Die neue Zentrale Netzleitstelle der Aare-Tessin AG für Elektrizität

Autor(en): **Schwab, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **67 (1976)**

Heft 13

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915183

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

Die neue Zentrale Netzleitstelle der Aare-Tessin AG für Elektrizität

Von F. Schwab

Die neue Zentrale Netzleitstelle (ZNL) der ATEL, welche diejenige aus dem Jahre 1954 ersetzt, wird beschrieben. Dabei werden die Organisation, die Fernwirksysteme, die Gegensprechanlagen, die Rechnerausrüstungen, die Sichtgeräte, das Synoptische Blindschaltbild, der Netzregler, der Kommandoraum und die Stromversorgung behandelt.

L'article ci-dessous décrit le nouveau centre d'exploitation d'ATEL, remplaçant celui installé en 1954. L'auteur en présente l'organisation, les équipements de télémesures et de télécommunications, les ordinateurs, les moyens de visualisation, le tableau synoptique, le régulateur de réseau, la salle de commande ainsi que l'approvisionnement en électricité.

1. Einleitung

Im Jahre 1954, also vor bald einem Vierteljahrhundert, konnte die ATEL den ersten Lastverteiler der Schweiz [1, 2] seiner Bestimmung übergeben. Damals war einzig die Lukmanierleitung mit 220 kV in Betrieb, während alle übrigen Leitungen mit einer Spannung von 150 kV oder weniger arbeiteten. Seither hat sich der Energieumsatz der ATEL ungefähr verdreifacht, und es wurden eine Anzahl neuer Leitungen und Unterwerke mit Spannungen bis 420 kV in Betrieb genommen. Der heutige Netzzustand ist in Fig. 1 dargestellt. Der Überwachung des Netzbetriebes in bezug auf den Einsatz von Kraftwerken, Überlastung von Anlageteilen, Blindleistungshaushalt und vor allem auch im Störungsfall muss heute in ganz anderem Masse Beachtung geschenkt werden. Die Erfassung und Übertragung der Messwerte erfordern eine viel grössere Genauigkeit, und die Zählerstände müssen in kürzeren Zeitintervallen erfasst und verarbeitet werden. Eine der wichtigsten Aufgaben ergibt sich in Zukunft aus dem Einbezug von Kernkraftwerken der 1000-MW-Grösse in den ATEL-Regelverband, der bezüglich der Netzführung, der Reservebereitstellung und der schnellen Umdisponierung der Programme gegenüber früher wesentlich höhere Anforderungen an den Betriebsingenieur stellt. Aus diesem Grunde wurde im Verwaltungsgebäude der ATEL in Olten eine neue, moderne und auch den zukünftigen Anforderungen gewachsene Zentrale Netzleitstelle erbaut.

2. Organisation

Der gesamten Organisation ist ein hierarchischer Aufbau zugrunde gelegt. Der obersten Betriebsleitung, dem sogenannten Oberbetrieb, untersteht sowohl die Zentrale Netzleitstelle, der die Netzüberwachung und Netzführung obliegt, als auch die Programmplanungsstelle, welche die täglichen Energieprogramme erarbeitet. Das entsprechende Organigramm ist in Fig. 2 dargestellt. Die Zentrale Netzleitstelle (ZNL) selbst führt, abgesehen von der Netzregelung, keine direkten Eingriffe in den Netzverband aus. Diese werden auf der nächsten Ebene, aber nur auf Weisung der ZNL, ausgeführt. Es bestehen daher enge Verbindungen zu den sogenannten Netzsteuerzentren (NSZ) Gösgen, Lavorgo, La Bâtiaz der Emosson S.A. und dem Centro Locarno der Maggia- und Blenio-Kraftwerke AG sowie später voraussichtlich Lachmatt. Die einzelnen Kraftwerke und Unterwerke werden von diesen Netzsteuerzentren aus überwacht und fernbedient, wobei die nötigen Anweisungen via Gegensprechanlagen von der ZNL in Olten entgegengenommen werden.

3. Fernwirksysteme

Als Datenübertragungsmittel sind zwei Typen eingesetzt. Ein schnell arbeitendes Fernwirksystem für die nötigen Daten und den Stellbefehl des Netzreglers ist, neben den schon seit einigen Jahren in Betrieb stehenden analogen Dauerfernmessgeräten Indactic DFM 10 der BBC [3], als digitale Dauerfernmessung durch ein Impulsfrequenzfernmeßsystem, der Indactic FM 10 der BBC [4], aufgebaut. Dabei werden die entsprechenden Leistungsdaten in den einzelnen Netzsteuerzentren über Regulierverteiler summiert und als Summenwert zum Regulierverteiler Olten übertragen, der die Gesamtsumme des Netzes dem Netzregler übergibt. Über die gleichen FM 10 geht der Stellbefehl via Netzsteuerzentren zurück zu den einzelnen Kraftwerken.

Beim zweiten Fernwirksystem sind für die Übertragung aller für die Netzführung, die Statistiken und die Verrechnung benötigten Daten zwei digitalzyklische Zeitmultiplexsysteme, die Indactic ZM 15 und ZM 20 der BBC [5], eingesetzt. Durch diese werden die Wirk- und Blindleistungen, die Sammelschienenspannungen und Schalterstellungen für das Blindschaltschema, die Leistungen, Energien und Pegelstände für die Registrierinstrumente, die Störmeldungen sowie die Zählerstände übertragen. Über das System ZM 20 werden zudem in umgekehrter Richtung Befehle wie Zählerstandeinfrierung, Pumpenabwurf, Maschinenauffahren usw. zu den Netzsteuerzentren übermittelt.

In Fig. 3 ist ein Apparateschrank dieser Fernwirksysteme geöffnet abgebildet.

Eine wesentliche Grundlage zur Verwirklichung der Daten- und Befehlsübertragung bildet das EW-Richtstrahlnetz. Das Basisnetz besteht aus einer West-, einer Nord-Süd- und einer Oststrecke, die im Süden über das Wallis, das Tessin und Graubünden so geschlossen werden, dass auch beim Ausfall einer Teilstrecke das Richtstrahlnetz funktionstüchtig bleibt. Die Sender- und Empfängeranlagen werden nach dem Prinzip der Raum-Diversity betrieben, das heisst, die Verbindung ist auch beim Ausfall eines Senders oder eines Empfängers sowie bei extremen Fading-Einwirkungen sichergestellt. Das Basisnetz und die meisten Zubringer arbeiten mit 7 GHz über einen bis mehrere Stränge zu je 24 Kanälen.

Speziell im Störungsfalle ist es wichtig, dass zwischen der Zentralen Netzleitstelle und dem entsprechenden Netzsteuerzentrum eine direkte, von Durchwahlen unabhängige Sprechverbindung hergestellt werden kann. Aus diesem Grunde wurde zusätzlich zum vorhandenen Betriebstelefon eine Gegensprechanlage von Olten nach Gösgen, Lavorgo, La Bâtiaz und zum Centro Locarno errichtet. Die Anlage arbeitet voll duplex und belegt direkt über Richtstrahl füh-

rende Kanäle. Jede Station ist mit Mikrophon und Lautsprecher ausgerüstet. Gösgen und Lavorgo verfügen zusätzlich noch über tragbare Mikrophone, die über Funk mit der Pultstation verbunden sind. Diese Ergänzung erlaubt dem Schichtführer, sich bei Schalthandlungen frei im Kommandoraum bewegen zu können.

Alle wichtigen, vor allem die den Netzregler betreffenden Daten und Befehle sowie zum Teil die Gegensprechverbindungen werden doppelt übermittelt, nämlich via Trägerfrequenzübertragung auf Hochspannungsleitungen (TFH) und über die Richtstrahlverbindungen.

Mit den Netzleitstellen der schweizerischen Überlandwerke bestehen direkte «rote» Telefonverbindungen mit absoluter Priorität, um insbesondere bei Großstörungen gemeinsam operieren zu können. In Zukunft sind auch Rechner-Rechner-Verbindungen mit diesen sowie eventuell mit weiteren Zentren des UCPTE-Verbundes vorgesehen.

4. Rechnerausrüstung

Die Zentrale Netzleitstelle und die Programmplanungsstelle verfügen je über einen Digital-Equipment-Prozessrechner pdp 11/40, wobei der erste on-line und der zweite off-line eingesetzt ist. Diese sind mit einem Kernspeicher von 40 k Worten Speicherkapazität, zwei Magnetbandsystemen mit je 147 k Worten, drei rotierenden Magnetspeicherplatten mit einer Kapazität von je 1,2 M Worten, einem schnellen Lochstreifenleserstanzer mit 300 Zeichen/s und einem Schnelldrucker mit 165 Zeichen/s entsprechend 60 Zeilen/min ausgerüstet. Die Datenverarbeitungsgeschwindigkeit beträgt 1,5 µs/Prozeßschritt. Als Verbindung zwischen dem On-line-Rechner und den Fernwirksystemen ist ein Systembus in ED 1000-Technik der BBC [6] im Einsatz. Die beiden Rechner sind sehr einfach, in erster Linie über die Sichtgeräte zu bedienen.

In der Zentralen Netzleitstelle werden alle die Netzregelung betreffenden digitalzyklischen Leistungswerte vom Prozessrechner summiert und mit dem Summenwert der FM 10-Übertragung verglichen. Beim Auftreten einer Differenz, das heisst bei einem Fehler im einen oder andern System, wird Alarm ausgelöst. Liegt der Fehler bei der FM 10, wird dieser Zweig am Regulierverteiler Olten durch die Summe des digitalzyklischen Zweiges ersetzt, so dass der Netzregler auch beim Ausfall des ersten Systems richtig weiterarbeitet.

Ebenfalls zur Bewältigung der umfangreichen Daten kommt der Prozessrechner zum Einsatz. Die hauptsächlichsten Aufgaben bestehen neben den obenerwähnten in der Datenverarbeitung zur Erstellung der Betriebs-, Zähler- und Störprotokolle, der Reservestellung beim Ausfall des Programmplanungsrechners, der Ansteuerung der Bildschirme der Sichtgeräte usw.

Die bisher beschriebenen Einrichtungen dienen der eigentlichen Netzführung und -überwachung. Daneben ist auch die Programmplanungsstelle mit modernen Hilfsmitteln ausgerüstet, um die Energieprogramme auf zweckmässige Weise errechnen zu können. Eine ausbaufähige Datenverarbeitungsanlage dient der Erstellung der erwähnten Energieprogramme und der Statistiken sowie der Verarbeitung der Zählerstände. Diese Anlage arbeitet unabhängig von der Zentralen Netzleitstelle, kann hingegen durch deren Rechner ersetzt werden.

Die Netzsteuerzentren sind mit Kleinrechnern, Typ pdp 11/05, ausgerüstet, welchen die Aufgaben des Zählerdatenpuffers und des Klartextstörmelders zufällt. Diese Rechner enthalten einen Kernspeicher von 8 k Worten Spei-

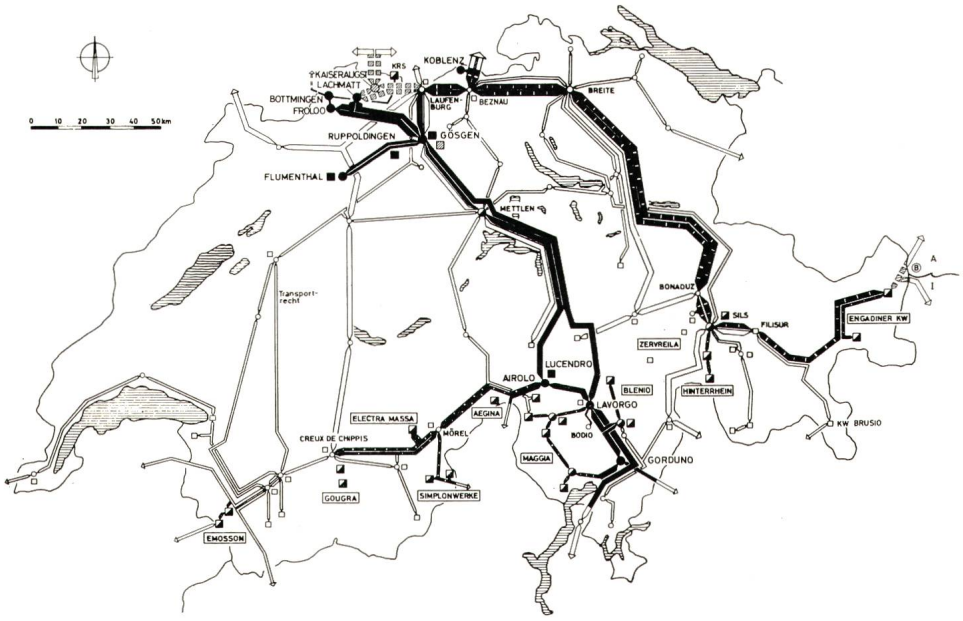


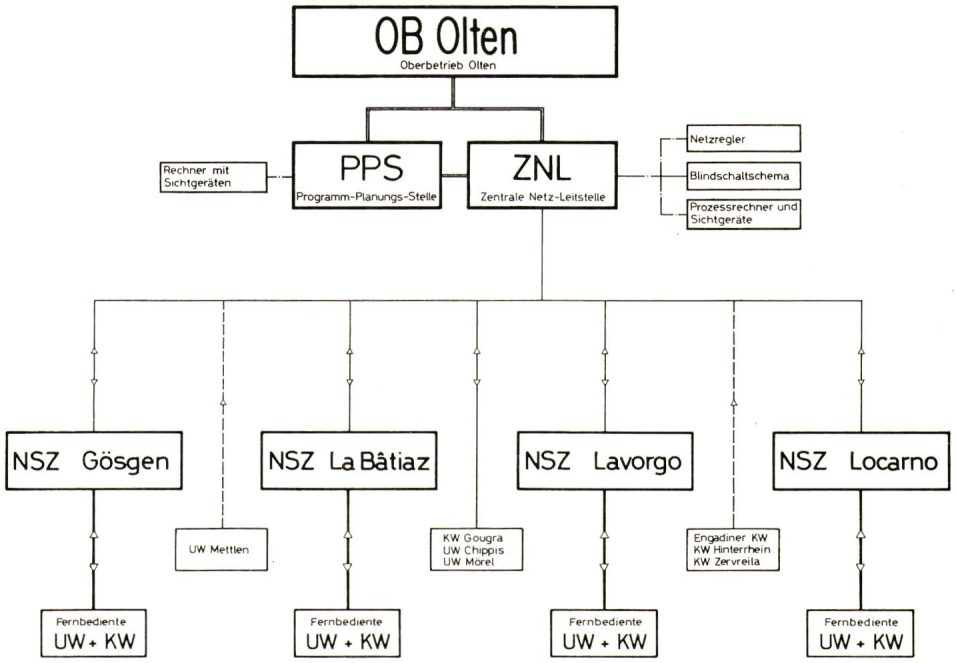
Fig. 1
Höchstspannungsnetz der ATEL

	Leitungen 400 kV	Leitungen 200 kV	Leitungen Projekte	Kraftwerke	Unterwerke
ATEL-eigene (Stränge)	▬	▬	▨▨▨▨▨	■	●
ATEL-Beteiligungen (Stränge)	▬ ▬ ▬	▬ ▬ ▬		◪	◐
Fremde	═	═		□	○

B Leitungen und Anlagen im Bau

Fig. 2
Organigramm des Oberbetriebes und der Netzüberwachung

—— Fernsteuerung
—— Fernüberwachung
– – – Fernmessung
ZNL Zentrale Netzleitstelle
NSZ Netzsteuerzentrum



cherkapazität und einen Festkopfplattenspeicher mit 64 k Worten. Sie bilden aus den ankommenden codierten Störungsmeldungen einen Klartext und übermitteln gleichzeitig eine Auswahl der wichtigsten Meldungen nach Olten. Als weitere Aufgabe ist aus den einzelnen Zählimpulsen der örtlichen Zähler der Zählerstand zu bilden. Zusammen mit den ankommenden Zählerständen aus den Aussenstationen werden sie dann nach Olten weitergegeben.

5. Sichtgeräte

In der Zentralen Netzleitstelle und in der Programmplanungsstelle erfolgt der Verkehr mit dem Rechner über alphanumerische Sichtgeräte. In der Zentralen Netzleitstelle können auf den Bildschirmen die einzelnen Unterwerke aufgerufen werden, wobei der Rechner das jeweilige Schaltschema der Anlage mit den Sammelschienen, Transformatoren, Leitungsabgängen und Schalterstellungen, die Wirk- und Blindleistungen mit den Flussrichtungen und die Sammelschienenspannungen aufzeichnet. Die Daten und die Schalterstellungen werden vom Rechner automatisch in Zeitintervallen von einigen Sekunden neu aufbereitet. Im weitern werden die Ringübergabeleistungen ab Zähler und über die zyklischen Messwerte, die momentane Netzbelastung, die Ringzählerstände, die Seestände und die Stände der Ausgleichsbecken vom Rechner laufend aufgearbeitet und können über die Sichtgeräte aufgerufen werden. Zudem werden vom Rechner automatisch die Störmeldungen angezeigt.

Auf den Bildschirmen der Programmplanungsstelle sind sämtliche Tabellen der Energieprogramme, die einzelnen Geschäfte mit den Partnern, der Einsatz der Kraftwerke und die Summe des Ringprogramms vorhanden. Diese Daten können ebenfalls in der Zentralen Netzleitstelle abgerufen werden. Die täglichen Energieprogramme werden über die Sichtgeräte gerechnet, wobei im Time-sharing-Verfahren gleichzeitig mehrere Tage bearbeitet werden können.

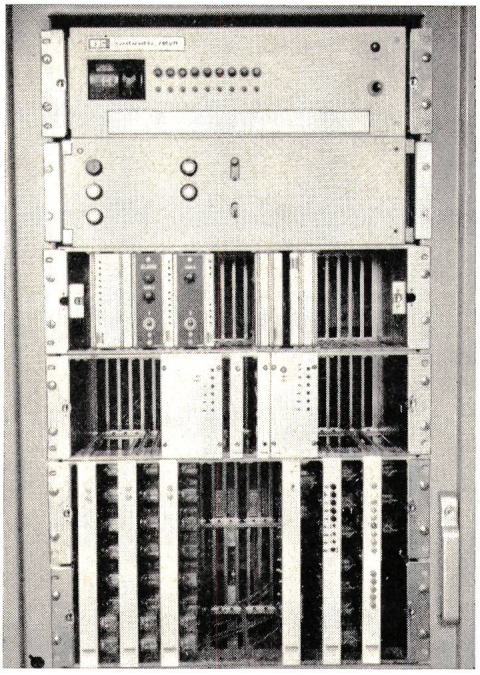


Fig. 3
Sicht in einen geöffneten Apparateschrank der Fernwirksysteme Indactic ZM 20 von BBC

6. Synoptisches Blindschaltschema

Obschon in der Zentralen Netzleitstelle die einzelnen Netzteile auf den Sichtgeräten dargestellt sind, wurde nicht auf ein Blindschaltschema verzichtet. Vor allem ist bei einer Großstörung die gesamte Netzübersicht über das Blindschaltschema viel aussagekräftiger, als wenn via Sichtgeräte die einzelnen Netzteile abwechselnd abgerufen werden müssen. Die rund 7,7 × 2,1 m grosse, konkav zum Kommandopult angeordnete Tafel besteht aus Mosaikbausteinen von 25 × 25 mm und wurde von der Firma Symo-Electronic AG in Zug geliefert. Das Blindschaltschema ist mit Wirk- und Blindleistungsminiaturinstrumenten ausgerüstet, wobei die Nullstellung oben liegt und die Zeigerrichtung die Flussrichtung angibt. Zudem wurden die Bereiche der Instrumente für die verschiedenen Spannungsebenen so gewählt, dass bei ho-

Fig. 4 Ansicht des Kommandoraumes mit Blindschaltschema

rizontalem Zeigerstand das entsprechende Netzelement an die Grenze seiner Leistungskapazität kommt. Bei dem Gesamtüberblick kann daher, solange alle Zeiger in den oberen zwei Quadranten liegen, darauf geschlossen werden, dass keine Überlastungsgefahr besteht. Im weiteren sind die Sammelschienenspannungen angezeigt sowie die Schalterstellungen. Bei den Kraftwerken ist die Erzeugung in Wirk- und Blindleistung angegeben, wobei die Blindleistung pro Kraftwerk und die Wirkleistung je nachdem, ob es sich um ein Regelkraftwerk handelt oder nicht, für jeden Generator oder als Kraftwerksumme angegeben ist. Bei Pumpspeicherwerken ist zudem ersichtlich, ob turbiniert oder gepumpt wird. Das Blindschaltschema ist als sogenannte Dunkelschaltung ausgeführt, das heisst, erst wenn eine Zustandsänderung eintritt, ertönt ein Gong, und die entsprechende Lampe leuchtet auf. Zudem werden diese Zustandsänderungen auch auf den Sichtgeräten angezeigt und im Betriebsprotokoll ausgedruckt. Das Blindschaltschema arbeitet rechnerunabhängig, das heisst, auch beim Ausfall der Rechner ist die Netzführung noch voll gewährleistet.

7. Netzregler

Um die Gesamtverfügbarkeit der Anlagen zu erhöhen, wurde darauf verzichtet, die Netzregelung über den Prozessrechner zu nehmen; deshalb wurde ein unabhängiger elektronischer Digitalregler von BBC [7] installiert. Der alte Netzregler in Lavorgo dient als Ersatz desjenigen in Olten, womit nicht nur eine apparatemässige, sondern auch geographische Trennung erreicht wurde. In Kombination mit dem Prozessrechner ist auch eine Tertiärregelung vorgesehen, die aber bis auf weiteres nicht on-line, sondern vom Betriebsingenieur manuell eingegeben wird.

8. Kommandoraum

Fig. 4 zeigt eine Ansicht des Kommandoraumes. Gegenüber dem Blindschaltschema ist ein Doppelpult installiert, das den Netzregler, die Gegensprechanlage, die Sichtgeräte und die Telefonapparate enthält. An der Rückwand sind die Registrierinstrumente und der Regulierverteiler montiert. Ausserdem sind die Drucker für die Betriebsprotokolle, Zählerstände und Störmeldungen in diesem Raum untergebracht. Im Hinblick auf die Beseitigung der in den Geräten entstehenden Abwärme, aber auch um der dauernden Besetzung mit Personal Rechnung zu tragen, ist der Kommandoraum klimatisiert. Die gleiche Klimaanlage dient auch dazu, die Abwärme aus den andern Räumen, in welchen die Rechner und Geräte aufgestellt sind, wegzuführen.

9. Stromversorgung

Um eine möglichst hohe Zuverlässigkeit der Stromversorgung zu erreichen, ist eine Eigenbedarfsanlage der Firma Gutor AG installiert, die über drei unabhängige Pfade, bestehend aus Gleichrichter, dauernd in Schwebeladung gehaltener Batterie und Wechselrichter, verfügt. Im Normalbetrieb übernimmt jeder Pfad einen Drittel der Last. Die Geräte sind jedoch so dimensioniert, dass bei automatischer Abschaltung eines Pfades infolge Störung in einem Gerät die beiden andern je die Hälfte der Last übernehmen können. Sämtliche Fernmessgeräte sind an der 48-V-Batterie angeschlossen. Die 220-V-Wechselspannung wird für die beiden Rechner, die Notbeleuchtung sowie einen Teil der Klimaanlage benötigt. Die Batterie hat eine Kapazität von 6000 Ah und ist in der Lage, bei Ausfall des Netzes die Zentrale Netzleitstelle während mindestens 10 h voll zu versorgen.

10. Ausblick

Die Anforderungen an die Betriebsführung werden in Zukunft weiter ansteigen, da neue Kernkraftwerke und Pumpspeicherwerke gebaut werden müssen. Die Entwicklung der Technik wird in noch weitgehender und noch schnellerer Datenerfassung und -übertragung gehen. Auch in Europa wird die State-Estimation (Netzzustandsbestimmung) vermehrt zum Einsatz kommen. Bei der Konzeption der ZNL wurde daher der Ausbaubarkeit in Richtung der Übernahme der erwähnten und anderer betrieblicher Aufgaben grosses Gewicht beigemessen. Die Flexibilität des Systembuses in ED 1000-Technik der BBC [6] und die Ausbaureserve der Rechner lassen hoffen, dass die neue Zentrale Netzleitstelle auf absehbare Zeit den Anforderungen, die an sie gestellt werden, gewachsen sein wird.

Literatur

[1] *O. Zimmerli:* Der Lastverteiler der Aare-Tessin AG für Elektrizität; Zweck und allgemeiner Aufbau. Bull. SEV 46(1955)14, S. 675...659.

[2] *P. Bernhardsgrütter:* Technischer Aufbau und Wirkungsweise des Lastverteilers der Aare-Tessin AG für Elektrizität. Bull. SEV 46(1955)16, S. 742...744.

[3] *B. Gernert:* Das Gerät für Dauer-Fernmessung Indactic DFM 10. Brown Boveri Mitt. 55(1968)9, S. 491...495.

[4] *G. Gerner und L. Schollenberger:* Neue Bausteine für frequenzmultiplexe und frequenzzeitmultiplexe Fernwirksysteme Indactic. Brown Boveri Mitt. 55(1968)9, S. 516...520.

[5] *W. Bizer, K. Demmelmair, G. Gerner und F. Tisi:* Die modulare Systemfamilie Indactic ZM 15, ZM 20 und ZM 20 S für Aufgaben der Fernwirktechnik. Brown Boveri Mitt. 60(1973)2/3, S. 56...64.

[6] *F. Tisi:* Grundlagen des Konzepts der Modulfamilie ED 1000 für Aufgaben der industriellen Datentechnik. Brown Boveri Mitt. 61(1974)8, S. 373...377.

[7] *R. Frech, H. Glavitsch* und *J. Weiss:* Netzregelung. Brown Boveri Mitt. 59(1972)7, S. 337...358.

Adresse des Autors

Dr. *F. Schwab*, dipl. Ing. ETH, Vizedirektor, Aare-Tessin AG für Elektrizität, 4600 Olten.