

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 63 (1971)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Anwendungsmöglichkeiten von elektronischen  
Datenverarbeitungsanlagen bei Laufwasserkraftwerken  
**Autor:** Kranich, Lothar  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921188>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.03.2025

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

# ANWENDUNGSMOEGlichkeiten VON ELEKTRONISCHEN DATENVERARBEITUNGS-ANLAGEN BEI LAUFWASSERKRAFTWERKEN

AM BEISPIEL DES PROJEKTES DER RHEINKRAFTWERK ALBBRUCK-DOGERN AG/RADAG

DK 681.3:621.221.2

Lothar Kranich

## I. Allgemeine Ausführungen

Für die rasche Entwicklung der Automatisierung sind Einflussgrößen massgebend, die einerseits direkt vom Menschen, andererseits vom Arbeitsprozess oder von der Wirtschaft ausgehen. Vom Menschen aus sind die begrenzte Leistungsfähigkeit sowie der berechtigte Wunsch nach Befriedigung bei der Arbeit und Befreiung von ungesunden oder stupiden Arbeiten massgebend. Von der Automatisierung wird gefordert, dass bei Verringerung der Personalkosten und bei Erhöhung der Erzeugung eine Verbesserung der Verfügbarkeit möglich wird. Schliesslich ist noch der Mangel an Fachpersonal bestimmend.

Ein wichtiger Faktor im Normalbetrieb von Wasserkraftwerken sind viele einfache Tätigkeiten und eine überwiegende Zahl monotoner Registrierarbeiten. Für qualifiziertes Personal ist diese Art von Beschäftigung unbefriedigend.

Bei fortschreitender Automatisierung sollte Betriebspersonal frei werden, was sich in einer Kostenverringerung auswirkt. Die Verfügbarkeit von Wasserkraftwerken ist — wie statistische Untersuchungen ergaben — hoch. Ein grosser Teil der trotzdem auftretenden Störungen entsteht durch menschliches Versagen oder wird dadurch im Umfang stark erweitert. Das Betriebspersonal sollte mit Hilfe von Automatisierungseinrichtungen weitgehend entlastet werden. Im Störfall wird vom Betriebspersonal verlangt, dass es in kürzester Zeit komplexe Vorgänge erfasst und notwendige Entscheidungen trifft. Das dafür notwendige qualifizierte Fachpersonal sollte von Routinearbeiten entlastet sein. Es ist nicht ganz einfach, die Gründe, die für eine Automatisierung sprechen, kostenmässig zu bewerten, da Voraussetzungen gemacht werden müssten, die in Zahlen schwer anzugeben sind. Eine Ausnahme bildet die Ermittlung der Personalkosten, die relativ genau möglich ist, und die bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung herangezogen werden sollte.

Was bei modernen Anlagen von Laufwasserkraftwerken an Automatisierung und Rationalisierung aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen verwirklicht wurde, um überhaupt noch konkurrenzfähig zu sein, ist in älteren Anlagen problematisch. Bei Neuanlagen kann die gesamte Konzeption darauf ausgerichtet werden, im Betrieb mit einem Minimum an Personal und Wartung auszukommen. Dabei können einmal moderne Einrichtungen eingesetzt werden, die diesen Forderungen Rechnung tragen, und zum anderen bieten neuere Baustoffe und konstruktive Verbesserungen ganz andere Möglichkeiten.

Im Rahmen der Tendenz, den Kraftwerkbetrieb auch für Laufwasserkraftwerke weitestmöglich zu rationalisieren

und zu automatisieren, haben wir Überlegungen angestellt, wie wir nach der Generalinstandsetzung der hydraulischen und elektrischen Maschinen nach 40jährigem Betrieb der Entwicklung nach dem heutigen Stand der Technik und für die vorausschaubare Zukunft Rechnung tragen können. Bei allen Überlegungen musste aber von den bestehenden Verhältnissen ausgegangen werden, die im wesentlichen die Grundlage für das Projekt bilden.

Diese Gegebenheiten sind folgende:

1. Das Kraftwerk wurde als Kanalkraftwerk gebaut, was bezüglich der Fernsteuerung und der Fernüberwachung des Wehres, bedingt durch die Entfernung von 4 km, zusätzliche Einrichtungen und Kosten erfordert.

2. Die geplante Rationalisierung bzw. Automatisierung ist bezüglich deren Ausgangswerte an gegebene Messeinrichtungen gebunden.

3. Bezüglich der Auswirkungen der geplanten Massnahmen ist man sich bewusst, dass eine vollständige Automatisierung nicht zweckmässig und nicht wirtschaftlich ist, da

a) zum laufenden Unterhalt und zur Überwachung der Maschinen ein Minimum an Personalbedarf für Kontrollgänge, Geschwemmselbeseitigung, Einsatz bei Katastrophenfällen jeder Art (Oelalarm, Hochwasser, sonstige Schäden etc.) ohnehin notwendig ist,

b) die Wasserwirtschaft vom verantwortlichen Diensthabenden Entscheidungen verlangt, die weder programmiert noch sonst über das vorgesehene Mass hinaus automatisiert werden können,

c) die RADAG nicht, wie teilweise andere Kraftwerkunternehmen, zu einer Kette oder zu einer Vielzahl von Anlagen gehört, die zentral verwaltet werden und somit auch Möglichkeiten für zentrale Steuerungen und Überwachungen bieten.

Die automatische Steuerung der Schachtpumpen, des Sickerwassers und des Sickeröles sind neben der automatischen Anpassung der Kurvenwalze (optimaler Zusammenhang Laufrad-Leitrad) einige Punkte, die bereits durchgeführt wurden. Ebenso wurden der Eigenbedarf für das Stauwehr und auch die Eigenbedarfsumschaltung im Maschinenhaus automatisiert. Eine neue, nahezu vollautomatische Kühlwasserreinigungsanlage wurde ebenfalls inzwischen errichtet. Die Arbeiten für die Fernsteuerung und Fernüberwachung der Wehranlage sind im Gange.

## II. Zentrale Überwachung und Datenverarbeitung für den Kraftwerkbetrieb im Betriebsbüro des Maschinenhauses

### a) ZENTRALE ÜBERWACHUNG FÜR DEN KRAFTWERKBETRIEB

Das bereits seit einiger Zeit in Betrieb befindliche Zentralpult im Betriebsbüro ermöglicht derzeit die Überwachung der gesamten elektrischen Schalteinrichtungen (Rückmeldeschaltbild) und soll so ausgebaut werden, dass auch

später von dort über ein Mutterfeld mit Anwahlsteuerung ferngesteuert werden kann. Auch die normale Regulierung der Turbinen soll von dort vorgenommen werden können.

Das zum Überwachungspult beige stellte Telefonpult fasst die gesamten inner- und ausserbetrieblichen Nachrichtenverbindungen zusammen, dient während der Nicht-

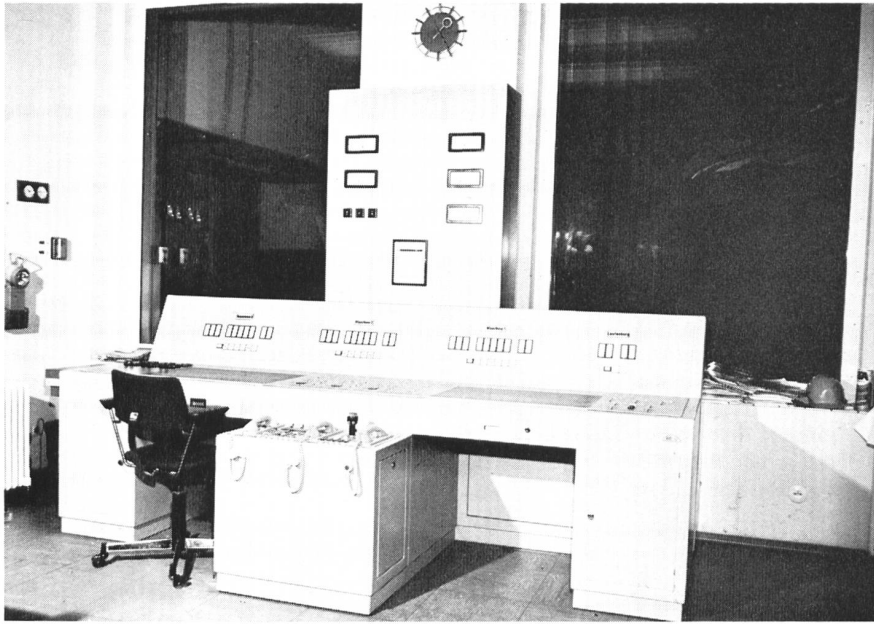


Bild 1  
Ueberwachungspult  
mit angebaurem Telefonpult

besetzungszeit des Pförtners als Telefonzentrale und besitzt eine Einrichtung, im Katastrophenfall zwei Werkwohnungsgruppen — einmal am Maschinenhaus und einmal am Stauwehr — zu alarmieren und das entsprechende Personal schnellstmöglich herbeizurufen. Eine Reservegruppe ist vorgesehen. In dieses Telefonpult sind eine Lautsprecheranlage für Personensuchzwecke, eine Betätigungsreihe für ein Tableau (auf dem der Bereitschaftsdienst angegeben ist) sowie eine Torgegensprechanlage mit Toröffner eingebaut. Auf dem Pultaufsatz des Ueberwachungspultes werden noch Anzeiger für alle Betriebswerte installiert (Bild 1).

Bisher wurden sowohl die Wehrregulierung vor Ort vorgenommen, wie auch die Maschinenregulierung und sämtliche Schalthandlungen.

In konsequenter Folge dieser bereits durchgeführten Massnahmen und bestehenden Anlagen soll eine Zentraltafel sämtliche Werte für die Wasserwirtschaft, für die Durchfluss- und Ueberfallmengen, für Ober- und Unterschützen, Gesamtwassermengen, die Fernsteuerung des Stauwehres mit Betätigungsknöpfen und die Schützenstellungsanzeige sowie die Schützenüberwachung, Rechen- und Torüberwachung durch Fernsehkameras aufnehmen (Bild 2).

Ueber dieser gesamten Tafel ist ein geographisches Blindschaltbild für den Konzessionsbereich des Werkes vorgesehen, und darüber sitzen die Fernsehgerät, und zwar 5 Stück für das Stauwehr, 2 Stück für den Maschinenhausrechen und 1 Stück für die Torüberwachung. Zusätzlich ist noch ein Grossgerät vorgesehen, auf welches wahlweise jede Stelle geschaltet werden kann.

#### b) DATENVERARBEITUNG FÜR DEN KRAFTWERKBETRIEB

Im Kraftwerkbetrieb und insbesondere bei einem stauraumbewirtschaftenden Laufwasserkraftwerk fallen eine grosse Anzahl von Daten an, die zumindest teilweise schnell verarbeitet werden müssen, und viele Daten und Verarbeitungsvorgänge wiederholen sich. Gerade diese Tatsachen sind Voraussetzung für den wirtschaftlichen und sinnvollen

Einsatz einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage (EDV).

Die ursprüngliche Konzeption sah einen programmierbaren Speicher mit festverdrahtetem Programm vor (Bild 3). Bei der genauen Untersuchung der Dinge kommen immer neue Anwendungsmöglichkeiten der EDV hinzu. Denkt man in der Wasserwirtschaft an die praktische Verwirklichung der von «Neumüller» und «Bernhauer» theoretisch geschaffenen Möglichkeiten der besseren «Stau- und Abflussregelung an Laufwasserkraftwerken», so eröffnet sich eine neue Möglichkeit des Einsatzes einer EDV. Auch die Eingabe von Konzessionsbedingungen an das EDV-Programm (konzessionierte Stauhöhen, Ueberwachung von zulässigen Rückhalte- und Abgabemengen usw.) bietet weitere wichtige Anwendungsmöglichkeiten des Rechners. Die Frage, ob eine festprogrammierte EDV oder eine frei programmierbare EDV den Vorzug hat, sollte eingehend geprüft werden. Dabei zeigt sich, dass ein frei programmierbarer Rechner wesentliche Vorteile gegenüber dem festprogrammierten Rechner bietet.

Bei der Systemanalyse, die von der RADAG durchgeführt wurde, zeigt sich, wie vielseitig die Aufgaben sind, die einem frei programmierbaren Rechner zugewiesen werden können. In den nachstehenden Ausführungen sind daher nur die wichtigsten Aufgaben genannt.

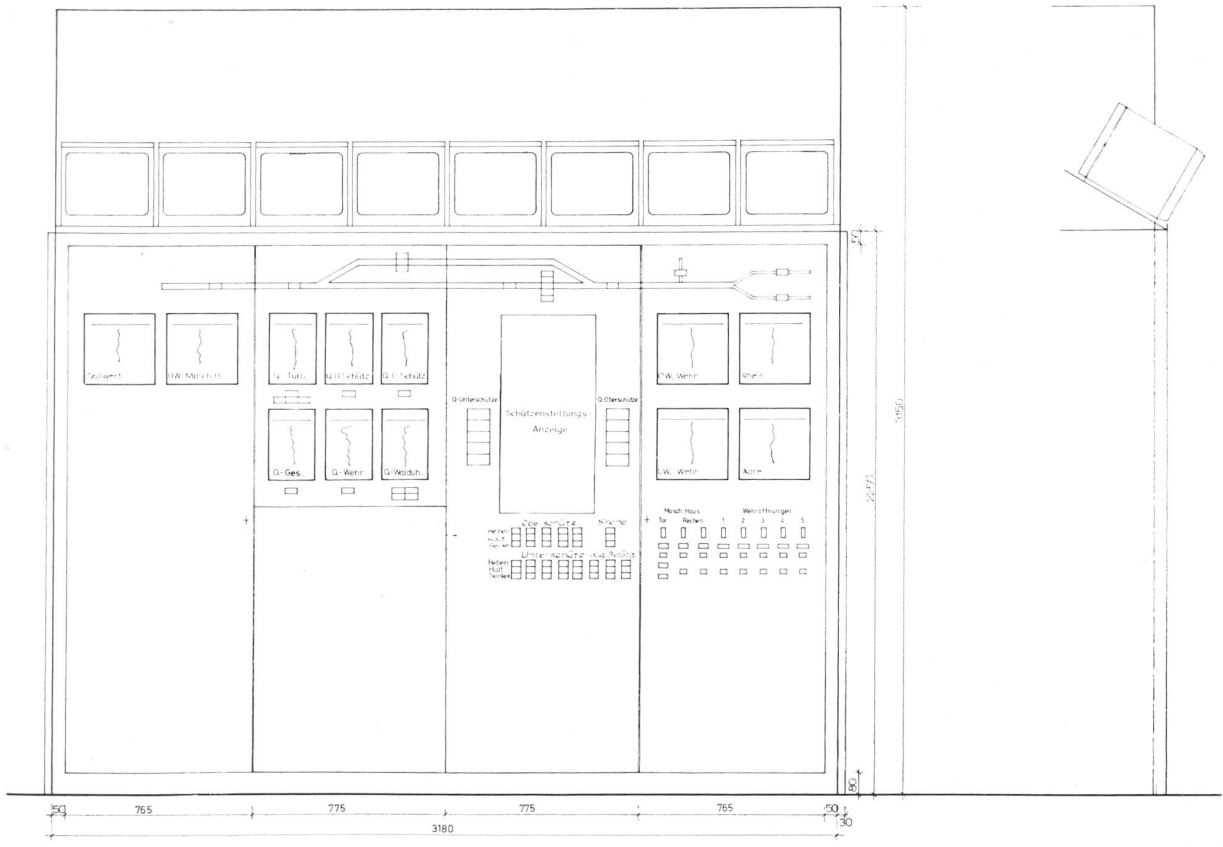
Da es sich teilweise um Werte handelt, die sich ändern können, wie z. B. Relationstabellen, Einstauberechnungen, Quoten, Hoch- und Niedertarifzeiten usw., zeigt sich, dass die festprogrammierte EDV für unsere Fälle nicht geeignet ist. Auch eine genügende Reserve für zukünftige Aufgaben lässt sich bei der frei programmierbaren EDV besser einsetzen (Bild 4, auf Faltblatt).

Die Aufgaben der Datenverarbeitungsanlage sind in drei Aufgabengebiete aufgeteilt:

1. Elektrizitätswirtschaft
2. Wasserwirtschaft
3. Betriebs- und Störprotokoll

##### 1. Elektrizitätswirtschaft

Die Ein- und Ausgabedaten der Elektrizitätswirtschaft sind in Bild 5 dargestellt (Faltblatt).



Tiefe = 650

Bild 2 Zentralüberwachungs- und Steuertafel für Wasserwirtschaft und Wehrfernsteuerung

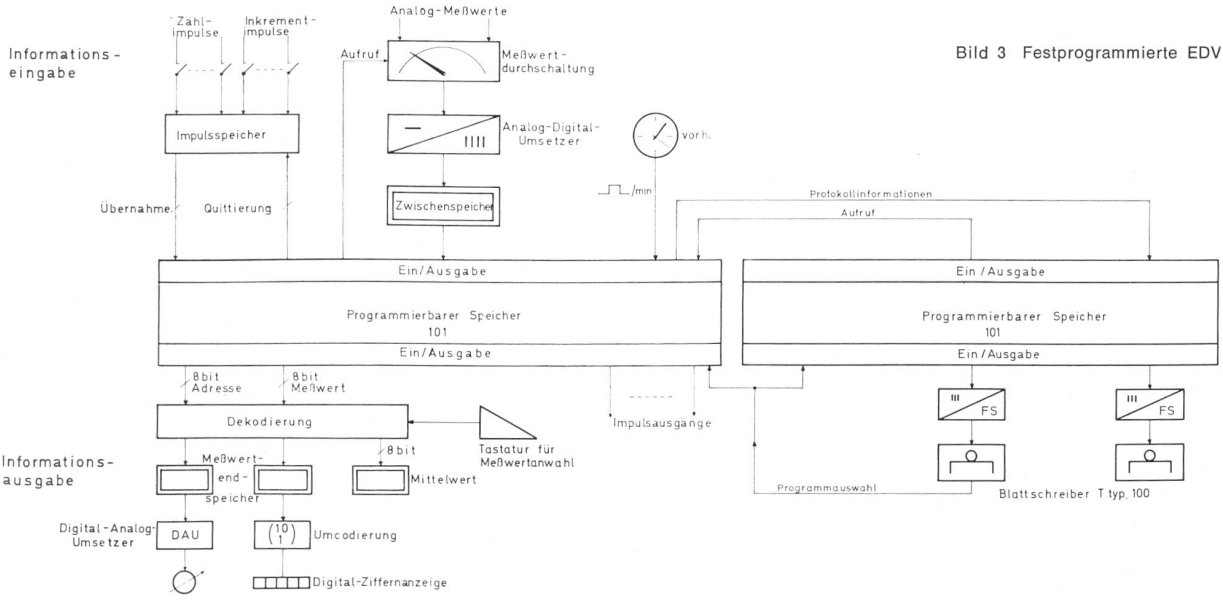


Bild 3 Festprogrammierte EDV

Eingegeben werden:

Die Zählerstände der Maschinen, die Zählerstände für den Anschluss an Kraftwerk Laufenburg und das Aargauische Elektrizitätswerk am Wehr und in Full; ferner die Uhrenimpulse und das Kalenderprogramm sowie das Liefernetz.

Ausgegeben werden:

Zählerstände bei Umschaltungen, Zählerstände 0.00, 6.00, 22.00, 24.00 Uhr, und zwar jeweils Haupt-, Kontroll- und Eigenbedarfszähler, Arbeit der Einzelmaschinen Hochtarif, Gesamtarbeit Hochtarif, Gesamterzeugung.

## Gesamterzeugung für laufende Zählung

für Kalenderjahr (1. 1.—31. 12.) und Geschäftsjahr (1. 7.—30. 6.)  
Eigenbedarf der Einzelmaschinen Hochtarif  
Gesamt-Eigenbedarf der Einzelmaschinen  
Gesamt-Eigenbedarf Hochtarif  
Gesamt-Eigenbedarf  
Abgabe ins Netz Hochtarif  
Gesamt-Abgabe ins Netz  
Abgabe ins Netz RWE  
Abgabe ins Netz BW  
Abgabe ins Netz EGL  
Abgabe ins Netz Reserve  
Abgabe ins Netz der Einzelmaschinen  
Erzeugungsmöglichkeit Hochtarif  
Erzeugungsmöglichkeit Niedertarif  
Gesamterzeugungsmöglichkeit  
(Nettoerzeugung — Rückstau Klingnau) + 1,3 % (Trafo- und Leitungsverluste)  
  
Schweizer Anteil:  
24,18 % aus Erzeugungsmöglichkeit Hochtarif  
24,18 % aus Erzeugungsmöglichkeit Niedertarif  
24,18 % aus Gesamterzeugungsmöglichkeit  
Mittlere Tagesleistung Brutto  
Mittlere Tagesleistung Netto  
Maximale Tagesleistung  
aus stündlichen Bruttoleistungswerten  
am 3. Mittwoch des Monats stündliche Bruttosumme  
Zählerstände Quoten-Maschine HZ—KZ—EBZ  
am 1. des Monats um 0.00 Uhr  
und am Letzten des Monats um 24.00 Uhr  
Differenz zwischen Schweizer Lieferung  
und Schweizer Quote  
Leistung ohne Höherstau Tagesmittel  
Höherstauleistung Tagesmittel  
am Monatsende Höherstaugewinn

Im Bild 5 ist jeweils angegeben, ob Anzeige oder Ausdruck, und auf welches Protokoll Ausdruck erfolgt.

## 2. Wasserwirtschaft

Vom Umfang der Speicherplätze her gesehen ist die Aufgabe der Wasserwirtschaft für die EDV die grösste. Etwa 8 000 bis 10 000 Eingangsdaten müssen gespeichert werden. Bei der Wasserwirtschaft spielt die Ermittlung der Gesamtabflussmenge Albruck neben der Beckenbewirtschaftung die wichtigste Rolle. Es besteht bereits eine Durchflussmessung der Turbinen. Der Rechner ermittelt die Abflussleistungen der Oberschützen sowie die Durchflussleistung der Unterschützen und addiert die Gesamtabflussmenge Albruck. Diese Abflussmenge ist daher wichtig, weil sie auch als Ausgangswert für die Bewirtschaftung der weiteren Stauräume in Säckingen und Ryburg-Schwörstadt zur Lastverteilerwarte nach Kühmoos übertragen werden kann.

Neben Pegelständen, Fallhöhen und Wassermengen werden die Bilanzdaten der Wasserwirtschaft ermittelt: Rückhaltung aus fließendem Rhein, Abgabe zum fließenden Rhein, Turbinendurchfluss KW Waldshut, Pumpendurchfluss KW Waldshut, nutzbarer Staurauminhalt und dessen Veränderung.

Hier ist ebenfalls angegeben, ob: Analogwert-Anzeige, Digitalwert-Anzeige anwählbar oder ständig, Zählimpulse, Mittelwerte oder Zwischensumme, digital oder Ausdruck, und auf welches Protokoll Ausdruck erfolgt (Bild 6, auf Faltblatt).

## 3. Betriebs- und Störprotokoll

Hier werden insbesondere Schutzanregungen, Gefahrmeldungen, Zählerdifferenzen, Schutzprüfungen, Parallelschaltungen, Wasserwiderstandsschaltungen, Umschaltungen und vieles andere mehr erfasst.

Es sind insgesamt etwa 350 Betriebs-, Stör und Prüfungsmeldungen, die zeitlich erfasst und protokolliert wer-

den. Die Ueberwachung der Konzessionshöhen, Abgabe- und Rückhaltungsmengen ist ebenfalls vorgesehen. Wegen des grossen Umfanges sind in Bild 7 teilweise nur Störgruppen angegeben und nicht die Einzelmeldungen (Faltblatt).

Durch den zuvor erwähnten Rechner können eine Menge zeitraubender und aufwendiger Rechenoperationen erspart werden, die bisher manuell durchgeführt werden. Der Hauptvorteil der EDV liegt in der Ermittlung aller Mittelwerte, der Ermittlung der Ueberfallmengen der Ober- und Unterschützen, Erzeugungszahlen, Erzeugungsmöglichkeit, Schweizer Quote etc., die sowohl für innerbetriebliche wie für ausserbetriebliche Berichte, wie Zählerberichte, Tagesberichte, Wochenberichte, Monatsberichte etc., benötigt werden.

Im Rahmen der Erstellung der Datenverarbeitungsanlage ist vorgesehen, zu ihrer vollen Ausnützung die Protokollierung so vorzusehen, dass die Rechner-Protokolle direkt verwertet werden können. Freilich eignen sich nicht alle statistischen und sonstigen Berichte für Rechnerprotokollierung; jedoch sollten alle zeitlich wiederkehrenden Berichte so protokolliert werden:

### Vorgesehen sind bei der RADAG

1. Tagesberichte
  - 1.1 Zählerbericht extern
  - 1.2 Tagesbericht intern
2. Wochenberichte
  - 2.1 Wochenbericht Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg
3. Monatsberichte
  - 3.1 Freiburger-Bericht
  - 3.2 Berner-Bericht
  - 3.3 Badenwerk-Bericht
  - 3.5 Unterlieger-Monatsrapport
4. Sonstige Protokolle
  - 4.1 Betriebs- und Störprotokoll

Die Protokollierung in der vorgesehenen Form würde eine wesentliche Entlastung der Schreibkräfte bedeuten.

Bei allen Ueberlegungen sind vorbeugende Massnahmen getroffen, dass bei Rechnerausfall alle wichtigen Werte rekonstruierbar sind. Die Werte sind rekonstruierbar aufgrund vorhandener Schreiberdiagramme und Digitalanzeigen, die solange anstehen, bis neu errechnete Werte erscheinen. Die Grundlagendaten für alle Elektrizitätswirtschaftswerte, also die Zählerstände, werden unabhängig vom Rechner erfasst.

Nach Erstellung der Protokollentwürfe müssten die einzelnen Partner, denen die Protokolle zugehen, d. h. denjenigen, denen bisher die Berichte zugehen, befragt werden, ob sie mit dem vorgesehenen Rechner-Protokoll einverstanden sind. Dieses Einverständnis dürfte bei der heutigen Situation, bei der fast alle Grossfirmen auf Datenverarbeitungsanlagen umstellen, kein Problem darstellen. Trotzdem wäre es zweckmässig, die verschiedenen Adressaten der Berichte um Genehmigung des Protokollentwurfs zu bitten, und zwar deshalb, damit Aenderungswünsche noch vor der endgültigen Festlegung der Protokolle berücksichtigt werden können. Bei Nichteinholung des Einverständnisses der Berichtadressaten besteht die Gefahr, dass nachträglich Aenderungen gewünscht werden, die bei der Fertigstellung der gesamten Datenverarbeitungsanlage einschliesslich Protokollerstellung erhebliche Schwierigkeiten technischer Art und erhebliche finanzielle Nachteile mit sich bringen würden.

Für die notwendigen Kabelverteilerschränke, Relaisgestelle, die Zentraleinheit selbst und die sonstigen Hilfseinrichtungen wurde in der Nähe der Zentrale, d. h. unterhalb derselben, ein genügend grosser Raum geschaffen. In der Zentrale selbst bzw. in der Schaltwarte ist dieser Platz meist nicht vorhanden, und wenn die vorgenannten Hilfs-



Bild 6 Wasserwirtschaft

Eingaben	
Freiprogrammierbarer Rechner für Meßwertverarbeitung	
Ausgaben	
4.1	Schutzanregung M 1
4.1	Schutzanregung M 2
4.1	Schutzanregung M 3
4.1	Zählerdifferenz M 1
4.1	Zählerdifferenz M 2
4.1	Zählerdifferenz M 3
4.1	Gefahr M 1
4.1	Gefahr M 2
4.1	Gefahr M 3
4.1	Parallelhaltung M 1
4.1	Parallelhaltung M 2
4.1	Parallelhaltung M 3
4.1	Umhaltung R0E
4.1	Umhaltung BK
4.1	Umhaltung EKL
4.1	Reserve
4.1	Wv. Betrieb M 1
4.1	Wv. Betrieb M 2
4.1	Wv. Betrieb M 3
4.1	Sicherwasser Ein M 1
4.1	Sicherwasser Aus M 1
4.1	Sicherwasser Ein M 2
4.1	Sicherwasser Aus M 2
4.1	Sicherwasser Ein M 3
4.1	Sicherwasser Aus M 3
4.1	Sicherrool Ein M 1
4.1	Sicherrool Aus M 1
4.1	Sicherrool Ein M 2
4.1	Sicherrool Aus M 2
4.1	Sicherrool Ein M 3
4.1	Sicherrool Aus M 3
4.1	Schichtpumpe 1 Ein
4.1	Schichtpumpe 1 Aus
4.1	Schichtpumpe 2 Ein
4.1	Schichtpumpe 2 Aus
4.1	Umschaltautomatik Stauwehr
4.1	bei Prüfung mit Zusatz "Pr"
4.1	bei Prüfung mit Zusatz "Pr"
4.1	Schichtwechsel
4.1	Schichtpersonal Kontrollanlage
4.1	Freiluft-Schaltanlage
4.1	Reinigungsanlage
4.1	Maschinenhaus Innen
4.1	Reserve
4.1	Katastrophenanlage Gruppe 1
4.1	Katastrophenanlage Gruppe 2
4.1	Katastrophenanlage Gruppe 3
4.1	Gefahr Kühlw.-Reinigungsanlage
4.1	15 Schleifen Feuerlöscheinrichtung
4.1	bei Prüfung mit Zusatz "Pr"
4.1	Unter-Schützen
4.1	bei Prüfung mit Zusatz "Pr"
4.1	Sirene
4.1	Sirene durch Hand
4.1	Sirene Wehr Prüfung
4.1	Blow in Turbinenwasser
4.1	Konzelektion
4.1	Anfangs-Ende
4.1	Gefahr EB. Allgemein
4.1	Gefahr Stauwehr

Bild 7 Betriebs- und Störprotokoll

Eingaben	
Freiprogrammierbarer Rechner für Meßwertverarbeitung	
Ausgaben	
1.2	Rhein Lenza
1.2	Abschluß Rhein Lenza
1.2	Abschluß Rhein Lenza
1.2	Abschluß Rhein Lenza
1.1-1.2-3	6 und 22 Uhr
1.1-1.2-3	5
1.1-1.2-3	5
1.1-1.2-3	5
1.1	Durchfluß
1.1	Überschütz 1
1.1	Überschütz 2
1.1	Überschütz 3
1.1	Überschütz 4
1.1	Überschütz 5
1.1	Überschütz 6
1.1	Überschütz 7
1.1	Überschütz 8
1.1	Überschütz 9
1.1	Überschütz 10
1.1	Überschütz 11
1.1	Überschütz 12
1.1	Überschütz 13
1.1	Überschütz 14
1.1	Überschütz 15
1.1	Überschütz 16
1.1	Überschütz 17
1.1	Überschütz 18
1.1	Überschütz 19
1.1	Überschütz 20
1.1	Überschütz 21
1.1	Überschütz 22
1.1	Überschütz 23
1.1	Überschütz 24
1.1	Überschütz 25
1.1	Überschütz 26
1.1	Überschütz 27
1.1	Überschütz 28
1.1	Überschütz 29
1.1	Überschütz 30
1.1	Überschütz 31
1.1	Überschütz 32
1.1	Überschütz 33
1.1	Überschütz 34
1.1	Überschütz 35
1.1	Überschütz 36
1.1	Überschütz 37
1.1	Überschütz 38
1.1	Überschütz 39
1.1	Überschütz 40
1.1	Überschütz 41
1.1	Überschütz 42
1.1	Überschütz 43
1.1	Überschütz 44
1.1	Überschütz 45
1.1	Überschütz 46
1.1	Überschütz 47
1.1	Überschütz 48
1.1	Überschütz 49
1.1	Überschütz 50
1.1	Überschütz 51
1.1	Überschütz 52
1.1	Überschütz 53
1.1	Überschütz 54
1.1	Überschütz 55
1.1	Überschütz 56
1.1	Überschütz 57
1.1	Überschütz 58
1.1	Überschütz 59
1.1	Überschütz 60
1.1	Überschütz 61
1.1	Überschütz 62
1.1	Überschütz 63
1.1	Überschütz 64
1.1	Überschütz 65
1.1	Überschütz 66
1.1	Überschütz 67
1.1	Überschütz 68
1.1	Überschütz 69
1.1	Überschütz 70
1.1	Überschütz 71
1.1	Überschütz 72
1.1	Überschütz 73
1.1	Überschütz 74
1.1	Überschütz 75
1.1	Überschütz 76
1.1	Überschütz 77
1.1	Überschütz 78
1.1	Überschütz 79
1.1	Überschütz 80
1.1	Überschütz 81
1.1	Überschütz 82
1.1	Überschütz 83
1.1	Überschütz 84
1.1	Überschütz 85
1.1	Überschütz 86
1.1	Überschütz 87
1.1	Überschütz 88
1.1	Überschütz 89
1.1	Überschütz 90
1.1	Überschütz 91
1.1	Überschütz 92
1.1	Überschütz 93
1.1	Überschütz 94
1.1	Überschütz 95
1.1	Überschütz 96
1.1	Überschütz 97
1.1	Überschütz 98
1.1	Überschütz 99
1.1	Überschütz 100
1.1	Überschütz 101
1.1	Überschütz 102
1.1	Überschütz 103
1.1	Überschütz 104
1.1	Überschütz 105
1.1	Überschütz 106
1.1	Überschütz 107
1.1	Überschütz 108
1.1	Überschütz 109
1.1	Überschütz 110
1.1	Überschütz 111
1.1	Überschütz 112
1.1	Überschütz 113
1.1	Überschütz 114
1.1	Überschütz 115
1.1	Überschütz 116
1.1	Überschütz 117
1.1	Überschütz 118
1.1	Überschütz 119
1.1	Überschütz 120
1.1	Überschütz 121
1.1	Überschütz 122
1.1	Überschütz 123
1.1	Überschütz 124
1.1	Überschütz 125
1.1	Überschütz 126
1.1	Überschütz 127
1.1	Überschütz 128
1.1	Überschütz 129
1.1	Überschütz 130
1.1	Überschütz 131
1.1	Überschütz 132
1.1	Überschütz 133
1.1	Überschütz 134
1.1	Überschütz 135
1.1	Überschütz 136
1.1	Überschütz 137
1.1	Überschütz 138
1.1	Überschütz 139
1.1	Überschütz 140
1.1	Überschütz 141
1.1	Überschütz 142
1.1	Überschütz 143
1.1	Überschütz 144
1.1	Überschütz 145
1.1	Überschütz 146
1.1	Überschütz 147
1.1	Überschütz 148
1.1	Überschütz 149
1.1	Überschütz 150
1.1	Überschütz 151
1.1	Überschütz 152
1.1	Überschütz 153
1.1	Überschütz 154
1.1	Überschütz 155
1.1	Überschütz 156
1.1	Überschütz 157
1.1	Überschütz 158
1.1	Überschütz 159
1.1	Überschütz 160
1.1	Überschütz 161
1.1	Überschütz 162
1.1	Überschütz 163
1.1	Überschütz 164
1.1	Überschütz 165
1.1	Überschütz 166
1.1	Überschütz 167
1.1	Überschütz 168
1.1	Überschütz 169
1.1	Überschütz 170
1.1	Überschütz 171
1.1	Überschütz 172
1.1	Überschütz 173
1.1	Überschütz 174
1.1	Überschütz 175
1.1	Überschütz 176
1.1	Überschütz 177
1.1	Überschütz 178
1.1	Überschütz 179
1.1	Überschütz 180
1.1	Überschütz 181
1.1	Überschütz 182
1.1	Überschütz 183
1.1	Überschütz 184
1.1	Überschütz 185
1.1	Überschütz 186
1.1	Überschütz 187
1.1	Überschütz 188
1.1	Überschütz 189
1.1	Überschütz 190
1.1	Überschütz 191
1.1	Überschütz 192
1.1	Überschütz 193
1.1	Überschütz 194
1.1	Überschütz 195
1.1	Überschütz 196
1.1	Überschütz 197
1.1	Überschütz 198
1.1	Überschütz 199
1.1	Überschütz 200
1.1	Überschütz 201
1.1	Überschütz 202
1.1	Überschütz 203
1.1	Überschütz 204
1.1	Überschütz 205
1.1	Überschütz 206
1.1	Überschütz 207
1.1	Überschütz 208
1.1	Überschütz 209
1.1	Überschütz 210
1.1	Überschütz 211
1.1	Überschütz 212
1.1	Überschütz 213
1.1	Überschütz 214
1.1	Überschütz 215
1.1	Überschütz 216
1.1	Überschütz 217
1.1	Überschütz 218
1.1	Überschütz 219
1.1	Überschütz 220
1.1	Überschütz 221
1.1	Überschütz 222
1.1	Überschütz 223
1.1	Überschütz 224
1.1	Überschütz 225
1.1	Überschütz 226
1.1	Überschütz 227
1.1	Überschütz 228
1.1	Überschütz 229
1.1	Überschütz 230
1.1	Überschütz 231
1.1	Überschütz 232
1.1	Überschütz 233
1.1	Überschütz 234
1.1	Überschütz 235
1.1	Überschütz 236
1.1	Überschütz 237
1.1	Überschütz 238
1.1	Überschütz 239
1.1	Überschütz 240
1.1	Überschütz 241
1.1	Überschütz 242
1.1	Überschütz 243
1.1	Überschütz 244
1.1	Überschütz 245
1.1	Überschütz 246
1.1	Überschütz 247
1.1	Überschütz 248
1.1	Überschütz 249
1.1	Überschütz 250
1.1	Überschütz 251
1.1	Überschütz 252
1.1	Überschütz 253
1.1	Überschütz 254
1.1	Überschütz 255
1.1	Überschütz 256
1.1	Überschütz 257
1.1	Überschütz 258
1.1	Überschütz 259
1.1	Überschütz 260
1.1	Überschütz 261
1.1	Überschütz 262
1.1	Überschütz 263
1.1	Überschütz 264
1.1	Überschütz 265
1.1	Überschütz 266
1.1	Überschütz 267
1.1	Überschütz 268
1.1	Überschütz 269
1.1	Überschütz 270
1.1	Überschütz 271
1.1	Überschütz 272
1.1	Überschütz 273
1.1	Überschütz 274
1.1	Überschütz 275
1.1	Überschütz 276
1.1	Überschütz 277
1.1	Überschütz 278
1.1	Überschütz 279
1.1	Überschütz 280
1.1	Überschütz 281
1.1	Überschütz 282
1.1	Überschütz 283
1.1	Überschütz 284
1.1	Überschütz 285
1.1	Überschütz 286
1.1	Überschütz 287
1.1	Überschütz 288
1.1	Überschütz 289
1.1	Überschütz 290
1.1	Überschütz 291
1.1	Überschütz 292
1.1	Überschütz 293
1.1	Überschütz 294
1.1	Überschütz 295
1.1	Überschütz 296
1.1	Überschütz 297
1.1	Überschütz 298
1.1	Überschütz 299
1.1	Überschütz 300
1.1	Überschütz 301
1.1	Überschütz 302
1.1	Überschütz 303
1.1	Überschütz 304
1.1	Überschütz 305
1.1	Überschütz 306
1.1	Überschütz 307
1.1	Überschütz 308
1.1	Überschütz 309
1.1	Überschütz 310
1.1	Überschütz 311
1.1	Überschütz 312
1.1	Überschütz 313
1.1	Überschütz 314
1.1	Überschütz 315
1.1	Überschütz 316
1.1	Überschütz 317
1.1	Überschütz 318
1.1	Überschütz 319
1.1	Überschütz 320
1.1	Überschütz 321
1.1	Überschütz 322
1.1	Überschütz 323
1.1	Überschütz 324
1.1	Überschütz 325
1.1	Überschütz 326
1.1	Überschütz 327
1.1	Überschütz 328
1.1	Überschütz 329
1.1	Überschütz 330
1.1	Überschütz 331
1.1	Überschütz 332
1.1	Überschütz 333
1.1	Überschütz 334
1.1	Überschütz 335
1.1	Überschütz 336
1.1	Überschütz 337
1.1	Überschütz 338
1.1	Überschütz 339
1.1	Überschütz 340
1.1	Überschütz 341
1.1	Überschütz

einrichtungen nicht zentral untergebracht werden, ergeben sich meist stark zerstreute Teileinrichtungen mit unnötig langen Verbindungswegen. Abgesehen davon, dass bei einigen Techniken lange Zuleitungen nicht tragbar sind.

Der Aufbau einer freiprogrammierbaren EDV, wie sie für die Zwecke der RADAG eingesetzt werden soll, geht aus Bild 8 hervor. Der Tisch mit den beiden Protokollmaschinen soll in der Warte aufgestellt werden, während die Zentraleinheit und alle übrigen Zusatzeinrichtungen in dem unter der Warte geschaffenen Raum aufstellung finden.

Nach Erstellung bzw. Inbetriebnahme der hier beschriebenen Anlagen wäre eine beschränkte Reduzierung des Personalstandes möglich. Zusätzlich könnten vorhandene qualifizierte Kräfte für andere Aufgaben herangezogen werden.

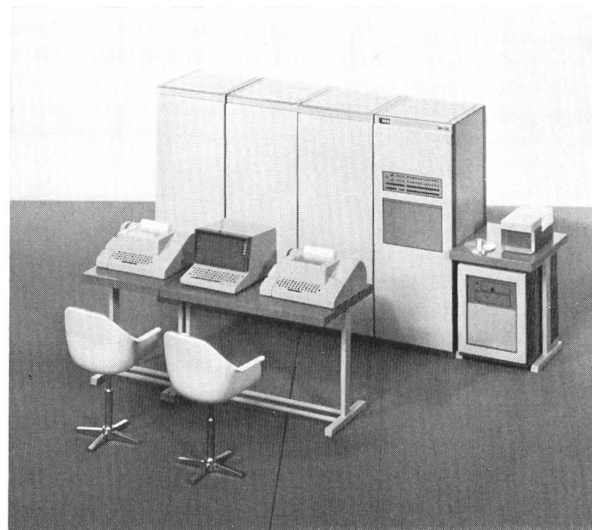


Bild 8 Aufbau einer freiprogrammierbaren EDV-Anlage

### III. Ausblick und Grenzen

Der Einsatz von Rechnern in der Elektrizitätswirtschaft und insbesondere bei Laufwasserkraftwerken ist ohne Zweifel erst am Anfang. Dabei kam die Anwendung auf den drei Hauptgebieten zeitlich in folgender Reihenfolge: kaufmännisch-administrativ, technisch-wissenschaftlich und arbeitsprozessorientiert. In den dargelegten Ausführungen ist im wesentlichen von den prozessorientierten Rechnern im weiteren Sinn des Wortes die Rede. Auf allen Gebieten fordert aber der Einsatz von Rechnern ein Umdenken, dies gilt auch speziell bei Automatisierungsproblemen und dem Rechnereinsatz bei Laufwasserkraftwerken.

Da in der Regel bei Laufwasserkraftwerken ein Spezialist für Datenverarbeitungsanlagen nicht zur Verfügung steht, ist durch die Entsendung einer geeigneten Kraft zu einem Kurs dafür zu sorgen, dass mit dem Systemberater und dem Programmierer der Lieferfirma sachlich fundierte Gespräche geführt werden können. In diesen Kursen, die von SEV, VDE, VDI abgehalten werden, kommen Aufbau, Funktion und Baugruppen der Digitalrechner sowie die Möglichkeiten des Ablaufs der Datenverarbeitung zur Sprache. Die Grundregeln der Programmierung und auch die bei kleinen Rechnern wichtigen Systemprogramme werden behandelt. Diese, im Gegensatz zu Firmenkursen, neutrale Orientierung ermöglicht es auch, bei der Entscheidung über die Anschaffung und den wirtschaftlichen Einsatz von Rechnern kritisch urteilen zu können.

Ofters wird in diesem Zusammenhang die Frage gestellt, ob der Einsatz von Rechnern in Kraftwerken — und hier speziell in Laufwasserkraftwerken — nicht noch zu früh sei, da die Entwicklung so rasch vorwärtsschreitet, dass eine Anlage in vier bis fünf Jahren veraltet sei. Dazu muss gesagt werden, dass der Kraftwerkbetrieb die Verwendung von schnellen und vor allem sicheren Rechnern erfordert. Hierbei scheint aber heute bereits ein Optimum erreicht zu sein; wäre das nicht so, wären die Erfolge in der Weltraumfahrt nicht so grossartig. Die kommenden Entwicklungen werden durch grundsätzlich andere Forderungen der Industrie und Forschung beeinflusst; dort, nicht aber im Kraftwerkbetrieb, werden noch schnellere und grössere Rechner mit kleinerem spezifischem Platzbedarf benötigt.

In den gemachten Ausführungen wurde versucht, die Gründe, die Problematik sowie die Möglichkeiten des Ein-

satzes von Rechnern auch bei Laufwasserkraftwerken darzustellen.

Auf die Verhältnisse in Albrück-Dogern bezogen, ist eine weitergehende Rationalisierung und Automatisierung unter den jetzigen Verhältnissen und unter den technischen Gegebenheiten nicht zu erreichen. Mit den zuvor aufgezeichneten Massnahmen sind wir aber sicher und in jeder Beziehung auf dem Stand, über den hinaus auch bei den modernen Laufwasserkraftwerken dieser Grösse nicht gegangen wird. Eine weitergehende Automatisierung und eine damit verbundene Prozesssteuerung — und das sei hier nochmals erwähnt — lässt sich aus der gegebenen Situation der Anlage mit dem teils sehr empfindlichen Staugebiet (Angrenzung der Stadt Waldshut, der Gemeinden Dogern, Albrück, Koblenz, Full, Leibstadt und Schwaderloch), aus der Tatsache der Stauraumbewirtschaftung (Zusammenfluss von Aare und Rhein in unserem Staugebiet), den Grundwasserverhältnissen und aus verschiedenen anderen Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, nicht erreichen. Die Uebersicht über die Gesamtsituation der Anlage würde durch zuvor beschriebene Massnahmen wesentlich erleichtert und ihre Betriebssicherheit erheblich erhöht.

Einmal hoffen wir, durch das zuvor Gesagte, der technischen Entwicklung, wie sie sich immer mehr und schneller abzeichnet, Rechnung zu tragen, und zum anderen durch eine begrenzte Personalreduzierung der wirtschaftlichen Situation unserer Anlage auch für die kommenden Jahre gerecht zu werden.

Dieser Bericht erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch konnte dazu auf die Rechner-Technik im einzelnen eingegangen werden. Er sollte nur die Probleme aufzeigen, wie sie sich bei älteren Anlagen stellen, und Anregungen geben.

#### Literatur:

SIEMENS: «Möglichkeiten und Grenzen der Fernsteuerung» aus: Elektrizitätswirtschaft, Sonderdruck Nr. 144

SIEMENS «Einsatz von Prozessrechnern in Kraftwerksanlagen», Sonderdruck: «Elektrotechnik und Maschinenbau», Heft 3, März 1968

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Lothar Kranich, Betriebsleiter, Rheinkraftwerk Albrück-Dogern AG, D-7892 Albrück