

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  |
| <b>Band:</b>        | 70 (1979)   |
| <b>Heft:</b>        | 19  |
| <b>Artikel:</b>     | Überlegungen zur Konzeption regionaler Leitstellen  |
| <b>Autor:</b>       | Nemetz, P.  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-905435">https://doi.org/10.5169/seals-905435</a>   |

### 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:** 17.01.2026

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

# Überlegungen zur Konzeption regionaler Leitstellen

Von P. Nemetz

621.315

## 1. Einleitung

Im Verband grosser Energieverteilssysteme sind die lokalen Steuer- und Überwachungseinrichtungen in der Unterstation die erste hierarchische Führungsebene [1]. Regionale Leitstellen bilden die zweite hierarchische Führungsebene [2], auf welcher sämtliche, den Bereich der Leitstelle betreffenden Informationen im Sinne eines sicheren und störungsfreien Betriebsablaufes verarbeitet werden. Darunter sind im wesentlichen folgende Funktionen zu verstehen:

- Detaillierte und übersichtliche Darstellung des Systemzustandes
- Befehlsgabe an alle steuerbaren Elemente
- Automatische Aufzeichnung des Betriebsablaufes
- Datenverdichtung und Weitergabe an die nächsthöhere hierarchische Führungsebene.

Die zuletzt genannte Funktion ermöglicht der übergeordneten Leitstelle die Koordinierung und Optimierung des Betriebes im gesamten System. Der hierfür notwendige Informationsverkehr wird entweder indirekt mittels telefonischer Verbindung zwischen dem betriebsführenden Personal oder direkt, z.B. durch eine Rechner-Rechner-Verbindung zwischen den beiden Leitstellen, realisiert.

Die folgenden Überlegungen basieren im wesentlichen auf realisierten Systemen in der elektrischen Energieverteilung. Eine sinngemäße Übertragung auf Verteilsysteme für andere Energieträger ist jedoch einfach möglich.

## 2. Informationserfassung und -übertragung in der Unterstation

Sämtliche für die Systemführung benötigten Informationen werden in den Unterstationen erfasst und für die Übertragung zur regionalen Leitstelle aufbereitet. Je nach Aufgabenstellung, Informationsumfang sowie Bedeutung der Unterstationen für

die Systemführung werden einige oder alle der folgenden Funktionen in der Unterstation ausgeführt [2; 3; 10]:

- Erfassung und Übertragung von Meldungen, Messwerten, Zählerständen bei entsprechendem Aufruf von der Kommandostation in der regionalen Leitstelle. Ausgabe von Befehlen und Vorgabewerten.
- Übertragung von Meldungen, die ihren Status seit der letzten Abfrage geändert haben, und Messwerten bei Änderung um einen vorgebbaren Wert.
- Einführung von verschiedenen Prioritäten für die zu übertragenden Meldungen.
- Übertragung von Meldungen, versehen mit dem Zeitpunkt ihres Auftretens in der Unterstation, eventuell mit lokaler Protokollierung bei Störungen am Übertragungsweg.

Die Meldungen, Messwerte usw. werden gegen Verlust und Verfälschung auf dem Übertragungsweg (Kabel, Trägerfunk, Funk usw.) durch geeignete Codierung geschützt. Weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Informationsübertragung sind die Überwachung der Übertragungsqualität, die Bereitstellung von unabhängigen Zweitwegen, der Aufbau von Übertragungsringen usw. [4].

## 3. Informationsverarbeitung in der Leitstelle

### 3.1 Aufgaben in der regionalen Leitstelle

- Informationsverkehr mit den Unterstationen
- Generelle Darstellung des Systemzustandes in leicht überschaubarer Form, beispielsweise mittels einer passiven Mosaiktafel
- Detaillierte Darstellung des Systemzustandes zur Realisierung der Führungsaufgaben, wie Absteuerung von Schaltbefehlen, Vorgabe von Sollwerten usw.
- Bildung der an die übergeordnete Leitstelle weiterzugebenden Informationen einschließlich Datenreduktion durch Summierung von Meldungen, Anzahl von Messwerten usw.
- Automatische Aufzeichnung des Betriebsablaufes, beispielsweise mittels eines Prozessrechners.

### 3.2 Dezentraler oder zentraler Aufbau

Für die gerätetechnische Realisierung dieser Aufgaben gibt es stark unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten. Zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte werden im folgenden einander gegenübergestellt:

*Dezentraler Leitstellenaufbau:* Jeder Unterstation ist eine Kommandostation in der Leitstelle zugeordnet (Fig. 1), die sämtliche Anzeige- und Steuerfunktionen für diese Unterstation übernimmt. Jede Kommandostation arbeitet völlig unabhängig von allen anderen. Der Systemzustand wird auf der Rückmelddetafel dargestellt, die auch sämtliche Bedienelemente zur Ausführung der Steuerungsfunktionen trägt. Die Informationen für die übergeordnete Leitstelle werden von der Peripherie der einzelnen Kommandostationen abgenommen und übertragen. Der Prozessrechner erfüllt in der regionalen Leitstelle im wesentlichen informationsverarbeitende Aufgaben, wie automatische Protokollierung des Betriebsablaufes, periodische Messwertprotokollierung, Messwert-Grenzwertüberwachung usw. Diese Funktionen dienen zur Unterstützung des Bedienungspersonals bei der Systemführung.

*Zentraler Leitstellenaufbau:* Im zentralen Leitstellenrechner wird der Zustand aller angeschlossenen Unterstationen ge-

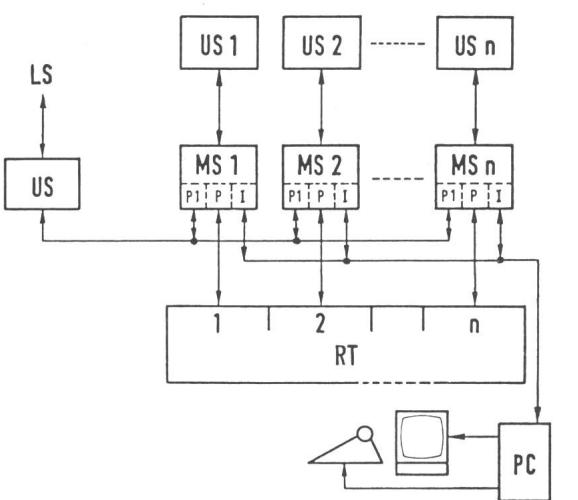


Fig. 1 Dezentraler Aufbau einer regionalen Leitstelle

|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| US                | Unterstation             |
| MS                | Kommandostation          |
| RT                | Rückmelddetafel          |
| PC                | Prozess Computer         |
| LS                | Übergeordnete Leitstelle |
| I                 | Interface                |
| P, P <sub>1</sub> | Prozess Peripherie       |

speichert und laufend nachgeführt. Für die Informationsdarstellung und Systemführung kommen eine vereinfachte, passive Rückmeldetafel, semigraphische Farbsichtgeräte und Steuerkonsolen zur Anwendung [5; 6].

Verteilnetze im Bereich regionaler Leitstellen weisen im allgemeinen folgende zwei Strukturmerkmale auf: gleichartig strukturierte Unterstationen, geringe Vermischung. Für die Ausführung von Schalthandlungen ist die detaillierte Kenntnis des Zustandes nur von einem kleinen Teil des Gesamtsystems erforderlich (im allgemeinen das Einliniendiagramm einer Unterstation).

Mit der *passiven Rückmeldetafel* wird ein Überblick über den Gesamtzustand des Systems gegeben, wobei sämtliche Detailinformationen weggelassen werden. Wesentliche Informationen sind der Zustand der Unterstationen (Alarm aufgetreten, Alarne anstehend, Änderung des Schaltzustandes usw.), die Verbindungsleitungen (Belastungsgrad, Energierichtung usw.) und die Übergabestellen an das Verteilnetz, das von anderen Leitstellen geführt wird.

Bei den *semigraphischen Farbdisplays* wird am Bildschirm der Schaltzustand einzelner Unterstationen graphisch dargestellt, allfällig anstehende Alarne werden in einem Alarmfeld mit Kurztexten angezeigt. Messwerte können mittels Anwahlbefehlen in analoger oder digitaler Form in das Schaltbild eingeblendet werden. Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem solchen Unterstationsbild.

Die gesamte Systembedienung, wie Bildanwahl, Befehlsgabe, Abruf von Protokollen, Setzen von Grenzwerten usw. wird mit Hilfe der *Steuerkonsole* durchgeführt, deren grundsätzlicher Aufbau in Fig. 3 gezeigt ist. Das Tastenfeld zur Bildanwahl dient gleichzeitig zur Anzeige des Alarmzustandes: Trifft ein Alarm ein, so beginnt die entsprechende Unterstationstaste zu blinken, bis der Alarm quittiert wird. Solange in einer Unterstation Alarne anstehen, leuchten die entsprechenden Unterstationstasten. Zur Eingabe von Befehlen wird

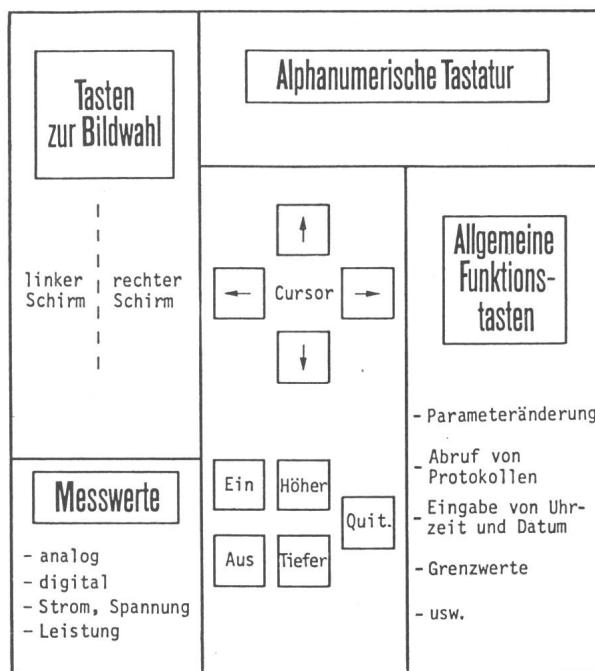


Fig. 3 Grundsätzlicher Aufbau der Steuerkonsole

die gewünschte Unterstation durch Drücken der entsprechenden Taste angewählt. Danach führt man den Cursor auf das zu steuernde Element und löst die Befehlsgabe durch Drücken der Steuertaste aus.

### 3.3 Gegenüberstellung beider Konzepte

Das dezentrale Systemkonzept stellt für kleine Informationsmengen und eine kleine Zahl von Unterstationen eine sehr übersichtliche und wirtschaftliche Lösung dar. Bei grossen Informationsmengen und vielen Unterstationen wird die Darstellung des Systemzustandes auf einer Rückmeldetafel (bei der dezentralen Lösung erforderlich) aufwendig und unübersichtlich.

Die automatische Aufzeichnung des Betriebsablaufes wird mit steigender Systemgrösse zu einem immer wichtigeren Teil der Betriebsführung, so dass auf einen zeitweisen Wegfall derselben nicht verzichtet werden sollte. Dies gilt für das dezentrale Konzept bei Einsatz eines Einfachrechnersystems.

Die Zahl der Einrichtungen in der Leitstelle sowie der Platzbedarf in der Warte steigen proportional mit der Zahl der Unterstationen. Bei grösseren Systemen wird die dezentrale Lösung daher unwirtschaftlich.

### 4. Verfügbarkeitsanforderungen

Der Ausfall einer regionalen Leitstelle muss als eine schwerwiegende Beeinträchtigung der Betriebssicherheit für das Gesamtsystem betrachtet werden. Die in der Leitstelle zum Einsatz kommenden Geräte müssen daher so ausgelegt werden, dass der Ausfall eines einzelnen Elementes nicht zu einem Totalausfall führen kann. Im allgemeinen wird als Folge eines Einzelfehlers der Ausfall von maximal einer Unterstation toleriert.

Mit dem Einsatz zentraler Einrichtungen zur Systemführung wird die Einhaltung dieser Verfügbarkeitsanforderungen zu einem wesentlichen Problem: Zentral eingesetzte Geräte sind zu verdoppeln; es müssen aber auch die hiemit notwendig

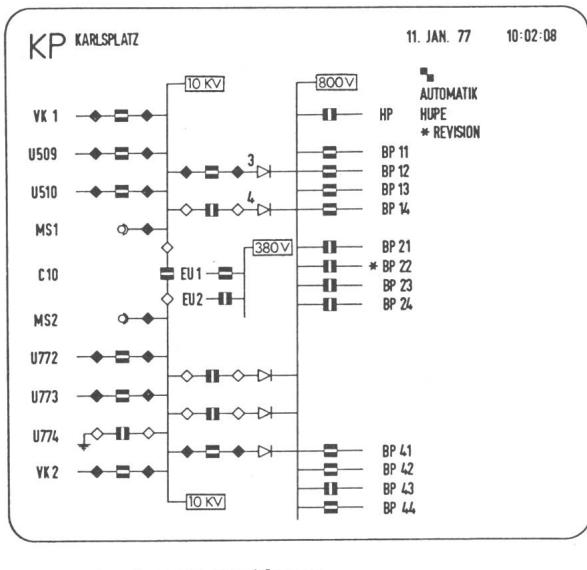


Fig. 2 Beispiel für ein Unterstationsbild  
Gleichrichterstation Karlsplatz der Wiener U-Bahn

werdenden Umschalteinrichtungen berücksichtigt werden. Dies führt z.B. zu folgenden Lösungsmöglichkeiten: Im Normalbetrieb sind beide geschalteten Bussysteme mit dem On-line-Rechner verbunden. Bei Änderungen oder Erweiterungen der Software kann ein Arbeitsplatz zu Testzwecken an den Back-up-Rechner angeschlossen werden. Diese Vorgänge werden wesentlich vereinfacht und beschleunigt, wenn das zur Verfügung stehende Betriebssystem die Durchführung solcher Arbeiten parallel zum Prozessbetrieb gestattet.

Die Verfügbarkeitsanforderungen hinsichtlich der Ansteuerung der Rückmeldetafel sind stark von der jeweiligen Anwendung abhängig. Eine Verdopplung dieser Peripherie wird nur dann erforderlich, wenn mit dem Wegfall der Anzeige für die Betriebsführung wesentliche Informationen verlorengehen.

## 5. Beschreibung einer ausgeführten regionalen Leitstelle

Abschliessend wird die zentrale Leitstelle zur Führung der Energieversorgung der Wiener U-Bahn kurz beschrieben, für deren Konzeption die vorangehenden Überlegungen angewendet wurden. Die Stromversorgung sämtlicher Einrichtungen der U-Bahn wird über 10-kV-Kabel des städtischen Verteilnetzes durchgeführt. Die für den Fahrbetrieb benötigte Energie wird in Gleichrichterstationen auf 800 V<sub>DC</sub> umgeformt [8]. In Abhängigkeit von der Verkehrsdichte müssen Gleichrichtersätze zu- und abgeschaltet werden, um eine optimale Ausnutzung der Betriebsmittel zu erzielen. Im weiteren sind die Energieversorgung im Bereich der U-Bahn, die eine Vielzahl von Schaltpunkten aufweist, und im Bereich der Haltestellen, einschliesslich aller Nebenbetriebe, zu überwachen. Für die Planung der Leitstelle war der voraussichtliche Endausbau des U-Bahn-Netzes mit insgesamt 40 Gleichrichterstationen und mehr als 100 Schaltstationen und Haltestellen ein wichtiges Kriterium.

**Leitstellen-Konfiguration:** Entsprechend dem grossen Systemumfang im Endausbau wurden für die Systemführung zwei Doppelrechnersysteme mit je zwei Arbeitsplätzen vor-

gesehen, die vor einer gemeinsamen Rückmeldetafel angeordnet sind (Fig. 4). Die einzelnen Stationen weisen mittlere Informationsmengen auf (15...40 Befehle, 100...250 Meldungen, 10...25 Messwerte) und sind gleichartig aufgebaut.

**Führung der Gleichrichterstationen [9]:** Das realisierte System besteht aus zwei Prozessrechnern PDP 11/35 mit je 48 K Kernspeicher und je 2400 K Wechselplattenspeicher (Speicherangaben in K-Worten à 16 Bits). Jeweils ein Arbeitsplatz – zwei semigraphische Farbsichtgeräte mit einer Konsole – ist über einen Unibus-Switch mit den beiden Prozessrechnern verbunden. An jedes der beiden geschalteten Unibus-Systeme sind außerdem die Kommandostationen der Fernwirkstrecken Indactic [7] angeschlossen, wodurch eine vollständige Verdopplung aller zentralen Einrichtungen erreicht wird. Im Normalbetrieb wird jeweils ein Bildschirm zur Anzeige eines Unterstationsbildes und der zweite zur Anzeige der Protokolle verwendet. Damit müssen im Wartenraum keine Drucker aufgestellt werden.

**Führung der Schaltstationen und Haltestellen:** Das Doppelrechnersystem ist gleich wie das vorhergehende aufgebaut, wegen der grösseren Zahl von Unterstationen sind die Prozessrechner mit je 80 K Kernspeicher ausgerüstet. Zur Überwachung verschiedener Einrichtungen im Bereich der Haltestellen wurden zwei zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, die jeweils mit zwei semigraphischen Schwarz-Weiss-Bildsichtgeräten, einer Konsole und einem Zeilendrucker ausgerüstet sind. Einer dieser Arbeitsplätze befindet sich ebenfalls im Wartenraum.

Die für vier Arbeitsplätze gemeinsame *Rückmeldetafel* wurde in bezug auf die darzustellende Informationsmenge sehr stark reduziert. Es wird das gesamte Netz der Wiener U-Bahn symbolisch, unter sehr vereinfachter Berücksichtigung der geographischen Linienführung, dargestellt. Je Unterstation sind zwei Sammelmeldungen für wichtige und weniger wichtige Gefahrenmeldungen vorgesehen, wobei durch die Formgebung der Anzeigelampen zwischen Gleichrichterstationen und

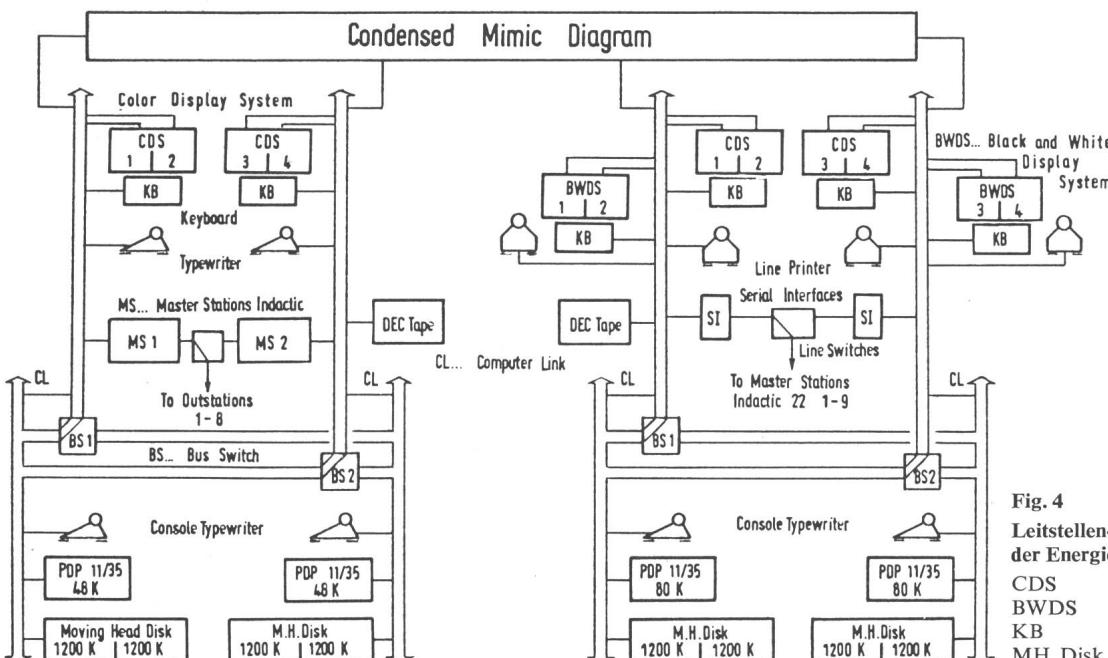


Fig. 4  
Leitstellen-Ausrüstung zur Führung  
der Energieversorgung der Wiener U-Bahn

|         |                           |
|---------|---------------------------|
| CDS     | Farbsichtgeräte           |
| BWDS    | Schwarz-Weiss-Sichtgeräte |
| KB      | Steuerkonsole             |
| MH Disk | Wechselplattenspeicher    |

Schaltstationen bzw. Haltestellen unterschieden wird (quadratische bzw. runde Anzeigen). Eine weitere Lampe im Linienzug zwischen den Stationen zeigt an, ob die Stromschiene unter Spannung steht oder geerdet ist.

#### Literatur

- [1] P. Nemetz: Load frequency control, economic load dispatch and security in multi-area systems. In: Centralised control systems, IEE Conference Publication 81(1977), p. 9...13.
- [2] P. Nemetz: Automatisierung im Bereich von Unterstationen. Brown Boveri Mitt. 63(1976)9, S. 567...572.
- [3] G. Funk: Einsatz moderner Datentechnik im Fernwirkbetrieb. Neue Technik 17(1975)7/8, S. 317...331.
- [4] J. Russel und H. Wahl: Automatisierung der Trinkwasserversorgung der Stadt Zürich. Brown Boveri Mitt. 63(1976)9, S. 579...584.
- [5] J. A. Muheim: Einsatz moderner Datentechnik in Warten von Mittelspannungsnetzen. BBC-Druckschrift Nr. CH-E 8.0256.0D. Baden, Brown Boveri & Co. AG, 1977.
- [6] H. Braun und E. Nielsen: MAS-System für die Führung von Versorgungsnetzen. Industrie und Maschinen Report International -(1976)-, S. 246...247.
- [7] G. Funk und G. Soder: Fernwirkssysteme Indactic 13 und Indactic 33 aufgebaut mit den Modulen ED 1000. Brown Boveri Mitt. 61(1974)8, S. 393...398.
- [8] E. Hinterecker und H. Maurer: Die Gleichrichterwerke für die Traktionsstromversorgung der Wiener U-Bahn. ÖZE 30(1977)4, S. 184...193.
- [9] J. Schubert: Das Netzautomatisierungskonzept der Wiener Stadtwerke-Elektrizitätswerke. ÖZE 30(1977)4, S. 170...184.
- [10] J. Haiböck und H. W. Lerch: Automatisierung von Unterwerken mit Prozessrechnern. Bull. SEV/VSE 69(1978)22, S. 1193...1195.

#### Adresse des Autors

Dipl. Ing. P. Nemetz, Österreichische Brown Boveri-Werke AG, Pernersdorfer Gasse 94, A-1100 Wien.

## Max von Laue 1879–1960

Noch einige Jahre nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen wusste man nicht, welcher Natur diese Strahlung ist. Die einen hielten sie für eine Korpuskularstrahlung, andere, darunter auch *Röntgen*, für longitudinale Wellen (wie Schall), während eine dritte Gruppe darin transversale, elektromagnetische Wellen (wie Licht) vermutete. Max Laue konnte dazu 1912 den Beweis liefern.

Max Laue, Sohn eines Berufsoffiziers, wurde am 9. Oktober 1879 in Pfaffendorf bei Koblenz geboren. Da der Vater oft versetzt wurde, führte die Familie ein Nomadenleben. Der junge Laue besuchte Schulen in Posen, Berlin und Strassburg, wo er das Abitur bestand. Vorlesungen, die er dort während seiner Militärdienstzeit bei C. F. Braun besuchte, bewogen ihn, den Weg in die Physik zu wählen. Er studierte in Göttingen, München und Berlin, hatte eine Vorliebe für Optik und für die Vorlesungen Plancks. Am Staatsexamen für die Lehrbefähigung an höheren Schulen belegte er als Freifächer auch Chemie und Mineralogie.

Im Herbst 1905 machte Planck ihn zu seinem Assistenten. Laue wandte bei ihm den Entropiesatz auf optische Strahlen an, befasste sich mit der Relativitätstheorie, über die er 1910, dem Jahr seiner Verheiratung, ein Buch schrieb. Unterdessen war er als Privatdozent nach München gezogen, wo *Röntgen* und *Sommerfeld* wirkten.

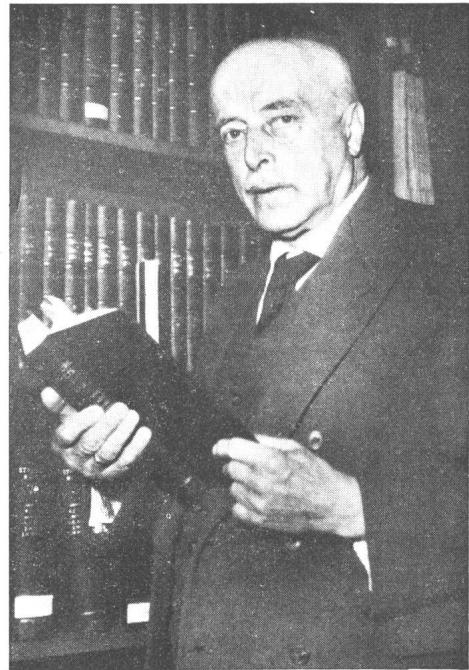
Eines Tages fragte ihn ein Doktorand nach dem Verhalten von Lichtwellen in Raumgittern. Laue schlug ihm vor, auch einen Versuch mit Röntgenstrahlen zu machen. So konnte Laue der Münchener Akademie in Anwesenheit Röntgens am 4. Mai 1912 Beugungsspektren von Röntgenstrahlen (sog. Laue-Diagramme) vorweisen. Als Gitter hatte er Raumgitter von Kristallen verwendet. Mit der Beugung war der Beweis erbracht, dass Röntgenstrahlen elektromagnetische Wellen sind. Bei bekannten Abmessungen der Raumgitter ergab sich die Möglichkeit, die Wellenlänge der Röntgenstrahlen und umgekehrt bei bekannter Wellenlänge der Strahlung die Abmessungen im Kristallgitter zu bestimmen.

Noch im gleichen Jahr wurde Laue Professor an der Universität Zürich. Das Jahr 1914 brachte ihm dann viel Ehre: er erhielt den Nobelpreis für Physik, wurde als ordentlicher Professor nach Frankfurt berufen und, da sein Vater in den erblichen Adelsstand erhoben wurde, fiel auch ihm der Adelstitel zu. Während des 1. Weltkrieges hatte von Laue für das Heer elektrische Verstärkerröhren zu entwickeln. 1919 zog er wieder nach Berlin, wurde auf Empfehlung Plancks Mitglied der Preussischen Akademie der Wissenschaften sowie theoretischer Berater der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Anfang der dreißiger Jahre beschäftigte er sich mit Supraleitung.

Als er *Einstein* in der Physikalischen Gesellschaft gegen die Angriffe der Nazi verteidigte, wurde er seines Beraterpostens enthoben. Zwei Jahre vor Kriegsbeginn schickte er seinen einzigen, 1916 geborenen Sohn nach den USA, damit dieser nicht Hitler dienen müsse. Von Laue half vielen Juden bei der Auswanderung. Am 1. Oktober 1943 wurde er von den Nazis vorzeitig emeritiert. Den von ihm geleiteten Teil des Kaiser-Wilhelm-Institutes liess er 1944 nach Hechingen verlegen, von wo er am 23. April 1945 mit *Hahn* und andern Physikern nach England geführt und interniert wurde. Nach dem Krieg setzte er sich für die Wiedergeburt der Physikalischen Gesellschaften und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ein.

Am 24. April 1960 starb von Laue nach einem Autounfall. Er verdient nicht nur seiner wissenschaftlichen Leistungen wegen Achtung, sondern besonders auch für seine unerschrockene Haltung gegenüber dem Nationalsozialismus.

H. Wüger



Bibliothek der ETH Zürich