

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	81 (1990)
Heft:	4
Artikel:	Lastführung mit TRA beim EW Davos
Autor:	Pargätschi, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-903078

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: 24.02.2026

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

Lastführung mit TRA beim EW Davos

E. Pargätsi

Für ein Werk mit einer sehr hohen, aber auf kurze Zeit beschränkten Spitzenlast, wie sie für einen Fremden- und Sportort mit saisonal stark schwankendem Bedarf typisch ist, kann sich eine gut ausgebaute Lastführung sehr vorteilhaft auf Netz- und Anlageausbau auswirken. Das EW Davos blickt denn auch bereits auf eine 50jährige Erfahrung mit Rundsteueranlagen zurück, über die im vorliegenden Beitrag berichtet wird.

Pour une entreprise ayant une charge de pointe très élevée, quoique courte, caractéristique d'une station touristique et de sports d'hiver dont les besoins en électricité varient fortement suivant les saisons, une gestion de la charge bien conçue peut influer fort avantageusement sur le développement du réseau et des installations. L'entreprise électrique de Davos possède une expérience de 50 ans avec des installations de télécommande centralisée, expérience qui fait l'objet du présent article.

Adresse des Autors

Ernst Pargätsi, Elektrizitätswerk der Landschaft Davos, 7270 Davos Platz

Ein Stück TRA-Geschichte

Die Entstehungsgeschichte der Rundsteuertechnologie in der Schweiz begann im «Landijahr» 1939, als die damalige Zugerfirma und heutige Landis & Gyr AG den ersten praxisbezogenen Typ einer Tonfrequenz-Rundsteueranlage (TRA) der Öffentlichkeit vorstellt. Bereits Anfang der 40er Jahre entschied man sich im damaligen privaten Elektrizitätswerk Davos AG, das technische «Landi-Wunder» anzuschaffen.

Die Inbetriebnahme erfolgte streng bitmusterbezogen, indem von den 50 bereits damals möglichen Schritten lediglich der erste Sendeimpuls als häuslicher Netzalarm für den damaligen Davoser EW-Betriebsleiter nutzbar gemacht wurde. Das System bewährte sich, die Sache ging weiter und, sparsam wie man war, wurde gleich der zweite Teil des ersten Doppelkommandos für weitere Steuerimpulse verwendet. Dieser Systementscheid hatte bis zum Jahr 1983 eine Davoser Spezialcodierung aller Rundsteuerempfänger zur Folge. Nicht zuletzt war dies eine Entscheidung, welche uns auch heute noch immer wieder echt mutige Pionierarbeit vor Augen führt. Im Landwassertal wurde mit dieser Investition Rundsteuergeschichte geschrieben (Bild 1). Niemand wusste damals, dass TRA eines Tages zu einem bedeutsamen Lastführinstrument avancieren würden.

Die damalige Anlage mit einer Sendefrequenz von 485 Hz hat über 40 Jahre hinweg die stark wachsende Davoser Last verteilt, Tarife geschaltet, Boiler gesteuert, Waschmaschinen gesperrt, Strassenlampen gezündet und eben, sofern überhaupt noch Strom vorhanden war, «Alarme übermittelt». Neue Empfängertechnologien und eine geradezu stürmische Lastentwicklung führten im Jahre 1983 zum

Ersatz der rotierenden Frequenzumformer durch statische Sender mit einer neuen Sendefrequenz von 283 1/3 Hz sowie einer modernen Zentraleinheit mit Lastführmodul.

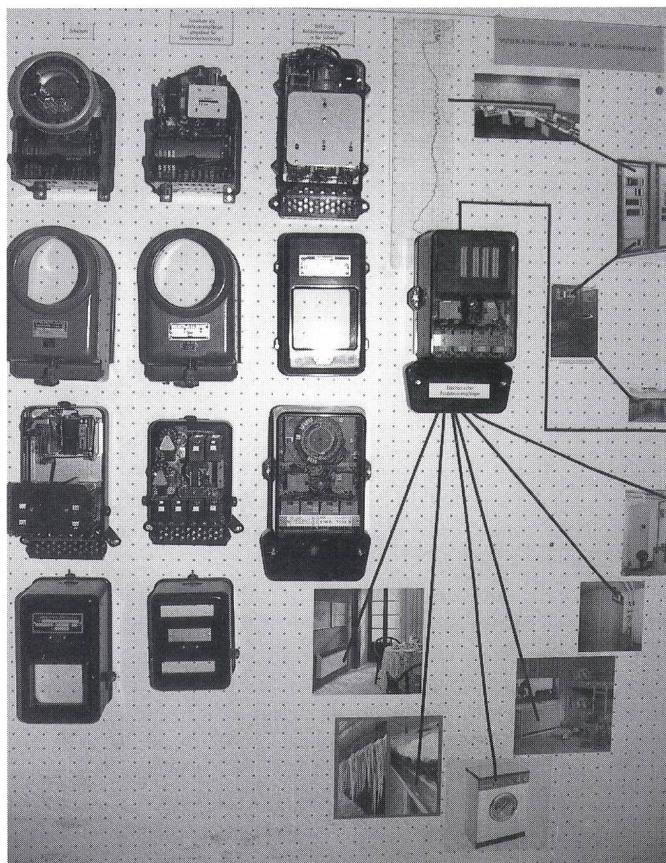
Das EW Davos

Die Landschaft Davos als weltbekannter Kur- und Sportort liegt eingebettet in Bündens wunderschöner Bergwelt (Bild 2). Mit einer Fläche von etwa 254 km² ist sie grösser als der Kanton Zug. Die Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt durch das seit dem Jahre 1953 gemeindeeigene Elektrizitätswerk der Landschaft Davos. Dieses wiederum gliedert sich in Zahlen und Fakten wie folgt:

Behörde	Grosser und Kleiner Landrat – Werkkommission
Organisation	Direktion-, Betriebs-, Zähler-, Verwaltungs- und Installationsabteilung
Mitarbeiter	etwa 45
Meereshöhe Netz	etwa 1400–3000 m ü.M.
Unterwerke	3 Unterwerke 50/8 kV mit Stufen-Transformatoren 2×10 + 1×20 MVA 2×10 MVA 1×10 + 1×6 MVA
Kraftwerke	2 Kleinkraftwerke von 1,6 MVA
Trafostationen	etwa 150 Stationen
50 kV Netz	12 km Frei- und 12 km Kabelleitungen
8 kV Netz	10 km Frei- und 110 km Kabelleitungen
1 kV Netz	13 km Frei- und 175 km Kabelleitungen
Strassenbel. Netz	40 km Kabelleitungen
Daten- und Steuerleitungsnetz	40 km Draht-, TT- und Glasfaserkabel

Einwohnerzahl	etwa 12 000 ständige Einwohner
Gästezahl	etwa 25 000 Gäste in der Spitzenzzeit
Höchstlast	etwa 25 MW im Winter
Mindestlast	etwa 8 MW im April
Jahresabgabe	etwa 110 Mio kWh

Bild 1
Rundsteuerempfänger einst und heute



Energiebeschaffung

Die über das ganze Jahr abgegebene elektrische Energie setzt sich zusammen aus:

- Eigenproduktion (KW Glaris u. Frauenkirch)
- Konzessionsenergie aus dem Davoser See
- Partnerenergie von den Albula-Landwasser KW
- Fremdenergie aus dem Verbundnetz der EGL

Bild 3 gibt Aufschluss über die entsprechenden Anteile im Jahr 1988. Während die eher bescheidene Eigenproduktion aus den beiden wekeigenen Kleinkraftwerken, welche noch im letzten Jahrhundert realisiert wer-

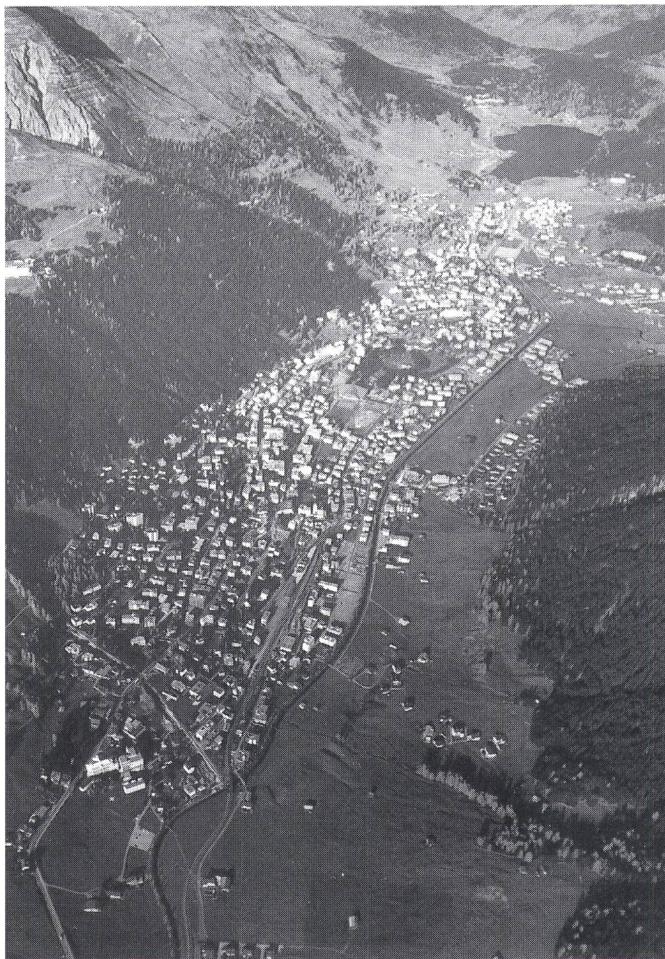


Bild 2
Die Landschaft Davos aus der Vogelperspektive

den konnten, das Geschehen an der Belastungsspitze kaum mehr gross zu beeinflussen vermag, ist es von grösster Bedeutung, die mittels Arbeits- und Leistungspreis zugekaufte Fremdenergie leistungsmässig tief zu halten, die Last zu führen, eben die Belastung zu optimieren. Partner- und Konzessionsenergieanteile sind fest bzw. produktionsabhängig zugeteilte Arbeitsmengen von den Albula Landwasser Kraftwerken und der AG Bündner

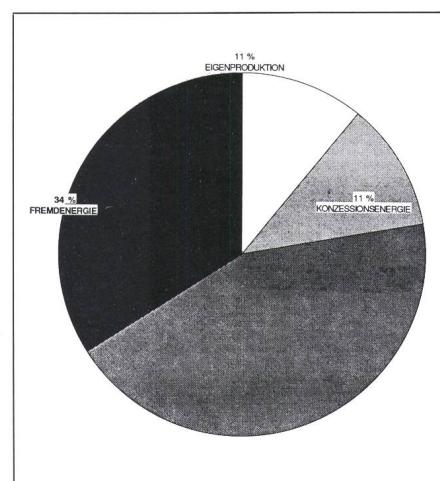


Bild 3 Aufteilung der Energiebeschaffung des EW Davos 1988

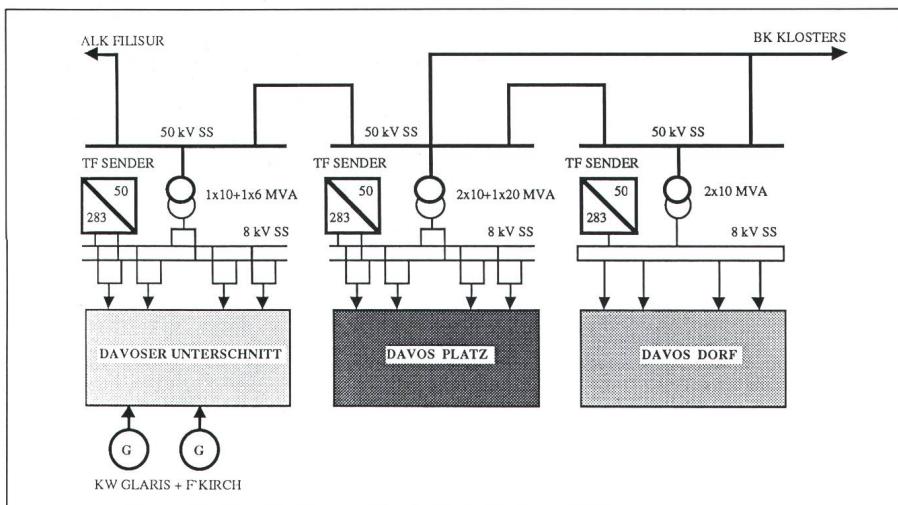


Bild 4 Netzstruktur des EW Davos mit TF-Parallelankopplungen

Kraftwerke. Der im Landwassertal derzeit fehlende elektrische Strom wird als Fremdenergie von der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG aus dem Europäischen Verbundnetz zugekauft.

Ausserordentliche Belastungsspitzen resultieren in unserer hochgelegenen «Stadt in den Bergen» natürlich an den touristischen Spitzentagen wie Weihnachten, Neujahr oder in den Feierwochen im Februar. Als kurzfristige und unangemeldete Begleitindikatoren sind Tiefsttemperaturen und extreme «Montagsarbeiten» im Gastgewerbe typische Davoser Stromspitzenbereiter. Eher schleichend spielt der politisch abhängige Ölpreis bedeutsam und zusätzlich im Lastführzirkus mit.

Die Netzstruktur im EWD

Das EW Davos wird zweiseitig über je eine 50-kV-Leitung von den Albula Landwasser Kraftwerken, Filisur, und der AG Bündner Kraftwerke, Klosters, angespiesen (Bild 4). Das 50-kV-Netz ist im Normalfall in Davos getrennt. Über die 3 Unterwerke erfolgt die gesamte Energieverteilung innerhalb der politischen Landschaft Davos von etwa 1450 bis fast 3000 m ü.M. derzeit mittels einer eher niedrigen Versorgungsmittelspannung von 8 kV. Einige Lastschwerpunkte befinden sich weit abgelegen, wie z.B. auf dem Weissfluhjoch, im Gebiet Wolfgang oder Clavadel. Das eigentliche Belastungszentrum stellen jedoch die eng überbauten Regionen Davos Platz und Dorf mit grossen Hotels, Sportanlagen und dem Kongresstourismus dar. Die niedrig gewählte Verteilspannung erfordert den vermehrten Einsatz von Umspannwerken. Diese wiederum

sind ausgerüstet mit TRA-Parallelankopplungen.

Die TRA-Sende anlage vom Typ LGZ-FPR 1 mit angegliedertem Lastführmodul für 64 von insgesamt 300 Kommandi befindet sich im zentralen Verwaltungsgebäude in Davos Platz. Die drei Sendeanlagen in den Unterwerken sind über werkeigene Datenleitungen mit WT-Kanälen und Pilotüberwachung angesteuert.

Unsere Last - die Verbraucher

Als Fremden- und Sportort mit städtischem Charakter in den Ballungszentren Platz und Dorf sowie weit verstreut ländlichen Siedlungsbauweisen in den Seitentälern, dem Davoser Unterschnitt und in Davos Laret weist die Lastkurve des EWD eine recht besondere Verbraucherstruktur auf. Sie setzt sich zusammen aus dem Haushalt, dem Gewerbe, den Bergbahnen und Skiliften, den öffentlichen Bauten und Dienstleistungsbetrieben sowie einem recht beachtlichen Anteil Wärmeverbraucher wie Elektroheizungen und Warmwasseraufbereitung (Bild 5). Bild 6 gibt Aufschluss über das enorme Wachstum des Stromverbrauches bzw. der Lastspitzen von 1953 bis in die heutige Zeit.

Zwei Kriterien spielen bei der Beurteilung der Lasten für TRA-Aufgaben eine ganz besondere Rolle: Es sind die Lastarten und die Lastentwicklung. Nicht alle Lastarten sind TRA-lastführtauglich und vor allem die Gesamtlastentwicklung ist ein zuverlässiger Indikator zur Einführung einer Lastführreinrichtung.

Aus der im Bild 6 dargestellten, für das EW typischen Kurve kristallisierte

ren sich über die Mehrjahresauswertung die gesuchten Spitzenverursacher auf der einen Seite und die möglichen regelbaren Lasten anderseits heraus.

Regelbare Lasten im eigenen Verteilnetz zu erkennen, diese aktuell und detailliert zu erfassen und EDV-mässig zu verwalten ist das A und O einer automatisierten Lastführung mit TRA. Bei dieser grossen Vorarbeit, welche tief in die Installationstechnik sowie in die Haus- und Gewerbeinstallationen hineinführt, sind EW-Betriebe, welche dieses Berufsbild nach wie vor pflegen und weiterbetreiben, im Vorteil. So ist es unter anderem unumgänglich, sich im Detail mit jeder der Lastführung zugeordneten Last- bzw. Verbraucherart intensiv auseinanderzusetzen.

Energieverbrauch und Lastentwicklung sind in den letzten 50 Jahren gemeinsam einhergegangen und stürmisch angestiegen, der Energieverbrauch über das ganze Jahr gesehen, die Last jedoch eng auf wenige Tage und innerhalb dieser auf ein paar Stunden begrenzt. Diese Feststellung war dann auch das Signal, welches im Jahr 1983 zum Entscheid «Lastführen mit TRA» geführt hat.

Der Vergleich der beiden steil anwachsenden Kurven über die Energieabgabe und die 30minütige Mittellast gibt deutlich Auskunft über eine unglückliche Entwicklung, vor allem auch von der Investitionsseite her betrachtet. Die auf den Höchstlasttag X ausgelegten Leitungen, Anlagen und Installationen werden demnach während weniger Tage unverhältnismässig zu der Verbrauchszunahme höher beansprucht. Dies könnte selbst bei abnehmender Umsatztendenz passieren. Diesem extremen Fremdenortsphänomen Einhalt zu gebieten, oder anders

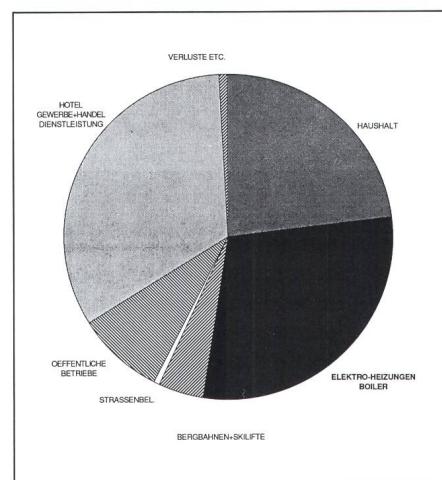


Bild 5 Aufteilung der Verbraucheranteile des EW Davos 1988

ausgedrückt, die Last in den Griff zu bekommen waren entscheidende Gründe für die Beschaffung eines Lastführinstrumentes mit TRA.

Tarife

Wohl eines der ältesten Hilfsmittel, um die anfallenden Lasten etwas zu verteilen, liegt im Tarifwesen. Mit dem immer kleiner werdenden Eigenerzeugungsanteil ist jedoch die Tarifstruktur je länger je mehr in eine Art Abhängigkeit des Energiemarktes, oder deutlicher ausgedrückt, des übergeordneten Fremdenergietarifes geraten. Tarife lassen sich nicht mehr hauptsächlich lastorientiert gestalten. Als direkte Folge resultiert aus dieser Tatsache in zunehmendem Masse ein eher gering ausfallender Lastverteileinfluss.

Vielfach sind wünschbare Tarifanpassungen oder Tarifzeitverschiebungen derart zeitraubenden und politisch komplizierten Prozeduren unterworfen, dass die angepeilte Wirkung technischer oder kaufmännischer Art viel zu spät oder gar kontraproduktiv eingesetzt. Gesamtwirtschaftliche Tendenzen und parlamentarische Beschlussfassungen finden ihren Niederschlag am ehesten im Tarifdesign. Für die echte Durchsetzung allerdings könnten die TRA ein recht effizient und sofort wirksames Führungsinstrument bedeuten.

Trotzdem, und heute wiederum vermehrt, gehören die Tarifpolitik und Lastführphilosophie in einem Elektrizitätswerk sehr eng zusammen. So liesse sich z.B. die Last über 24 Stunden weit optimaler verteilen, wenn Tag- und Nacht tarif ein und derselbe wären. Derartige Lastoptimierungsgedanken greifen jedoch wiederum tief in die Wirtschaftlichkeitsstudien des Tarifwesens hinein. Sie sind derzeit von EW zu EW stark unterschiedlich zu betrachten. Langfristig allerdings dürfte die ständig zunehmende Bandenergieproduktion hier wegweisend wirken. Speicherkraftwerke dienen je länger je mehr der Spitzendeckung. Eine moderne TRA, ergänzt mit Lastführwerkzeugen, kommt ebenfalls dieser Entwicklung, lokal oder regional betrachtet, entgegen. Damit schliesst sich ein komplizierter Regelkreis, welcher sich aus tarifwirtschaftlichen Elementen, energiepolitischen Entscheidungen und eigentlichen technischen Führungsmitteln wie TRA mit Lastführmodulen zusammensetzt und gegenseitig ergänzt.

Lastführwerkzeuge

Eigentliche technische Lastführwerkzeuge stehen in den schweizerischen Elektrizitätswerken schon seit vielen Jahren im Einsatz. Je nach Regelansprüchen und Ausdehnungsgebiet des Verteilnetzes vermögen sie der zugeordneten Aufgabe mehr oder weniger gerecht zu werden. Angespro-

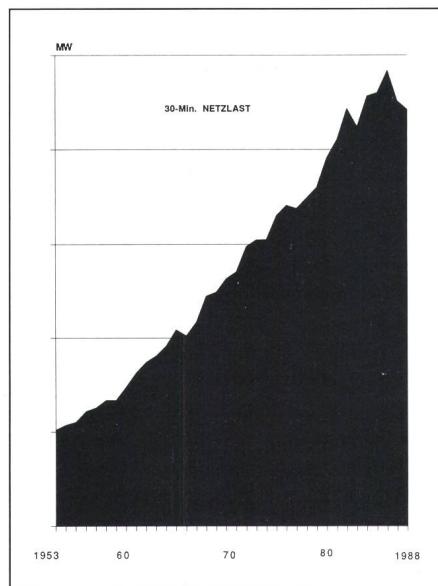


Bild 6 Entwicklung der 30minütigen Mittellast in Davos von 1953 bis 1988

chen sind hiermit vor allem die nach wie vor weit verbreiteten Schaltuhren. Diese Geräte verunmöglichen allerdings eine flexible Anpassung der Regelstrategie an die stetig wechselnden Lastverhältnisse (z.B. Sommer/Winter oder Normal-/Tieftemperaturen usw.). Der zeitliche und administrative Aufwand wäre zu gross, wollte man mit der Programmierung von Schaltuhren den veränderten Lastentwicklungen unmittelbar und rechtzeitig entgegenwirken.

Als eigentliches und modernstes Lastführwerkzeug hat sich unter den technischen Führungsmitteln die Tonfrequenzrundsteueranlage landauf und landab erfolgreich durchgesetzt und entsprechend verbreitet. Praktisch überall wurde seit Anbeginn dieser Technologie mit sog. zeitabhängigen Kommandi die Netzlast zeitlich grob verteilt. Es begann mit einfachen Hoch-, Niedertarif-Ein- bzw. Ausschaltzeiten, es ging weiter mit sog. Spitzensperrzeiten, und eine weitere Verfeinerung wurde mit der Einschaltstaffelung gleichartiger Verbraucher zu Tag- und Nachtzeiten erreicht. Der hauptsächlichste Stellenwert dieser

Regelstrategie war und ist die Erfahrung; diese wiederum wurde gewonnen durch Auswerten einer Vielzahl von analogen Registrierstreifen.

Einfache, elektromechanische Lastabwurfeinrichtungen wurden bereits vor etwa 25 Jahren da und dort einer Rundsteuerung übergeordnet. Derartige Zusatzeinrichtungen vormochten zwar bei stürmischen Lastzunahmen die «Notbremse» zu ziehen, sie konnten jedoch kaum den ständig zunehmenden Regelansprüchen in der Elektrizitätswirtschaft genügen. Zwei unabdingbare Forderungen an TRA mit Lastführeinrichtungen zeichneten sich ab:

- Eine grössere Anzahl Schaltkommandi
- Eine freiprogrammierbare Intelligenz (CPU)

Lastführmethoden

Lastführen mit TRA geschieht heute nach verschiedenartigen Methoden, oder anders ausgedrückt, hauptsächlich nach drei unterschiedlichen Regelprinzipien.

Regelung nach Prioritäten

Bei dieser Lastführmethode werden den Lastführkommandi Prioritäten zugeordnet. Das bedeutet, dass man die Verbraucherarten in Bezug auf die Auswahlreihenfolge für sog. Lastabwurfsendungen in Prioritätsstufen oder sogar Einzelprioritäten aufgliedert. Die CPU beginnt sodann im Bedarfsfall in der Prioritätstabelle zuoberst mit Ausschaltbefehlen und durchläuft diese zugeordneten Kommandi, z.B. zyklisch ein- oder x-mal pro Tag, Stunde oder Messperiode usw. Diese Regelart bietet einen sehr einfachen und übersichtlichen Programmablauf, erfordert jedoch sehr grosse planerische Vorarbeit bezüglich der Paketgrösse bei der Kommandoerteilung durch die Installationskontrolle. Die Lastführsoftware oder die CPU als zentrales Lastführmodul erhält mit dieser Methode sehr wenig Freiheit bezüglich Optimierung der Lastkurve.

Regelung im Ausgleichsbetrieb

Bei dieser Regelmethode werden die Lieferzeitbedürfnisse der Verbraucher in das Regelkonzept miteinbezogen und volumnfähiglich mitberücksichtigt. Dies bedeutet, dass ein Warmwasserspeicher mit einer Aufladezeit von 4 Stunden in der 8stündigen Niedertarifzeit einmal oder mehrmals durch die

automatische Lastführreinrichtung ab- und wieder zugeschaltet wird. Die geforderten 240 Minuten Ladezeit werden jedoch innerhalb der zur Verfügung gestellten Regelzeit ausgeglichen und damit eingehalten. Ist diese Zeit abgelaufen, so steht das entsprechende Kommando dem Lastführmodul innerhalb der laufenden Aufladeperiode nicht mehr zur Verfügung. Die CPU wählt damit automatisch das bzw. die nächsten Lastführkommandi zur Einhaltung der Sollastkurve zu Lastführzwecken aus. Als Auswahlkriterium sucht sich der Rechner je nach dem Ist-Lastverlauf geeignete Lastpakete, d.h. Kommandi aus.

Regelung im Zyklusbetrieb

Innerhalb einer Messperiode (Spitzenverrechnungszeit) können verschiedene Verbraucherarten evtl. auch zyklisch aus- und eingeschaltet werden. Bei dieser Regelmethode werden die maximale Ausschaltzeit und die darauf folgende minimale Wiedereinschaltzeit definiert. Je nach Grösse dieser definierten Zeitabschnitte ergibt sich alsdann eine entsprechende Zyklushäufigkeit. Diese wiederum muss auf die Verbraucherart betriebsbezogen abgestimmt und abgeklärt sein.

Die Auswahl, welche Methode welchem Verbraucher zugeordnet wird, bedarf gründlicher Kenntnisse der Verbraucherart. Die bezügerseitigen Ansprüche an den gekauften Verbraucher sind mitzuberücksichtigen. Verschiedenartige Verbraucher müssen bereits bei der Anschlussbewilligung TRA-konzipiert ansteuerbar installiert werden.

- 10 allgemeine Doppelkommandi
- 80 adressierte Sammelbefehle
- 64 adressierte Lastführkommandi
- 121 adressierte Doppelkommandi
- 25 adressierte Schalterbefehle

Ob ein Kommando extern über Photozelle, Niederschlagsmesser, Kontaktthermometer usw., oder intern via Lastführmodul, Zeitbefehlsliste oder Handauslösung angesteuert wird, ist bei der in Davos in Betrieb stehenden Rundsteuerzentraleinheit (Bild 7) ebenso wie die Bitmusterdefinition anwenderspezifische Programmierarbeit. Dieser zugrunde liegt das im Detail vor der Inbetriebnahme in der eigenen «Küche» erarbeitete Kommandokonzept. Die Basis hiefür wurde im Jahre 1977 betriebsintern durch das damalige FK77 (Fernwirkkonzept 1977 Fernwirken-Rundsteuern-Fernzählern im EWD) funktionell und strukturell geschaffen.

Das Kommandokonzept im EW Davos

Innert einem halben Jahrhundert ist im EWD das Rundsteuerkommando-konzept von einem Einzelkommando auf dreihundert Doppelkommandi angestiegen. Diese grosse Anzahl Rundsteuerkommandi erfordert auf Verwaltungsebene bzw. in der Installationskontrolle ein rechnergestütztes System, welches die Kommandozuordnung und die stets wachsende Paketgrösse aktuell und übersichtlich zu verwalten (erfassen, speichern, sichtbar machen, mutieren usw.) in der Lage ist. Es ist dies heute eine sog. Netzkommando-Datenbank wie sie auf jedem PC in konventionellen Datenbank-Programmen (Works, DBase etc.) auf

Aus- und Nebenwirkungen der TRA

Der Belastungsfaktor

Auf der Suche nach einem Massstab, nach einem Lastführgütefaktor, nach einem Quotienten oder, einfacher ausgedrückt, nach der Definition Erfolg oder Misserfolg führten viele Berechnungen zum sog. PLQ24. Es ist dies der berechnete Belastungsfaktor über 24 Stunden am Spitzentag im Netz des EWD. Er geht von der theoretischen Annahme aus, dass Netz und Anlagen die 30minütige Belastungsspitze hinreichend zu verkraften vermögen und dass der Belastungssollwert die Tageslast ohne nennenswerte Liefereinschränkungen möglichst auf 24 Stunden verteilt.

$$\text{PLQ 24} = \frac{\text{Abgabe über 24h (kWh)}}{30 \text{ min. Belastungsspitze (kW)} \times 24}$$

Der ideale Belastungsfaktor wäre nach obiger Formel 1,0. Tarifpolitische und verbraucherspezifische Gegebenheiten einerseits, typische Abnehmerstrukturen anderseits wirken dieser Lastführzielsetzung deutlich entgegen.

Lastoptimieren wiederum heisst der neue Auftrag, um mit dem technischen Führungsmittel TRA den PLQ24 unter gegebenen, aber auch veränderbaren Voraussetzungen und Bedingungen nach oben zu verbessern. Über Jahrzehnte geführte Nachberechnungen und Vergleiche erteilen Auskunft über Lastführerfolg und -trend.

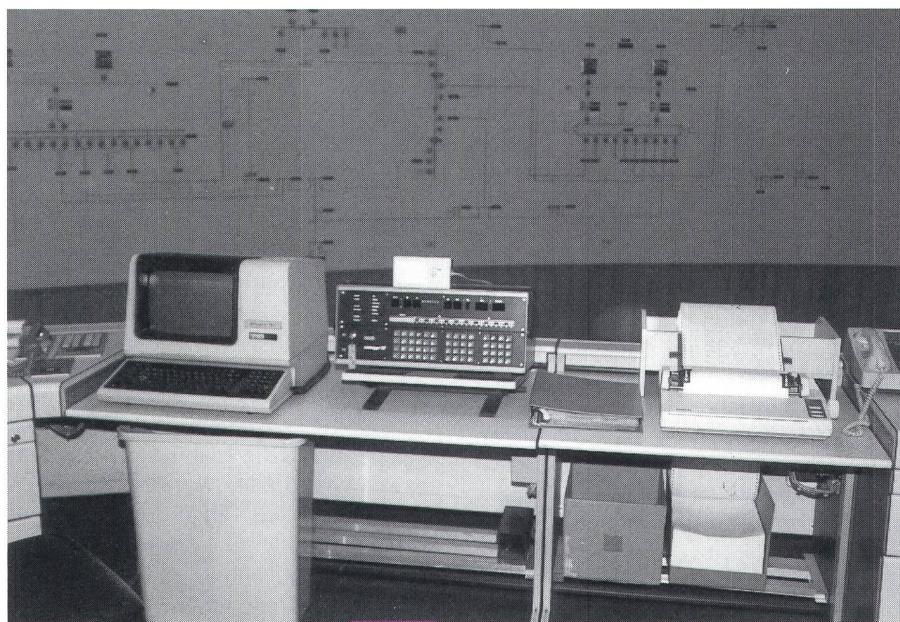


Bild 7 Die TRA FPR-1 mit Lastführmodul im EW Davos

Die Vermischung aller drei beschriebenen Regelprinzipien ergibt die mit den heute bekannten Lastführreinrichtungen bestmögliche Lastführung und auch schon eine recht gute Lastoptimierung.

einfache Art und Weise realisier- und bedienbar ist.

Die Aufgliederung der 300 Kommandi im EWD kann in einer sehr groben Darstellung etwa wie folgt beschrieben werden:

Energiebewirtschaftung

Je nach Abhängigkeit bezüglich Energiezukauf und der daraus resultierenden Tarifpolitik ist Lastführen mit TRA ein bedeutsames Mittel, um kurzzeitige, anrechenbare Spitzenbelastungen tief zu halten und damit bemerkenswerte Beträge an Spitzen-Franken einzusparen. Es ist eine einfache Rech-

nüchtern zu betrachten. Insbesondere ist dieser Effekt stark von der Netz- und Verbraucherstruktur abhängig.

In einem Fremden- und Sportort mit unterschiedlichen Sommer- und Winterangeboten, wie dies im Davoser Netz typisch zum Tragen kommt, tritt die Belastungsspitze mit Sicherheit an sehr wenigen Tagen im Winter auf. Der Wintermonat (Ferienzeit), der

Ankopplung, Mittel- und Niederspannungsnetz, Empfänger). Ein Ausfall verursacht viele, viele Kundentelephone, Ärger, Spitzenkosten oder Überlastungserscheinungen. Das Anforderungsprofil an TRA ist demzufolge entsprechend hoch, Betriebssicherheit ist oberstes Gebot.

In Versorgungsnetzen mit hohem TRA-verwaltetem Lastanteil sind Doppelrechner, Zweifachanlagen und Standby-Zentralen zur Normalausrüstung geworden. Die automatische Überwachung der CPU-Arbeit ist ein unentbehrliches Alarmorgan. Für den Notbetrieb stehen Hand- oder Prüfender einsatzbereit. Auf diesen Behelfssendeanlagen können durch Handeingabe ganze Tagesprogramme ablaufen. Insbesondere die Sammelbefehle sind im Kommandokonzept dieser Betriebsart reserviert.

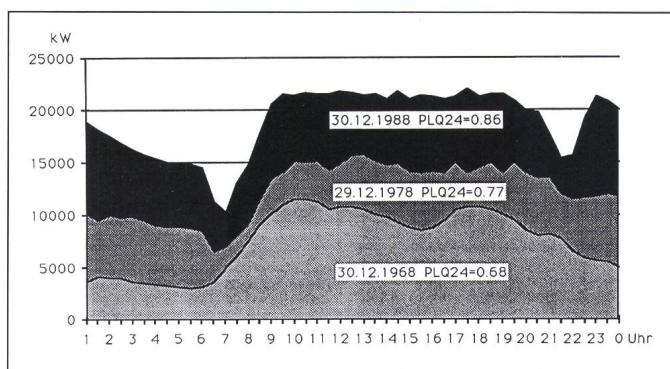


Bild 8
30minütige
Belastungsspitzen im
EW Davos 1968,
1978 und 1988

nung, dass man mit 10% Spitzenbrecheffekt bei einem Spitzenpreis von Fr. 60.- bis 100.- pro kW in einem mit dem EWD vergleichbaren Netz etliche 10 000.- Franken pro Jahr einsparen kann – ein willkommener Investitionsbeitrag an eine TRA.

Aus Bild 8 gehen deutlich der Regelplafond und die Verbesserung des Belastungsfaktors von 0,68 auf 0,86 innerhalb 20 Jahren hervor. Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass im EWD bereits im Jahre 1978 lastgeführt wurde. Der Eingriff erfolgte manuell durch Ab- bzw. Zuschalten von bestimmten Kommandi und durch kurzzeitige Erhöhung der Eigenproduktion. Die Kurve von 1988 ist automatisch und über 24 Stunden lastgeführt.

Netzausbau- und Investitionsgedanken

Auf den ersten Blick könnte der Eindruck entstehen, dass mit einer TRA und angegliedertem Lastführmodul massiv Investitionen im Netz- und Anlagebau eingespart werden könnten. Die Belastungsspitze wird geregelt tief gehalten, dies wirkt sich naturgemäß auf Leitungsquerschnitte und Transformatorenleistungen über das ganze Verteilnetz aus. Diese Nebenwirkung ist über mehrere Jahre hinweg

Wochentag (Montag), die Außentemperatur (tiefer als -10 °C) sind klassische Höchstlastverursacher. In die Regelstrategie ist je länger je mehr die Marktlage anderer Energieträger wie Öl und feste Brennstoffe miteinzubeziehen. In einem derartigen Verbraucherumfeld lassen sich tatsächlich grosse Investitionen auf der Netz- und Anlageseite bis zu einem bestimmten Massen ohne allzu grosses Risiko einsparen. Auch hier aber ist der Investitionsaufschub nur eine Frage der Zeit.

Tagsüber und während 250 Tagen hoch belastete Stadt- und Industrienetze erfordern eine völlig andere Regelstrategie. Hier geschieht die Lastführung sehr oft durch eigentliches Spitzenbrechen, durch Abschalten von Grossverbraucherkomponenten (Tarifverträge). Änderungen im Produktionsablauf usw. können dieses Lastbild kurzfristig ändern. Deshalb ist in solchen Netzen die Investitionseinsparung durch TRA sehr vorsichtig zu betrachten, sie ist ein sehr kurzfristiger Investitionsaufschub.

Beide Netzarten zeigen deutlich auf, dass TRA, eingebettet ins EW-Mosaik, ein bedeutsamer und wichtiger Baustein sind. Auch Rundsteueranlagen sind jedoch nicht mehr als ein technisches Werkzeug, bestehend aus einer Kette von Modulen (Software, Zentraleinheit, Datenleitung, Sender,

Schlussgedanken

Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlagen feiern heute eine Art Renaissance in der Stromwelt. Neue Möglichkeiten auf der Zentralen-, Sender- und Empfängerseite bieten sich an. Von grösster Bedeutung ist ein Schritt in die Zukunft vor allem auch in der Softwareentwicklung von Lastführmodulen, – ein Auftrag an die TRA-Industrie!

Die Auseinandersetzung in kleinen, mittleren und grossen Elektrizitätswerken mit dem Thema Lastverteilen, Lastverwalten, Lastführen und Lastoptimieren ist eine Herausforderung unserer Zeit. Es ist eine beachtenswerte Möglichkeit, dem derzeitigen Dilemma auf der Energieerzeugungsseite bestmöglich zu begegnen. Ein Lösungsweg, um die Energiebewirtschaftung einerseits und die Lastentwicklung andererseits in den Griff zu bekommen.

Lastführen mit TRA auf der Verbraucherseite, dies ist mehr als nur eine Herausforderung, es ist die Chance, jahrzehntelange Investitionen im Sinne der Netz- und Lastoptimierung nutzbar zu machen, über das werkeigene Leitungsnetz jeden regulierbaren Verbraucher im Netz zu erreichen und im Interesse der Gesamtversorgung optimal und wirtschaftlich zu betreiben.

Mehr noch: Lastführen auf der Verbraucherseite landesweit betrieben, ebnet nicht zuletzt den Weg auf der Produktionsseite, um Band- bzw. Spitzenenergie effizient und wirtschaftlicher bereitzustellen.