

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band:	43 (1952)
Heft:	13
Artikel:	Die Ergebnisse der Umfrage der Studienkommission des SEV für die Regulierung grosser Netzverbände betreffend Regulierprobleme der Praxis
Autor:	Oertli, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1059161

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: 22.02.2026

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

Die Ergebnisse der Umfrage der Studienkommission des SEV für die Regulierung grosser Netzverbände betreffend Regulierprobleme der Praxis

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung über Regulierung grosser Netzverbände des SEV vom 3. April 1952 in Lausanne,

von H. Oertli, Bern.

621.316.72 : 621.311.161

Die Umfrage des SEV betraf die Ansprüche an die Frequenz, die Netzeigenschaften, das Verhalten von Generatorgruppen, einzeln arbeitend und im Parallelbetrieb, die Geschwindigkeitsregulierung der Wasserturbinen und thermischer Motoren, die Spannungsregulierung der Generatoren und die Regulierung einer Übergabeleistung. Es werden die Ergebnisse der Umfrage behandelt. Die Studienkommission für die Regulierung grosser Netzverbände konnte die eingegangenen Antworten teilweise als Grundlage für die Aufstellung von Leitsätzen verwenden; zur Abklärung von Fragen, auf die die Umfrage keine genügenden Antworten gab, wurden Messungen nötig.

Im Herbst 1947 richtete der SEV an alle schweizerischen Elektrizitätswerke mit mehr als 500 kW installierter Leistung ein Rundschreiben, in dem folgendes stand:

«Die Studienkommission des SEV für die Regulierung grosser Netzverbände (St. K. Reg.) beschloss in ihrer ersten Sitzung vom 29. April 1947, ihr Arbeitsprogramm entsprechend den praktischen Bedürfnissen der Elektrizitätswerke und der Konstruktionsfirmen aufzustellen. Dabei sollte auch den in der Kommission nicht vertretenen Elektrizitätswerken Gelegenheit geboten werden, ihre Auffassungen, Wünsche und Anregungen der Kommission mitzuteilen.

Wir nehmen an, dass das Arbeitsgebiet unserer Kommission auch Sie interessiert, und bitten Sie, uns dadurch zu unterstützen, dass Sie den beiliegenden Fragebogen so eingehend und genau wie möglich mit Ihren Angaben ergänzen.



Fig. 1
Umfang der eingegangenen Antworten

Lassen Sie sich bitte durch die grosse Zahl der Fragen nicht erschrecken! Die Beantwortung verursacht Ihnen gewiss weniger Arbeit als Sie nach dem Umfang des Fragebogens befürchten könnten. Bei vielen Fragen genügt es, wenn Sie das bereits eingesetzte «ja» oder «nein» streichen. Wenn Sie es wünschen, wird ein Mitglied der Kommission Sie gerne besuchen und Ihnen bei der Beantwortung der Fragen behilflich sein.

Wir erwarten, dass die Ergebnisse der Umfrage und die Arbeit der Kommission allgemeinen Wert haben und auch Ihnen nützlich sein werden. Wir glauben daher bestimmt, dass

L'enquête de l'ASE concernait les exigences imposées à la fréquence, les caractéristiques des réseaux, le comportement de groupe générateurs travaillant individuellement et en parallèle, le réglage de la vitesse des turbines hydrauliques et des moteurs thermiques, le réglage de la tension des générateurs et le réglage d'une puissance acquise ou cédée. L'exposé traite des résultats de l'enquête. La Commission d'Etudes pour la régulation des grands réseaux pouvait se baser sur une partie des résultats en établissant des recommandations. Cependant des mesures sont nécessaires pour éclaircir certaines questions.

sich die für die Fragenbeantwortung erforderliche Zeit rechtfertigen lässt.»

Der Fragebogen, der dem Rundschreiben beilag, enthielt 18 Seiten. Im ganzen liefen rund 100 Antwortschreiben ein und rund 70 Fragebogen (Fig. 1), die zum mindesten teilweise ausgefüllt waren; zu einigen Fragebogen gehörten Beilagen, die ausführlichere Angaben enthielten.

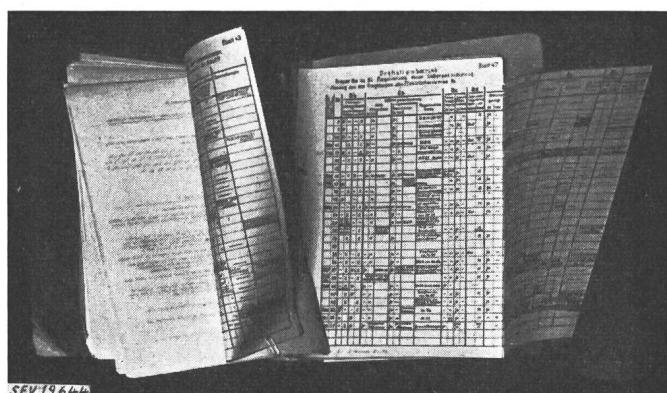


Fig. 2
Tabellarische Zusammenstellung der eingegangenen Antworten

Über das Ergebnis der Umfrage hat die Öffentlichkeit bisher wenig erfahren; man konnte hier und da im Bulletin des SEV etwas über die Sitzungen der St. K. Reg. lesen. Ganz wenige Werke wandten sich um Auskunft an mich; diesen stellte ich die umfangreiche tabellarische Zusammenstellung (Fig. 2) zur Einsicht zur Verfügung.

Ich befürchte, dass viele andere, die viel Zeit und Mühe zur Beantwortung des Fragebogens aufgewendet hatten, dies zu bereuen anfangen, in der Meinung, für die Katze gearbeitet zu haben. Ich hoffe, Sie heute überzeugen zu können, dass dies nicht der Fall war, und dass jede Antwort wertvoll war. Ich danke allen herzlich, die viel Mühe aufwendeten und Zeit opfereten, um die Wünsche der St. K. Reg. zu erfüllen.

In der Umfrage wurde außer der Frequenz 50 auch die Frequenz $16\frac{2}{3}$ behandelt; wegen des Zeitmangels und wegen des beschränkten Interesses lasse ich heute die Frequenz $16\frac{2}{3}$ weg.

Der erste Abschnitt des Fragebogens behandelte die Ansprüche an die Frequenz; er enthielt neun Gruppen von Fragen. Aus vortragstechnischen Gründen verschiebe ich die Behandlung dieses Abschnittes an den Schluss meines Referates.

Der zweite Abschnitt des Fragebogens betraf die Netzeigenschaften

Die Leistungsaufnahme eines Netzes ändert sich beim Ansteigen und beim Abfallen der Frequenz, da ein Teil der Stromverbraucher in seiner Leistungsaufnahme frequenzabhängig ist.

Die erste Frage lautete: *Welches ist die mittlere prozentuale Leistungsaufnahme Ihres Netzes in Funktion der Frequenz für verschiedene Tageszeiten?* Viele Werke liessen an dieser Stelle den Fragebogen leer oder schrieben: unbekannt, nicht gemessen oder in ähnlichem Sinne. Nur wenige Werke lieferten positive Antworten.

Die Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G. (NOK) hatte im Jahre 1947 bei Messungen während der Hochlastzeit eine Laständerung von 3 % gefunden, bei einer Frequenzänderung von 1 %. Eine ungefähr gleich grosse Laständerung (2,5 %) gab das EW Schaffhausen an. Die Angaben des EW Wynau lauteten: Laständerung nachts 2,2 %, tags 3,5 %, bei Frequenzänderung 1 %. Die übrigen zahlenmässigen Angaben stammten von Werken von weniger als 10 MW Leistung; danach betrug die Laständerung ungefähr 0,5 % für 1 % Frequenzänderung.

Die Umfrage ergab in diesem Punkte keine genügend sichere Antwort; weil aber die Abhängigkeit zwischen Last und Frequenz reguliertechnisch wichtig ist, sah die St. K. Reg. vor, diese Frage durch Messungen abzuklären.

Dass auf die Frage: *Welches sind die grössten in Ihrem Netz vorkommenden raschen Laständerungen?* sehr verschiedene Werte angegeben wurden, ist bei der verschiedenen Grösse und Art der Netze nicht verwunderlich. Der kleinste gemeldete Wert betrug 20 kW (EW Adelboden), der grösste 120 000 kW [S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS)].

Auf die Frage: *Mit welcher Geschwindigkeit vollziehen sich durchschnittlich solche Lasterhöhungen und -verminderungen?* liefen wohl ziemlich viele Antworten ein. Sie waren aber nicht so bestimmt, dass die St. K. Reg. sie als Unterlagen für die Behandlung verwenden konnte. Ein grosses Werk [Bernische Kraftwerke A.-G. (BKW)] schrieb, dass die im normalen Betrieb vorkommenden plötzlichen Zu- und Abschaltungen unbekannt seien. Die von den andern Werken erhaltenen Zahlenwerte liessen sich kaum zusammenreimen. Es würde zuweit führen, an dieser Stelle darauf einzutreten. Die St. K. Reg. kam zur Überzeugung, dass Messungen an Netzen nötig sind, um die Geschwindigkeit der Laständerungen zu erfassen.

Die Antworten zum dritten Abschnitt

Verhalten einzeln arbeitender Generatorgruppen zeigten, dass ungenügende Stabilität der Generatorgruppen und Frequenzpendelungen verhältnismässig selten waren, und dass störende Mängel durch

Änderungen am Turbinenregulator und am Spannungsregler behoben werden konnten. Das Verhalten als einzeln arbeitende Generatorgruppe ist auch dann von Bedeutung, wenn eine Gruppe nach dem Abschalten vom Parallelbetrieb allein auf einen Elektroofen, Elektrokessel oder Wasserwiderstand arbeiten muss.

Im vierten Abschnitt

Verhalten von Generatorgruppen im Parallelbetrieb meldeten nur wenige Werke, dass Lastpendelungen und Aussertrittfallen im normalen Parallelbetrieb vorkamen; hingegen waren die Meldungen über Lastpendelungen und Aussertrittfallen bei Störungen zahlreich.

In einem grossen Hochdruck-Kraftwerk [Kraftwerke Oberhasli A.-G. (KWO)] traten bei gewissen Betriebsverhältnissen Pendelungen der Polräder auf, die durch die Turbinenregulatoren aufgeschaut wurden.

Einige Werke mit installierter Leistung über 10 MW nannten folgende Massnahmen, mit denen sie frühere Mängel im Parallelbetrieb beseitigen konnten:

genügende Erregung,
Änderung der Pendelmotoren,
Ersatz alter Turbinenregulatoren,
Schnelldistanzschutz.

Im Fragebogen stand am Schluss dieses Abschnittes die Frage: *Soll unsere Kommission auch über diese Fragen Leitsätze aufstellen?* Die Mehrzahl der Antworten lautete «ja». Heute liegen die von der St. K. Reg. aufgestellten Leitsätze im Entwurf vor.

Der fünfte Abschnitt betraf die

Geschwindigkeitsregulierung der Wasserturbinen

Bei der Umfrage wurden die Schweizerischen Regeln für Wasserturbinen als bekannt vorausgesetzt. Der Zusammenstellung der Antworten der Elektrizitätswerke entnehme ich folgendes (Fig. 3):

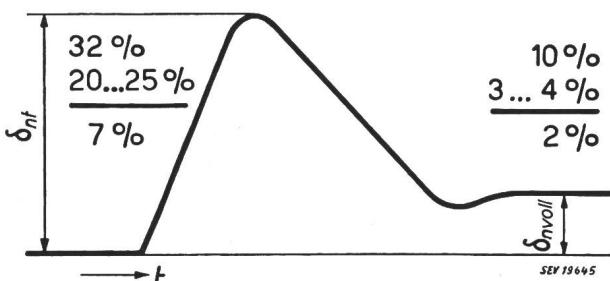


Fig. 3
Prozentuale Drehzahländerung bei Abschaltung der Vollast
 t : Zeit; δ_{n_t} : vorübergehender relativer Drehzahlanstieg;
 $\delta_{n_{voll}}$: bleibende relative Drehzahländerung (Statik)

Zugelassener Drehzahlanstieg bei Abschalten der Vollast:
bei Hochdruckwerken 7 % und mehr,
bei Niederdruckwerken bis 32 %,
meiste der angegebenen Werte zwischen 20 und 25 %.

Eingestellte Statik der Turbinenregulatoren:

ca. 2 % bis 10 %,
häufig angegebene Werte 3 % und 4 %.

Einige grosse Werke, z. B. die KWO präzisierten:
bei Frequenzregulierung 2 %,
bei Leistungsregulierung 5 %.

Bei der Frage: *Stellen Sie an die Turbinenregulatoren Anforderungen, die in den Regeln für Wasserturbinen nicht erwähnt sind?* schrieben verhältnismässig wenig Werke, dass sie auch die Prüfung der Empfindlichkeit und der Stabilität verlangen.

Unter den weiteren Anforderungen nenne ich besonders die Wünsche einiger grosser Werke:

Anpassung der Statik; Garantiewerte sollen dauernd erhalten werden; begrenzte Regulierzeit, Vermeidung von schleppenden Leistungsänderungen nach Betätigung der Drehzahlverstellvorrichtung bei Parallelbetrieb.

Eine Frage lautete: *Ziehen Sie elektrische Regler oder mechanisch-hydraulische Regler mit elektrischem Antrieb (Speisung mit Transistor oder mit Pendelgenerator) vor?* Mit elektrischen Reglern hatten weitaus die meisten Werke keine Erfahrungen. Eine Anzahl Werke bevorzugten die gegenüber elektrischen Reglern robusteren mechanisch-hydraulischen Regler. Der Pendelgenerator wurde meistens dem Transformator vorgezogen.

Auf die weitere Frage nach Fällen, die als Wegleitung der zweckmässigen Wahl des Schwungmomentes GD^2 dienen könnten, liefen wenig positive Antworten ein; immerhin wurden einige Anlagen genannt, wo die Stabilität einwandfrei war, solange die Maschinengruppe parallel mit einem grösseren Werk arbeitete, aber mangelhaft war, wenn die Gruppe auf ein kleines Netz oder auf einen Wasserwiderstand geschaltet wurde. Die erhaltenen Antworten gaben keine sichere Wegleitung für die zweckmässige Wahl des Schwungmomentes.

Die im Entwurf vorliegenden «Leitsätze für die Geschwindigkeitsregulierung der Wasserturbinen-Generator-Gruppen» berücksichtigen die Ergebnisse der Umfrage.

Auf die Fragen des sechsten Abschnittes

Geschwindigkeitsregulierung thermischer Motoren

liefen nur neun Antworten von Werken ein, die Dampfturbinen, Gasturbinen oder Dieselmotoren besassen. Es wurde die geringe Reguliergeschwindigkeit älterer Dieselmotoren erwähnt. Zur Zeit der Umfrage lagen noch keine Erfahrungen über das Verhalten der neuesten Gasturbinen vor. Da die St. K. Reg. die Geschwindigkeitsregulierung thermischer Motoren vorläufig aufschob, gehe ich über zum siebenten Abschnitt:

Spannungsregulierung der Generatoren

Nach den Antworten genügten die neueren Spannungsregler den in der Umfrage genannten Anforderungen. Die vorhandenen Spannungsregulierungen der Generatoren waren in den weitaus meisten Fällen unabhängig von der Frequenz. Die meisten Werke sahen keine praktischen Nachteile, wenn die Spannungsregulierung frequenzabhängig gemacht würde. Für die Grösse der Abhängigkeit lagen die Vorschläge zwischen 0,4 % und 5 % Spannung pro 1 % Frequenz. Die St. K. Reg. verwertet die Ergebnisse der Rundfrage in ihren Leitsätzen.

Der achte Abschnitt der Rundfrage betraf die

Regulierung einer Übergabeleistung

Die antwortenden Elektrizitätswerke gaben ständig oder zeitweise an andere Elektrizitätswerke

Energie ab oder bezogen Energie. Die Übergabeleistung entsprach in den meisten Fällen den augenblicklichen Bedürfnissen, besonders bei den grossen Werken auch einem bestimmten Programm. Wenn ein verhältnismässig kleines Werk von einem grossen Werk, das die Frequenz gut einhielt, nach den augenblicklichen Bedürfnissen Energie bezog, so bestanden keine reguliertechnischen Schwierigkeiten. Bei der Regulierung einer Übergabeleistung waren zu unterscheiden: automatische Primärregulierung und automatische und Hand-Sekundärregulierung. Es wurden nur wenige automatische Primärregulierungen gemeldet und ungefähr gleich viele automatische Sekundärregulierungen, hingegen eine grössere Zahl von Sekundärregulierungen von Hand. Den betreffenden Werken genügte die automatische Sekundärregulierung. Die Werke, die über Erfahrungen an automatischen Primärregulierungen und den früheren Sekundärregulierungen von Hand verfügten, nannten als Vorteile der Primärregulierung: Direkte und richtige Wirkung, Schnelligkeit

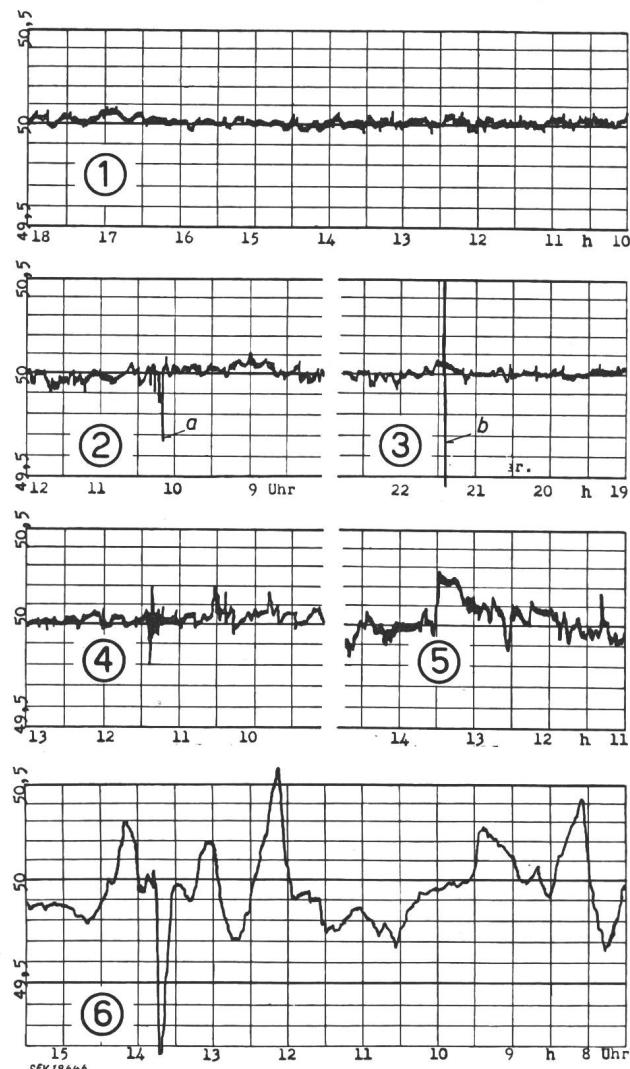


Fig. 4

Beispiele aus Frequenzstreifen

- 1 Montag, 5. 5. 1947. Frequenzregulierung durch KWO
- 2 Montag, 12. 5. 1947. Frequenzregulierung durch KWO
- 3 Mittwoch, 14. 5. 1947. Frequenzregulierung durch KWO
- a Störung bei KWO
- 4 Sonntag, 4. 5. 1947. Frequenzregulierung durch BKW
- 5 Mittwoch, 12. 3. 1947. Frequenzregulierung durch EOS
- 6 Montag, 16. 4. 1947. Frequenzregulierung durch EdF

und Stabilität, bessere Quotenhaltung, Entlastung des Personals; als Nachteile der Sekundärregulierung wurden geltend gemacht: oft zu späte und dann falsche Eingriffe, zu langsam, eventuell Ursache von Instabilität, weniger gute Quotenhaltung, auf die Dauer starke Belastung des Personals.

Die Bandbreite der Wirk-Übergabeleistung sollte mit einer gewissen Genauigkeit eingehalten werden wegen der vertraglichen Leistungen und zur Vermeidung von Überlastungen der Verbindungs-Leitungen und der -Transformatoren. Als anzustrebende Genauigkeitsgrenzen wurden von grossen Werken $\pm 0,5\ldots 1\%$ bzw. $\pm 5\ldots 10\%$ und dazwischenliegende Werte angegeben.

bei frequenzunabhängiger Leistungsregulierung in Störungsfällen, wenn die Frequenzabweichungen ein bestimmtes Mass überschreiten, automatisch auf Frequenzregulierung umgeschaltet werde. Im weiteren bemerkte dieses Werk, dass es aus betriebs-technischen Gründen als vorteilhaft erachte, dass die Rückführung der Turbine bei der Leistungs-regulierung nicht ausgeschaltet werden müsse. Eine frequenzunabhängige Leistungsregulierung mit automatischer Umschaltung auf Frequenzregulierung kann als eigentliche Leistungs-Frequenzregulierung betrachtet werden.

Ein kleines Werk (EW St. Moritz) wies darauf hin, dass die automatische Regulierung seines

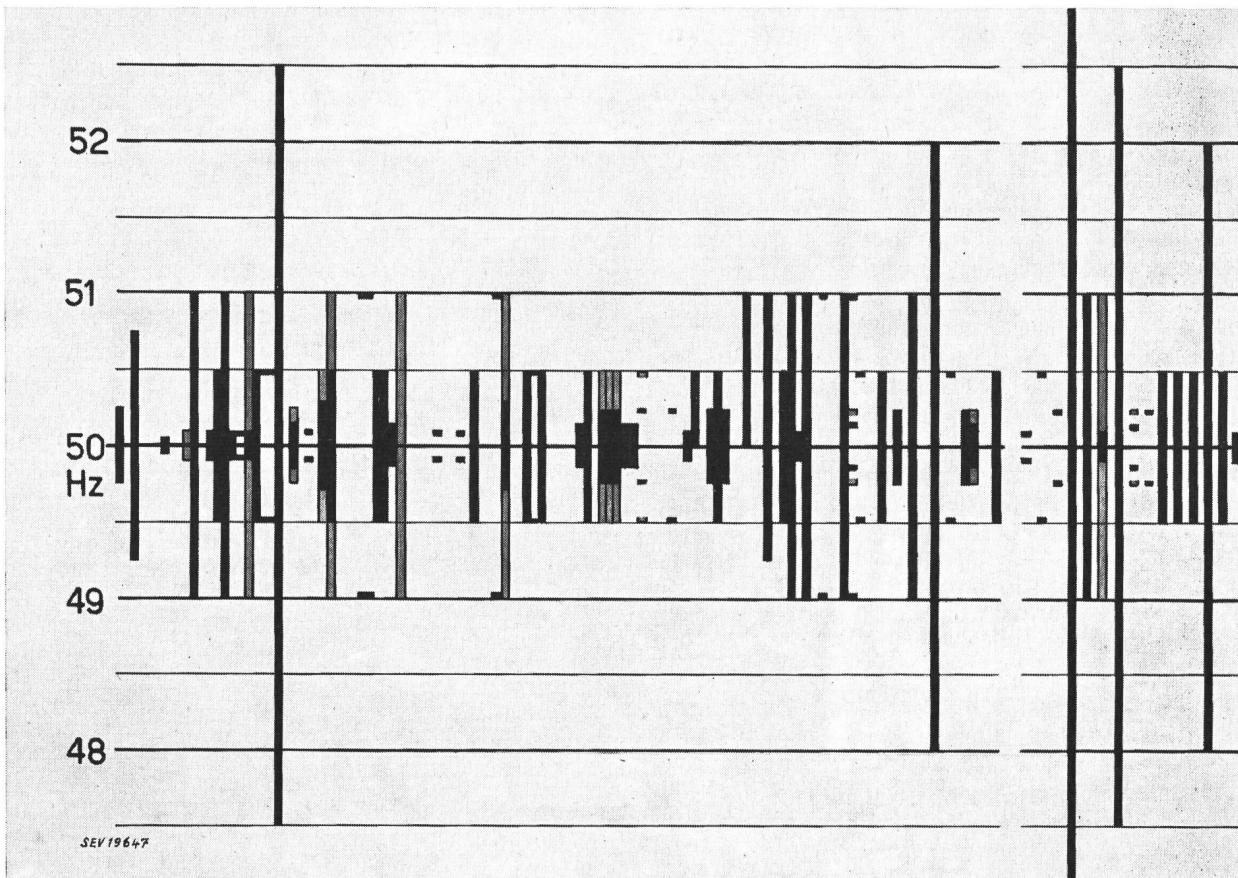


Fig. 5
Frequenzen des Frequenzbandes
Erklärungen siehe im Text

Auf die Frage nach den Vor- und Nachteilen frequenzabhängiger, frequenzunabhängiger und beliebig frequenzabhängig oder -unabhängig einstellbarer Regulierungen von Übertragungsleistungen berichteten nur wenige Werke. Darunter gab es solche, die eine frequenzunabhängige Leistungs-Regulierung wegen der bessern Einhaltung des Programms bevorzugten; andere hielten es für vorteilhaft, infolge der Frequenzabhängigkeit der Leistungs-regulierung bei Störungen an der Frequenzhaltung mithelfen zu können. Einige Werke sahen die beste Lösung in der Möglichkeit, die Regulierung je nach Wunsch frequenz-abhängig oder -unabhängig einstellen zu können. Ein grosses Werk (KWO) machte besonders darauf aufmerksam, dass in seiner Anlage

Leistungsbezuges sich finanziell sehr günstig aus-wirkte.

Für die Fernleistungsregulierung ist in der Regel eine Fernmessanlage nötig. Die Umfrage gab Aus-kunft über die Systeme der benützten Anlagen: Impuls-Frequenz, Frequenz-Modulation, Brown Bo-veri, Compagnie Générale des Compteurs, Landis & Gyr, Telefunken, Telewatt, Trüb-Täuber. Nach den Meldungen befriedigten im allgemeinen die Anlagen; doch wurden auch Verbesserungen gewünscht, im besondern in bezug auf Genauigkeit, Geschwindig-keit und Zuverlässigkeit der Messwertübertragung.

Die letzte Frage dieses Abschnittes lautete: *Welche Anforderungen stellen Sie an die Blindleistung, die mit der Wirkleistung zu übertragen ist?* Die Ergeb-

nisse der Umfrage sind im Vortrag von A. Gantenbein enthalten¹⁾.

Die Antworten des Abschnittes «Regulierung einer Übergabeleistung» enthielten stellenweise Hinweise auf die Bedeutung, die die Elektrizitätswerke einer guten Frequenzhaltung beimassen. Näheres darüber war dem ersten Abschnitt der Umfrage zu entnehmen, auf den ich nun zurückkomme. Dieser Abschnitt

Ansprüche an die Frequenz

verwies auf Kopien von Frequenz-Meßstreifen, die dem Fragebogen beilagen. In den Fällen 1, 2 und 3 der Fig. 4 regulierten die KWO die Frequenz; abgesehen von den Störungen lag das Frequenzband

den bereits besprochenen Diagrammen mag auffallen, dass in diesem Fall die Frequenz von 13.15 Uhr an während einer Viertelstunde höher als 50,2 Hz war; dies war nicht einer Nachlässigkeit, sondern der Auffassung der EOS betreffend die Frequenzregulierung zuzuschreiben. Im Falle 6 der Fig. 4 diktigte Frankreich die Frequenz²⁾; als sie unter 49,2 Hz fiel, trennten sich die BKW ab und regulierten von 13.45 bis 14.00 Uhr die Frequenz selbst.

In der Umfrage an die Elektrizitätswerke lautete die erste Frage: *Innerhalb welchen Grenzen soll das Frequenzband liegen an Werktagen? an Sonntagen?*

Fig. 5 zeigt auffällig, wie verschieden gross die Ansprüche waren. Schwarz gilt für Werkstage, grau

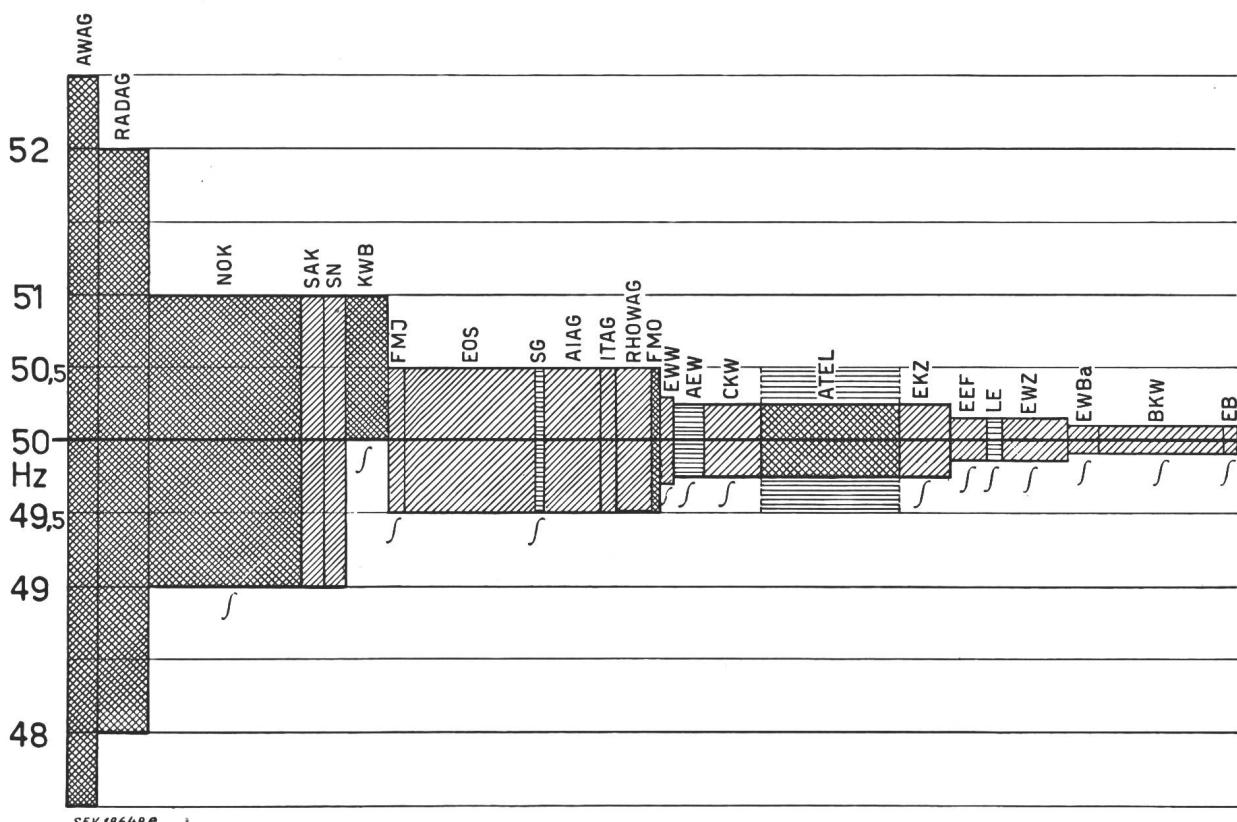


Fig. 6
Verlangte Grenzen des Frequenzbandes nach den Antworten der Elektrizitätswerke über 10 MW Leistung

- [Schwarz] wegen des Parallelbetriebes beansprucht
- [Grau] wegen der Konsumenten beansprucht
- [Schwarz/Grau] wegen des Parallelbetriebes und wegen der Konsumenten beansprucht

\int es werden auch an $\int f dt$ Ansprüche gestellt

AWAG Aarewerke A.-G.; RADAG Rheinkraftwerk Albbrück-Dogern; NOK Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G.; SAK St.-Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G.; SN Kraftwerke Sernf-Niedererbach A.-G.; KWB Kraftwerke Brusio A.-G.; FMJ Compagnie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe; EOS S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse; SG Elektrizitätswerke der Stadt St. Gallen; AIAG Aluminium Industrie A.-G.; ITAG Illsee-Turtmann A.-G.; RHOWAG Rhonewerke A.-G.; FMO Compagnie des Forces Motrices d'Orsières; EWW Elektrizitätswerke Wynau; AEW Aargauisches Elektrizitätswerk; CKW Central Schweizerische Kraftwerke; ATEL Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität; EKZ Elektrizitätswerke des Kantons Zürich; EEF Entreprises Electriques Fribourgeoises; LE Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg A.-G. und Elektrizitätswerk der Stadt Luzern; EWZ Elektrizitätswerk der Stadt Zürich; EBa Elektrizitätswerk Basel; BKW Bernische Kraftwerke A.-G.; EB Elektrala Birseck

innerhalb $50 \pm 0,1$ Hz. Im Falle 4 — an einem Sonntag — war die Verbindung zwischen den KWO und den BKW aufgehoben; die Frequenz wurde von den BKW-Kraftwerken reguliert; die grössten Frequenzabweichungen betrugen $\pm 0,2$ Hz. Im Falle 5 der Fig. 4 regulierte die EOS die Frequenz. Gegenüber

für Sonntage, wenn die Angaben von den Werktagen abweichen. Die schwarzen und grauen kleinen Rechtecke sind indirekte Angaben von Werken, die auf die frequenzdiktierenden Werke oder auf die Ansprüche der von ihnen belieferten Aktionäre hin-

¹⁾ siehe S. 545 dieser Nummer.
²⁾ Es ist zu beachten, dass das Diagramm (6) im Jahre 1947 aufgenommen wurde.

weisen. Die Reihenfolge der Werke entspricht der Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz; rechts sind die industriellen und Bahn-Unternehmungen.

Warum sind diese Frequenz-Grenzen einzuhalten? lautete die zweite Frage; *wegen gewisser Konsumenten? wegen des Parallelbetriebes?* Fast die Hälfte der antwortenden Werke bejahten beide Fragen; in dem grössern Teil der übrigen Antworten wurde der Parallelbetrieb als Grund genannt. Ein grosses Werk (BKW) stellte wegen des Parallelbetriebes hohe Anforderungen an die Frequenz-Abweichung: höchstens $\pm 0,1$ Hz — und bemerkte dazu, dass damit auch die Anforderungen der Industrie erfüllt seien. Die Ansprüche der Industrie gingen sehr weit auseinander; ausserordentlich bescheiden war ein Drahtwerk, das mit einer Frequenz von 50 ± 5 Hz zufrieden war. Gewisse Spinnereien, Zirnereien, Webereien und Papierfabriken verlangten $\pm 0,1$ Hz; andere Spinnereien und Zirnereien, die weniger feine Produkte herstellten, begnügten sich mit ± 1 Hz. Für Pumpen und Kompressoren wurde $\pm 0,25$ Hz und $\pm 0,5$ Hz verlangt. Für kurzzeitige Frequenzabweichungen wurden im allgemeinen grössere Werte zugelassen, aber mit dem Wunsch, dass sie selten vorkämen. Von der Textilindustrie und der Papierindustrie wurde auf die Schädlichkeit rascher Frequenzänderungen hingewiesen.

Ungefähr die Hälfte der antwortenden Werke wünschten, dass mit Rücksicht auf die Synchronuhren und die Tarifumschaltuhren $\int f dt$ bestimmte Bedingungen erfülle; gegenüber den Konsumenten hatte aber kein Werk Verpflichtungen übernommen, die mit dem Gang der Synchronuhren zusammenhingen. Die meisten antwortenden Werke hielten einen Fehler der Synchronuhren gegenüber der genauen Zeit von ungefähr 1 min als zulässig; einige wollten ein paar Minuten, andere weniger als eine Minute zulassen.

Die meisten antwortenden Werke wirkten nie oder nur selten an der Frequenzhaltung mit. Auf die Frage, ob die Mitwirkung an der Frequenzhaltung Konzessionen an die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkbetriebes bedingten, antworteten ungefähr gleichviel Werke ja wie nein.

Fig. 6 gibt zum Überblick einen Auszug aus den Antworten betreffend die Ansprüche an die Frequenz. Diese Darstellung umfasst nur die Antworten der Elektrizitätswerke und industriellen Unternehmungen mit mehr als 10 MW Leistung. Die Abszissen sind ein Mass der Leistung dieser Werke; die

Ordinaten sind die nach Grösse geordneten, von den Werken zahlenmäßig angegebenen Grenzwerte der Werktagsfrequenzen.

Die anspruchsvollsten Werke waren das EW Basel, die BKW und Elektra Birseck. Die Frequenz sollte innerhalb $50 \pm 0,1$ Hz liegen. Die Ansprüche der EOS und der BKW unterscheiden sich nicht so sehr wie es hier scheint, weil die EOS beifügte, dass die Regulierung in einem Band von $\pm 0,1$ Hz erfolgen sollte. Dieses Band sollte innerhalb der Grenzen $\pm 0,5$ Hz liegen. Ich will Ihnen nur die Ergebnisse der Umfrage mitteilen und kann auch heute keinen Wert angeben, den die St. K. Reg. als richtig erachtete. Ich darf Sie aber daran erinnern, dass das «Comité d'Etudes des Interconnections Internationales» der UNIPEDE anstrebt, Frequenzabweichungen innerhalb $\pm 0,1$ Hz einzuhalten.

Schlussbemerkungen

Ich habe versucht, einen Überblick über die Umfrage der St. K. Reg. zu geben. Wenn ich Ihnen auch viele Einzelheiten mitteilte, konnte ich trotzdem kein genaues Bild der Ergebnisse der Rundfrage geben; es wurde durch die nötigen Kürzungen vielleicht in manchen Punkten verzerrt. Ich wies wiederholt auf Punkte hin, in denen die Antworten auf die Umfrage zeigten, dass Messungen an Netzen nötig sind.

Am Anfang des Referates sprach ich von der Zeit und Mühe, die in der ganzen Schweiz für die Beantwortung der Umfrage aufgewendet worden ist. Nun hoffe ich, dass Sie zum letzten Bild (Fig. 7)

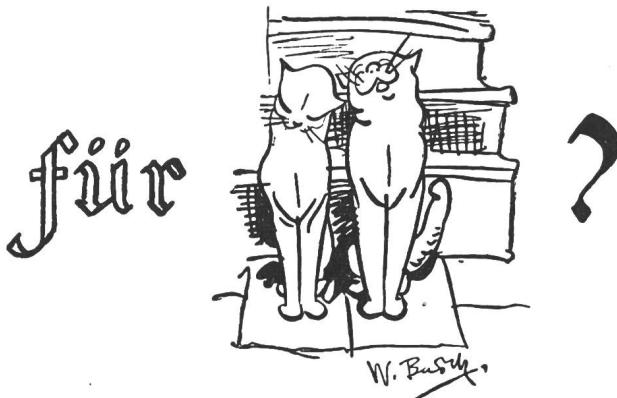


Fig. 7

«Nein» sagen.

Adresse des Autors:

Dr. H. Oertli, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Viktoriaplatz 2, Bern.

Travaux abordés par la Commission d'Etude pour le Réglage des Grands Réseaux et programme pour les travaux et essais ultérieurs

Conférence présentée à l'Assemblée de discussion consacrée à la régulation des grands réseaux, organisée par l'ASE le 3 avril 1952 à Lausanne,

par D. Gaden, Genève

621.316.72 : 621.311.161

L'auteur donne un résumé des travaux abordés par la Commission et expose au moins partiellement son programme ultérieur, en particulier celui des essais à entreprendre. Il termine par quelques propositions personnelles concernant la façon dont devront être interprétés, en vue de leur utilisation, les résultats des relevés qui seront effectués pour juger de l'évolution dans le temps de la charge consommée par la clientèle d'un réseau.

Der Verfasser gibt eine Zusammenfassung über die von der Kommission ausgeführten Arbeiten und legt das zukünftige Arbeitsprogramm insbesondere der geplanten Versuche dar. Er schliesst mit persönlichen Überlegungen über die Art und Weise, wie die registrierten Resultate, die zur Beurteilung des zeitlichen Verlaufes der von einem Netz abgegebenen Leistung nötig sind, ausgewertet werden sollen.