

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: 83 (1992)

Heft: 16

Artikel: Permanente elektronische Datenerfassung in Netztrafostationen

Autor: Ried, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902856>

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: 06.10.2024

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

Permanente elektronische Datenerfassung in Netztrafostationen

K. Ried

Moderne elektronische Datenerfassungsgeräte ermöglichen eine kontinuierliche Registrierung von Lastdaten nicht nur in Unterwerken und wichtigen Knotenpunkten, sondern auch in einzelnen Netztrafostationen. Der Beitrag geht auf die Vorteile einer solchen kontinuierlichen Erfassung ein und schildert mögliche Messungen und Auswertungen.

Grâce à des appareils électroniques modernes, il est possible d'enregistrer en continu des données sur la charge non seulement dans des sous-stations et des nœuds importants du réseau, mais aussi dans certaines stations de transformateurs. L'article met en évidence les avantages d'un tel relevé continu et présente des mesures et des évaluations possibles.

Adresse des Autors
Kurt Ried, dipl. Ing. ETH,
Elektra Baselland (EBL), 4410 Liestal.

Lastdaten kennen – Basis für Betriebs- und Investitionsentscheide

Die Messdatenerfassung bildet eine wesentliche Grundlage für die Planung und den Betrieb elektrischer Verteilnetze. Die zentrale Erfassung der Messdaten von Unterwerken und wichtigen Knotenpunkten hat seit langem Einzug gehalten. In Netztrafostationen werden jedoch im allgemeinen immer noch sporadische Messungen mit elektro-mechanischen oder neuerdings mit elektronischen Instrumenten durchgeführt. Es stellt sich nun die Frage nach kontinuierlicher Messung der verschiedenen Feeder, die elektronische Geräte mit genügendem Speichervermögen und allenfalls einen Telefonanschluss bedingen.

Der Energie- und Leistungsbedarf in den verschiedenen Versorgungsgebieten ist einem starken Wandel unterworfen. Es können verschiedene Beeinflussungsfaktoren auftreten, die sich fördernd oder hemmend auf den Verbrauch auswirken können:

Lasten im einzelnen: *Trend MWh:*

- | | |
|---|---|
| – Mehrverbrauch der einzelnen Bezüger | + |
| – Bautätigkeit | + |
| – örtliche Steuerungen zur Förderung des Sparens | – |
| – Glättung der Lastgangkurve des Versorgungsgebietes | – |
| – Tarifierpassungen | – |
| – Mutationen (Industriegebäude wird in Bürogebäude umgewandelt und umgekehrt) | ± |
| – Werk-Vorschriften | – |
| – behördliche Vorschriften | ± |

Lasten im gesamten:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| – Netzänderungen | ± |
| – neue Unterwerke | ± |
| – Umschaltung von Versorgungsgebieten | ± |

Die nachstehenden Bemerkungen gelten allgemein, also nicht nur für Trafostationen.

Die Änderungen von Lasten im einzelnen haben auch Änderungen der Belastungen von elektrischen Betriebsmitteln zur Folge. Dabei ist es möglich, dass diese dauernd oder vorübergehend (Umschaltungen bei Störungen) überlastet werden. Die Netzleitstelle und die Planungsstelle müssen dies berücksichtigen bzw. die notwendigen Umschaltungen vornehmen und den erforderlichen Ausbau disponieren. Hierfür ist es jedoch notwendig, die Lasten in den verschiedenen Netzpunkten zu kennen. Dies wiederum bedingt die Durchführung von dauernden, periodischen und vorübergehenden (Störungen) Messungen folgender elektrischer Grössen:

- Spannung
- Strom
- Wirkleistung
- Blindleistung
- $\cos \varphi$
- Scheinleistung

Diese Messungen können mit unterschiedlichen Mitteln erfolgen:

- Ablesung von Instrumenten allgemein im Netz
- Ablesung der Messwerte in der Netzleitstelle
- Registrierung allgemein in Unterwerken mit mobilen Schreibern
- Registrierung mit mobilen elektronischen Geräten in Trafostationen
- Registrierung mit fest eingebauten elektronischen Geräten in Trafostationen
 - Abfrage vor Ort
 - Abfrage über Telefonleitung

Auch die Darstellung auf Dokumenten variiert:

- einzelne Werte
- Tabellenform
- Kurvenform

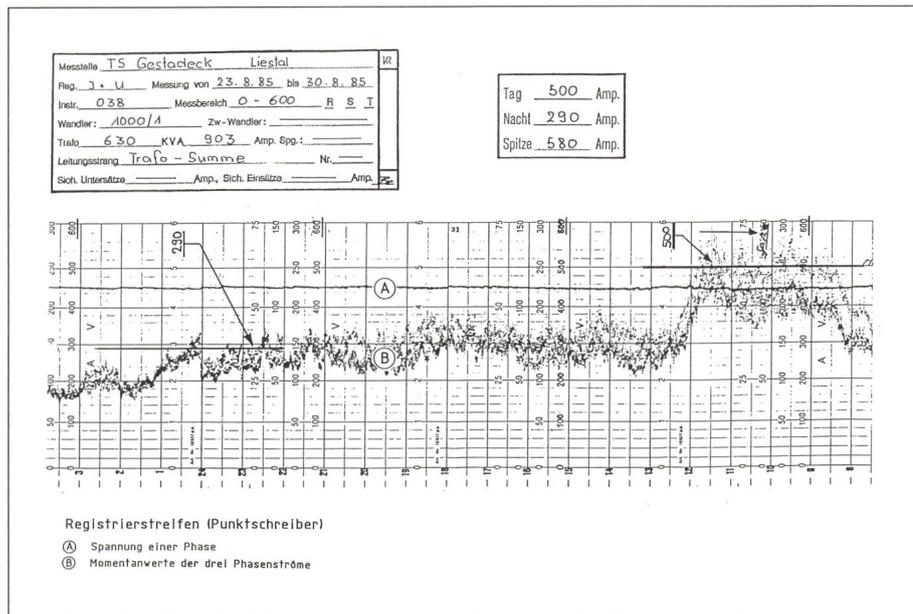


Bild 1 Strommessungen mit elektromechanischem Registrierinstrument
Aufzeichnung der Momentanwerte

Zur Charakterisierung der einzelnen Lasten, die bei der Summierung zu Gesamtlasten wesentlich ist, gehören:

- Messwerte
 - Maximal- und Minimalwerte (Hüllkurven)
 - arithmetische und geometrische Werte
- Messperiode
 - Hoch- und Niedertarifzeit bzw. Tages- und Nachtzeit
 - Wochentag
 - Jahreszeit

Die Kenntnis von Lastdaten in den neuralgischen Punkten eines Elektrizitätsversorgungsnetzes stellt eine wesentliche Grundlage für Planung und Betrieb dar, um so mehr, als sie zeitlich nicht konstant sind, sei es über den Tag, die Woche oder verschiedene Jahreszeiten.

Der Bau neuer Leitungen, Leitungsverstärkungen, Netzumstrukturierungen, die Verstärkung oder Erstellung von Unterwerken erfolgen aufgrund von Lasterfassungen und deren Auswertungen. Besonders wertvoll ist die Kenntnis von Lastdaten auch für die Durchführung von Lastflussberechnungen. Die jährlichen Messungen gestatten auch die Beurteilung des Verhaltens über verschiedene Jahre oder sogar Jahrzehnte. Wegen der Bedeutung der Lastdaten werden auch die Lasterfassungssysteme laufend ausgebaut. Seit längerer Zeit steht hier die Fernübertragung und die elektronische Datenverwaltung als Hilfsmittel zur Verfügung.

Messungen und Auswertungen

In den verschiedenen Feedern von Unterwerken und wichtigen Knotenpunkten werden üblicherweise Strom, Spannung, Wirk- bzw. Blindleistung gemessen. Die Messwerte werden auf geeignete Weise (z.B. Multiplexverfahren) an eine zentrale Stelle in den Kommandoraum fernübertragen.

Moderne Leitsysteme lassen eine dauernde Registrierung der gewünschten Messwerte zu, die gespeichert,

ausgedruckt bzw. mit geeigneter Software entsprechend aufbereitet werden können.

Neben der Auswertung diskreter Werte, wie das Maximum zu bestimmten Tarifzeiten, steht die Darstellung und Auswertung der Lastgangkurven im Vordergrund. Die Bedeutung der Kenntnis der Lastgangkurven steigt, denn nur diese gestatten Schlussfolgerungen aus dem zeitlich abhängigen Verbrauch.

In den Netztrafostationen, die pro Versorgungsgebiet zu Dutzenden oder zu Hunderten vorhanden sind, erfolgt die Lasterfassung im allgemeinen auf einfachere Weise. Für die Erfassung steht eine grössere Anzahl von Registrierinstrumenten (Schreiber und neuerdings elektronische Geräte) zur Verfügung. In Anbetracht der meist hohen Anzahl Netztrafostationen erfolgt eine periodische Messung in Perioden von 1 bis 1,5 Jahren, wobei die Lastgangkurve für 3 Phasen oder je nach Gegebenheiten nur für eine und die Spannung einer Sammelschienenphase aufgezeichnet wird. Die Aufzeichnungszeit kann z. B. eine Woche betragen. In Bild 1 ist eine Aufzeichnung mit Momentanaufzeichnung der drei Phasen und der Sammelschienenphase als Muster dargestellt. Eine analoge Messung zeigt Bild 2, jedoch mit einstündigem Mittelwert und separater Aufzeichnung der stündlichen Spitzenwerte.

Diese Messungen sind jedoch einer zeitlichen Zufälligkeit unterworfen und demnach nicht repräsentativ. Die Situa-

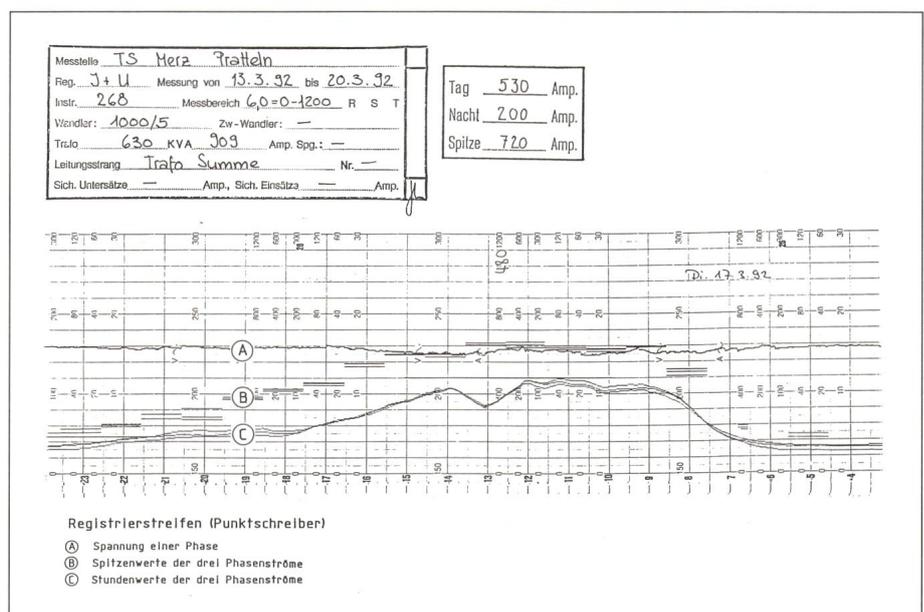


Bild 2 Strommessungen mit elektromechanischem Registrierinstrument
Aufzeichnung der Stundenwerte

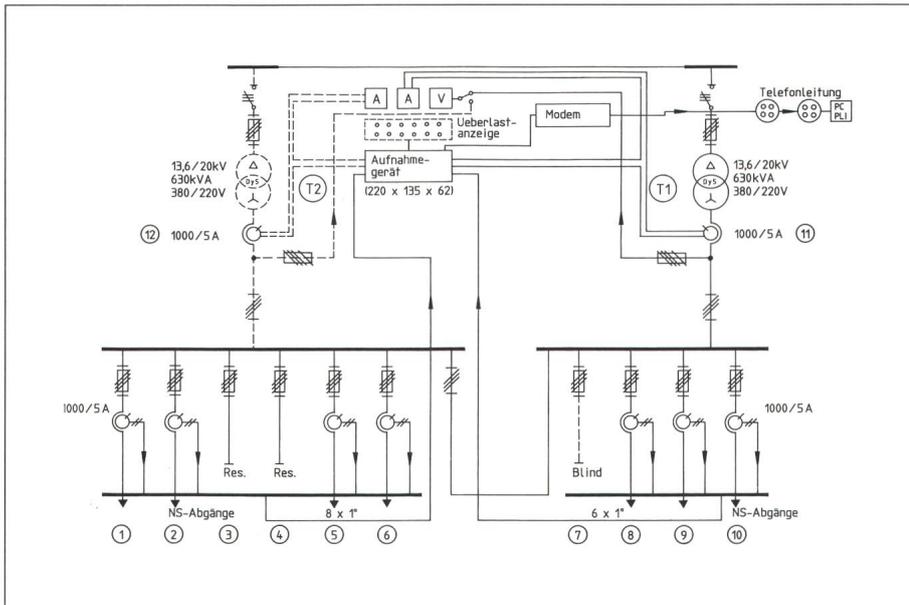


Bild 3 Anschlusschema der Trafostation

tion lässt sich wohl durch gezielten Einsatz in Starklastperioden (Winter) und Schwachlastperioden (Sommer) verbessern. Dies bedingt jedoch einen grösseren Schreiberaufwand, und die Zielsicherheit ist beschränkt. Eine wesentlich bessere Beurteilung würde eine kontinuierliche Erfassung ermöglichen.

Heute stehen moderne elektronische Geräte zur Verfügung, die eine solche Dauererfassung gestatten. Luxuriöse Ausführungen sind auf die Trafofelder zugeschnitten und gestatten neben der Datenspeicherung den Abruf verschiedener Messwerte und errechneter Ergebnisse vor Ort. Die hier im Vordergrund stehenden Geräte jedoch sind für die Erfassung der wesentlichsten Messdaten mit Erfassung möglichst vieler Abgänge konzipiert. Auf luxuriöse Ablesemöglichkeiten wird zugunsten einer möglichst effizienten Gesamterfassung verzichtet. Grundsätzlich werden Rohdaten gespeichert. Es stehen gesamthaft 12 Kanäle zur Verfügung, wobei diese wahlweise für Strom, Spannung oder Leistung verwendet werden können. Für eine Einfachtrafostation ergibt sich folgendes maximal geeignete Konzept:

- 8 Ströme Leitungsfelder
- 1 Strom Trafofelder
- 1 Spannung Trafofelder
- 1 Wirkleistung Trafofelder
- 1 Blindleistung Trafofelder

Natürgemäss hängt die maximale Aufzeichnungsdauer von der Periode der Messpunkterfassung ab. Praktisch hat sich für Ströme und Leistung eine Abtastperiode von 10 bis 60 Minuten

als zweckmässig erwiesen. Für die Spannung ist die Festlegung der Periode etwas schwieriger, da Spannungsänderungen sehr rasch erfolgen können. Eine Periode von 1 Minute dürfte jedoch für allgemeine Beurteilungen genügen sein.

Beispiele

In einer Transformatorenstation wurden Versuche mit einer Abtastperiode von 10 Minuten mit vorwiegender Industrielast durchgeführt. Das Prinzip-

schema ist auf Bild 3 dargestellt. Von sieben Abgängen wurden die Ströme sowie der Strom des Transformators aufgenommen. Der Abruf der Daten erfolgte über eine Telefonleitung, wobei keine Probleme auftraten. Bild 4 zeigt die Maximal- und Mittelwerte der Tagesbelastungskurve für eine bestimmte Aufnahmeperiode, wobei es sich um eine interpolierte Kurve handelt. Ein geeignetes Konzept dürfte folgendes sein:

- Maximalwerte
- Minimalwerte
- arithmetischer Mittelwert
- geometrischer Mittelwert (Verluste)

für

- Arbeitstage
- Samstag
- Sonn- und allg. Feiertage

pro Monat oder Quartal.

Die Ergebnisse der Lastgangkurven lassen sich zu Winter-/Sommerpaketen bzw. zu Jahrespaketen zusammenfassen. Aufgrund der Ergebnisse sind verschiedene Beurteilungen möglich.

- *Maximalwerte*

Bestimmung der maximalen Auslastung der Betriebsmittel wie Kabel und Freileitungen sowie Transformatoren, wobei sie für die Spitzenintegrationszeiten von 1 bis 4 Stunden eingesetzt werden können. Bestimmung von Verstärkungen und Erneuerungen. Die Messwerte dienen auch als Grundlage für Lastfluss-

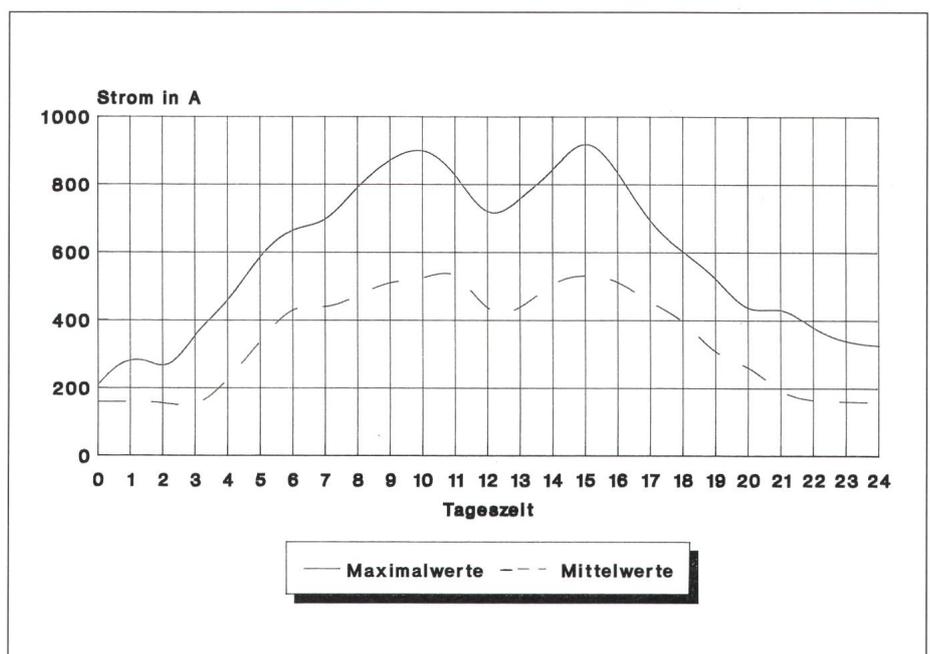
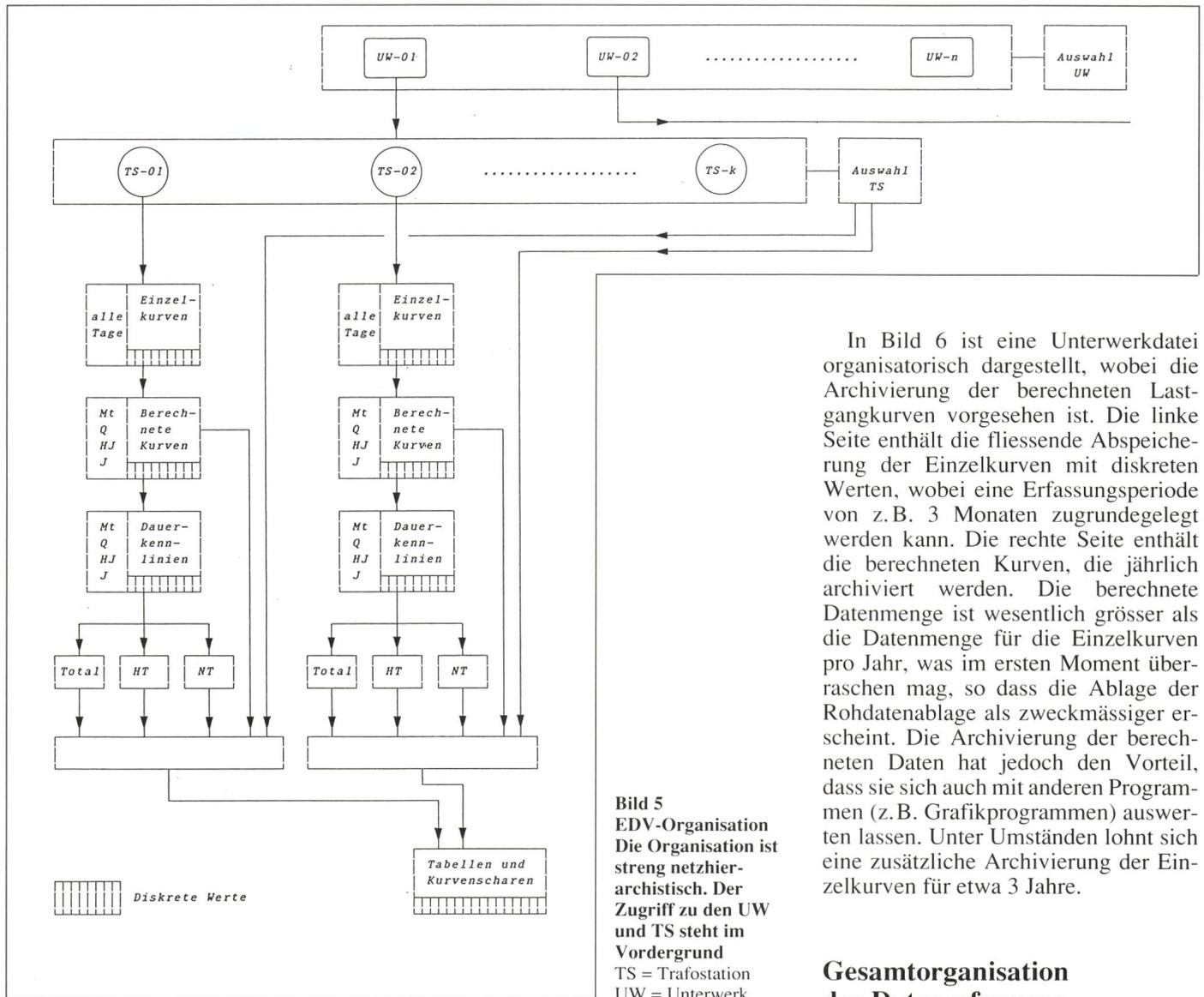


Bild 4 Strommessung mit fest eingebautem elektronischem Datenerfassungsgerät
Lastgangkurven 23. Oktober–24. Dezember 1991



In Bild 6 ist eine Unterwerkdatei organisatorisch dargestellt, wobei die Archivierung der berechneten Lastgangkurven vorgesehen ist. Die linke Seite enthält die fließende Abspeicherung der Einzelkurven mit diskreten Werten, wobei eine Erfassungsperiode von z.B. 3 Monaten zugrundegelegt werden kann. Die rechte Seite enthält die berechneten Kurven, die jährlich archiviert werden. Die berechnete Datenmenge ist wesentlich grösser als die Datenmenge für die Einzelkurven pro Jahr, was im ersten Moment überraschen mag, so dass die Ablage der Rohdatenablage als zweckmässiger erscheint. Die Archivierung der berechneten Daten hat jedoch den Vorteil, dass sie sich auch mit anderen Programmen (z.B. Grafikprogrammen) auswerten lassen. Unter Umständen lohnt sich eine zusätzliche Archivierung der Einzelkurven für etwa 3 Jahre.

Gesamtorganisation der Datenerfassung

Im Zusammenhang mit den peripheren, fest eingebauten Messdatenaufnahmegaräten ist auch auf die Gesamtorganisation der Datenerfassung hinzuweisen, die in Bild 7 dargestellt ist.

Es sind drei vertikale Abläufe 1, 2 und 3 mit drei Messstellengruppen festzustellen. Die 50-kV- und 13,6-kV-Ebene wird per Netzleitstelle gemessen. Mit eingebauter Software lassen sich Listen mit den gewünschten Daten ausdrucken. Andererseits können die Messwerte per PC zu Kurven und weiteren Ergebnisformen umgearbeitet werden. Die Ergebnisse werden, sei es auf Dokumenten oder Datenträgern, im Lastregister abgelegt.

Die eigenen Trafo- bzw. Bezirksstationen werden, sei es nach altem Muster mit elektromechanischen Schreibern oder neuerdings auch mit mobilen elektronischen Erfassungsgaräten, periodisch gemessen. Parallel dazu werden in einer Übergangsphase Messungen mit den in Frage stehenden peripheren

berechnungen, die eine weitreichende Planung gestatten.

- *Verhältnis Maximalwerte/Mittel- und Minimalwerte*
 Beurteilung des Ausnutzungsgrades der Betriebsmittel und des Verbrauchsverhaltens der Energiebezügler.
- *Geometrische Mittelwerte*
 Abschätzung der Verluste.

Neben der Beurteilung der Lastgangkurven für die Planung sind die Kurven auch betrieblichen Zwecken dienlich. Vor allem bei Störungen bei Hochspannungsabonnenten lassen sich wesentliche Schlussfolgerungen ziehen. Das gleiche gilt bei Störungen auf Kabel- und Freileitungen

Die mitgemessenen Spannungskurven lassen auf die Spannungsqualität schliessen. Dies ist für den Betrieb ebenfalls von Bedeutung.

In Anbetracht der grossen Datenmenge ist eine effiziente und anwenderfreundliche EDV-Aufbereitung unerlässlich. Dabei ist vorauszustellen, dass grundsätzlich nach Unterwerk, Trafostation und NS-Abgang gesucht wird, wozu eine entsprechende Menüstruktur notwendig ist. Bild 5 zeigt eine mögliche derartige Organisation. Einerseits sind Einzelkurven, andererseits die Summen und entsprechenden Dauerkennlinien, unterteilbar in Hoch- und Niedertarif verfügbar. Die diskreten Werte gestatten eine geraffte Beurteilung der Ergebnisse. Über ein Auswahlménü lassen sich Kurven und diskrete Werte von bestimmten Trafostationen, z.B. von einem bestimmten Versorgungsgebiet, tabellarisch oder in Form von Kurvenscharen auswerten. Auf die analogen Möglichkeiten zwischen den Unterwerken sei hier nicht eingegangen.

fest eingebauten Geräten durchgeführt. Bei den mobilen Geräten erfolgt Handauswertung (Schreiber) oder PC-Auswertung (elektronische Geräte). Die Ergebnisse der fest eingebauten Erfassungsgeräten lassen sich per Laptop vor Ort oder über Telefonleitung zentral auslesen. Die Auswertung erfolgt per PC. Die Ablage geschieht wiederum im Lastregister.

Falls fremde Trafostationen in gleicher Weise wie die eigenen gemessen werden, gilt auch für sie Ablauf Nr. 2. Werden sie jedoch nicht gemessen bzw. lediglich überwacht, kommt Ablauf Nr. 3 zum Zuge. Von der Energieverrechnung liegen die Energiebezüge für HT und NT für Wirk- sowie Blindleistung vor. Im allgemeinen steht auch das Leistungsmaximum in den HT-Zeiten zur Verfügung. Mit einer besonderen Auswertungssoftware lassen sich die Maxima für Wirk- und Blindleistung in der HT- und NT-Zeit bestimmen. Diese Werte werden für die Netzberechnungen benötigt. Auch hier erfolgt die Ablage im Lastregister.

Die Anwendung bzw. der Einsatz solcher elektronischer Datenerfassungseinrichtungen macht die Erstellung eines eingehenden Konzeptes notwendig. Je nach Bedürfnissen und in Berücksichtigung von anfallenden Kosten werden folgende Trafostationen erfasst:

- gezielter Einsatz mit bestimmten Stationen
- nur eigene Stationen ohne Stangenstationen

Konzept für die Lasterfassung in elektrischen Verteilnetzen und Auswertung

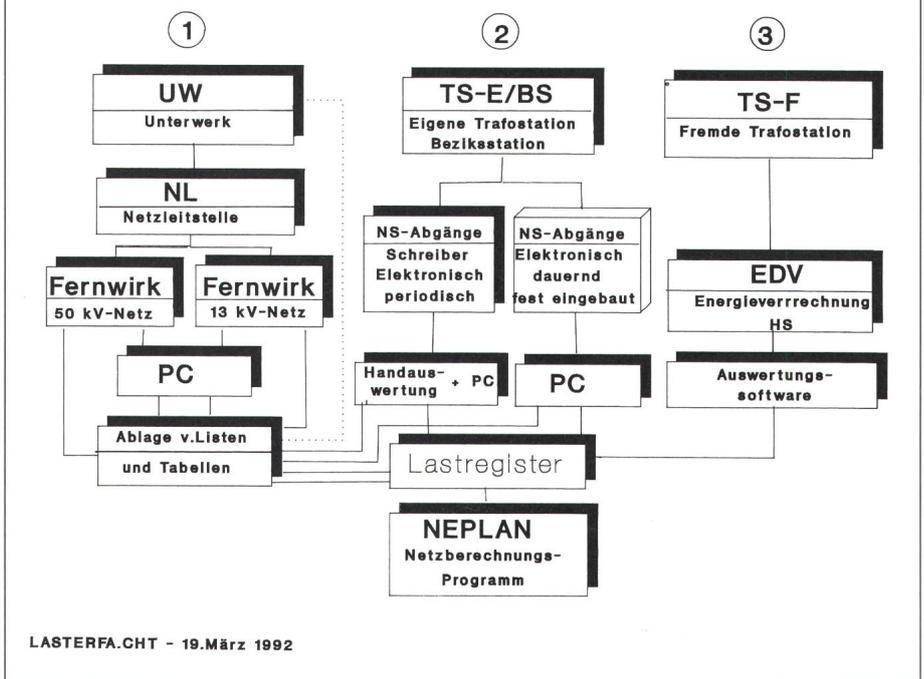


Bild 7 Gesamtorganisation der Datenerfassung

- nur Fremdstationen (Hochspannungsbezügler, Dorfgenossenschaften)
- eigene Stationen ohne Stangenstationen und Fremdstationen
- alle Stationen.

Die Investitionen lohnen sich nicht, wenn die Ergebnisse nicht genutzt werden. Die Beurteilung der Ergebnisse muss gut fundiert sein und fachkundig durchgeführt werden.

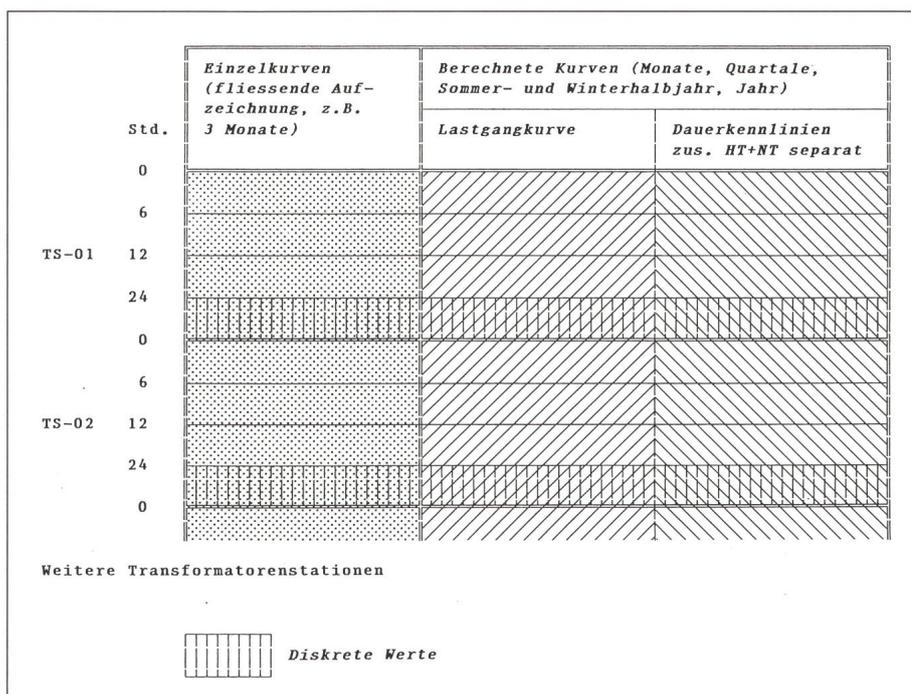


Bild 6 Dateiorganisation

Zusammenfassung

Die besprochenen Geräte, die in verschiedenen Ausführungen auf dem Markt sind, gestatten eine zuverlässige Lasterfassung. Die technische Spezifikation ist auf das Notwendigste beschränkt und ermöglicht deshalb in den meisten Fällen die Messung aller Feeder einer Trafostation bei optimalen Bedingungen. Die maximale Ableseperiode hängt von der Anzahl Messstellen und der Abtastrate ab (10–60 Minuten). Es bleibt den einzelnen Anwendern überlassen, die passende Konfiguration zu wählen, wobei die anfallenden Kosten zu berücksichtigen sind. Diese scheinen mit wenigen tausend Franken pro Trafostation im ersten Augenblick hoch zu sein. In bezug auf die Erstellungskosten einer Trafostation sind dies jedoch lediglich einige Prozente. Um ein gutes Nutzen-Kosten-Verhältnis zu erreichen, ist die Aufstellung eines eingehenden Einsatzkonzeptes unerlässlich.