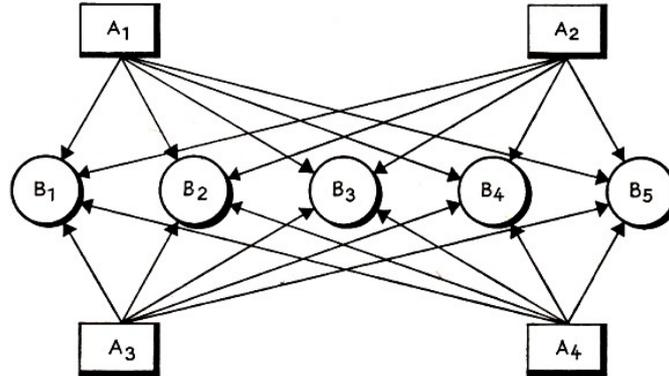
Der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen schafft darüber hinaus auch auf anderen Gebieten günstigere Voraussetzungen für die Lösung von Optimierungsaufgaben. Dies trifft z. B. auch für die Optimierung des Transportweges zu, die in der Praxis sehr eng mit der Materialdisposition verbunden ist.

6.9 Optimierung des Transportweges

Sehr oft wird ein Erzeugnis von mehreren Produktionsbetrieben hergestellt und von einer großen Anzahl von Abnehmern benötigt. Denken Sie z. B. an die Belieferung von Baustellen

mit Baumaterial oder an die Versorgung der Bevölkerung mit landwirtschaftlichen Produkten.

In jedem Falle stehen sich eine große Anzahl von Lieferanten und Abnehmern gegenüber, bei dem an sich jeder jeden beliefern kann. Es bestehen somit eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Verteilung der produzierten bzw. lagernden Erzeugnisse an die Abnehmer.



Liefermöglichkeiten von vier Lieferbetrieben an fünf Empfänger

Nehmen wir an, dass vier Lieferbetriebe (A_1, A_2, A_3 und A_4) ein gleiches Erzeugnis produzieren und lagern, das fünf Empfänger (B_1, B_2, B_3, B_4 und B_5) benötigen. Bereits bei dieser geringen Anzahl von Lieferanten und Abnehmern bestehen die im Schema dargestellten Liefermöglichkeiten.

Die zu klärende Frage lautet nunmehr: Wer hat wem zu liefern?

Es ist eine solche Aufteilung zu finden, bei der die Gesamtsumme der Transportwege bzw. -kosten ein Minimum ergibt.

Zur Lösung dieser Optimierungsaufgabe sind die Entfernungen in km, besser die Transportkosten je Mengeneinheit von allen Erzeugern zu allen Abnehmern zu ermitteln. Außerdem muss die Kapazität der Lieferbetriebe und der Bedarf der Empfänger bekannt sein, wobei vorausgesetzt wird, dass die Liefermöglichkeiten aller Lieferanten dem Gesamtbedarf entsprechen.

Bezeichnet man die von den Erzeugern zu liefernde Menge mit a_i ($i = 1, 2, \dots, m$) und den Bedarf der Empfänger mit b_j ($j = 1, 2, \dots, n$), so gilt die Beziehung, dass die Summe der zu liefernden Menge gleich der Summe des Bedarfs der Empfänger ist:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Die von A_i nach B_j zu liefernde Menge wird mit x_{ij} bezeichnet. Bei vier Lieferbetrieben und fünf Abnehmern lassen sich die möglichen Lieferbeziehungen wie folgt skizzieren:

Lieferbetrieb	Empfänger					Liefermenge
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	a_1
A_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	a_2
A_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	x_{35}	a_3
A_4	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	x_{45}	a_4
Bestellmenge	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	$\sum a_i = \sum b_j$

Die Summe der von Lieferbetrieb i abzugebenden Mengen x_{ij} entspricht seinen Liefermöglichkeiten.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

Die zu beziehenden Mengen decken den Bedarf des Empfängers.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Da alle x -Werte positiv sein müssen, gilt außerdem

$$x_{ij} \geq 0$$

Die Aufgabe besteht darin, mit Hilfe von möglichst einfachen mathematischen Berechnungen die von den einzelnen Lieferanten bereitzustellenden Mengen so auf die Abnehmer zu verteilen, dass die Transportkosten ein Minimum erreichen. Versuchen wir, diese Aufgabe ohne umfangreiche Rechenoperationen und auch ohne moderne Rechentechnik zu lösen.

Von den verschiedenen Entfernungen zwischen den Lieferanten und Abnehmern wählt man zunächst die kostengünstigste Transportstrecke aus und legt dann die größtmögliche Liefermenge fest. Aus den verbleibenden Varianten ist dann wiederum diejenige mit den niedrigsten Transportkosten zu ermitteln, um auch hier die maximal zulässige Liefermenge einzusetzen. Dieses schrittweise Vorgehen wird so lange fortgesetzt, bis alle Lieferungen vollständig aufgeteilt sind.

Dieses in der Praxis noch übliche Verfahren ist zwar relativ einfach und ohne viel Rechenarbeit zu bewältigen. Es hat aber einen großen Nachteil, nämlich den, dass auf diese Weise das Kostenminimum gewöhnlich nicht erreicht wird.

Diese Tatsache soll ein einfaches Beispiel mit vier Lieferanten und fünf Empfängern beweisen. Das Aufkommen und der Bedarf sollen betragen:

Lieferbetrieb		Empfänger	
A_1	1550 Stück	B_1	1750 Stück
A_2	1500 Stück	B_2	1350 Stück
A_3	1200 Stück	B_3	925 Stück
A_4	750 Stück	B_4	500 Stück
$\sum a_i$	5000 Stück	$\sum b_j$	5000 Stück

Die Relationen der Transportkosten pro Stück sollen für die verschiedenen Strecken zwischen den Lieferanten und Empfängern betragen:

Lieferbetrieb	Empfänger				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	5	1	2	2	4
A_2	6	2	3	4	3
A_3	4	3	6	6	8
A_4	3	2	1	7	2

Die einzelnen Strecken ($A_i B_j$) wären somit in folgender Reihenfolge zu berücksichtigen:

$$A_1 B_2, A_4 B_3, A_1 B_3, A_1 B_4, A_2 B_2, A_4 B_2, A_4 B_5, \quad \text{usw.}$$

Eine Verteilung der Liefermengen in dieser Reihenfolge würde nach den ersten beiden Schritten zu folgendem Zwischenergebnis führen:

Lieferbetrieb	Empfänger					Zwischenergebnis	Aufkommen
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5		
A_1		1350				1350	1550
A_2							1500
A_3							1200
A_4			750			750	750
Zwischenergebnis		1350	750			2100	-
Bedarf	1750	1350	925	500	475	-	5000

Nach sieben Schritten ergibt sich folgendes Bild:

Lieferbetrieb	Empfänger					Zwischenergebnis	Aufkommen
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5		
A_1		1350	-	200		1550	1550
A_2		-					1500
A_3							1200
A_4		-	750		-	750	750
Zwischenergebnis		1350	750	200		2300	-
Bedarf	1750	1350	925	500	475	-	5000

Das Ergebnis dieser schrittweisen Verteilung lautet schließlich:

Lieferbetrieb	Empfänger					Aufkommen
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	-	1350	-	200	-	1550
A_2	550	-	175	300	475	1500
A_3	1200	-	-	-	-	1200
A_4	-	-	750	-	-	750
Bedarf	1750	1350	925	500	475	5000

Bei diesen Lieferungen betragen die gesamten Transportkosten (K) in Kosteneinheiten (KE) ausgedrückt:

$$K = 1350 \cdot 1 + 200 \cdot 2 + 550 \cdot 6 + 175 \cdot 3 + 300 \cdot 4 + 475 \cdot 3 + 1200 \cdot 4 + 750 \cdot 1 = 13750 \text{ KE}$$

Diese Lösung entspricht jedoch noch nicht den optimalen Bedingungen. Niedrigere Transportkosten entstehen z. B. bei folgender Verteilung:

Lieferbetrieb	Empfänger					Aufkommen
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	-	1050	-	500	-	1550
A_2	-	300	725	-	475	1500
A_3	1200	-	-	-	-	1200
A_4	550	-	200	-	-	750
Bedarf	1750	1350	925	500	475	5000

$$K = 1050 \cdot 1 + 500 \cdot 2 + 300 \cdot 2 + 725 \cdot 3 + 475 \cdot 3 + 1200 \cdot 4 + 550 \cdot 3 + 200 \cdot 1 = 12900 \text{ KE}$$

Hier fallen also im Vergleich zur ersten Lösung 850 KE weniger Transportkosten an. Schon bei diesem bewusst sehr vereinfachten Beispiel sinken durch die Anwendung mathematischer Methoden die Transportkosten um mehr als 6%.

Weiterhin zeigt uns dieses Beispiel, dass zur Ermittlung des optimalen Transportweges umfangreichere Rechenoperationen und außerdem eine Vielzahl von Vergleichen notwendig sind. Unabhängig davon, welches von den existierenden Lösungsverfahren angewandt wird, ist in jedem Falle von einer Basislösung auszugehen, die den Bedingungen des Transportminimums meistens noch nicht entspricht.

Erst Schritt für Schritt wird die zulässige Lösung so lange verbessert, bis die optimale gefunden ist. Nach jeder Neuaufteilung der Liefermenge ist zu prüfen, ob es eine günstigere Lösungsmöglichkeit gibt. Ist dies nicht der Fall, so interessiert, inwieweit noch andere optimale Lösungen bestehen. Im obigen Beispiel ist dies der Fall. Die andere optimale Lösung lautet:

Lieferbetrieb	Empfänger					Aufkommen
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	-	325	725	500	-	1550
A_2	-	1025	-	-	475	1500
A_3	1200	-	-	-	-	1200
A_4	550	-	200	-	-	750
Bedarf	1750	1350	925	500	475	5000

Die Transportkosten betragen hier ebenfalls:

$$K = 325 \cdot 1 - 725 \cdot 2 + 500 \cdot 2 + 1025 \cdot 2 + 475 \cdot 3 + 1200 \cdot 4 + 550 \cdot 3 + 200 \cdot 1 = 12900\text{KE}$$

Das schrittweise Umverteilen der Liefermengen, bis das Kostenminimum gefunden ist, beansprucht insbesondere bei einer großen Anzahl von Lieferbetrieben und Empfängern sehr viel Arbeitszeit, wenn lediglich einfache Rechenmaschinen zur Verfügung stehen.

Durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen ist die Möglichkeit gegeben, die Optimierungsaufgabe in erheblich kürzerer Zeit und bei niedrigeren Kosten zu berechnen.

In der DDR wurden auf dem ZRA 1 erstmalig in größerem Umfang Aufgaben der Transportoptimierungen gelöst. Außerdem steht die NE 503 im VEB Kombinat Robotron Dresden zur Verfügung.

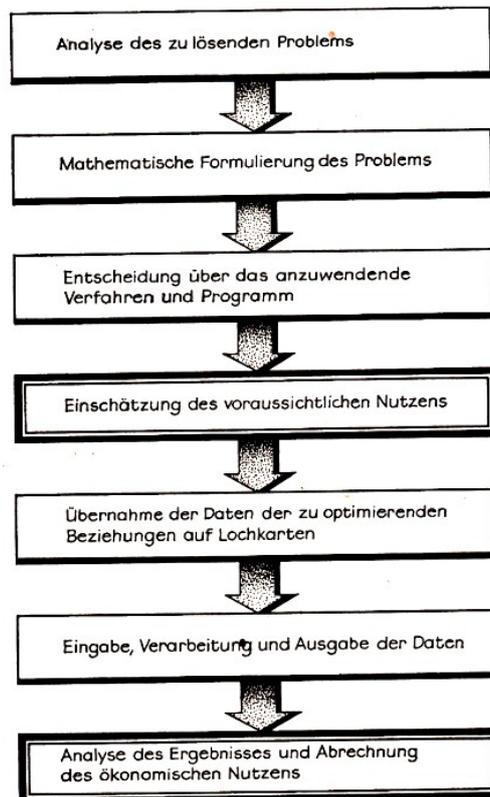
Mit dem verstärkten Einsatz des Robotron 300 sind weitere Rechenkapazitäten vorhanden, die eine umfassende Anwendung der Transportoptimierung für die Lösung von Transportproblemen zwischen verschiedenen Betrieben und auch im innerbetrieblichen Transport ermöglichen.

Einige Beispiele sollen zeigen, welche volkswirtschaftlichen Reserven auf die Weise erschlossen werden können. Im VEB Baustoffversorgung Dresden wurden beispielsweise durch die Optimierung der Ziegeltransporte jährlich etwa 800000 Mark an Transportkosten eingespart.

Durch die Optimierung der Holztransporte für die VVB Forstwirtschaft Waren/Müritz konnten die Transportkosten um 15% gesenkt werden. Das entspricht einer Einsparung von 1,2 Mill. Mark. Demgegenüber betragen die Kosten der Optimierung 147000 Mark, davon 88000 Mark für die Inanspruchnahme des Rechners.

Wir erkennen an diesem Beispiel, welchen Nutzen der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Lösung von Optimierungsaufgaben erbringen kann.

Die Optimierung der Transportkosten spielt auch bei der Auswahl der Standorte neuer Werke oder Lager eine wesentliche Rolle, weil der Nutzeffekt dieser Investitionen im entscheidenden Maß mit von den Kosten der Anlieferung und des Abtransportes abhängt. In gleicher Weise können auch Rundfahrtprobleme wirtschaftlich mit der Datenverarbeitungsanlage berechnet werden. Beim Rundfahrtproblem geht es darum, von einem bestimmten Punkt aus eine Anzahl von Orten (z. B. Verkaufsstellen) auf einer möglichst kurzen Route zu beliefern.



Schritte zur Lösung von Optimierungsaufgaben

Voraussetzungen für die Lösung von Optimierungsaufgaben sind vor allem die zahlenmäßige Darstellung der zu optimierenden Beziehungen in Form eines mathematischen Modells und die Existenz eines Programms. Für die normalen Transport- und Rundfahrtprobleme sind für den Robotron 300 die entsprechenden Programme als Software in den Rechenbetrieben vorhanden.

Sofern jedoch Sonderfälle zu lösen sind, ist stets zu klären, ob mit einem vorhandenen Programm die gewünschten Angaben gewonnen werden können oder ein geeignetes Programm erst noch zu erarbeiten ist. Dies ist insofern von Bedeutung, weil die unter Umständen erforderlichen Programmierkosten zuzüglich der Kosten für die Rechenzeiten nicht größer sein dürfen als die durch die Optimierung realisierten Einsparungen.

Nach der Entscheidung über das anzuwendende mathematische Verfahren und Programm sind die Daten der zu optimierenden Beziehungen in Lochkarten zu übernehmen und in die Datenverarbeitungsanlage einzugeben. Das Ergebnis wird dann automatisch ausgedruckt.

Zur Lösung von Optimierungsaufgaben mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage ist daher entsprechend dem Schema vorzugehen.

6.10 Die Aufstellung eines Netzwerkes

Im folgenden wollen wir uns mit einem weiteren Anwendungsgebiet der Datenverarbeitungsanlagen vertraut machen, das mit der fortschreitenden wissenschaftlich-technischen Revolution und damit für die Effektivität unserer nationalen Wirtschaft immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Es handelt sich um die rationelle Gewinnung von verwertbaren Informationen für das Treffen von folgenschweren Entscheidungen bei der Vorbereitung und Durchführung von Investitions-, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Mit der Verwirklichung des Staatsratsbeschlusses über weitere Maßnahmen zur Gestaltung des ökonomischen Systems des Sozialismus konzentriert sich die zentrale staatliche Planung auf die volkswirtschaftliche Strukturpolitik und nimmt die Eigenverantwortung der Betriebe und Kombinate zu. Die Betriebe entscheiden selbst über den effektivsten Einsatz der von ihnen zu erwirtschaftenden Mittel für die erweiterte Reproduktion.

Im Interesse der Gesellschaft, des Betriebes und jedes einzelnen sind die Investitionen bzw. die Mittel für Forschung und Entwicklung so einzusetzen, dass der höchstmögliche Zuwachs an Nationaleinkommen erreicht wird.

Die Lösung dieser Aufgaben erfordert eine zielgerichtete Gemeinschaftsarbeit zwischen den Arbeitern, Wissenschaftlern und Leitungskadern. Für die zu treffenden Entscheidungen benötigt das Kollektiv eine Vielzahl von Informationen, die die exakte Planung und Verwirklichung des Vorhabens mit dem höchsten Nutzen überhaupt erst ermöglichen. Die Auswahl der optimalen Variante ist dabei ein besonders komplizierter Prozess, der ohne die umfassende Anwendung mathematischer Methoden und den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen nicht bewältigt werden kann.

Eine zentrale Stellung im Rahmen der zu treffenden Entscheidungen nimmt die Fixierung des zeitlichen Ablaufs von Investitions-, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ein. In der Regel beansprucht die Verwirklichung dieser Projekte einen längeren Zeitraum. Je länger die Zeitspanne zwischen dem Beginn und dem Abschluss eines Vorhabens ist, um so größer ist auch die Zeitdifferenz zwischen der Bereitstellung der Mittel und dem sich daraus ergebenden Nutzen.

Nimmt ein Investitions-, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sehr viel Zeit in Anspruch, so besteht außerdem die Gefahr einer Entwertung der technisch-ökonomischen Zielsetzung. In zunehmendem Tempo wachsen die wissenschaftlichen Erkenntnisse.

Ihre Anwendung führt zu einer beschleunigten technischen Entwicklung. Konstruktionen, die gegenwärtig noch das Weltniveau repräsentieren, können in drei Jahren schon vollständig veraltet sein. Der Kampf um den Welthöchststand zwingt uns dazu, jedes Investitions-, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in möglichst kurzer Frist fertigzustellen und in die Produktion zu überführen.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Zeitspanne zwischen Beginn und Abschluss eines Vorhabens von einer Vielzahl von Teilaufgaben abhängt, die sich wiederum wechselseitig bedingen, ist die Planung und Leitung des zeitlichen Ablaufs eine sehr schwierige Aufgabe. Außerdem ist zu beachten, dass oftmals eine übermäßige Verkürzung der Zeitdauer ein progressives Ansteigen der Ausgaben verursacht.

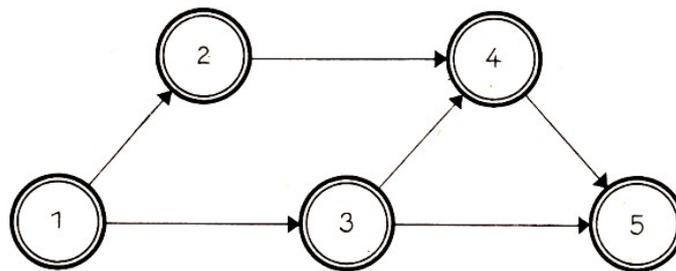
Es handelt sich also um ein nicht leicht zu lösendes Optimierungsproblem, bei dem unter Berücksichtigung der Kosten und des Nutzens die günstigste Variante zu ermitteln ist.

Eine wichtige Voraussetzung für die Lösung dieses Problems ist ein genauer Überblick über die Verflechtungen und den zeitlichen Ablauf der einzelnen Teilaufgaben. Wie kompliziert allein die Darstellung der wichtigsten Beziehungen ist, erkennen wir schon daran, dass selbst bei kleineren Projekten meistens mehr als tausend miteinander in Wechselbeziehung stehender Teilaufgaben zeitlich zu koordinieren sind.

Die zweckmäßigste Form der Darstellung des zeitlichen Ablaufs der in einem Vorhaben hintereinandergeschalteten und parallel ablaufenden Teilaufgaben in ihrer Verknüpfung ist das Netzwerk.

Es zeigt den chronologischen Ablauf der Teilaufgaben unter Berücksichtigung der Verflechtung

und wechselseitigen Abhängigkeit. Das Netzwerk kann wie folgt skizziert werden:



Darstellung eines Netzwerkes

Jedes Netzwerk besteht grundsätzlich aus den beiden Hauptelementen "Aktivität" und "Ereignis". Die zeit- bzw. aufwandbeanspruchende Tätigkeit wird Aktivität genannt. Sie besitzt einen Zeitintervall. Die Aktivität kennzeichnet die direkte Abhängigkeit zweier Ereignisse und wird durch einen Pfeil dargestellt (siehe untenstehendes Schema).



Abhängigkeit zweier Ereignisse

Ereignisse werden durch einen Kreis wiedergegeben. Sie bilden den Beginn bzw. das Ende einer Tätigkeit. Deshalb sind Ereignisse terminbestimmende Elemente.

Im dargestellten Netzwerk kann z. B. das Ereignis 4 nur nach dem Abschluss der Aktivitäten (2;4) und (3;4) eintreten. Erst dann kann mit der Aktivität (4;5) begonnen werden.

Das Netzwerk ermöglicht außerdem die Klärung anderer Fragen für die Planung und Leitung eines Projektes: Welche Ereignisse sind für die Zeitplanung von besonderem Interesse ?

Welche Zeitdauer wird für die Fertigstellung des Projektes benötigt?.

Welche Aktivitäten bestimmen die Gesamtdauer des Projektes?

Welche Aktivitäten sind zu verkürzen, um das Projekt früher abschließen zu können?

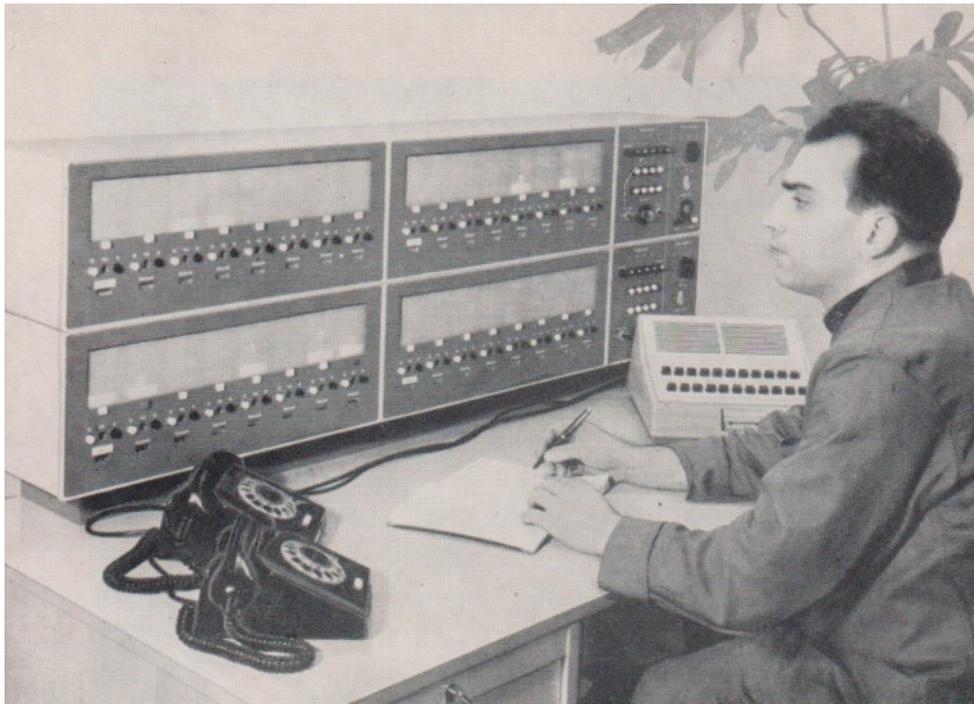
Wann müssen die einzelnen Aktivitäten spätestens begonnen und abgeschlossen werden, um den termingerechten Abschluss des Gesamtprojektes zu sichern?

Veranschaulichen wir uns das einmal an Hand des obigen Beispiels und setzen für die einzelnen Aktivitäten zunächst folgenden Zeitbedarf ein:

Aktivität	Zeitbedarf in Wochen
1;2	2
1;3	5
2;4	5
3;4	7
3;5	12
4;5	3

Für die verschiedenen Wege vom Ereignis 1 bis zum Ereignis 5 beträgt die Gesamtdauer jeweils:

Weg	Zeit	Dauer
(1) 1-2-4-5	2+5+3	= 10 Wochen
(2) 1-3-4-5	5+7+3	= 15 Wochen
(3) 1-3-5	5+12	= 17 Wochen



Produktionskontroll- und -lenkungsanlage (fertodata 1100)



Elektronischer Kleinrechenautomat (Cellatron C 8205 - VEB Kombinat Zentronik, Betrieb Rechelelektronik Meiningen/Zella-Mehlis)



Das Steuerpult (Robotron 300 - Betrieb Rafena-VEB Kombinat Robotron, Werke Radeberg)



Gesamtansicht einer EDVR (Robotron 300 - VEB Kombinat Robotron, Betrieb Rafena-Werke Radeberg)

Für die Fertigstellung des Projektes werden somit 17 Wochen benötigt. Das ist die Dauer des Weges mit dem größten Zeitbedarf.

Er ist der kritische Weg, und die dazu gehörenden Aktivitäten werden als kritisch bezeichnet, weil hier jede Überschreitung des geplanten Termins zu einer Verlängerung der Gesamtzeit führt. Andererseits bewirkt die Verkürzung einer Aktivität auf dem kritischem Weg den früheren Abschluss des Gesamtprojektes.

Nehmen wir an, dass es im obigen Beispiel möglich ist, durch Anwendung von neuen Arbeitsmethoden die Zeitdauer der Aktivität (3;5) um 3 Wochen, also von 12 auf 9 Wochen zu verkürzen. Welche Auswirkung hätte dies auf die Gesamtdauer?

Der 3. Weg würde dann nur noch 14 Wochen beanspruchen und wäre damit nicht mehr der kritische Weg. Der 2. Weg bestimmt nunmehr die Gesamtdauer. Sie würde also durch die Verkürzung der Aktivität (3;5) nur noch 15 Wochen betragen. Im Anschluss an die Ermittlung des kritischen Weges sind noch die Termine für die einzelnen Ereignisse und Aktivitäten

festzulegen. Auf die dazu notwendige Berechnung soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die Netzwerkplanung ist also ein unentbehrliches Instrument für die Planung und Leitung umfangreicher und komplizierter Vorhaben. Zur Aufstellung eines Netzwerkes sind sehr viel Rechenoperationen auszuführen. Mit zunehmender Anzahl der Aktivitäten steigt der Arbeitsaufwand rapid an, insbesondere dann, wenn außer der Zeitplanung auch die Kosten- und Kapazitätsplanung einbezogen werden.

Die komplexe Planung ist deshalb so wichtig, weil es ja darauf ankommt, einen möglichst raschen Abschluss mit einem hohen volkswirtschaftlichen Nutzen zu erreichen. Dies erfordert zwangsläufig, bei der zeitlichen Planung eines Projektes von vornherein die Kosten und die Kapazitätsauslastung in Rechnung zu stellen.

Der Umfang der Rechenoperationen hängt weiterhin davon ab, inwieweit die Dauer der einzelnen Aktivitäten exakt bestimmbar ist oder ob infolge zu starker Unsicherheitsfaktoren der voraussichtliche Termin der Fertigstellung nur auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelt werden muss.

Diese unterschiedlichen Bedingungen führen dazu, dass man grundsätzlich zwischen zwei Methoden unterscheidet.

Beide Methoden wurden in den Jahren 1957/58 in den USA entwickelt und sind unter den Namen CPM (Critical Path Method) und PERT (Program Evaluation and Review Technique) bekannt.

Kann die Zeitdauer für jede Aktivität genau angegeben werden, so ist die Methode des kritischen Weges (CPM) anzuwenden.

Demgegenüber wird bei der Methode PERT unterstellt, dass die tatsächliche Aktivitätszeit in gewissen Grenzen schwankt.

Aus diesem Grunde werden hier für jede Aktivität drei Zeitschätzungen abgegeben, und zwar sind die optimistische Zeitdauer, die wahrscheinlichste Zeitdauer und die pessimistische Zeitdauer zu schätzen und den Berechnungen zugrunde zu legen.

Die optimistische Zeit ist die kürzeste Dauer, die unter den günstigsten Voraussetzungen für die Aktivität benötigt wird. Die wahrscheinlichste Zeit ist diejenige Dauer, die unter normalen Verhältnissen erforderlich ist.

Die pessimistische Zeit entspricht der Dauer, wie sie unter den schlechtesten Bedingungen sein wird.

Das Durchrechnen von verschiedenen Varianten ist natürlich bei der Methode PERT besonders arbeitsaufwendig. Da in der Praxis aber grundsätzlich mehrere korrigierende Planrunden notwendig sind, bis für das Gesamtprojekt ein akzeptabler Plan entsteht, ist der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Netzwerkplanung unumgänglich.

Günstige Voraussetzungen sind in der DDR dafür insofern gegeben, weil in den Rechenstationen für unsere Datenverarbeitungsanlagen entsprechende Programme bereitliegen. Vom ehemaligen Institut für Datenverarbeitung Dresden wurden nach ersten, noch nicht verallgemeinerungsfähigen Erfahrungen mit der Anlage NE503 folgende Rechenzeiten für das PERT-Programm angegeben:

Anzahl der Aktivitäten	Anzahl der Ereignisse	Rechenzeit min
108	80	2,0
176	127	3,0
560	363	16,5
940	620	36,5

6.11 Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms

Durch das Studium der Ausführungen über die Automatisierung der Materialdisposition, der Optimierung des Transportweges und der Aufstellung von Netzwerken lernten wir, dass der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Gesellschaft besonders dann von Vorteil ist, wenn diese Rechentechnik dazu ausgenutzt wird, die ökonomischen Prozesse zu optimieren und damit rationeller zu gestalten.

Wir haben uns bewusst auf die wichtigsten Anwendungsgebiete konzentriert, um das Erkennen von Schwerpunkten zu erleichtern. Keineswegs wurden damit alle mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen wirtschaftlich zu lösenden Optimierungsaufgaben angesprochen.

Es gibt darüber hinaus noch eine sehr große Anzahl von Möglichkeiten.

Besonders hervorzuheben ist aber noch der Umstand, dass mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen nicht nur bestimmte Teilgebiete der betrieblichen Tätigkeit optimiert werden.

Von entscheidender Bedeutung für die Ökonomie des einzelnen Betriebes und der Volkswirtschaft ist in erster Linie die Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms. Es ist nämlich nicht so, dass die Industriebetriebe bei ihrer Planung der wirtschaftlichen Tätigkeit von vornherein von einem festliegenden Produktionsprogramm ausgehen können.

Der Beschluss des Staatsrates der DDR über weitere Maßnahmen zur Gestaltung des ökonomischen Systems des Sozialismus vom 22. April 1968 legt fest, zugleich mit der Stärkung der Rolle und des Wirkungsgrades der zentralen staatlichen Planung und Leitung in den Grundfragen der Strukturentwicklung, die Eigenverantwortung der Betriebe und Kombinate zu stärken.

Auf der Grundlage staatlicher Führungsgrößen und in Übereinstimmung mit dem Perspektivplan als dem Hauptsteuerinstrument sind alle Betriebe und Kombinate verpflichtet, eigenverantwortlich eine komplexe Planung durchzuführen.

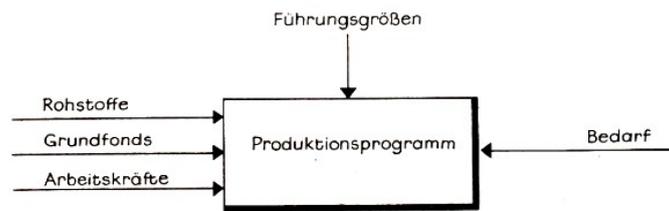
Führungsgrößen, nach denen die Betriebe ihre wirtschaftliche Tätigkeit zu planen haben, sind Zielsetzungen, die der Verwirklichung einer prognostisch begründeten hocheffektiven Strukturpolitik zur Erreichung und Mitbestimmung des wissenschaftlich-technischen Höchststandes dienen.

Auf der Grundlage der zentralen strukturpolitischen Entscheidungen und der Ergebnisse der ergebnisgebundenen Planung für strukturbestimmende Haupterzeugnisse ist die effektivste Gestaltung des betrieblichen Reproduktionsprozesses auf der Basis des Prinzips der Eigenwirtschaftung der Investitionen zu planen und zu verwirklichen.

Bei der Planung und Leitung haben wir es mit einer komplizierten wissenschaftlichen Tätigkeit zu tun, deren Qualität die gesellschaftliche Entwicklung entscheidend beeinflusst. Unvorstellbar groß ist die Anzahl der Fragen, die in einem sozialistischen Industriebetrieb allein bei der Entscheidung über das Produktionsprogramm für das nächste Jahr zu treffen sind.

Schon die exakte Beantwortung folgender Frage bereitet oftmals große Schwierigkeiten: Welches Produktionsprogramm würde den bestmöglichen Einsatz der Rohstoffe, der Maschinen und der Arbeitskräfte sichern und damit einen maximalen Gewinn erbringen?

Es ist einzusehen, dass Betriebe, die Hunderte oder sogar Tausende von Erzeugnissen herstellen, auf Grund der Vielzahl der zu berücksichtigenden Verflechtungen und Varianten die Frage nach dem optimalen Produktionsprogramm nicht ohne weiteres beantworten können, zumal in der Praxis die zu verarbeitenden Rohstoffe, die Produktionskapazität der Grundfonds und die Anzahl der Arbeitskräfte außerdem noch als veränderliche Größen angesehen werden müssen. Das Schema zeigt diesen Zusammenhang.



Die bei der Optimierung des Produktionsprogramms zu berücksichtigenden Faktoren

Nicht zuletzt ist auch noch zu klären, welche und wie viele Erzeugnisse überhaupt benötigt werden. Fragen über Fragen, die für sich allein schon sehr schwer zu beantworten sind. Erschwert wird die Entscheidungsfindung aber vor allem dadurch, dass die einzelnen Faktoren voneinander abhängen und sich wechselseitig beeinflussen.

Ein Beispiel soll dies veranschaulichen:

Die Anschaffung einer neuen hochleistungsfähigen Maschine führt zu einer wesentlichen Erhöhung der Produktion. Gleichzeitig kann sich dadurch unter Umständen der Auslastungsgrad der bereits eingesetzten Maschinen verschlechtern.

Andererseits ist es möglich, durch eine bessere Nutzung vorhandener Grundmittel Investitionen einzusparen.

Im Verlauf der wissenschaftlich-technischen Revolution nimmt die Anzahl der bei der Planung zu berücksichtigenden Faktoren und Verflechtungen zu. Die Entscheidungsfindung wird schwieriger; das Ausmaß der ökonomischen Auswirkungen der Entscheidungen wächst enorm an. Unter diesen Bedingungen kann die komplizierte Aufgabe einer wissenschaftlichen Planung nur bei einer aktiven Mitarbeit aller schöpferischen Kräfte und der Anwendung moderner Methoden der Entscheidungsfindung mit dem größten Nutzeffekt gelöst werden.

Die Unmenge von Berechnungen, die zur Auswahl der optimalen Variante erforderlich sind, nehmen sehr viel Arbeitszeit in Anspruch, wenn lediglich Tischrechenmaschinen zur Verfügung stehen. In den meisten Fällen muss daher auf eine Optimierung des betrieblichen Gesamtprozesses verzichtet werden.

Wesentlich günstigere Bedingungen bestehen beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen, weil sie diese umfangreichen Rechenoperationen in kurzer Zeit und bei vertretbaren Kosten auszuführen vermögen. Mit anderen Worten:

Die Datenverarbeitungsanlagen ermöglichen erst die umfassende Anwendung von mathematischen Methoden zur Optimierung des Produktionsprogramms. Die folgenden Ausführungen über die dafür zu schaffenden Voraussetzungen sollen einen groben Überblick über diese Problematik vermitteln.

Die in der Praxis angewandten mathematischen Modelle für die Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms gehen von folgenden Fakten aus:

Von einem Betrieb können n Erzeugnisse E_j ($j = 1, 2, \dots, n$) hergestellt werden.

Für die Produktion stehen nur begrenzte Fonds an Arbeitszeit, Maschinenzeit und Material zur Verfügung.

Die Aufwandskoeffizienten für den Verbrauch an Arbeitszeit, Maschinenzeit und Material sind je Erzeugniseinheit unterschiedlich. Voraussetzung für die Optimierung des Produktionsprogramms sind daher die Kenntnis der Produktionsvarianten und der vorhandenen Kapazitäten an Maschinen- bzw. Arbeitszeit sowie genaue Angaben über Art und Menge des zu verarbeitenden Materials. Außerdem müssen für jedes Erzeugnis die Bearbeitungszeit und der Materialverbrauch bekannt sein.

Beispiel

Ein Betrieb stellt 3 Erzeugnisse (E_1 , E_2 und E_3) her. Die Aufwandskoeffizienten je Mengeneinheit eines jeden Erzeugnisses an Material (M_1 und M_2) in Kilogramm (kg), Maschinenzeit (T_1 und T_2) in Stunden (h) und die maximalen Fonds sollen betragen:

Aufwandsart	E_1	E_2	E_3	Nebenbedingungen (maximale Fonds)
Material M_1	10	12	13	$\sum M_1 \leq 36000$
Material M_2	9	20	13	$\sum M_2 \leq 44000$
Masch.-Zeit T_1	17	14	28	$\sum T_1 \leq 56000$
Masch.-Zeit T_2	3	5	10	$\sum T_2 \leq 14000$

Weiterhin wird angenommen, dass sowohl die Zielfunktion als auch die Nebenbedingungen des Optimierungsmodells lineare mathematische Beziehungen sind, d. h., dass alle Variable nur in der ersten Potenz auftreten.

Die Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms setzt vor allem die Festlegung des Optimalitätskriteriums voraus.

Bei der Planung des Produktionsprogramms können es sein:

maximaler Gewinn, maximale Warenproduktion, maximale Devisenerlöse, maximale Kapazitätsauslastung, minimaler Rohstoffeinsatz oder minimale Kosten.

Hierbei ist zu beachten, dass sich in Abhängigkeit des in Frage kommenden Optimalitätskriteriums meistens ein unterschiedliches optimales Produktionsprogramm ergibt. Ausgehend von den gegebenen Bedingungen sind daher von den Verantwortlichen die Entscheidungen über das zu verwirklichende Produktionsprogramm zu treffen.

Dies ist ebenfalls ein Beweis dafür, dass der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen den Menschen nicht von seinen verantwortungsvollen Entscheidungen entbindet. Auf der Grundlage der mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage unter Ausnutzung der mathematischen Methoden gewonnenen Informationen ist es jedoch überhaupt erst möglich, diejenige Variante auszuwählen, die für den Betrieb und die Gesellschaft den größten Nutzen erbringt.

Bei der Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms eines Planungszeitraumes geht es also darum, unter Beachtung der Nebenbedingungen diejenige Stückzahl für das einzelne Erzeugnis zu ermitteln, bei der eine vorgegebene Zielfunktion einen extremalen (maximalen oder minimalen) Wert annimmt.

Wird im obigen Beispiel die maximale Warenproduktion als Optimalitätskriterium zugrunde gelegt, so lautet die Zielfunktion:

$$\begin{aligned}
 Z(x) &= c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 && \text{Maximum!} \\
 c_1 &= 10 \text{ kg } M_1 + 9 \text{ kg } M_2 + 17 \text{ h } T_1 + 3 \text{ h } T_2 \\
 c_2 &= 12 \text{ kg } M_1 + 20 \text{ kg } M_2 + 14 \text{ h } T_1 + 5 \text{ h } T_2 \\
 c_3 &= 13 \text{ kg } M_1 + 13 \text{ kg } M_2 + 28 \text{ h } T_1 + 10 \text{ h } T_2
 \end{aligned}$$

In diesem Falle sind folgende Nebenbedingungen gegeben:

$$\begin{aligned}
 10x_1 + 12x_2 + 13x_3 &\leq 36000 \text{ kg} \\
 9x_1 + 20x_2 + 13x_3 &\leq 44000 \text{ kg} \\
 17x_1 + 14x_2 + 28x_3 &\leq 56000 \text{ h} \\
 3x_1 + 5x_2 + 10x_3 &\leq 14000 \text{ h}
 \end{aligned}$$

Dieses mathematische Modell wird Lineartoptimierung genannt.

Für die Lösung dieser Optimierungsaufgabe gibt es verschiedene mathematische Methoden. Die bekannteste und am meisten angewandte ist die Simplexmethode. Nach einer endlichen Folge einfacher Umformungen von tabellarisch zusammengestellten Ausgangsdaten wird die optimale Lösung gefunden.

Eine nähere Erläuterung der Simplexmethode ist hier nicht möglich. Wer sich ausführlicher damit beschäftigen will, dem wird das Studium von Fachliteratur empfohlen.

Uns interessiert aber die Tatsache, dass das schrittweise Verbessern von Näherungslösungen mit sehr viel Schreib- und Rechenarbeit verbunden ist. Wir würden daher sicherlich allein für die Lösung einer Optimierungsaufgabe auf der Grundlage des obigen sehr einfachen Beispiels, bei dem nur drei Erzeugnisse mit jeweils vier Aufwandskoeffizienten aufgeführt sind, mehrere Stunden benötigen.

Wieviel Arbeitszeit wäre dann aber erst erforderlich, wenn über tausend Erzeugnisse und mehrere hundert Nebenbedingungen zu berücksichtigen wären ?

Zur Lösung der meisten Optimierungsaufgaben ist daher der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen unbedingt notwendig.

Die rechen-technischen Bedingungen erfüllen der ZRA 1 und der Robotron 300. Praktische Erfahrungen beweisen, dass Betriebe durch die Optimierung des Produktionsprogramms mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen den Auslastungsgrad der Grundmittel und den Betriebsgewinn wesentlich erhöhen können.

6.12 Schaffung eines integrierten Datenverarbeitungssystems

In der Literatur wird sehr oft in Verbindung mit der elektronischen Datenverarbeitung auch von einer "integrierten Datenverarbeitung" gesprochen. Im folgenden wollen wir die Frage beantworten:

Was ist unter einer integrierten Datenverarbeitung zu verstehen, und welche Beziehungen hat sie zum Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen?

Die Bezeichnung "integrierte Datenverarbeitung" weist auf den Zusammenschluss von Teilen zu einem Ganzen hin. Es geht also um die Vereinigung von Datenverarbeitungsaufgaben, wobei davon ausgegangen wird, dass der höhere Integrationsgrad erst durch den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen verwirklicht werden kann.

In welcher Form steigt nun mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage der Integrationsgrad der Datenverarbeitung an?

Grundsätzlich können zwei Formen der Zusammenfassung von Datenverarbeitungsaufgaben unterschieden werden, und zwar:

1. die Lösung der gleichen Aufgabe verschiedener Betriebe auf einer Datenverarbeitungsanlage und
2. die Zusammenfassung mehrerer Arbeitsgebiete eines Betriebes zu einem Datenverarbeitungssystem.

Die erste Variante wird dann verwirklicht, wenn z.B. die Löhne für die Werk-tätigen von mehreren Betrieben zentralisiert abgerechnet werden. Der Nutzen dieser Integration ist, ausschließlich in der Reduzierung der Abrechnungskosten zu sehen, die dadurch eintritt, dass die mehrfachen Umstellungskosten und Rüstzeiten im Rechenbetrieb vermieden werden und der Auslastungs-

grad von Datenverarbeitungsanlagen ansteigt.

Bei der zweiten Variante werden mehrere ursächlich im Zusammenhang stehende Arbeitsgebiete zu einem System vereinigt.

Die Möglichkeiten dazu sind in den Handelsbetrieben z. B. bei der Bearbeitung von Kundenaufträgen gegeben. In diesem Falle werden alle Datenverarbeitungsaufgaben, die durch die Bestellung eines Abnehmers in den verschiedenen Arbeitsbereichen auszuführen sind, von der Datenverarbeitungsanlage nach dem einzugebenden Programm automatisch ausgeführt.

Im einzelnen handelt es sich um

- die Prüfung der Lieferfähigkeit,
- die eventuelle Überprüfung der Verträge mit den Lieferanten,
- die Benachrichtigung des Kunden, wenn der Artikel nicht geliefert werden kann bzw. ab wann eine solche Möglichkeit besteht,
- die Bereitstellung der Ware,
- die Ermittlung des neuen Bestandes,
- das Ausschreiben der Versandpapiere und der Rechnung,
- die Erfassung der Forderung und
- die Abrechnung des Umsatzes.

Ursprünglich wurde der Nutzen dieser Form der Integration ebenfalls in erster Linie nur in der Senkung der Datenverarbeitungskosten gesehen. Die Zusammenfassung mehrerer miteinander verbundener Arbeitsgebiete eröffnet nämlich die Möglichkeit, einmal eingegebene Daten ohne eine nochmalige Erfassung nach den verschiedenen Gesichtspunkten aufzubereiten und mit anderen Zahlen zu verknüpfen.

In Anbetracht der hohen Datenverarbeitungskosten, insbesondere durch das manuelle Gewinnen von maschinell lesbaren Datenträgern, ist dies ein durchaus beachtenswerter Umstand. Es wäre jedoch falsch, wenn wir daraus die Schlussfolgerung ableiten würden, dass der Integrationseffekt ausschließlich in der Senkung der Datenverarbeitungskosten bestehen würde.

Viel wichtiger für den Betrieb und die Gesellschaft ist ein anderer Bestandteil des Integrations-effektes. Das Ziel der integrierten Datenverarbeitung darf keineswegs nur darin gesehen werden, die manuellen Routinearbeiten bei der Erfassung und Aufbereitung der Daten zu reduzieren. Die Integration verschiedener Datenverarbeitungsgebiete muss primär zu einer neuen Qualität der Informationsgewinnung führen.

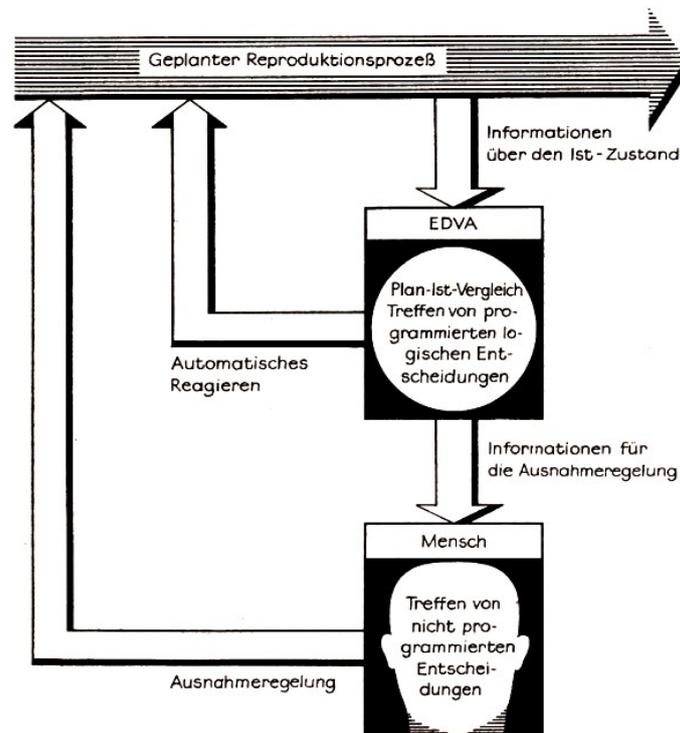
Bleiben wir bei dem Beispiel der Bearbeitung eines Kundenauftrages. Durch die Vereinigung der Arbeitsgebiete "Auftragsbearbeitung", "Bestandskontrolle" und "Umsatzabrechnung" kann zugleich ein höherer Grad der Datenverarbeitung schon dadurch erreicht werden, dass alle programmierbaren logischen Entscheidungen von der Anlage auszuführen sind.

Das Ziel ist, möglichst weitgehend zur automatischen Steuerung der ökonomischen Prozesse überzugehen.

Bei dieser Integration wäre es z. B. denkbar, dass die Datenverarbeitungsanlage nach jedem Kundenauftrag den neuen Warenbestand ermittelt und gleichzeitig prüft, inwieweit der Mindestbestand unterschritten ist. In diesem Falle löst die Datenverarbeitungsanlage automatisch eine neue Bestellung aus bzw. gibt eine entsprechende Information für den jeweiligen Disponenten aus.

Eine Information sollte die Datenverarbeitungsanlage also nur dann ausdrucken, wenn auf Grund einer nicht planmäßigen Entwicklung besondere Entscheidungen zu treffen sind.

Diese Form der Informationsauswahl ist ein Merkmal des höheren Niveaus der integrierten Datenverarbeitung. Sie wird in folgendem Schema dargestellt.

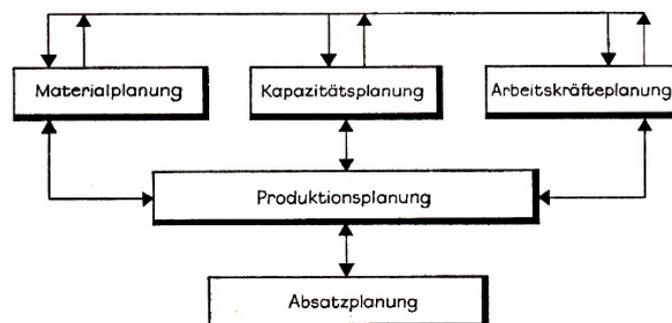


Die Gewinnung von Informationen für die Ausnahmeregelung

Eine neue Qualität der Informationsgewinnung in Verbindung mit der Schaffung der integrierten Datenverarbeitung wird außerdem durch die umfassende Anwendung mathematischer Methoden erreicht.

Auf diese Weise wird der Zeitaufwand für die Entscheidungsfindung verkürzt, und es können die Entscheidungen mit größerer Sachkenntnis getroffen werden. In den vorangegangenen Ausführungen wurde dies an Hand einer Vielzahl von Beispielen gezeigt, und zwar u.a. auch an dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen zur Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms.

Die Lösung dieser Aufgabe setzt bereits einen bestimmten Integrationsgrad in der Datenverarbeitung voraus, zumindest die Zusammenführung der Produktionsplanung mit der Kapazitäts-, Material-, Arbeitskräfte- und Absatzplanung. Das Schema veranschaulicht diesen Sachverhalt.



Verknüpfung von Teilkomplexen der Datenverarbeitung zu einem System

Diese Verknüpfung der Teilkomplexe Produktions-, Material-, Kapazitäts-, Arbeitskräfte- und Absatzplanung zu einem Datenverarbeitungssystem ist also eine unabdingbare Voraussetzung für die höhere Qualität der Planung der ökonomischen Prozesse.

An den beiden Beispielen "Auftragsbearbeitung" im Handel und "Planung" in der Industrie ist zu erkennen, dass es bei der Schaffung der integrierten Datenverarbeitung vor allem darauf ankommt, die Planung und Leitung der ökonomischen Prozesse effektiver zu gestalten.

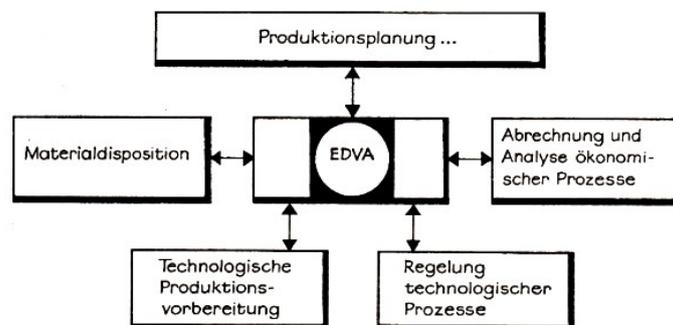
Bei den bisherigen Ausführungen haben wir uns bewusst auf die Integration zur Schaffung von Teilsystemen beschränkt.

Dies ist insofern gerechtfertigt, weil es in der Praxis zunächst darauf ankommt, solche Teillösungen zu realisieren. Damit ist aber der Prozess der Integration noch nicht abgeschlossen. Die weitere Entwicklung wird dadurch gekennzeichnet sein, dass auf der Grundlage gut funktionierender Teilsysteme ein komplexes System der integrierten Datenverarbeitung geschaffen wird, das die wesentlichen Bereiche der betrieblichen Tätigkeit umfasst.

In den Industriebetrieben ist ein integriertes Datenverarbeitungssystem dann gegeben, wenn die Komplexe

- Produktionsplanung (einschließlich der Material-, Kapazitäts-, Arbeits- und Absatzplanung),
- Materialbeschaffung und -disposition,
- technologische Vorbereitung der Produktion,
- Regelung technologischer Prozesse und
- Abrechnung und Analyse ökonomischer Prozesse vom Standpunkt der Datenverarbeitung zu einer organischen Einheit zusammengefügt sind.

Ein wesentliches Merkmal der in den nächsten Jahren zu schaffenden integrierten Datenverarbeitungssysteme ist die enge Verflechtung der Informationsverarbeitung in Leitungssystemen mit dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Regelung technologischer Prozesse. Diese Komplexität wird im folgenden Schema deutlich gemacht.



Integriertes Datenverarbeitungssystem eines Industriebetriebes

Integrierte Datenverarbeitungssysteme ermöglichen eine komplexe Planung und Leitung der ökonomischen Prozesse, bei der die gegenwärtig noch anzutreffende isolierte Planung und Leitung von Teilprozessen überwunden ist und eine optimale Regelung des Gesamtprozesses erreicht wird.

Die jeweiligen Entscheidungen können unter Beachtung der vielseitigen Verflechtungen zwischen den verschiedenen Gebieten in ihren Auswirkungen richtig beurteilt werden. Die Auswahl der optimalen Variante wird erleichtert. Störungen in einem Teilgebiet können in ihren Auswirkungen auf den Gesamtprozess analysiert werden.

Durch wirkungsvolle Maßnahmen ist es möglich, unter den jeweiligen Bedingungen ein optimales Ergebnis zu erzielen. Die integrierte Datenverarbeitung trägt demzufolge mit dazu bei, eine höhere Qualität in der wissenschaftlichen Führungstätigkeit zu erreichen, wie sie für die weitere Gestaltung des ökonomischen Systems des Sozialismus und für die Meisterung der

Probleme der wissenschaftlich-technischen Revolution erforderlich ist.

Auf der anderen Seite führt die technische Revolution zugleich auch zu einer schnellen Entwicklung der neuen Datenverarbeitungstechnik, wie dem Bau von großen Speichern mit wahlfreiem Zugriff, schnellen Ein- und Ausgabekanälen sowie hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten in Großdatenverarbeitungsanlagen. Damit werden wiederum günstige Voraussetzungen für die weitere Vervollkommnung der integrierten Datenverarbeitungssysteme geschaffen, insbesondere auch auf überbetrieblicher Ebene in Verbindung mit der Schaffung eines volkswirtschaftlichen Informationssystems.

Wissenschaftliche Prognosen haben ergeben, dass in den nächsten zehn Jahren integrierte Systeme der automatischen Informationsverarbeitung entstehen werden. Auf der Grundlage der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft und der neuen Datenverarbeitungstechnik wird die Informationsgewinnung für die Planung und Leitung sowie die Automatisierung der Prozesssteuerung immer mehr verschmelzen und schließlich zu einer vollständigen Automatisierung aller körperlichen und geistigen Routinearbeiten führen.

Die Folge ist eine sprunghaft ansteigende Arbeitsproduktivität und Effektivität der sozialistischen Planwirtschaft.

Der Übergang zur elektronischen Datenverarbeitung und die Schaffung eines integrierten Datenverarbeitungssystems sind keineswegs ein einfacher Prozess, der sich im Selbstlauf ohne große Schwierigkeiten vollzieht. In jedem Falle hat die Einführung einer neuen, auf dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen basierenden Organisation der Datenverarbeitung eine systematische, über mehrere Jahre sich ausdehnende Vorbereitungszeit zur Voraussetzung.

Weiterhin müssen wir beachten, dass die Anwendung der Datenverarbeitungsanlagen nicht nur eine Angelegenheit von Spezialisten sein kann, wenn eine solche Anlage mit dem bestmöglichen Nutzen eingesetzt werden soll.

Die aktive Mitarbeit der Führungskader und die Einbeziehung aller Werktätigen ist auch deshalb notwendig, weil die revolutionäre Umgestaltung der Datenverarbeitung ein komplizierter und konfliktreicher Prozess ist, der die Tätigkeiten aller Werktätigen beeinflusst und daher ohne ihre Mitwirkung nicht erfolgreich bewältigt werden kann.

Aus diesem Grunde werden wir im nächsten Abschnitt noch einige Ausführungen über die Voraussetzungen anfügen, die erfüllt sein müssen, um eine bestmögliche Nutzung der Datenverarbeitungsanlagen für die Planung und Leitung der ökonomischen Prozesse zu erreichen.

6.13 Voraussetzungen für die rationelle Nutzung der Datenverarbeitungsanlagen

Die Erfolge bei der Einführung und Anwendung der Datenverarbeitung hängen von der rechtzeitigen und zielgerichteten Erhöhung der Qualifikation der Führungskräfte, der Spezialisten und aller Mitarbeiter ab.

Es geht dabei zunächst einmal um die Aneignung von Grundkenntnissen über den Aufbau, die Arbeitsweise und Programmierung von Datenverarbeitungsanlagen. Dieses Wissen soll dazu dienen, eine klare Vorstellung davon zu vermitteln, welche technischen Möglichkeiten und Bedingungen gegeben sind.

Weiterhin müssen die wichtigsten Anwendungsgebiete und das Ziel des Einsatzes derartiger Anlagen bekannt sein.

Die Nutzung von Datenverarbeitungsanlagen für die Planung und Leitung der Wirtschaft ist von prinzipieller Bedeutung, und zwar sowohl für die Entwicklung der Produktivkräfte und damit für die Stärkung der materiellen Basis unseres sozialistischen Staates als auch für die volle Verwirklichung des ökonomischen Systems des Sozialismus und die Meisterung der Probleme der wissenschaftlich-technischen Revolution.

Die Datenverarbeitungsanlagen helfen uns, die wissenschaftliche Führungstätigkeit zu verbessern und durch die Optimierung von Produktions- und Zirkulationsprozess sowie durch die optimale Steuerung der technologischen Prozesse Reserven zu erschließen. Die vorhandenen Maschinen und Anlagen können wesentlich effektiver genutzt werden.

Das Ergebnis ist in jedem Falle eine schnellere Entwicklung unserer Volkswirtschaft als eine Voraussetzung für die weitere Verbesserung der Lebenslage unserer Bevölkerung.

Erst wenn diese Beziehungen von der gesamten Belegschaft erkannt worden sind, werden alle Beteiligten durch ihre schöpferische und aktive Mitarbeit an der bestmöglichen Lösung der Aufgaben mitwirken, und zwar auch dann, wenn sich die Arbeitsgebiete eines großen Teils der Kollegen ändern und sie neue Aufgaben übernehmen müssen. Die fachliche Qualifizierung ist daher zugleich mit der politisch-ideologischen Erziehung der Werktätigen verbunden.

Da eine so komplizierte Aufgabe, wie es die Vorbereitung und Nutzung von Datenverarbeitungsanlagen ist, nur durch eine aktive Mitarbeit aller Belegschaftsangehörigen gelöst werden kann, bedarf es hierzu in erster Linie einer der jeweiligen Leitungsebene entsprechenden Ausbildung. Dabei kommt es u.a. auch darauf an, falsche, utopische Vorstellungen über die Möglichkeiten von Datenverarbeitungsanlagen zu überwinden.

Oftmals wird vollständig außer acht gelassen, dass die Datenverarbeitungsanlage nur diejenigen Aufgaben ausführt, die vorher vom Menschen exakt formuliert und in Form eines Programms eingegeben worden sind. Wir haben erkannt, dass die Datenverarbeitung zu einer breiten Anwendung von mathematischen Methoden führt.

Deshalb erfordert die rationelle Vorbereitung und Nutzung von Datenverarbeitungsanlagen die Gewinnung von geeigneten Kadern für die Datenverarbeitung und ihre langfristige Qualifizierung. Es ist unbedingt notwendig, mehrere Jahre vor dem Übergang zur Datenverarbeitung mit der Ausbildung von Spezialisten zu beginnen. In welchem Ausmaße die Datenverarbeitung ausgebildete Fachkräfte benötigt, können wir an einigen Zahlen erkennen.

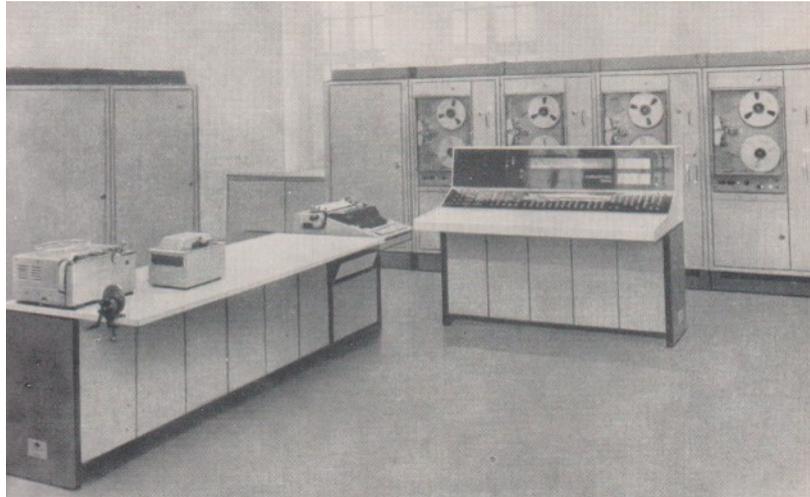
Die Vorbereitung und Verwirklichung einer neuen, auf dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen basierenden Organisation der Datenverarbeitung erfordert meistens eine mehrjährige Kollektivarbeit von 20 bis 25 Mitarbeitern. Es handelt sich dabei insbesondere um Datenverarbeitungsorganisatoren, Mathematiker und Programmierer.

Außerdem werden im Rechenbetrieb für einen Robotron 300 im allgemeinen 36 bis 46 Arbeitskräfte benötigt. Das sind im einzelnen:

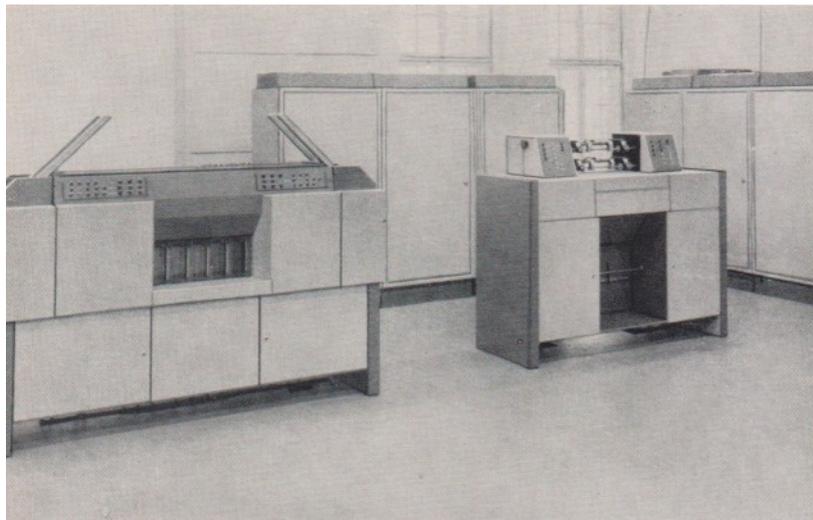
1 Leiter der Rechenstation, 1 Sekretärin, 2 Schichtleiter (Operativtechnologien), 2 Programmierer für operative Aufgaben, 6 bis 8 Kräfte zur Bedienung der peripheren Geräte der Datenverarbeitungsanlage, 3 bis 6 Kräfte für Annahme, Ausgabe, Kontrolle und Verwaltung der Datenträger, 2 Programmibibliothek- und Archivhilfskräfte, 5 Kräfte als Technische Leiter, Wartungsingenieure und Mechaniker, 4 Kräfte für Lochkartenzusatzgeräte, 10 bis 15 Organisatoren, Mathematiker, Programmierer je nach Programmumfang, in der Summe 36 bis 46 Arbeitskräfte.

Eine noch bessere Vorstellung von dem Bedarf an Fachkräften für die Datenverarbeitung ver-

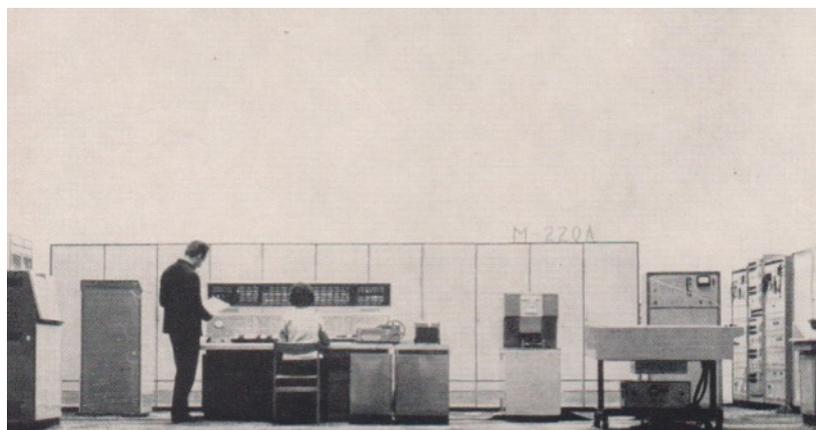
mittelt die Prognose des VII. Parteitages der SED, wonach in den Jahren von 1975 bis 1980 auf dem Gebiet der Datenverarbeitung mehr als 120000 Menschen arbeiten werden.



Lochstreifenleser und Lochstreifenstanzer (links) und Steuerpult, sowie die Magnetbandeinheiten (Robotron 300 - VEB Kombinat Robotron, Betrieb Rafena-Werke Radeberg)



Lochkartenlese- und -stanzeinheit (links) und Schnelldrucker (rechts) (Robotron 300 - VEB Kombinat Robotron, Betrieb Rafena-Werke Radeberg)



Elektronische Universalrechenanlage M-220 A

Zur Sicherung der Ausbildung und Weiterbildung der auf dem Gebiet der Datenverarbeitung erforderlichen Kader verfügen wir in der DDR über ein umfassendes Qualifizierungssystem. In diesem Zusammenhang muss nochmals betont werden, dass die Vorbereitung und Anwendung der Datenverarbeitungsanlagen nicht nur eine Angelegenheit der jeweiligen Spezialisten sein kann. In den Beschlüssen der SED und der Regierung wird immer wieder den Leitern in den sozialistischen Betrieben die Aufgabe gestellt, sich eingehend mit diesen Problemen zu beschäftigen und durch eine geduldige und kluge Menschenführung alle Werktätigen für die moderne Datenverarbeitung zu begeistern.

Eine weitere wichtige Voraussetzung für die bestmögliche Nutzung der Datenverarbeitungsanlagen ist eine auf der Grundlage einer umfassenden Analyse der jeweiligen Bedingungen und unter starker Berücksichtigung der prognostischen Entwicklungstendenzen auszuarbeitende perspektivische Konzeption für die umfassende Anwendung der Datenverarbeitung. Dieses Führungsdokument der Betriebe, VVB und der Wirtschaftszweige muss, ausgehend von der Prognose der Anwendung der Datenverarbeitung in Form einer Rückrechnung, die einzelnen Etappen zur Verwirklichung dieser Zielsetzung fixieren. Dazu ist es u. a. auch notwendig, klare Vorstellungen darüber zu besitzen, in welchen Gebieten die Datenverarbeitungsanlage zuerst angewandt werden sollte.

Im internationalen Maßstab stand in den ersten Jahren des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen ihre Nutzung für die Abrechnung der ökonomischen Prozesse im Vordergrund. Einen maßgeblichen Anteil an dieser Entwicklung hatte insbesondere der Faktor, dass bei der Abrechnung der ökonomischen Prozesse eine sehr große Anzahl von Daten nach den gleichen Gesichtspunkten zu erfassen und zu verarbeiten ist.

Der Massenansturm der zu verarbeitenden Daten sichert von vornherein eine hohe stundenmäßige Auslastung der Anlage.

Besonders ist dabei zu erwähnen, dass die stundenmäßige Inanspruchnahme der Anlage noch nichts darüber aussagt, inwieweit eine bestmögliche Nutzung der Anlage vorliegt und wie groß der ökonomische Nutzen eines solchen Einsatzes ist.

Veröffentlichungen in den kapitalistischen Ländern lassen darauf schließen, dass dort in vielen Fällen die Kosten für die Vorbereitung und Nutzung einer Anlage größer sind als die auf der anderen Seite erzielten Einsparungen an Verwaltungskräften, insbesondere dann, wenn die Abrechnungsarbeiten bereits vor der Umstellung sehr gut organisiert waren.

Nach einem Bericht einer englischen Gesellschaft für Unternehmensberatung sind 70% der in England installierten Datenverarbeitungsanlagen unwirtschaftlich genutzt und hätten in den wenigsten Fällen den vor der Anschaffung errechneten Nutzen erbracht.

Als die entscheidenden Gründe werden angegeben:

1. die errechneten Personaleinsparungen sind nicht eingetreten,
2. die Kosten für das maschinengerechte Aufbereiten der Daten und das Computerpersonal waren häufig höher als erwartet, und
3. der Anlage werden lediglich einfache Aufgaben übertragen.

Der letzte Punkt ist insofern von besonderem Interesse, als er zeigt, dass in den kapitalistischen Ländern ein effektiver Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen nicht erreicht werden kann, wenn er lediglich auf die Automatisierung von Buchhaltungsarbeiten gerichtet ist.

Aus diesem Grunde sind auch dort große Bemühungen erkennbar, die Datenverarbeitungsanlagen in stärkerem Maße für die Leitung und Optimierung der ökonomischen Prozesse einzusetzen.

Inwieweit die sich aus dem Privateigentum an Produktionsmitteln ergebende Anarchie der Produktion diesem Vorhaben Grenzen setzt, soll hier nicht näher betrachtet werden. Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen ist in jedem Falle die Datenverarbeitung und ihre Anwendung ein fester Bestandteil der Entwicklung des gesellschaftlichen Systems des Sozialismus und der Verwirklichung des ökonomischen Systems des Sozialismus.

Die rasche Durchsetzung der Datenverarbeitung ist, da sie die Entwicklung der Produktivkräfte beschleunigt, zugleich eine entscheidende Frage in der Auseinandersetzung mit dem Imperialismus.

Deshalb sind die Anwendungskonzeptionen von hoher Parteilichkeit und Sachkenntnis über die Entwicklungsbedingungen der sozialistischen Gesellschafts- und Staatsordnung getragen.

Um von Anfang an einen hohen Nutzeffekt zu sichern, haben viele volkseigene Betriebe ein Projekt für die Schaffung eines integrierten Datenverarbeitungssystems ausgearbeitet. Dies trifft u. a. auch für den VEB Sachsenring Zwickau zu, der in einer vierjährigen Vorbereitungszeit die Voraussetzungen dafür geschaffen hat, folgende Aufgaben mit Hilfe des Robotron 300 zu lösen:

- technische Vorbereitung der Produktion,
- mittelfristige Planung (Produktions-, Arbeitskräfte-, Arbeitsproduktivitäts-, Lohn-, Material- und Kostenplanung),
- kurzfristige Planung einschließlich Materialdisposition,
- Lenkung und Kontrolle der Produktion,
- Abrechnung und Analyse,
- Erzeugnis- und Ersatzteilvertrieb.

Ein wesentliches Merkmal dieses Projektes sind die engen und wechselseitigen Beziehungen zwischen den genannten Komplexen, die durch die ständige Koordinierung verwirklicht wurden. Dies ist ein wesentlicher Vorteil, wenn von vornherein ein komplexes Organisationsprojekt ausgearbeitet und realisiert wird.

Aus diesem Grunde sind die Teilsysteme nicht unabhängig voneinander, sondern weitgehend parallel zueinander auszuarbeiten, so dass eine laufende Abstimmung und Ergänzung gegeben ist. Dadurch werden Doppelarbeiten und nachträgliche Änderungen vermieden.

Ein solches komplexes Datenverarbeitungsprojekt sichert infolge der umfassenden Anwendung mathematischer Methoden vor allem zugleich auch einen hohen Auslastungsgrad der technischen Möglichkeiten einer Datenverarbeitungsanlage und - was besonders wichtig ist - einen hohen ökonomischen Nutzeffekt.

Eine exakte Kosten-Nutzen-Rechnung muss gleichfalls als eine wichtige Voraussetzung für den rationellen Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen angesehen werden. Diese Frage ist deshalb von volkswirtschaftlicher Bedeutung, weil die Anschaffung einer Datenverarbeitungsanlage erhebliche Investitionen erfordert und ihrer Anwendung eine mehrjährige Einsatzvorbereitung vorausgeht.

Eine mittlere Anlage kostet einschließlich des Baukörpers je nach der Ausstattung 4 bis 8 Mill. Mark. Im allgemeinen muss man die Kosten für die zwei- bis vierjährige Vorbereitung des Einsatzes nahezu in gleicher Höhe ansetzen. Ferner sind die laufenden Kosten für die Nutzung zu berücksichtigen.

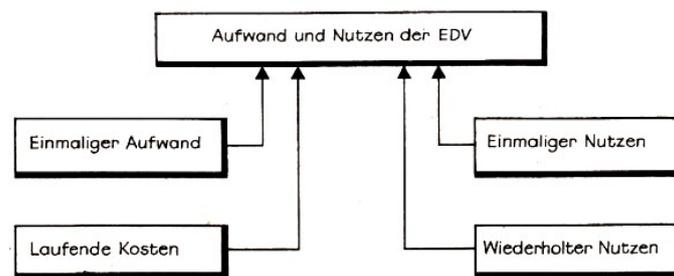
Diese Kosten setzen sich aus den Abschreibungen und, Reparaturkosten der Anlage, den Lohnkosten für die Bedienung und Unterhaltung der Anlage im Rechenbetrieb und den Datenerfas-

sungskosten zusammen.

Auf der Grundlage der Abschreibungen, Reparatur- und Lohnkosten ergibt sich im allgemeinen ein Preis für die Inanspruchnahme einer Rechnerstunde von 600 bis 1000 Mark. Die dann außerdem noch anfallenden Kosten für die Datenerfassung betragen 35 bis 40% der laufenden Datenverarbeitungskosten.

Diesen Kosten steht im begrenzten Umfang Einsparung an Lohnkosten für Verwaltungskräfte gegenüber, die bisher die Daten nach dem herkömmlichen Verfahren zu erfassen und aufzubereiten hatten.

Bei einer Kosten-Nutzen-Rechnung sind der einmalige Aufwand und die laufenden Kosten dem einmaligen und wiederholten Nutzen gegenüberzustellen.



Elemente der Kosten-Nutzen-Rechnung

Beim einmaligen Aufwand handelt es sich vor allem um Aufwendungen für Forschung und Entwicklung, Investitionen sowie Kosten der Einsatzvorbereitung.

Die laufenden Kosten fallen für die Datenerfassung und die Nutzung der Datenverarbeitungsanlage an. Im einzelnen sind es vor allem Abschreibungen für die Gerätetechnik, Gebäude und Einrichtungen, Reparatur- und Wartungskosten, Materialkosten für Magnetbänder, Lochkarten, Lochstreifen, Druckerpapier, Energie usw. sowie Lohnkosten für die Mitarbeiter der Datenverarbeitung.

Die wichtigsten Bestandteile des einmaligen Nutzens sind:

Einsparungen an Grundmitteln, z. B. von nicht mehr benötigten Fakturier- und anderen Büromaschinen, Senkung des Bestandes an Umlaufmitteln, z.B. durch Anwendung von mathematischen Methoden zur Optimierung der Materialbestände.

Der laufende Nutzen setzt sich in der Hauptsache aus folgenden Elementen zusammen: Wegfall der Kosten für die bisherige Organisation der Datenverarbeitung, Senkung der Kosten für die Produktion, den Transport und die Lagerung der Waren, Erhöhung der Erlöse als Ergebnis einer verbesserten Qualität der Datenverarbeitung, z. B. die Erhöhung des Produktionsausstoßes durch die Optimierung des Produktionsprogramms.

Das Verhältnis der Kosten zum Nutzen der Datenverarbeitung kann mit Hilfe der Kennziffer "Rückflussdauer" in zusammenfassender Form gekennzeichnet werden. Sie gibt Auskunft über das Verhältnis der einmaligen Aufwendungen abzüglich des einmaligen Nutzens einerseits zum jährlichen Reineinkommenszuwachs andererseits.

$$RD = \frac{EA - EN}{WN - LK}$$

RD = Rückflussdauer in Jahren, EA = Einmaliger Aufwand in TM, EN = Einmaliger Nutzen in TM, WN = Wiederholter Nutzen in TM, LK = Laufende Kosten in TM

Bei einem hohen ökonomischen Nutzen ist die Rückflussdauer kürzer als bei einem niedrigeren Nutzeffekt. Die Kennziffer ist daher mit ein geeigneter Maßstab dafür, aus den verschiedenen Varianten diejenige auszuwählen, bei der für die Gesellschaft der größte Nutzeffekt erzielt wird.

Wir können also zusammenfassen:

Entscheidend für den Nutzeffekt einer Datenverarbeitungsanlage ist ihr Einsatz für die Planung und Leitung des gesellschaftlichen Reproduktionsprozesses, insbesondere für die Lösung von komplizierten Optimierungsaufgaben.

Das Hauptziel des Einsatzes der Datenverarbeitungsanlage ist die maschinelle Verarbeitung ökonomischer Daten zur Optimierung und Regelung der ökonomischen Prozesse mit dem Ziel, die Effektivität der Volkswirtschaft zu erhöhen und ein schnelles Wachstum des Nationaleinkommens zu erreichen.

Konkret bedeutet das:

Mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage werden den jeweils Verantwortlichen entscheidungsreifere Informationen übergeben, so dass die Entscheidungen mit größerer Sachkenntnis und höherer Effektivität getroffen werden können.

Die sich daraus ergebenden Auswirkungen sind:

höhere Qualität der Planung, Rationalisierung des Leitungsprozesses, optimale Ausnutzung der Kapazität und des Arbeitszeitfonds, kontinuierlicher Ablauf des Produktionsprozesses, beschleunigter Umschlag der Umlaufmittel, geringere Kreditinanspruchnahme, bessere Ausnutzung der Rohstoffe, niedrigere Kosten für die Produktion, den Transport und die Zirkulation der Waren, größere Devisenrentabilität, höherer Betriebsgewinn, eine verbesserte Versorgung der Bevölkerung.

Wir haben gesehen, dass die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung in allen Bereichen unserer sozialistischen Gesellschaft ein revolutionärer Prozess ist, der grundlegende Veränderungen und eine hohe Dynamik der wissenschaftlichen Führungstätigkeit verlangt. Die Entwicklung des gesellschaftlichen Systems des Sozialismus stellt daher hohe Anforderungen an die Qualifizierung der Menschen.

Abschließend können wir sagen, dass die Datenverarbeitungsanlagen von den Industriebetrieben für die Planung, Leitung, Durchführung und Abrechnung des Produktionsprozesses genutzt werden. Im internationalen Maßstab verteilt sich der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen wie folgt auf die einzelnen Bereiche:

Industrie	46,5%	Handel	11,0%
Banken	10,0%	Versicherung	7,0%
Wissenschaft und Forschung	8,0%	Kundendienst der Rechenzentren	7,0%
Verwaltungen	4,5%	Verkehrswesen (einschl. Bahn u. Post)	2,5%
Sonstige Einrichtungen	3,5%		

Diese Tatsache ist ein Beweis dafür, dass in der Industrie sehr günstige Voraussetzungen für einen rationellen Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen gegeben sind. Die Beschlüsse der SED und der Regierung der DDR legen daher fest, vorrangig in den Industriebetrieben zur Datenverarbeitung überzugehen.

Aus diesem Grunde wurde auch die Ausnutzung von Datenverarbeitungsanlagen insbesondere an Beispielen der Industrie veranschaulicht.

7 Blick in die Zukunft

7.1 Anwendung der Datenverarbeitung in Forschung und Entwicklung

Gegenwärtig wird die elektronische Datenverarbeitung vor allem zur Lösung ökonomischer Aufgaben eingesetzt, da hier sehr große Datenmengen zu verarbeiten sind. Deshalb wurden in den bisher beschriebenen Beispielen vorwiegend solche Einsatzgebiete ausführlich behandelt.

In Zukunft wird die Datenverarbeitung aber immer mehr zur Lösung komplexer Aufgaben in den Betrieben zur Anwendung gelangen, so dass neben der ökonomischen Datenverarbeitung der Einsatz für die Automatisierung der Führungsprozesse, Projektierung und Konstruktion, Technologie und für die Steuerung ganzer Produktionsabschnitte bestimmend wird.

Das erfordert, bereits heute bei der Entwicklung und Anwendung integrierter Datenverarbeitungssysteme die prognostisch erkannten Aufgaben zu konzipieren und rechtzeitig ihre Lösung vorzubereiten. Erfahrungen gibt es bereits im Bereich des Werkzeugmaschinenbaus. Dort wurde eine enge Verbindung zwischen der Datenverarbeitung und der Numerik hergestellt.

Auch im Schwermaschinen- und Gerätebau wird die Datenverarbeitung zur Automatisierung der -Projektierung, Konstruktion, Technologie und Produktion genutzt.

Wie wird die elektronische Datenverarbeitung nun aber auf diesen Gebieten eingesetzt ?

Dazu soll als Beispiel der Einsatz zur Lösung von Aufgaben für die Forschung, Entwicklung und Produktion dargestellt werden, wie er in Zukunft erfolgen wird. Betrachten wir dazu die folgende Abbildung, auf dem der Informationsfluss bei der Konstruktion zu sehen ist.

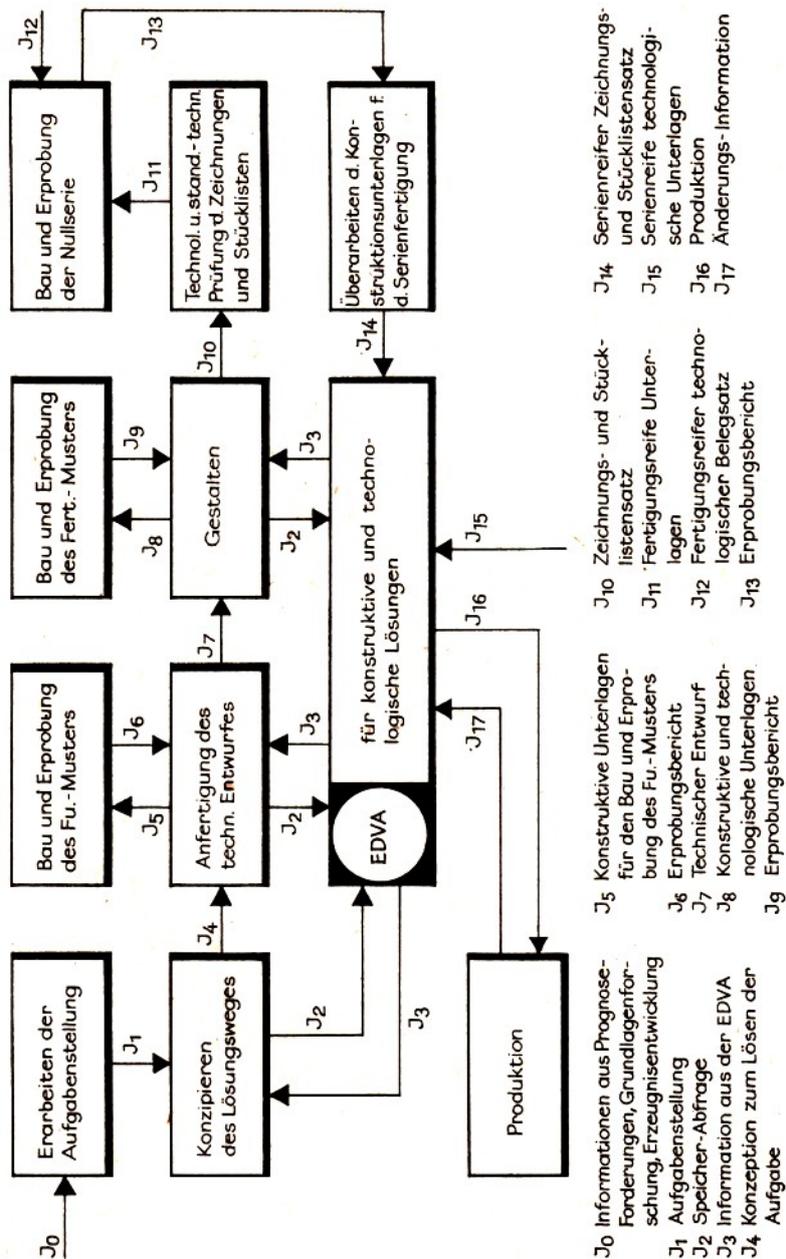
Es sind die einzelnen Etappen im konstruktiven Entwicklungsprozess in Verbindung mit der elektronischen Datenverarbeitungsanlage dargestellt. Sind sowohl in dem Speicher der elektronischen Anlage die umfangreichen Erfahrungen eines Betriebes auf dem Gebiet der Forschung, Entwicklung und Technologie in Form konstruktiver und technologischer Lösungen gespeichert als auch die Voraussetzungen für das Zusammenwirken zwischen der Anlage und den Entwicklungsingenieuren geschaffen (in diesem Fall werden besondere Ein- und Ausgabegeräte benötigt), so wird in den entscheidenden Abschnitten des Konstruktionsprozesses mit der Datenverarbeitungsanlage zusammengearbeitet, was zu einer beschleunigten Fertigstellung der konstruktiven Unterlagen und somit zu kürzeren Entwicklungszeiten führt.

Die Abbildung zeigt, wie der Informationsfluss in den einzelnen Arbeitsphasen verläuft. Die Tätigkeit beginnt mit dem Erarbeiten der Aufgabenstellung. Dazu sind möglichst umfangreiche Informationen notwendig. Sie werden im vorliegenden Fall mit J_0 bezeichnet.

Als Beispiel für J_0 sind Informationen aus der Prognose des Betriebes sowie Forderungen und Ergebnisse aus der Markt- und Grundlagenforschung einschließlich der Erzeugnisentwicklung angegeben. Die bei der Erarbeitung der Aufgabenstellung gewonnenen Ergebnisse (Informationen J_1) dienen zum Konzipieren des Lösungsweges für das Erzeugnis.

Bei dieser Tätigkeit setzt die Verbindung mit der elektronischen Datenverarbeitungsanlage ein, indem eine Speicherabfrage erfolgt (J_2). Die gespeicherten Informationen J_3 , die für diesen Arbeitsgang von Bedeutung sind, werden bei der Konzipierung verwertet.

Die so gewonnene optimale Konzeption bildet die Grundlage für die Anfertigung des technischen Entwurfs (Informationen J_4). Auch in dieser Entwicklungsetappe wird eine Speicherabfrage erforderlich, um vorliegende Erfahrungswerte und Lösungsmöglichkeiten maximal nutzen zu können.



Informationsfluss bei der Konstruktion

Beim Entwurf entstehen die technologischen Unterlagen zum Bau des Funktionsmusters (J_5). Die bei der Erprobung des Musters gewonnenen Informationen J_6 sind wichtig zur Bildung der Informationen J_7 , die für die folgenden Arbeitsphasen notwendig sind. So setzt sich der Informationsfluss fort, bis alle Unterlagen zum Produzieren vorliegen. Der Vorteil einer solchen Arbeitsweise liegt vor allem darin, dass die Datenverarbeitungsanlage einen umfangreichen Erfahrungsschatz und neueste wissenschaftliche Erkenntnisse in Form von technologischen und konstruktiven Lösungen zur Verfügung hält - wesentlich umfangreicher und exakter, als es das Gehirn des Spezialisten oder eines ganzen Kollektivs kann.

Dadurch wird es möglich, in bedeutend kürzerer Zeit zu optimalen Entwicklungsergebnissen für neue Geräte und Maschinen zu gelangen, die beim Absatz auf dem Weltmarkt hohen ökonomischen Gewinn bringen.

Bedeutende Erfolge wurden auf diesem Gebiet bereits in einem der größten Werkzeugbetriebe Europas, in dem Moskauer Betrieb "Fräser" erreicht. In diesem Großbetrieb wurde die Anlage

Ural-11, die 50000 Operationen je Sekunde ausführt, auch zur Lösung der Aufgaben in den Abteilungen Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Technologie sowie Absatz eingesetzt. Dem Rechenzentrum ist es gelungen, die wissenschaftlich-technischen Berechnungen der Entwicklung und Erprobung verschiedener Konstruktionen durchzuführen. Außerdem wurden die technologischen Vorbereitungen der Produktion und die technologischen Prozesse automatisiert.

Eine vierfache Produktivität beim Projektieren wurde durch ein neuartiges System für die technologische Projektierung von Absatzlagern erzielt. Es wurde vom Zentralinstitut für Fertigungstechnik (ZIF) Karl-Marx-Stadt entwickelt.

Durch die Einbeziehung einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage in die Projektierung wird der Projektant von bestimmten zeitaufwendigen Arbeiten befreit, so dass er vorwiegend schöpferisch arbeiten kann. Grundlage des Systems bilden Algorithmen für diesen Projektierungsablauf.

Bei den ersten Anwendungsbeispielen wurden bereits bedeutende Erfolge erreicht, indem die Produktivität auf 400% gesteigert und die Projektierungskosten um 75% gesenkt werden konnten.

7.2 Computer ermittelt Herzfehler

In der Medizin werden Datenverarbeitungsanlagen immer mehr zur Lösung wichtiger Aufgaben der Diagnostik eingesetzt. Über Erfahrungen auf diesem Gebiet wird in der Weltliteratur laufend berichtet.

Interessant sind die Ergebnisse des sowjetischen Mediziners und Leninpreisträgers Wischnewski bei der Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung zur Diagnose angeborener Herzfehler sowie Leber- und Gallenleiden.

Nach einem vorgegebenen Programm wird in der Anlage ein Vergleich der Krankheitssymptome des jeweiligen Patienten mit den im Speicher enthaltenen Daten vorgenommen und anschließend eine exakte Diagnose gestellt. In Abhängigkeit vom aufgestellten Programm können die jeweiligen Aufgaben gelöst werden.

So lassen sich durch das Programm zur Diagnose von Herzfehlern viele Routinearbeiten automatisieren. Dem Arzt wird eine individuelle Betreuung des Patienten möglich. Die Einsatzgebiete von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen werden sich in Zukunft wesentlich erweitern. Neben der Anwendung in der Krebsforschung (Früherkennung bösartiger Geschwülste) wird auch der Einsatz in der Chirurgie zunehmen.

Mit Hilfe der elektronischen Anlagen sollen die Lebensfunktionen des Organismus während und nach der Operation automatisch geregelt werden. Besondere Bedeutung wird diese Anwendungsmöglichkeit in der Herzchirurgie bei der künstlichen Regelung des Blutkreislaufes während der Operation finden.

Die Krankheitsdokumentation, die Erfassung und Verarbeitung medizinischer Daten, die automatische Diagnoseermittlung und die Ökonomie im Krankenhaus sind in Zukunft die wichtigsten Anwendungsmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin und im Gesundheitswesen.

7.3 Übersetzungen mit Hilfe von Computern

Die Lösung dieses Problems erfordert umfangreiche Analysen.

So ist zunächst zu klären, wieviel Wörter eigentlich notwendig sind, um einen fremdsprachigen Text zu übertragen. Untersuchungen haben ergeben, dass ein Kind bis zu 3600 Wörter benutzt, während ein Erwachsener mehr als 11000 und ein Wissenschaftler über 13000 Wörter verwendet. Müssen aber alle Wörter berücksichtigt werden, um einen anderssprachigen Text zu übersetzen?

In der englischen Sprache gibt es beispielsweise 736 gebräuchliche Wörter: Wenn dieser Grundwortschatz bekannt ist, dann werden 75% des englischen Textes verstanden.

Beträgt der Wortvorrat 1000 Wörter, so sind 80% verständlich, und bei 3000 Wörtern kann man sogar 90% in die andere Sprache übertragen. Die weitere Erhöhung des Wortschatzes bringt nur wenig Gewinn, dem ein hoher Aufwand gegenübersteht.

Diese Untersuchungen haben für die Übersetzungen besondere Bedeutung. Denken wir nur daran, dass durch die Entwicklung der Wissenschaft die Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften stark zugenommen haben. Vor 100 Jahren erschienen in der ganzen Welt nur 1000 wissenschaftliche Zeitschriften, heute sind es mehr als 100000. Ein Chemiker, der 40 Stunden in der Woche für die Literaturoswertung aufwenden könnte und je Stunde sogar vier Veröffentlichungen auf seinem Fachgebiet liest, würde nur etwa 10% der neuen Literatur auswerten können.

Die wissenschaftlichen Beiträge erscheinen außerdem in allen Weltsprachen und müssen übersetzt werden, damit sie den meisten leicht zugänglich sind. Aus diesem Grunde wird auch dem Übersetzungsproblem große Bedeutung zugemessen.

Sprachen, die eine ähnliche Struktur besitzen, lassen sich durch Maschinen relativ leicht übersetzen, so z. B. das Englische in das Französische. Wesentlich schwieriger wird das Übersetzen solcher Sprachen, die recht unterschiedliche Grammatik aufweisen, wie beispielsweise die deutsche und die russische Sprache.

In diesen Fällen müssten zuviel Regeln aufgestellt werden, die sich nicht alle programmieren ließen. Deshalb wurde vorgeschlagen, eine Zwischensprache zu schaffen, die nur von der Anlage "verstanden" wird. Bei einer günstigen Lösung brauchten nur zehn Regeln für das Übertragen von der einen Sprache in die Maschinensprache und genau soviel beim Übersetzen aus der Maschinen-Zwischensprache in die andere Sprache verwendet werden.

Damit wird zunächst theoretisch ein Weg gewiesen, Übersetzungen maschinell mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen vorzunehmen. Inzwischen sind die verschiedensten Datenverarbeitungsanlagen für die Übersetzung der Sprachen weiterentwickelt worden. So wurde anlässlich einer Allunionskonferenz in Minsk, die sich mit Problemen der automatischen Übersetzung linguistischer Texte befasste, vom dortigen Institut für Fremdsprachen der Computer "Minsk 22" als Maschinenübersetzer vorgestellt.

Den Teilnehmern der Konferenz wurden Übersetzungen aus dem Deutschen und Französischen mittels des Rechners vorgeführt.

Auch an der Vervollkommnung der Lösung, die Sprache durch die EDVA in Text umzusetzen, wird intensiv gearbeitet. In dem Fall kann dem Automaten ein in Lochkarten gespeichertes Programm zum Erkennen der menschlichen Sprache eingegeben werden. Der Ausgabedrucker gibt die gesprochenen Sätze in Klarschrift aus. Dieses Anwendungsgebiet befindet sich noch in der Entwicklung.

Des weiteren gibt es auch Datenverarbeitungsanlagen, die telefonische Anfragen mit menschlicher Stimme beantworten. Die IBM Anlage verfügt z.B. über 40000 Wörter, ein Sprachschatz, der den einer Umgangssprache übersteigt.

Beim Telefonieren mit der Maschine werden die Laute in Signale umgewandelt und als Binärziffernkombination verarbeitet. Die Ergebnisse werden durch die Ausgabereinheit in Töne zurückverwandelt, wobei Frequenzfilter die Aufgabe übernehmen, die beim Menschen durch die lautbildenden Organe verrichtet werden.

7.4 Computer als Steuermann

Einen zuverlässigen "Steuermann" haben Spezialisten in Leningrad entwickelt. Es handelt sich um einen elektronischen Rechner, der mit den Vorhersagedaten des zentralen Wetterdienstes für ein bestimmtes Gebiet gefüttert wird.

Aus diesen Angaben wird der günstigste Kurs ermittelt. Zieht beispielsweise ein Sturmtief auf, so ermittelt der elektronische Steuermann in wenigen Minuten aus mehreren Varianten die optimale Schiffsroute, so dass hierdurch die Fahrzeiten verkürzt werden können. Die Gefahr für die Seeleute und das Schiff wird vermindert.

Aber nicht nur Schiffe lassen sich durch die Elektronenrechner steuern, sondern auch viele technische Prozesse.

So wurde in der Sowjetunion ein automatisches Kontrollsystem für 100-t-Konverter erprobt. Wichtigster Teil dieses Systems ist ein Rechner, der in fünf Minuten eine exakte Analyse des Schmelzprozesses liefert. Früher dauerte eine solche Analyse etwa zwei Stunden. Neben der Zeitersparung ergibt sich aber ein großer Vorteil: Der Prozess kann wissenschaftlich gesteuert werden.

Weitere Anwendungsgebiete wurden im Verkehrswesen erschlossen.

Neben elektronischen Lokführern werden elektronische Anlagen zur Steuerung des gesamten Verkehrsablaufes bei der Eisenbahn eingesetzt. Auch beim Regeln des Straßenverkehrs an Kreuzungen haben sich Datenverarbeitungsanlagen bewährt. In diesem Fall sind elektrische oder elektronische Bauelemente in bestimmten Abständen angebracht.

Jedes Fahrzeug, das sich der Kreuzung nähert, wird registriert, indem ein Impuls an die entfernt aufgestellte Anlage übermittelt wird. Es werden danach stets die Verkehrsampeln der Straßen auf grün geschaltet, die einen flüssigen Verkehrsablauf ermöglichen. Die elektronische Datenverarbeitungsanlage kann nicht nur eine Kreuzung, sondern alle Straßen einer Stadt überwachen, so dass Verstopfungen der Straßen auch bei großer Verkehrsdichte weitgehend vermieden werden können.

Vorgesehene Straßenneubauten im Zentrum großer Städte, die infolge des zunehmenden Verkehrs erforderlich schienen, konnten durch den Einsatz von Computern unterbleiben.

Ein weiteres Einsatzgebiet darf nicht unerwähnt bleiben: die Kosmosforschung.

Ohne den Einsatz der elektronischen Maschinen wären die bisherigen Erfolge beim Erschließen des Kosmos nicht möglich geworden. Die Steuerung der Raumschiffe sowohl beim Start als auch auf der vorgesehenen Flugbahn zum Flug um die Erde, zu anderen Planeten und Welt- raumstationen, die wir alle bewundern, sind Leistungen, die nur mit Hilfe dieser modernen, vom Menschen geschaffenen Automaten möglich wurden.

7.5 Die Zukunft erfordert „lernende“ Computer

Obwohl die heutigen elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, die, vielfältigsten Probleme lösen können, wie aus den dargelegten Anwendungsbeispielen hervorgeht, werden sie dennoch den zukünftigen Aufgaben nicht gerecht.

Es müssen neue Computer entwickelt werden, die neben rechnen, lesen und schreiben auch "lernen" können. Diese Anlagen müssen adaptiv (anpassungsfähig) aufgebaut sein, um die Menschen bei der geistig-schöpferischen Tätigkeit wirkungsvoll unterstützen zu können.

Im Jahre 2000 werden daher Maschinen benötigt, die wesentlich mehr können als die heute bekannten Rechenautomaten.

Neben der Erhöhung der Operationsgeschwindigkeit - die sowjetische Anlage BSM-6 führt bereits eine Million Rechenoperationen je Sekunde aus - sind ein völlig neuer logischer Aufbau der Zentraleinheit sowie besondere Ein- und Ausgabeeinheiten erforderlich.

Nach Meinung des Direktors des Instituts für Kybernetik in Kiew, Leninpreisträger Prof. Gluschkow, wird der Zukunftscomputer eine lernende, "intellektuelle" Maschine sein. Sie wird analog dem menschlichen Gehirn funktionieren.

Mit dieser Anlage wird man sich "unterhalten" können und ihr Befehle erteilen, nach denen sie vorausschauend sehr schnell bestimmte Lösungsvarianten ermittelt, Korrekturen der Lösungen ausführt und so optimale Lösungen angibt. Mit Hilfe von Programmen wird es möglich werden, auch schöpferische Tätigkeiten auszuführen.

Die zukünftigen elektronischen Datenverarbeitungsautomaten eröffnen für die sozialistische Menschengemeinschaft ungeahnte Anwendungsmöglichkeiten auf allen Gebieten des Lebens. Sie werden, durch den Menschen befehligt, entscheidend zur Verbesserung des Lebensstandards der Gesellschaft beitragen.

8 Literaturhinweise

Materialien des VII. Parteitages der SED und der 9., 10., 11. und 12. Tagung des Zentralkomitees der SED, Dietz Verlag, Berlin

Ahner, K., und B. Bode: Elektronische Datenverarbeitung in der Ökonomie. Automatisierungstechnik, Band 19. VEB Verlag Technik, Berlin 1964 :

Autorenkollektiv: Fachwörterbuch: Begriffe- und Sinnbilder der Datenverarbeitung. Schriftenreihe Datenverarbeitung. Hrsg: vom Institut für Datenverarbeitung, Dresden. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Autorenkollektiv: Lochkartentechnik. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1965

Autorenkollektiv: Methodik der inne von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in Industriebetrieben. Schriftenreihe Datenverarbeitung. Hrsg. vom Institut für Datenverarbeitung, Dresden. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1966

Autorenkollektiv: Mathematische Modelle und Verfahren der Operationsforschung. für die Lösung ökonomischer Probleme. Schriftenreihe Datenverarbeitung. Hrsg. vom Institut für Datenverarbeitung, Dresden. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Bode, B.: Lochkartentechnik. Automatisierungstechnik, Band 51, VEB Verlag Technik, Berlin 1968

Böhme, L.: Periphere Geräte der digitalen Datenverarbeitung. Automatisierungstechnik, Band 70. VEB Verlag Technik, Berlin 1968 :

Brenk, G., und G. Eichner: Integrierte Datenverarbeitung. Automatisierungstechnik, Band 64. VEB Verlag Technik, Berlin 1968

Bürger, E., und W. Leonhardt: Die Lochbandtechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1961

Gilde, W., und S. Altrichter: Die optimale Lösung. Urania-Verlag, Leipzig 1968

Götzke, H.: Programmgesteuerte Rechenautomaten. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1968

Jüttler, H., D. Schreiter und D. Schubert: Operationsforschung. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Klaus, G.: Wörterbuch Kybernetik. Dietz Verlag, Berlin 1968

Klaus, G., und H. Liebscher: Was ist, was soll Kybernetik? Urania-Verlag, Leipzig 1968

Krekó, B.: Lehrbuch der linearen Optimierung. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1968

Murphy, John: Elektronische Ziffernrechner. VEB Verlag Technik, Berlin 1965

Neidhardt, P.: Informationstheorie und automatische Informationsverarbeitung. VEB Verlag Technik, Berlin 1964

Paulin, G.: Kleines Lexikon der Rechentechnik und Datenverarbeitung. Automatisierungstechnik, Band 52. VEB Verlag Technik, Berlin 1967

Richter, K.-J.: Methoden der linearen Optimierung. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1967

Schmidt, R.: PERT - Erfahrungen und Hinweise für die Praxis. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Schreiter, D., und D. Stempell: Kritischer Weg und PERT. Planung und Leitung der Volkswirtschaft, Heft 5. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Seidel, H.: Matrizenmodelle für die Planung in der metallverarbeitenden Industrie. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1967

Seifert, J.: Automatische Schriftzeichenerkennung. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

Smers, H.: Das maschinelle Lochkartenverfahren. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1966

Wittmar, G., und W. Schoppan: Zur Anwendung der EDV im Handel. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1969

Weitere Hinweise

Autorenkollektiv: Die elektronische Datenverarbeitung. Schriftenreihe Datenverarbeitung. Hrsg. vom Institut für Datenverarbeitung, Dresden. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968

EIK (Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik). Akademie-Verlag, Berlin

NTB (Neue Technik im Büro). Zeitschrift für Datenverarbeitungs- und Büromaschinen. Hrsg. durch den VEB KOMBINAT ZENTRONIK. VEB Verlag Technik, Berlin

Rechentechnik/Datenverarbeitung, Zeitschrift, Verlag Die Wirtschaft, Berlin

Urania. Hrsg. vom Präsidium der Urania und vom Deutschen Kulturbund. Urania-Verlag Leipzig - Jena - Berlin

Wissenschaft und Fortschritt. Hrsg. vom Zentralrat der Freien Deutschen Jugend. Verlag Junge Welt, Berlin