

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 62 (1971)

**Heft:** 22

**Artikel:** Erzeugung von Fabrikations- und Prüfunterlagen in der Telephonie-Vermittlungstechnik

**Autor:** Aemmer, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915872>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Erzeugung von Fabrikations- und Prüfunterlagen in der Telephonie-Vermittlungstechnik

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 22. Juni 1971 in Zürich,

von *P. Aemmer*, Zürich

621.395.664

## 1. Von der Teilefamilienfertigung zur Programmierten Prinzipkonstruktion

Den Werkstattfachleuten ist der Begriff der Teilefamilienfertigung bekannt als Methode zur rationellen Herstellung von Kleinserien und Einzeltypen mit Mitteln der Großserienfertigung. Die Methode besteht vereinfacht darin, dass man in der Fabrik einzelne kleinere Fertigungslose, die sich fertigungstechnisch durch gewisse Ähnlichkeit auszeichnen, im Herstellungsprozess dispositiv zu Pseudoserien zusammenfasst und diese dann praktisch wie echte grössere Serien mit all den damit verbundenen Vorteilen durch die Werkstatt schleust.

Eine Teilefamilie kann beispielsweise aus Rondellen bestehen, die sich untereinander in einigen ihrer Masse geringfügig unterscheiden, die aber bei der Bearbeitung auf der Drehbank aus Rohlingen der gleichen äusseren Abmessung und in praktisch identischen Arbeitsgängen gefertigt werden.

Für den Arbeiter an der Drehbank bedeutet das in diesem Beispiel, dass er sich wohl von Zeit zu Zeit an andere Masse halten muss, dass er aber im übrigen längere Zeit ohne grösseren Unterbruch durch Umrüsten, Neubezug von Rohmaterial usw. an praktisch der gleichen Arbeit bleiben kann. Für den Fabrikanten hat dies zur Folge, dass die Herstellkosten seiner Rondellen trotz kleiner Einzelserien ähnlich günstig zu liegen kommen, wie wenn er nur eine einzelne grössere Serie zu fabrizieren hätte.

Das an einem sehr einfachen Beispiel dargestellte Prinzip der Teilefamilienfertigung lässt sich schon bei der Produkteentwicklung und -gestaltung bewusst als Rationalisierungsmethode anwenden, um in einer Branche, wo Kleinserienfertigung oder gar Einzelfertigung an der Tagesordnung ist, sich quasi durch die Hintertüre gewisse Vorteile der Großserienfertigung zu Nutzen zu machen.

Ein wichtiges Hilfsmittel ist dabei die Anwendung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. Ihre Anwendung gestattet, form- und funktionsmässig sehr unterschiedliche Teile verfahrenstechnisch als Teilefamilien zu konzipieren. Als Teilefamilie gilt dann praktisch alles, was sich auf der gleichen numerisch gesteuerten Maschine fertigen lässt. Denn das Umrüsten besteht ja im wesentlichen nur noch aus dem Einlegen eines neuen Steuerprogrammes.

Analoge und auch strukturell auffallend ähnliche Rationalisierungsmöglichkeiten ergeben sich ausserhalb der Werkstatt im Bereich von Konstruktion und «Product Engineering» durch die Anwendung der sog. programmierten Prinzipkonstruktion.

Die programmierte Prinzipkonstruktion ist an sich eine bewusste und systematische Anwendung von Grundsätzen, die erfahrene Konstrukteure schon seit Jahr und Tag mehr oder weniger bewusst und systematisch praktizieren. Im wesentli-

chen geht es darum, derart flexible und allgemein gültige Konstruktionen eines Produktes, einer Baugruppe oder eines Teils zu entwerfen, dass ein grosser Teil der zu erwartenden Ausbaumöglichkeiten und Varianten konstruktiv und entwicklungsmässig ein für alle Male so gut vorweggenommen ist, dass ein Satz eindeutiger Vorschriften und Regeln genügt, um aus der Prinzipkonstruktion eine auf die speziellen Spezifikationen zugeschnittene Einzelkonstruktion zu erstellen. Für diejenigen Anwendungsfälle, wo dies – natürlich im Rahmen der Wirtschaftlichkeit – konsequent gelingt, werden manche der Tätigkeiten in Konstruktionsbüros und technischen Büros, die sonst zahlreiches qualifiziertes technisches Personal beschäftigen, zur reinen Routine. Diese Routine lässt sich mit dem notwendigen Aufwand auf dem Computer programmieren und später bei Belieben ablaufen.

Diese Art des Computer-aided Design eröffnet Möglichkeiten der betrieblichen Rationalisierung, die noch lange nicht ausgeschöpft sind.

## 2. Konstruktive Ausbildung von Telephonzentralen nach dem Familienprinzip am Beispiel des Albis ESK-Systems

Bei den Telephon-Vermittlungszentralen des Albis ESK-Systems wurde das Gedankengut des Familienprinzips zusammen mit dem sog. Baukastenprinzip konsequent und systematisch angewendet. Das ESK-System ist funktionell und in seiner konstruktiven Ausbildung sehr stark genormt und modularisiert.

Die Normung kommt hauptsächlich im konstruktiven Ausbau zur Geltung, was sich natürlich günstig für die Fertigung auswirkt. Trotz ausgeprägter Normung weisen jedoch die ein-

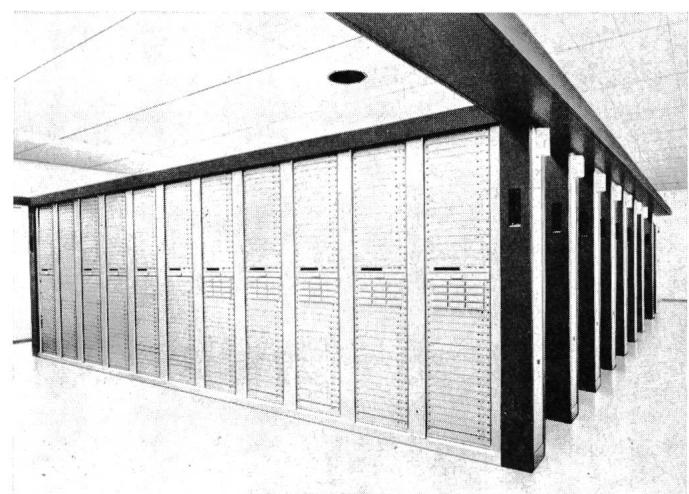


Fig. 1  
ESK-Zentrale

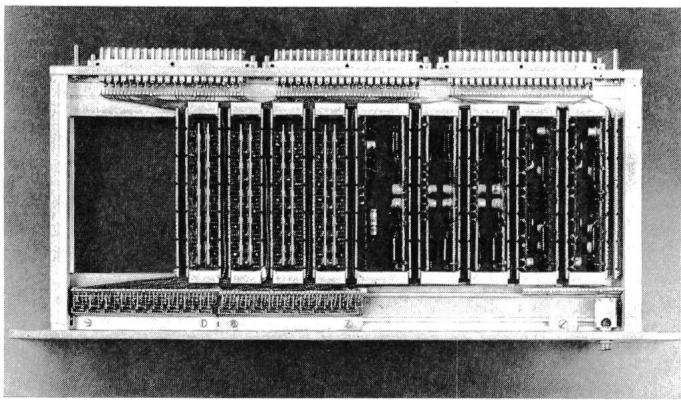


Fig. 2  
Ein Einschubrahmen des ESK-Systems

zernen Telephonzentralen ausgeprägten Individualcharakter auf. Dies ist eine Folge der vielfältigen kundenspezifischen Anforderungen, denen eine Typenreihe zu genügen hat.

Die Kombination von Vielfalt und Normung schlägt sich in der Folge in einer grossen Anzahl ähnlicher Baugruppen und Teile nieder. Dadurch aber, dass das ganze ESK-System nur in wenige Teile- oder Gruppenfamilien gegliedert ist, können trotz der hohen Individualität und trotz der in Wirklichkeit kleinen Serien sehr rationelle Fertigungsmethoden angewendet werden.

Ausserlich bestehen Albis ESK-Zentralen aus einer Anzahl einheitlicher Schränke und Gestelle (Fig. 1). Die Gestelle sind ihrerseits wieder in vereinheitlichte Rahmen oder Einschübe unterteilt (Fig. 2). Die Rahmen sind im Sinne des Familienprinzips modular aufgebaut und enthalten in individueller Anordnung ihrerseits genormte Baugruppen wie Relaisstreifen, Elektronikplättchen, Verbindungsstecker und eine Verdrahtungsplatte (Fig. 3).

Im Gegensatz zur äusserlichen Gestaltung weisen die verschiedenen Verdrahtungen praktisch reinen Individualcharakter auf. Dadurch, dass das System jedoch nur wenige mechanisch vereinheitlichte Verdrahtungsarten kennt, ist trotz Individualität die rationelle Fertigung auch der Verdrahtung über das Familienprinzip gewährleistet. Die wichtigsten Verdrahtungsarten sind Kabelbäume für Gestelle und Schränke sowie die sog. Mattenkabel (Fig. 4) als interne Verdrahtungen der Einschubrahmen. Vermehrte Bedeutung werden in Zukunft auch die direkten Punkt-zu-Punkt-Verdrahtungen haben.

Für die Herstellung der Mattenkabel kommen schon seit einiger Zeit lochstreifengesteuerte Halbautomaten (Fig. 5) zum

Einsatz. Viele dieser Halbautomaten werden durch Heimarbeiterinnen zu Hause bedient. Mit Lochstreifen gesteuerte Automaten finden aber auch ausgedehnte Anwendung für Prüffeldarbeiten. Alle die bereits genannten Verdrahtungsarten und noch andere mehr werden mit Automaten geprüft. Sogar für die Funktionsprüfung der Einschubrahmen sind lochstreifengesteuerte Prüfautomaten im Einsatz.

Im Gegensatz zur Werkstatt, wo die Probleme durch den Einsatz numerisch gesteuerter Maschinen weitgehend als gelöst zu betrachten sind, verursacht die grosse Typenvielfalt bedeutenden Aufwand bei der Erstellung der Fertigungsunterlagen. Denn trotz Familienprinzip kommt in den Fertigungspapieren die ganze Typenvielfalt voll zur Geltung. Jeder Typ eines auch nur geringfügig von einem anderen abweichenden Rahmens benötigt eine eigene Stückliste und einen eigenen Operationsplan. Für Operationen, die auf numerisch gesteuerten Maschinen gefertigt werden, muss für jede Variante ein eigener Steuerlochstreifen erzeugt werden. Für jeden einzelnen Kabelbaum sind Drahtfarben so festzulegen, dass bei Montage und Wartung keine Verwechslungen möglich sind. Für Prüffeldarbeiten und Wartung sind neben Steuerlochstreifen, Verbindungslisten und Kontaktverzeichnisse herzustellen. Für Kalkulation, Terminplanung und Akkordprämienberechnung sind für jede Operation Vorgabe- und Maschinenzeiten zu berechnen usw.

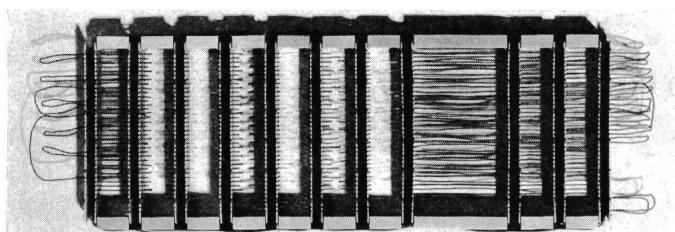


Fig. 4  
Mattenkabel

Viele dieser vorbereitenden Arbeiten, die alle zur Kategorie der Unterlagenverarbeitung gehören, könnten heute angesichts des angespannten Personalmarktes kaum mehr bewältigt werden, wäre man nicht schon vor Jahren daran gegangen, zuerst einzelne und dann immer mehr Funktionen der Unterlagenverarbeitung mit Hilfe des Computers zu lösen. Die Anwendung des Computers zur Unterlagenverarbeitung, die vor einigen Jahren vielleicht noch als eine Art technischen Spielzeugs gelten konnte, ist heute zur zwingenden Notwendigkeit geworden.

### 3. Ein System zur Verwaltung und Verarbeitung technischer Unterlagen mittels Computer

Gegenstand dieses Unterlagenverwaltungs- und Verarbeitungssystems ist der bereits erwähnte genormte Einschubrahmen des Albis ESK-Systems (Fig. 2). Funktion, Zusammensetzung und Aufbau dieses Rahmens werden im Technischen Büro spezifiziert und durch die beiden Unterlagen Schaltschema und Layoutskizze dokumentiert.

Die wichtigsten Fertigungs- und Prüfoperationen zur Herstellung des Einschubrahmens sind:

- Herstellung und Prüfung der Verdrahtungsplatte;
- Montage von Relaisstreifen, Elektronikplättchen, Stecker und Verdrahtungsplatte im Rahmen;
- Funktionelle Prüfung des montierten und bestückten Rahmens.

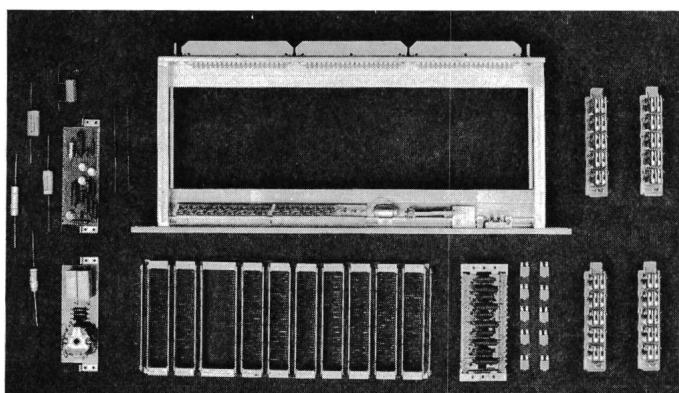


Fig. 3  
ESK-Rahmen und seine Bestandteile vor der Montage

Die wichtigsten Arbeitspapiere, Unterlagen und technischen Angaben, die für die Durchführung dieser Operationen benötigt werden, sind die folgenden:

Für Verdrahtungsmattenfertigung:

- a) Drahtzugliste;
- b) Steuerlochstreifen für Verdrahtungsautomat;
- c) Vorgabezeiten für Auftragsterminierung, Vorkalkulation und Akkord.

Für Montage der Teile im Rahmen:

- a) Stückliste;
- b) Positioniereinstellungen für Positioniervorrichtung;
- c) Vorgabezeiten für Auftragsterminierung, Vorkalkulation und Akkord.

Für Prüffeld und Wartung:

- a) Prüfliste;
- b) Steuerlochstreifen für Verdrahtungs- und Funktionsprüfautomaten;
- c) Vorgabezeiten für Prüfautomaten;
- d) Verbindungslisten;
- e) Anschlussreferenzverzeichnis.

Dass es möglich ist, alle diese Unterlagen fast vollautomatisch mit dem Computer aus Schema und Layoutskizze abzuleiten, ist nur der straffen Normung des ESK-Systems zu verdanken.

#### 4. Die Unterlagenverwaltung mittels Computer

Das Unterlagenverwaltungssystem (Fig. 6) dient in erster Linie zur Abspeicherung von Schaltschema, Layout und Verdrahtungsstrukturtabelle (Verbindungen) in einer gemeinsamen Datenbank. (Die Verdrahtungsstrukturtabelle ist eine aus Schema und Layout aufbereitete abgeleitete Unterlage, die ihrer relativen Wichtigkeit als Dokumentationsunterlage wegen, ebenfalls in einer eigenen Datei abgespeichert ist).

Einer der Gründe, ursprünglich graphische Unterlagen, wie Schema und Layout, in Computer-Dateien abzuspeichern und zu verwalten, liegt im verhältnismässig grossen Aufwand, diese in graphischer Form gegebenen Informationen Computer-gerecht zu erfassen. Da die Erfahrung gezeigt hat, dass Schema und Layout verhältnismässig oft geändert werden, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die graphische Information in Computer-gerechter Form nur das erste Mal vollständig zu erfassen

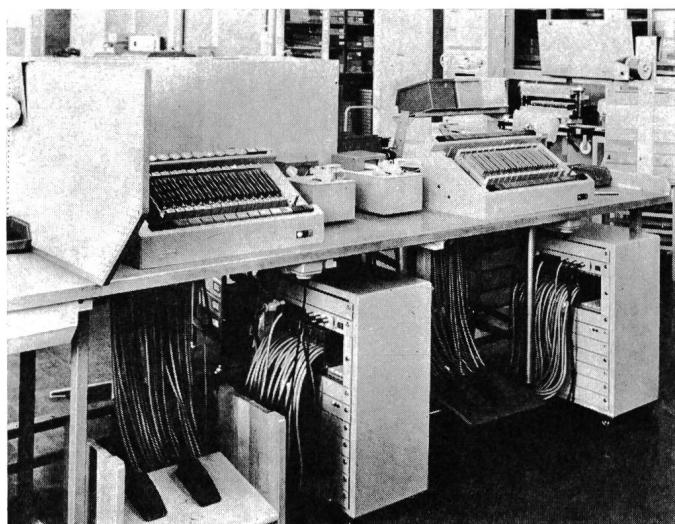


Fig. 5  
Lochstreifengesteuerte Automaten für die Herstellung der «Mattenkabel»

und spätere Änderungen durch spezielle Mutationsläufe direkt auf der Computer-Datei durchzuführen. Es hat sich übrigens gezeigt, dass die Computer-gerecht dargestellte Information aus Schema und Layout nach einiger Angewöhnung mindestens ebensogut zu lesen ist wie in konventioneller graphischer Form und dass Änderungen viel schneller, eindeutiger und bequemer durchzuführen sind.

Es ist klar, dass zur Erfassung der graphischen Informationen aus Schema und Layout spezielle Erfassungssprachen definiert werden mussten.

Die Datenerfassung geschieht bei diesem System auf eine heute noch etwas ungewöhnliche Weise. Und zwar wird dem technischen Sachbearbeiter, der die Ersterfassungen ausführt, eine mit der speziellen, maschinell lesbaren OCR-A-Schrift ausgestattete Schreibmaschine zur Verfügung gestellt. Er füllt an seinem Arbeitsplatz Belege aus, die ohne Umweg über Lochkarten direkt mittels eines optischen Klarschriftlesers in den Computer gelangen (Fig. 7). Änderungen werden hingegen nach wie vor konventionell über Ablochbelege und Lochkarten ausgeführt.

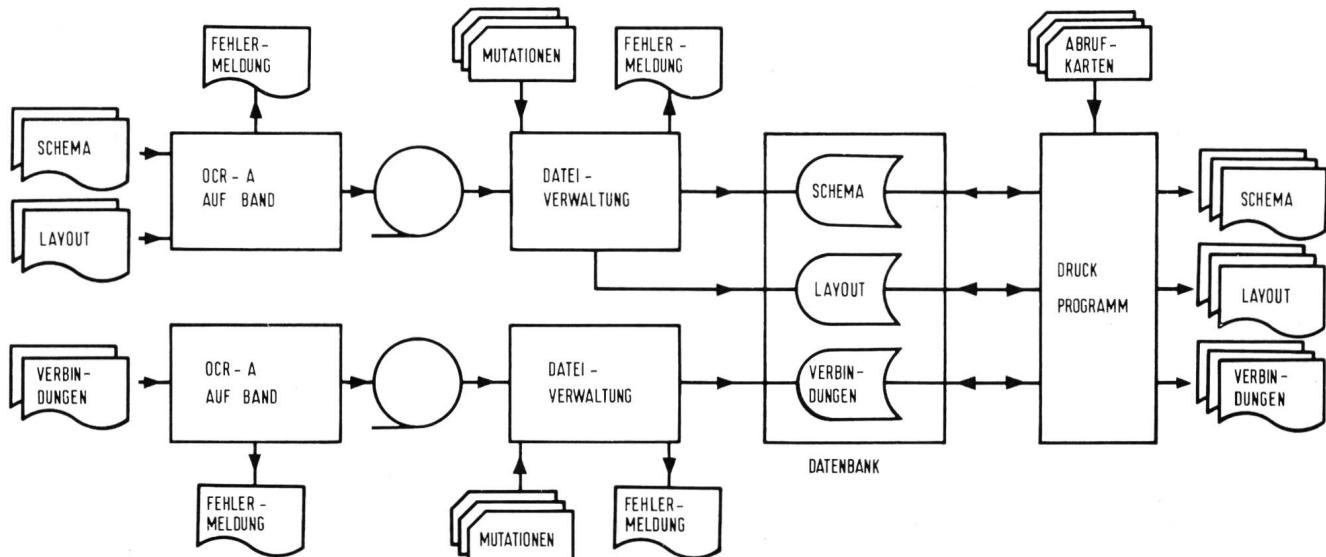


Fig. 6  
Unterlagenverwaltungssystem

T1635-499-A8-51													
03.05.1971													
ABNORM													
0													
VERARBEITUNGSAUFRAG ESK 35													
35	3406	34	3501	3301	33	3401	32	3406					
	3302	3202		3203		3506		3320					
	3303	3203		3404		3503		3503					
	3507	3407		3403		3308	3607	3809					
	3207			3207		3309		3209					
	3302			3201		3210	3410	3212					
	3504					3508							
	3307					2306		2901					
	***					3365							
	2716	2625		3250		1102	2323	2241					
	2615	6266											
	1326	1514		2626	2301	4615	5216	2626					
	1265	2532		2323		2514		2312					
	*												
11	2615	2626	11	2303		11	2525		11	2626	1849		
AUSGABE -	BLATT - NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NACHWEIS -	LETZTE AUSG.												
1 256	J 3 Y 14												
VERARBEITUNGSAUFRAG ESK 35													

Fig. 7  
Erfassungsbeleg mit maschinell lesbarer Klarschrift

Eine sehr wichtige Funktion im Rahmen des Verwaltungssystems nehmen umfangreiche Plausibilitätsprüfungen ein. Diese Prüfroutinen dienen dazu, logische Fehler und Widersprüche in Schema, Layout und Verbindungssymbolen aufzudecken, die sich bei der Datenerfassung einschleichen können. In rein manuell durchgeführten Systemen können solche Feh-

ler sehr leicht unbemerkt durchschlüpfen und zu kostspieligen Fabrikationsfehlern führen. Seitdem die computerisierte Unterlagenverwaltung eingeführt worden ist, hat sich dank der Plausibilitätsroutinen die Anzahl der Unterlagenfehler beträchtlich reduziert und zu einer fühlbaren Kosteneinsparung geführt.

## 5. Unterlagenverarbeitung mittels Computer

Die eigentlichen bedeutenden Vorteile des integrierten Systems treten erst in seiner Anwendung als Unterlagenverarbeitungssystem zu Tage.

Im Mittelpunkt des Verarbeitungssystems (Fig. 8) steht die bereits erwähnte Datenbank, bestehend aus den drei Dateien für Schema, Layout und Verbindungen. Die Verarbeitung der Primärunterlagen erfolgt grob in zwei Schritten. In einem ersten Schritt werden in einem Vorprozessor die für die betreffenden Unterlagensätze aus den Primärdateien extrahierten Daten zweckmäßig aufbereitet und meist in mehreren, miteinander verketteten Tabellen dargestellt. Mit diesen derart aufbereiteten Daten werden in den Nachprozessoren die für die Fertigung benötigten sekundären Unterlagen erzeugt.

Je nachdem werden in den Vor- oder Nachprozessoren mehr oder weniger umfangreiche Optimierungs routinen durchlaufen. Beispielsweise werden für die Steuerstreifen für die Verdrahtungsmatten die Drahtwege derart optimiert, dass einerseits in den Drahtkanälen eine gleichmäßige Füllung resultiert und dass andererseits die Arbeiterin, die den Draht mit einer Pinzette auf dem mit Lämpchen markierten Weg führt, möglichst wenig unnütze Bewegungen ausführen muss. Diese Optimierung ist verhältnismäßig primitiv, andere Optimierungs routinen, die in diesem System verwendet werden, sind wesentlich anspruchsvoller.

Von besonderem Interesse ist das Teilsystem zur Erzeugung von Unterlagen für Funktionsprüfungen. In diesem Teilsystem ist der Mensch als aktives Glied in den Verarbeitungsprozess eingeschaltet, und zwar deshalb, weil es nicht gelingt, genügend intelligente Interpretations routinen zu entwickeln, die in der Lage sind, sämtliche für eine ausreichende Sicherheit notwendigen Funktionsprüfungen vollautomatisch aus der Interpretation des Schaltschemas zu lösen, oder im Extremfall aufgrund von Erfahrungen das Risiko einzugehen, einmal bewusst auf

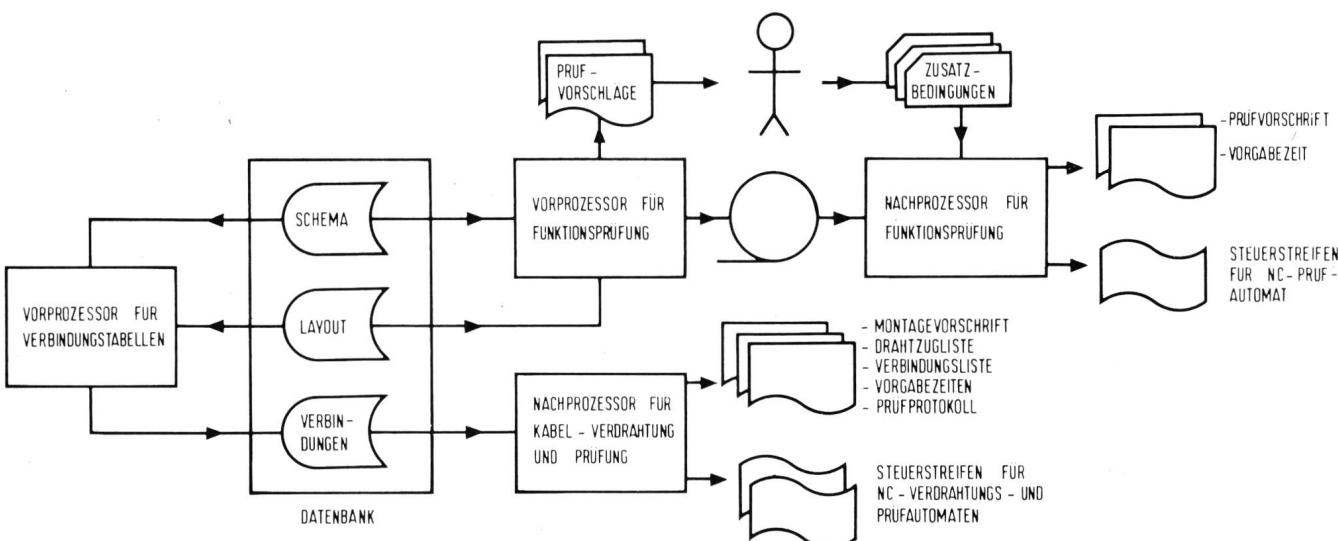


Fig. 8  
Unterlagenverarbeitungssystem

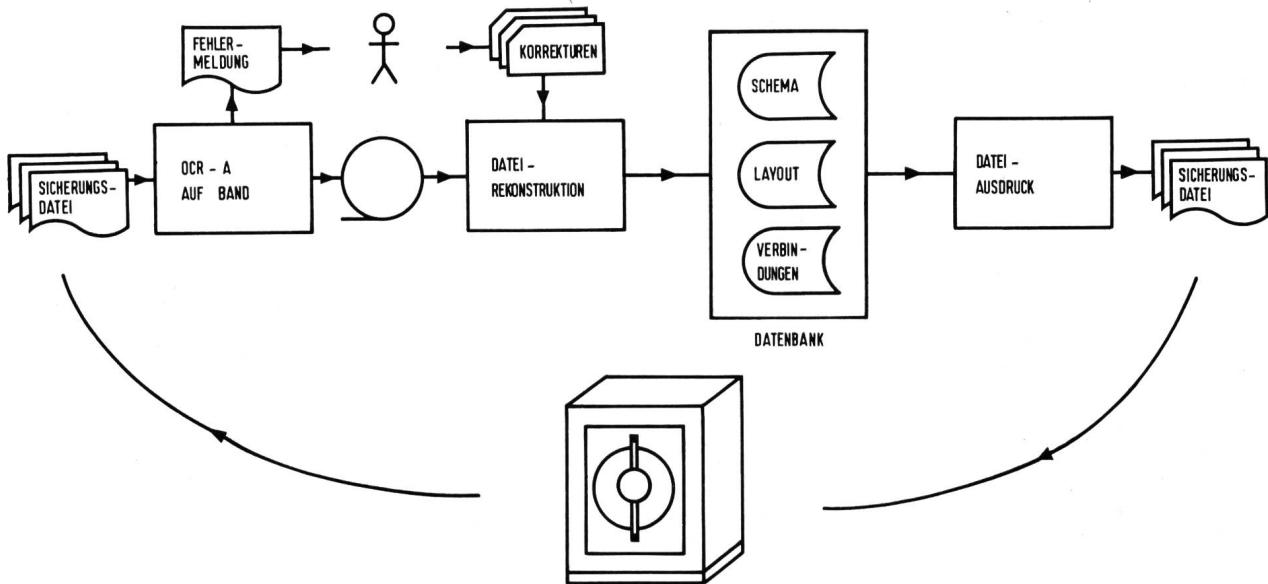


Fig. 9  
Datensicherung für extreme Notfälle

eine Prüfung zu verzichten. Man hat das Problem so gelöst, dass der Computer im Vorprozessor automatisch einen Vorschlag über die zu prüfenden Funktionen aufstellt, der dann von Prüffeldsachbearbeitern überprüft und ergänzt wird. Die bereinigten Prüfspezifikationen werden anschliessend zusammen mit dem Prüfvorschlag im Nachprozessor verarbeitet.

Die Erzeugung der Prüfvorschläge aus der Interpretation des Schemas ist ein technisch äusserst interessantes, aber auch sehr schwieriges Problem, geht es doch darum, aus einem Schaltschema automatisch herauszulesen, wie in der Schaltung eingebaute Relais, Widerstände und Kondensatoren durch externen Anschluss von programmierbaren digitalen Spannungsquellen und Voltmetern auf einwandfreies Funktionieren zu prüfen sind. Besonders zu schaffen macht die Bedingung, dass nur externe Anschlusspunkte benutzt werden können und die Schaltung intern nicht gewaltsam aufgetrennt werden darf.

## 6. Aspekte der Integration

Bei der Konzeption dieses Unterlagenverwaltungs- und -verarbeitungssystems wurde grosser Wert auf Klarheit und Übersichtlichkeit gelegt. Die einzelnen Funktionen sind gut ineinander integriert. Trotzdem wurde Integration nicht als Selbstzweck aufgefasst. Beispielsweise wäre es durchaus möglich, andere für ähnliche Aufgaben eingesetzte Unterlagenverarbeitungssysteme mit diesem System zu integrieren. Zusätzliche Integration könnte theoretisch erreicht werden durch direkte Zusammenschaltung der numerisch gesteuerten Maschinen mit dem Computer, der damit die Funktion eines sog. Fertigungsleitreckners übernehmen würde. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und wegen der prohibitiven Kosten besteht vorherhand jedoch nicht die Absicht, die Integration in der einen oder anderen Richtung weiter voranzutreiben.

## 7. Datensicherung

Beträchtliche Aufmerksamkeit wird der Sicherung gegen unabsichtliche oder absichtliche Zerstörung von Daten geschenkt. Man ist sich bewusst, dass sehr viel von der Existenz der Datenbank und des Programmsystems abhängt. Der Verlust der Datenbank hätte unausdenkbare Folgen, da ein grosser

Teil der täglich in der Fabrik geleisteten Produktion direkt auf ihre Existenz angewiesen ist. Eine Rekonstruktion der Datenbank aus im Werk noch vorhandenen Zeichnungen und Belegen würde einen Aufwand bedeuten, der in mehreren Jahren zu beziffern ist. Auch ein Verlust des Programmsystems hätte schwerwiegende Folgen, da abgesehen vom fehlenden Personal bald niemand mehr die manuelle Verarbeitung der Unterlagen beherrscht.

Zusätzlich zur konventionellen magnetischen Datensicherung nach dem bekannten Generationsprinzip wurde eine Sicherungsprozedur für extreme Notfälle und als Sicherung gegen Vandalenakte aufgezogen (Fig. 9). Mit dieser Prozedur wird jährlich ein maschinell lesbare Dateiauszug auf Papier erstellt. Dieser Auszug, der in OCR-A-Schrift gedruckt ist, ist nicht nur maschinell, sondern auch personell lesbar. Die Datei ist somit unter extremsten Verhältnissen rekonstruierbar. Im Gegensatz zu einer magnetisch abgespeicherten Sicherungsdatei kann hier nie der geringste Zweifel entstehen, ob der auf Papier abgespeicherte Auszug tatsächlich zur Rekonstruktion der Datei taugt oder nicht.

Dadurch, dass die Notdatei an einem nur schwer zugänglichen Ort aufbewahrt wird, ist unseres Erachtens das Menschenmögliche zum Schutz der wertvollen Dateien getan.

## 8. Wirtschaftliche Aspekte zur Unterlagenverarbeitung mittels Computer

Die technischen Voraussetzungen zur Unterlagenverarbeitung mittels Computer wurden bereits eingangs dargestellt. Sie lassen sich unter dem Stichwort programmierte Prinzipkonstruktion zusammenfassen, das besagt, dass alle denkbaren Variationen eines Produktes in der Prinzipkonstruktion bereits derart umfassend berücksichtigt sind, dass individuelle Anpassungen nach einem Satz fester Entscheidungsregeln direkt aus einem Anforderungskatalog abgeleitet werden können.

Wann aber ist diese Technik wirtschaftlich sinnvoll? Es sei bei dieser Gelegenheit mit allem Nachdruck betont, dass programmierte Prinzipkonstruktion keine echte Alternative zu einer wirtschaftlichen Straffung des Produktions sortiments ist. Wo Rationalisierung durch Einschränkung der Typenvielfalt

möglich ist, ist dies der programmierten Prinzipkonstruktion bei weitem vorzuziehen. In Anbetracht der Programmierungskosten, die auch bei Systemen einfacherer Art beträchtlich sind, sollte die programmierte Prinzipkonstruktion wirklich nur dort angewendet werden, wo eine grosse Vielfalt strukturell ähnlicher Typen bewusst ein tragendes Element der Vertriebspolitik einer Firma ist.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Entwicklung der notwendigen Computer-Programmsysteme einen beträchtlichen Zeitaufwand erfordert, ist es auch klar, dass der Einsatz der Technik der programmierten Prinzipkonstruktion nur sinnvoll ist, wenn sie auf eine Produktgruppe angewendet werden

kann, die im Rahmen einer langfristig konzipierten Planung systematisch aufgebaut wird und über eine längere Lebensdauer auf dem Markt verfügen soll, ohne dass grössere Änderungen notwendig sind. Falls diese technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen erfüllt sind, dann ist die programmierte Prinzipkonstruktion und damit die Unterlagenverarbeitung mit dem Computer allerdings ein wirkungsvolles Instrument der modernen Betriebsrationalisierung.

#### Adresse des Autors:

Dr. Peter Aemmer, dipl. Elektroingenieur, Siemens-Albis AG, Albisriederstrasse 254, 8047 Zürich.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Elektrische Energie-Technik und -Erzeugung Technique et production de l'énergie

#### Entwicklung schneller Brutreaktoren

621.039.526

[Nach W. Häfele: Die Entwicklung schneller Brutreaktoren und der SNR 300. Atomwirtschaft — Atomtechnik 16(1971)5, S. 247...249]

Alle grossen Industriestaaten sind mit der Projektierung und dem Bau von schnellen Brutreaktoren beschäftigt, um auch künftig ihren wachsenden Bedarf an elektrischer Energie decken zu können. Alle in Planung oder Bau befindlichen Brutreaktoren verwenden als Kühlmittel Natrium. Am weitesten fortgeschritten ist die UdSSR mit ihrem Projekt BN350, das noch im Jahre 1971 betriebsreif werden soll. Dieser erste Prototypreaktor mit 350 MW ist allerdings sehr konservativ ausglegt. Die Turbine wird mit Dampf von nur 435 °C und 50 at. gespeist. Bei den Russen steht nicht so sehr die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit, sondern die ausgeprägte Bruteigenschaft im Vordergrund.

Im Westen ist Grossbritannien mit seinem 250-MW-Reaktor PFR am weitesten voran. Dieser soll hauptsächlich als Prüfstand für Brennelemente und grosse Natrium-Komponenten dienen. Ein Reaktor mit 1200 MW wird gebaut und soll 1972 in Betrieb gehen. In Frankreich beabsichtigt man, den 250-MW-Reaktor Phenix im Jahre 1973 in Betrieb zu nehmen. Auch er soll vorwiegend Prüfzwecken dienen. Ein kommerzieller 1000-MW-Typ ist bereits ins Auge gefasst. In den USA wird der erste grosse Testreaktor FFTF im Jahre 1975 seinen Betrieb aufnehmen. Drei Grossfirmen wollen im Jahre 1977 ihre Prototypreaktoren von 300 und 500 MW fertiggestellt haben. Die sich abzeichnenden Schwierigkeiten in der Energieversorgung und besonders der Erdöllieferung aus dem Ausland veranlassten die zuständigen Instanzen, die Brüterentwicklung voranzutreiben. In Japan ist der Experimentalreaktor JOYO mit 100 MW im Bau. Schon 1977 soll jedoch ein 300-MW-Reaktor betriebsbereit sein. Die Schnellbrüterentwicklung gilt in Japan als nationales Grossprojekt und wird entsprechend gefördert.

Belgien, Holland, Luxemburg und die Bundesrepublik Deutschland betreiben gemeinsam die Entwicklung des Schnellbrüterreaktors SNR 300, der im Jahre 1977 in Betrieb gehen soll. Das Konzept des SNR 300 mit seinen 300 MW wird so gewählt, dass danach auch noch Reaktoren bis 2000 eventuell 3000 MW gebaut werden können. Bei den Untersuchungen an schnellen Brutreaktoren stehen Sicherheitsfragen im Vordergrund. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Frage der Natrium-Überhitzung als auch die der Brennstoff/Natrium-Reaktion sicherheitstechnisch kein Problem darstellen. Man erwartet sogar, dass der schnelle Brüter der sicherste Reaktor wird.

G. Tron

### Übertragung, Verteilung und Schaltung Transmission, distribution et couplage

#### Der Einfluss von Thyristor-Umformern auf das speisende Netz

621.314.632

[Nach S. Jyner: The influence of thyristor converters on supply networks. ASEA-Journal, 44(1971)2, S. 37...40]

Ein Thyristor-Umformer belastet das speisende Netz in völlig anderer Weise als z. B. Motoren oder Beleuchtungsanlagen. Dies führt einmal von der hohen Blindleistungsaufnahme bei relativ tiefen Gleichspannungen her, woraus hohe Spannungsabfälle auf den Speiseleitungen resultieren. Ferner entstehen infolge der nichtlinearen Charakteristik des Umformers Ströme höherer Ordnung.

Wieso entsteht nun die grosse Blindleistung? Bei konstanter Gleichstromleistung ist der Strom auf der Wechselspannungsseite konstant und unabhängig von der Höhe der Gleichspannung. Die Scheinleistung ist also unabhängig von der Gleichspannung. Wenn die abgegebene Wirkleistung klein ist, — bei tiefer Gleichspannung —, so muss also die Blindleistungsaufnahme gross sein. Steigt die Gleichspannung infolge Änderung des Kommutierungswinkels, so geht der Blindleistungsbedarf entsprechend zurück. Da die Belastung der Umformer selten einigermassen konstant ist, kann zur Kompensation meist keine feste Kondensatorbatterie verwendet werden und auch schaltbare Batterien sind oft ungeeignet, da das Steuergerät zu langsam arbeitet, um den raschen Belastungsschwankungen zu folgen.

Mehr Erfolg verspricht in diesem Fall eine Methode, welche eine spezielle Schaltungsmöglichkeit von zwei Umformern vor sieht. Diese werden so gesteuert, dass die von ihnen erzeugten Gleichspannungen sich beinahe aufheben. Da jeder Umformer aber für sich mit relativ hoher Spannung betrieben wird, so ist sein Blindleistungsbezug gering und damit auch die gesamte Blindleistungsaufnahme. Eine andere Methode besteht darin, einen 12-Phasen-Umformer zu verwenden. Bei synchroner Steuerung aller Thyristoren ist es möglich, die 5. und 7. Harmonische gegeneinander zu schalten, so dass sie einander vollständig aufheben. Es bleiben dann nur die 11. und 13. Harmonische übrig. Für alle grossen Umformerleistungen müssen das speisende Netzwerk und der Verwendungszweck des Umformers genau untersucht werden, um die beste Möglichkeit der Kompensation und der Filterung zu finden.

A. Baumgartner

### Hochspannungsleitungen mit Isoliertraversen

621.315.027.3 : 621.315.623

[Nach H. Mors: Entwicklungsrichtungen im Freileitungsbau — Isoliertraversen. Elektrizitätswirtschaft. 70(1971)10, 253...257]

Bei Hochspannungsleitungen mit Isoliertraversen sind die Stromleiter nicht an Isolatorketten befestigt, die an Trägern des Leitungsmastes hängen, sondern an isolierenden Traversen, die einen Teil des Leitungsmastes bilden.