Anwendungsmöglichkeiten von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen bei Laufwasserkraftwerken

Autor(en): **Kranich, Lothar**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **63 (1971)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921188

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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 Störungsfall 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 Ueberlegungen 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 Ueberlegungen 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 Ueberlegungen 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 Ueberwachung 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 Ueberwachungen 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 Ueberwachung 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 Ueberwachung 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 Ueberwachungspult beigestellte Telefonpult fasst die gesamten inner- und ausserbetrieblichen Nachrichtenverbindungen zusammen, dient während der Nicht-

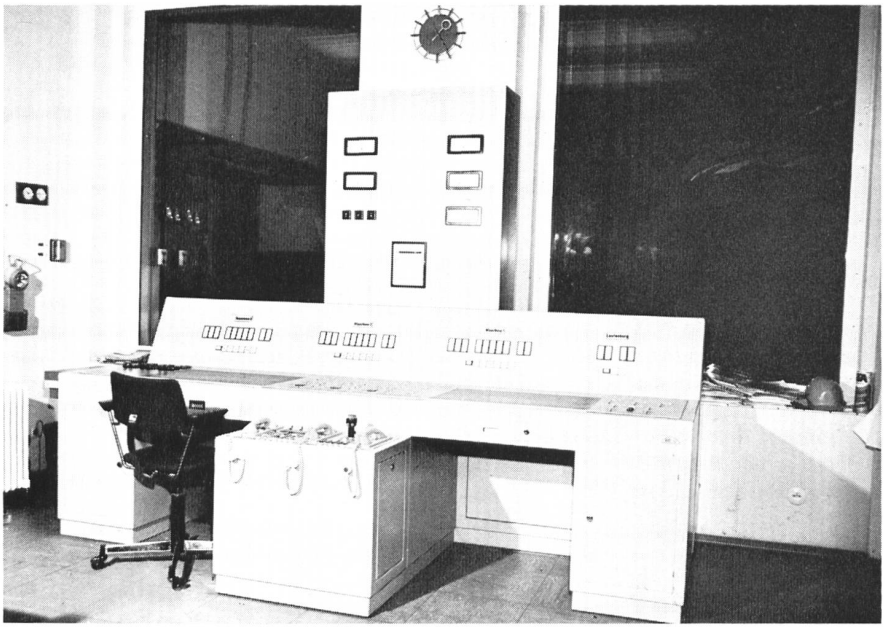

Bild 1
Ueberwachungspult
mit angebautem Telefonpult

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 Fernsehsichtgeräte, 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 freiprogrammierbare EDV den Vorzug hat, sollte eingehend geprüft werden. Dabei zeigt sich, dass ein freiprogrammierbarer 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 freiprogrammierbaren 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 freiprogrammierbaren 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).

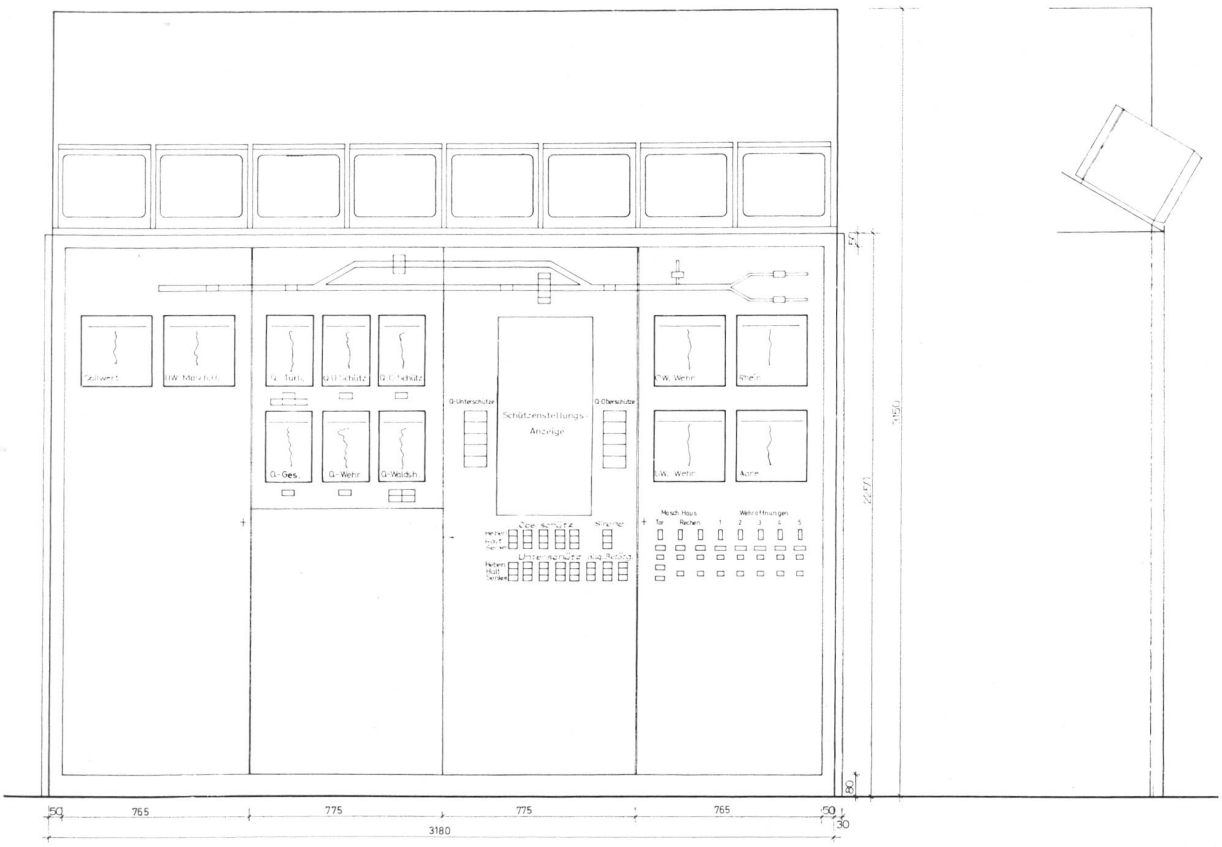

Bild 2 Zentralüberwachungs- und Steuertafel für Wasserwirtschaft und Wehrfernsteuerung

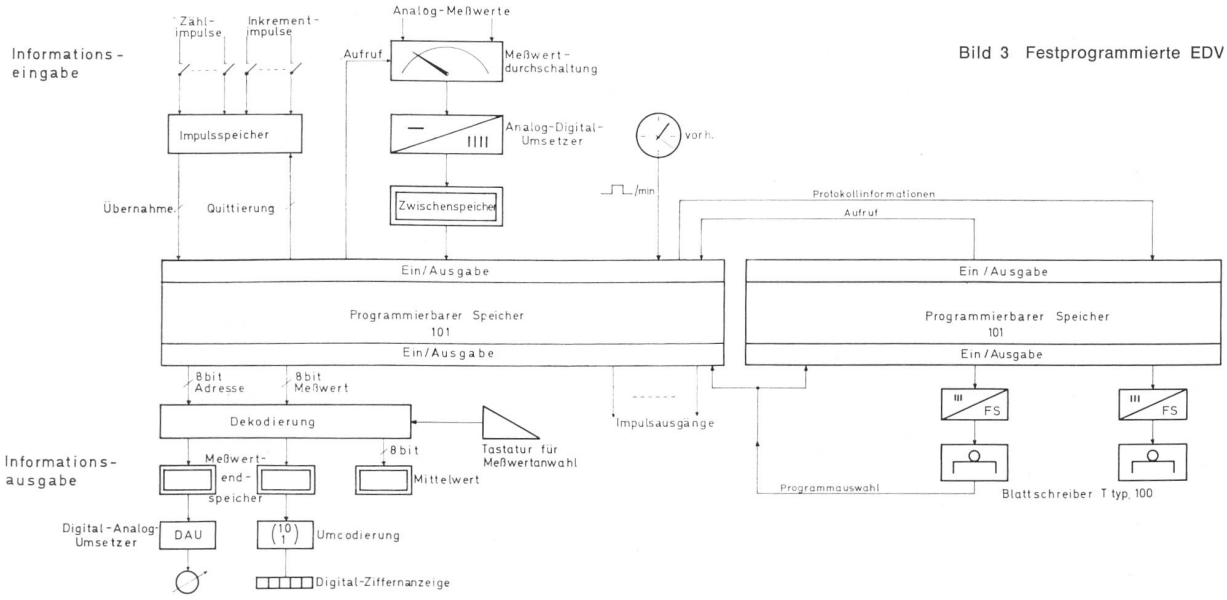

Bild 3 Festprogrammierte EDV

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
Gesamtabgabe 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 Albbruck 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 Albbruck. 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 Stauraumінhalt 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 werden. Die Ueberwachung der Konzessionshöhen, Abgabe- und Rückhaltemengen 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 zugingen, 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 4 Freiprogrammierbare EDV

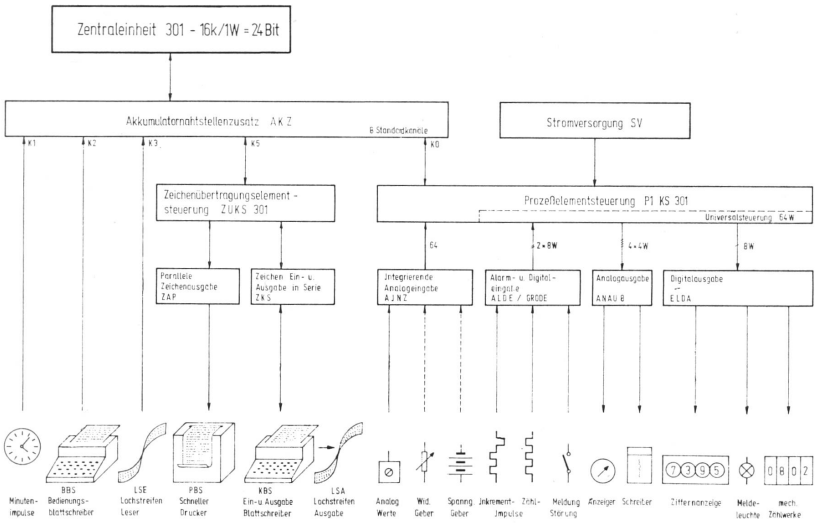

Bild 5 Elektrizitätswirtschaft

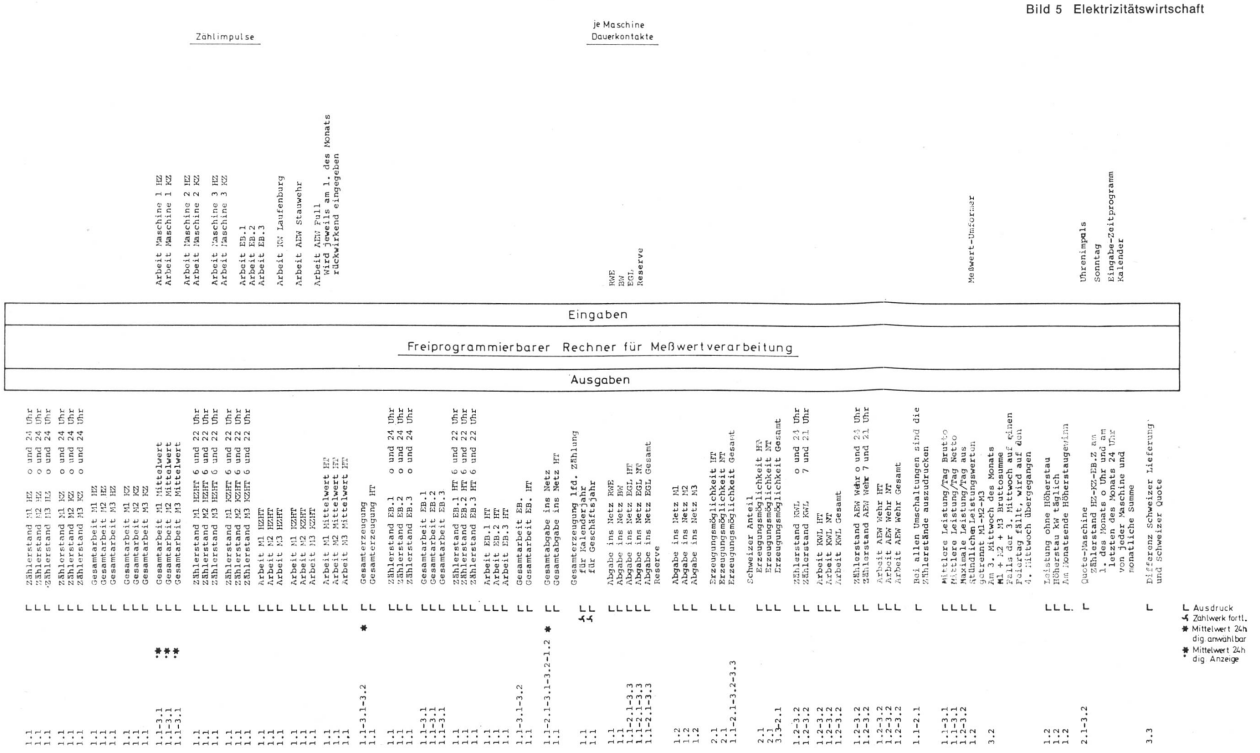

Bild 6 Wasserwirtschaft

Eingaben	Ausgaben	Jnkrementimpulse	Zählimpulse	Analogwerte
Freiprogrammierbarer Rechner für Meßwertverarbeitung				
			×	Rhein Lonza
			⌐	Abfluß Rhein Lonza
			×	Aare Klingnau
			⌐	Abfluß Aare Klingnau
		▷	⌐	Gesamtzufluß
		⊢	✱ × ⌐	Oberwasser Wehr
		▷	×	Unterwasser Wehr
				Überfall
			×	Oberschütz 1
			×	Oberschütz 2
			×	Oberschütz 3
			×	Oberschütz 4
			×	Oberschütz 5
				Durchfluß
			×	Unterschütz 1
			×	Unterschütz 2
			×	Unterschütz 3
			×	Unterschütz 4
			×	Unterschütz 5
		⊣ ▷	✱ × ⌐	Gesamtüberfall
		⊣ ▷	✱ × ⌐	Gesamtdurchfluß
		⊣ ▷	✱ × ⌐	Gesamtabgabe Wehr
		▷	✱	Oberwasser Maschinenhaus
		▷	✱ × ⌐	Unterwasser Maschinenhaus
		▷	✱ ⌐	Fallhöhe
		⊢	⌐	Turbinendurchfluß 1
		⊢	⌐	Turbinendurchfluß 2
		⊢	⌐	Turbinendurchfluß 3
		▷	✱ × ⌐	Gesamt Turbinen-durchfluß RADAG
		⊣ ▷	✱ × ⌐	Gesamt Abfluß Rhein Albbruck
			⌐	Tagesmaximum
			⌐	Tagesminimum
			⌐	Aus Tagesmittel-Monatsmittel
			⌐	Aus Tagesmittel-Monatsminimum und Monatsmaximum
		○	⌐	Rückhaltung aus fließendem Rhein
		○	⌐	Abgabe zum fließenden Rhein
		⊢	× ⌐	Sollwert Abweichung
		○ ⊣	⌐	Turbinendurchfluß KW Waldshut
		○ ⊣	⌐	Pumpendurchfluß KW Waldshut
		○	⌐	Nutzbarer Stauraum-inhalt
		○	⌐	Veränderung des Stauraumes
		⊢		Sollzeit
		⊢		Laufzeit
		▷	✱ × ⌐	Q_{Rh} Rheinfelden m^3/s
		▷	✱ ⌐	Kanalgefälle

Jmpulse und Dauerkontakte	
1.2	Rhein Lonza
	Abfluß Rhein Lonza
	Aare Klingnau
1.2	Abfluß Aare Klingnau
1.2	Gesamtzufluß
1.1-1.2-3.5	Oberwasser Wehr rechts u. links
	Unterwasser Wehr
	Schützstellung Oberschütz 1
	Oberschütz 2
	Oberschütz 3
	Oberschütz 4
	Oberschütz 5
	Schützstellung Unterschütz 1
	Unterschütz 2
	Unterschütz 3
	Unterschütz 4
	Unterschütz 5
1.2	Gesamtüberfall
1.2	Gesamtdurchfluß
1.2	Gesamtabgabe Wehr
	Oberwasser Maschinenhaus
1.1	Unterwasser Maschinenhaus
1.1-3.1	Fallhöhe
1.2	Turbinendurchfluß 1
1.2	Turbinendurchfluß 2
1.2	Turbinendurchfluß 3
1.2	Gesamt Turbinen-durchfluß RADAG
1.1-1.2-2.1-3.1	Gesamt Abfluß Rhein Albbruck
1.2	Tagesmaximum
1.2	Tagesminimum
1.2	Aus Tagesmittel-Monatsmittel
1.2	Aus Tagesmittel-Monatsminimum und Monatsmaximum
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Rückhaltung aus fließendem Rhein
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Abgabe zum fließenden Rhein
1.2 6-22 Uhr 22- 6 Uhr	Sollwert Abweichung
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Turbinendurchfluß KW Waldshut
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Pumpendurchfluß KW Waldshut
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Nutzbarer Stauraum-inhalt
3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Veränderung des Stauraumes
	Sollzeit
	Laufzeit
3.5-1.2	Q_{Rh} Rheinfelden m^3/s
1.2	Kanalgefälle

⌐ Ausdruck
× Anzeige analog
✱ Mittelw. Anz dig gewichtb.
▷ Momentanwert
⊢ " " stündig
⊣ Zählimpulse
○ Zwischensumme dig.

Staatspegel Rheinfelden

Uhrenimpuls
Sonntag
Eingabe-Zeitprogramm Kalender
Handeingabe Q_{Rh} Rheinfelden $>1550\ m^3/s$ (Tagesmittel)

Bild 7 Betriebs- und Störprotokoll

Eingaben	Ausgaben	Jmpulse und Dauerkontakte	
Freiprogrammierbarer Rechner für Meßwertverarbeitung			
			Schutzanregung M 1
4.1	⌐ Schutzanregung M 1		Schutzprüfung M 1
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Schutzanregung M 2
4.1	⌐ Schutzanregung M 2		Schutzprüfung M 2
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Schutzanregung M 3
4.1	⌐ Schutzanregung M 3		Schutzprüfung M 3
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Zählerdifferenz M 1
4.1	⌐ Zählerdifferenz M 1		Zählerdifferenz M 2
4.1	⌐ Zählerdifferenz M 2		Zählerdifferenz M 3
4.1	⌐ Zählerdifferenz M 3		
			Gefahr M 1
4.1	⌐ Gefahr M 1		Gefahr M 2
4.1	⌐ Gefahr M 2		Gefahr M 3
4.1	⌐ Gefahr M 3		
			Parallelschaltung M 1
4.1	⌐ Parallelschaltung M 1		Parallelschaltung M 2
4.1	⌐ Parallelschaltung M 2		Parallelschaltung M 3
4.1	⌐ Parallelschaltung M 3		
			Umschaltung KWE
4.1	⌐ Umschaltung KWE		Umschaltung BW
4.1	⌐ Umschaltung BW		Umschaltung EGL
4.1	⌐ Umschaltung EGL		
			Reserve
4.1	⌐ Reserve		
			WW. Betrieb M 1
4.1	⌐ WW. Betrieb M 1		WW. Betrieb M 2
4.1	⌐ WW. Betrieb M 2		WW. Betrieb M 3
4.1	⌐ WW. Betrieb M 3		
			Sickerwasser Ein M 1
4.1	⌐ Sickerwasser Ein M 1		Sickerwasser Aus M 1
4.1	⌐ Sickerwasser Aus M 1		Sickerwasser Ein M 2
4.1	⌐ Sickerwasser Ein M 2		Sickerwasser Aus M 2
4.1	⌐ Sickerwasser Aus M 2		Sickerwasser Ein M 3
4.1	⌐ Sickerwasser Ein M 3		Sickerwasser Aus M 3
4.1	⌐ Sickerwasser Aus M 3		
			Sickeroel Ein M 1
4.1	⌐ Sickeroel Ein M 1		Sickeroel Aus M 1
4.1	⌐ Sickeroel Aus M 1		Sickeroel Ein M 2
4.1	⌐ Sickeroel Ein M 2		Sickeroel Aus M 2
4.1	⌐ Sickeroel Aus M 2		Sickeroel Ein M 3
4.1	⌐ Sickeroel Ein M 3		Sickeroel Aus M 3
4.1	⌐ Sickeroel Aus M 3		
			Schachtpumpe 1 Ein
4.1	⌐ Schachtpumpe 1 Ein		Schachtpumpe 1 Aus
4.1	⌐ Schachtpumpe 1 Aus		Schachtpumpe 2 Ein
4.1	⌐ Schachtpumpe 2 Ein		Schachtpumpe 2 Aus
4.1	⌐ Schachtpumpe 2 Aus		
			Umschaltautomatik Stauwehr
4.1	⌐ Umschaltautomatik Stauwehr		Umschaltautomatik Stauwehr Prüfung
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Umschaltautomatik Masch'haus
4.1	⌐ Umschaltautomatik Masch'haus		Umschaltautomatik Masch'haus Prüfung
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Schichtwechsel
4.1	⌐ Schichtwechsel		
			Schichtpersonal Kontrollgänge
			Freiluft-Schaltanlage
4.1	⌐ Schichtpersonal Kontrollgänge		Kühlwasserreinigungsanlage
4.1	⌐ Freiluft-Schaltanlage	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Maschinenhaus innen
4.1	⌐ Kühlwasserreinigungsanlage		Reserve
4.1	⌐ Maschinenhaus innen	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	
4.1	⌐ Reserve		Schichtpersonal Rückmeldung
4.1	⌐ Schichtpersonal Rückmeldung	1.2 6-22 Uhr 22- 6 Uhr	
			Katastrophenanlage Gruppe 1
4.1	⌐ Katastrophenanlage Gruppe 1	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	Katastrophenanlage Gruppe 2
4.1	⌐ Katastrophenanlage Gruppe 2		Katastrophenanlage Gruppe 3
4.1	⌐ Katastrophenanlage Gruppe 3	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	
			Gefahr Kühlw.-Reinigungsanlage
4.1	⌐ Gefahr Kühlw.-Reinigungsanlage	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	15 Schleifen Feuermeldeeinrichtung
4.1	⌐ 15 Schleifen Feuerm.-Einricht.		15 Schleifen Feuermeldeeinrichtung Prüfung
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"	3.5 6-22 Uhr 22- 6 Uhr 1.2	
			gemeinsame Betätigung der Unter-Schützen
4.1	⌐ gemeinsame Betätigung der Unter-Schützen		gemeinsame Betätigung der U-Schützen Prüfung
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			Sirene Wehr durch max. Kontakt OW. Maschinenhaus
4.1	⌐ Sirene Wehr durch max. Kontakt OW. Maschinenhaus	3.5-1.2	
			Sirene Wehr durch Hand
4.1	⌐ Sirene Wehr durch Hand	1.2	Sirene Wehr Prüfung
4.1	⌐ bei Prüfung mit Zusatz "Pr"		
			1100 m^3 Turbinenwasser Maschinenhaus überschritten
4.1	⌐ 1100 m^3 Turbinenwasser Maschinenhaus überschritten		
			Pegel OW. Wehr
4.1	⌐ Konzession überschritten Anfang-Ende		
			Gefahr EB. Allgemein
4.1	⌐ Gefahr EB. Allgemein		
			Gefahr Stauwehr
4.1	⌐ Gefahr Stauwehr		
			Uhrenimpuls
			Sonntag
			Eingabe-Zeitprogramm Kalender

⌐ Ausdruck

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.

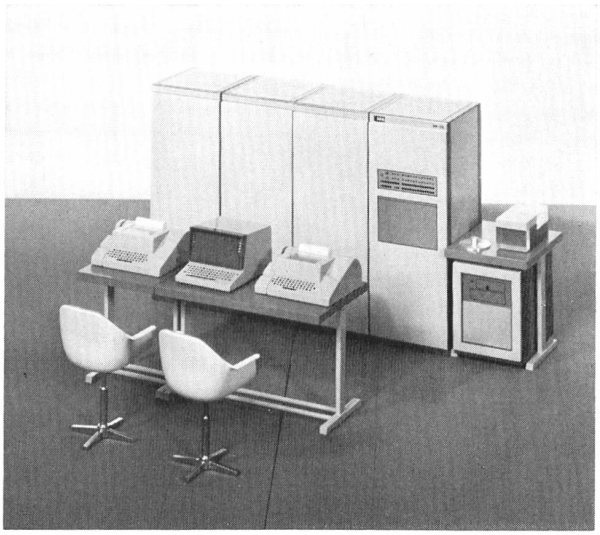

Bild 8 Aufbau einer freiprogrammierbaren EDV-Anlage

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.

Oefters 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 Einsatzes von Rechnern auch bei Laufwasserkraftwerken darzustellen.

Auf die Verhältnisse in Albbruck-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, Albbruck, 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 Albbruck-Dogern AG, D-7892 Albbruck