

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 45 (1954)

**Heft:** 13

**Artikel:** Die in schweizerischen 50-kV-Netzen vorkommenden Bedingungen in Bezug auf Abschaltleistung und Eigenfrequenz

**Autor:** Schiller, H. / Meyer, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061181>

### 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

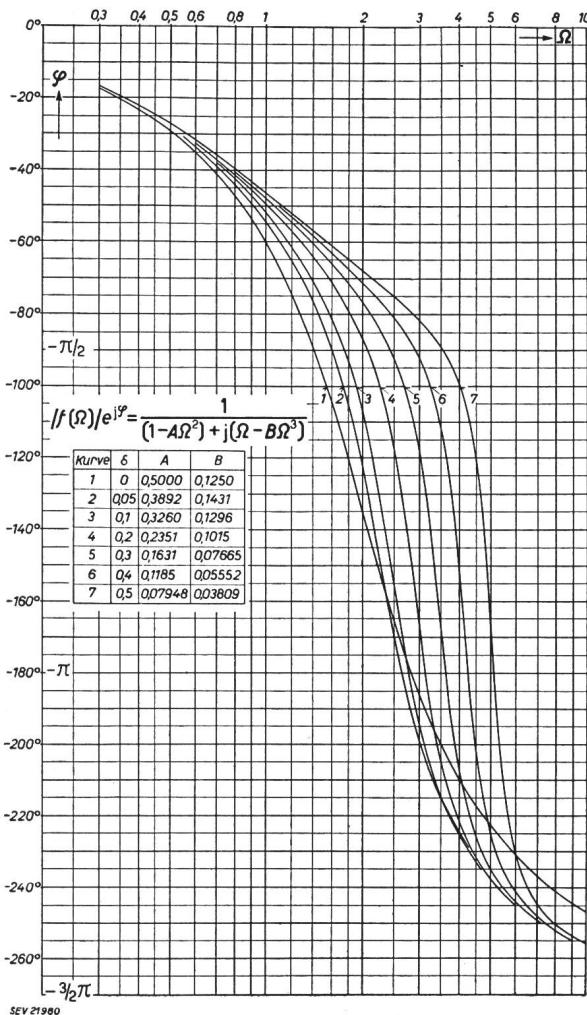
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 16.01.2026

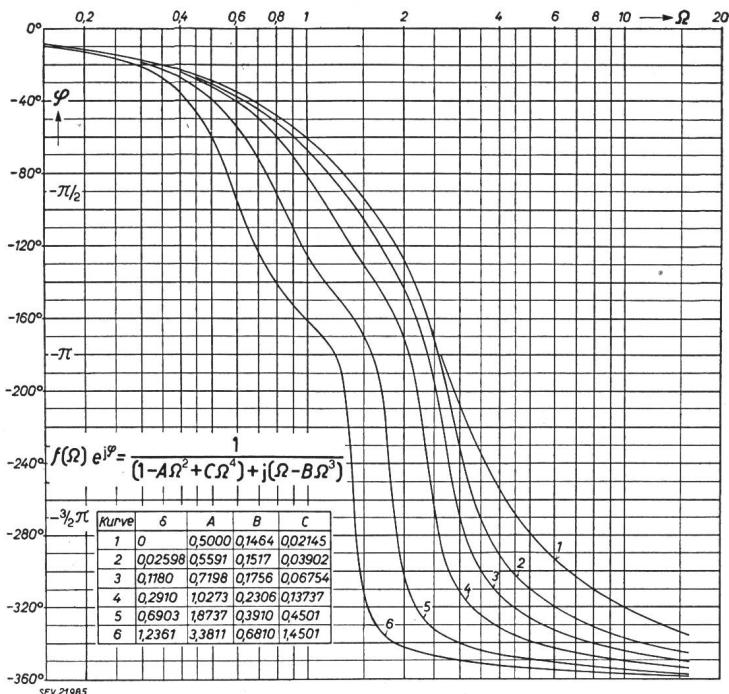
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Blatt 5  
Phasenmasse der Spannungsübersetzung eines dreikreisigen Filters

## 6. Zusammenstellung der Ergebnisse

Die in Abschnitt 3 für ein vierkreisiges Filter durchgeführte Ermittlung der Spannungsübersetzung und der Eingangsimpedanz wurde für die wichtigsten einfachen Filterschaltungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen I...III und den zugehörigen Kurvenblättern 1...10 zusammengestellt. Die Tabellen enthalten in der



Blatt 10  
Phasenmasse der Spannungsübersetzung eines vierkreisigen Filters

ersten Kolonne die betreffende Schaltung, in der zweiten Kolonne die zugehörigen Formeln für die Spannungsübersetzung und die Eingangsimpedanz und in einer dritten Kolonne die Definitionen der in den Formeln vorkommenden Parameter. Zudem werden Hinweise auf die bei der Berechnung zu verwendenden Kurvenblätter gegeben.

Durch Verwendung dieser Hilfsmittel ist es jedem Fachmann möglich, die angegebenen Filter unter Berücksichtigung der Verluste mit relativ geringem Aufwand zu dimensionieren.

## Literatur

[1] Feldtkeller, R.: Einführung in die Siebschaltungstheorie der elektrischen Nachrichtentechnik. 3. Aufl. Zürich: Hirzel 1950.

## Adresse des Autors:

Karl Schmutz, Dipl. El.-Techn., Albiswerk Zürich A.-G., Albisriederstrasse 245, Zürich 47.

## Die in schweizerischen 50-kV-Netzen vorkommenden Bedingungen in Bezug auf Abschaltleistung und Eigenfrequenz

Bericht über eine für das CIGRE-Schalterkomitee durchgeführte Umfrage bei schweizerischen Elektrizitätswerken,  
von H. Schiller und H. Meyer, Baden

621.311.1.027.7(494) : 621.3.014.3 : 621.3.018.41

## I. Problemstellung

Betrachtet man die in verschiedenen Ländern aufgestellten Vorschläge zur Vereinheitlichung der für die Schalterbemessung als Grundlage dienenden Eigenfrequenzen, so stellt man vor allem eine grosse Differenz fest zwischen den kontinentalen Vorschlägen (Schweiz, Frankreich, Schweden) einerseits und den englischen Vorschlägen anderseits, wie dies die Darstellung in Fig. 1 deutlich zeigt. Um erkennen

zu können, ob diese Unterschiede begründet, und gegebenenfalls, worauf sie zurückzuführen sind, wurde anlässlich der Diskussionen an der CIGRE 1952 und besonders im CIGRE-Schalterkomitee der Vorschlag gemacht, für die verschiedenen Länder die Bedingungen zu studieren, unter welchen die Schalter arbeiten müssen. Daraus sollte sich dann auch ergeben, ob derartig grosse Unterschiede in den grundlegenden Bedingungen bestehen, dass eventuell zwei verschiedene Reihen für die Eigen-

frequenzen genormt werden müssten, oder ob doch noch Aussicht auf eine Einigung auf eine einzige Reihe bestehe.

Es wurde dabei beschlossen, derartige Untersuchungen vorerst für die Netze mittlerer Hochspannung durchzuführen, weil von verschiedenen Seiten vermutet wurde, die Verhältnisse in solchen Netzen könnten derart sein, dass die gesamte Kurz-

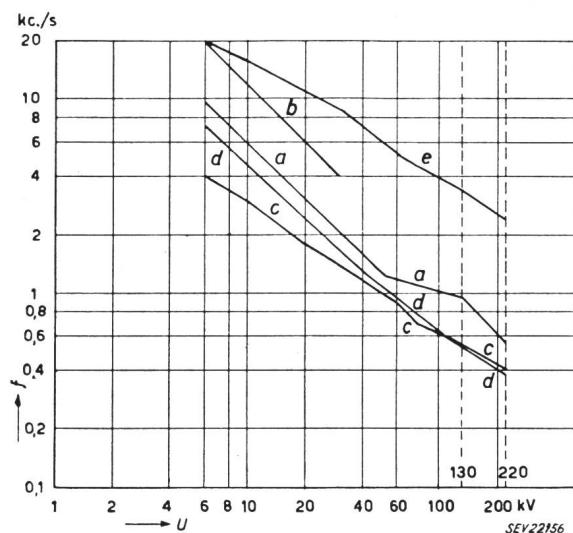


Fig. 1

Eigenfrequenz  $f$  der wiederkehrenden Spannung  $U$  entsprechend verschiedenen Vorschlägen

a Johansen, CIGRE 1952, Rapport Nr. 104, für Ausschaltleistungen von 500 MVA und mehr; b dito, für Ausschaltleistungen  $< 500$  MVA; c schweizerische Schalterregeln, Publ. Nr. 186 des SEV, April 1953; d französische Regeln, Publikation der Union technique de l'Electricité, Nr. C 64—100, Februar 1951; e englische Vorschläge, CIGRE 1948, Rapport Nr. 138

schlussleistung in einem Netzpunkt allein durch die dort vorhandenen Transformatoren oder Generatoren aufgebracht würde, d. h. dass hier die gesamte Kurzschlussleistung lokal erzeugt sei und keinen wesentlichen Beitrag aus dem gespeisten Netz enthalte. Das Resultat der Diskussionen konnte schliess-

CIGRE

Comité N° 3  
Interrupteurs

### Umfrage über Schalter in schweizerischen 50-kV-Netzen

Tabelle I

1	Kurzschlussleistung am betrachteten Netzpunkt	MVA	$\leq 400$	400...600	600...1000	1000...1500	$> 1500$
2	Zahl der betrachteten Netzpunkte entsprechender Leistung	—	1	2	2	—	—
3	a) Zahl der Netzpunkte, wo an Ort und Stelle erzeugte Kurzschlussleistung $\geq 50\%$ der maximalen am gleichen Ort möglichen Kurzschlussleistung beträgt b) Grösster Anteil der an Ort und Stelle erzeugten Kurzschlussleistung (durch Generatoren oder über Transformatoren aus stärkerem Netz) in % der maximalen Kurzschlussleistung am gleichen Netzpunkt c) Zahl der abgehenden Leitungen in jedem Netzpunkt nach 3a) d) Grösste Einheitsleistung pro Generator oder Transformator in jedem Netzpunkt nach 3a) e) Bei Speisung durch Transformator aus stärkerem Netz, Kurzschlussleistung im stärkeren Netz f) Zahl der an Ort und Stelle vorhandenen Generatoren oder Transformatoren an Netzpunkt nach 3a)	%	—	—	—	2	—
		kVA			73	83	
		MVA			4	3	
4	Zahl der Netzpunkte, wo an Ort und Stelle erzeugte Kurzschlussleistung $< 50\%$ der maximalen am gleichen Ort möglichen Kurzschlussleistung beträgt	—	1	2	—	—	—
5	a) Zahl der Schalter in Netzpunkten nach 3 a) b) Zahl der Schalter in Netzpunkten nach 4 c) Zahl der Schalter im Netz	total	—	—	—	14	—
			—	4	8	—	—
			—	4	8	14	—

lich auf die folgenden drei Kernfragen zurückgeführt werden:

1. Kann angenommen werden, dass bei Netzen des Spannungsbereiches 50...70 kV, im Gegensatz zu gewissen Netzen kleinerer Spannung, die Bedingungen derart sind, dass die maximale Kurzschlussleistung nicht mehr allein durch die lokal konzentrierte Erzeugungskapazität geliefert wird, d. h. dass der Beitrag der ankommenden Leitungen an die Kurzschlussleistung noch einen wesentlichen Anteil bedeutet?

2. Kann es vom wirtschaftlichen Standpunkt aus vertreten werden, dass bei Spannungen unterhalb des genannten Bereiches nur die schwierigsten Fälle berücksichtigt werden, wie sie bei Schaltern in Kraftwerken und grossen Unterstationen auftreten, d. h. in Anlagen, in welchen unter Umständen die maximale Kurzschlussleistung allein durch die lokal installierte Leistung bestimmt wird, oder ist es notwendig, auch den unter Umständen in sehr grosser Zahl vorhandenen Schaltern im Verteilnetz Rechnung zu tragen, für welche erheblich leichtere Bedingungen gelten?

3. Darf unter allen Umständen angenommen werden, dass der Schalter die volle Kurzschlussleistung für den Fall des Kurzschlusses auf der zuletzt abzuschaltenden Leitung, d. h. ohne vorhandene angeschlossene Parallelleitungen, abschalten muss, oder ist es nicht so, dass eine solche Bedingung nur bis zu einer bestimmten Grenze der Abschaltung vernünftigerweise gerechtfertigt werden kann?

Um die Grundlage zur weiteren Behandlung dieser Fragen zu beschaffen, ist angeregt worden, Untersuchungen über die in verschiedenen Ländern vorkommenden Verhältnisse anzustellen. Um hiezu in der Schweiz einen Beitrag zu leisten, wurde unter den schweizerischen Elektrizitätswerken, welche 50-kV-Netze in Betrieb haben, eine Umfrage gemacht, deren Resultat im folgenden mitgeteilt und verarbeitet wird, und welche die für schweizerische Verhältnisse gültige Beantwortung der ersten Hauptfrage ermöglichen sollte.

### II. Art und Charakter der Umfrage

Zur Umfrage wurde ein Fragebogen ausgearbeitet und den Elektrizitätswerken zur Beantwortung vorgelegt, wie er in Tab. I als Beispiel ausgefüllt dargestellt ist. Zur Erläuterung der gestellten Fragen sei ganz kurz ein Beispiel näher beschrieben.

Das betrachtete Netz habe das Schema gemäss Fig. 2. Die kleinste Beanspruchung der Schalter in Bezug auf die Eigenfrequenz tritt in einem solchen Netz in einer Station vom Charakter des Beispiels E auf. In dieser Unterstation sind weder Transformatoren noch speisende Generatoren enthalten; sie gehört somit zum vorne herein unter die Stationen nach Punkt 4 des Fragebogens. Ebenfalls unter Punkt 4 gehören die Stationen D und B, wo der Anteil der an Ort und Stelle erzeugten Kurzschlussleistung kleiner als 50 % der totalen Kurzschlussleistung an der Sammelschiene ist. Die Stationen A und C fallen hingegen unter Punkt 3, da hier die lokal erzeugte Kurzschlussleistung mehr als 50 % der Kurzschlussleistung an der Sammelschiene beträgt. Die Beantwortung der Fragen 3b bis 3f für die Stationen A und C, wie sie sich aus dem Schema ergibt, ist im Beispiel der Tab. I eingetragen.

### III. Resultat und Auswertung der Umfrage

Die Resultate der Umfrage sind in Tab. II, Ziff. 1...5, zusammengestellt.

Die Auswertung dieser Angaben kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Vorerst interessiert einmal, ob mit Rücksicht auf die Zahl der in Frage kommenden Schalter diejenigen Fälle überhaupt ins Gewicht fallen, wo der lokal erzeugte Anteil der Kurzschlussleistung gross ist, d. h. wo die

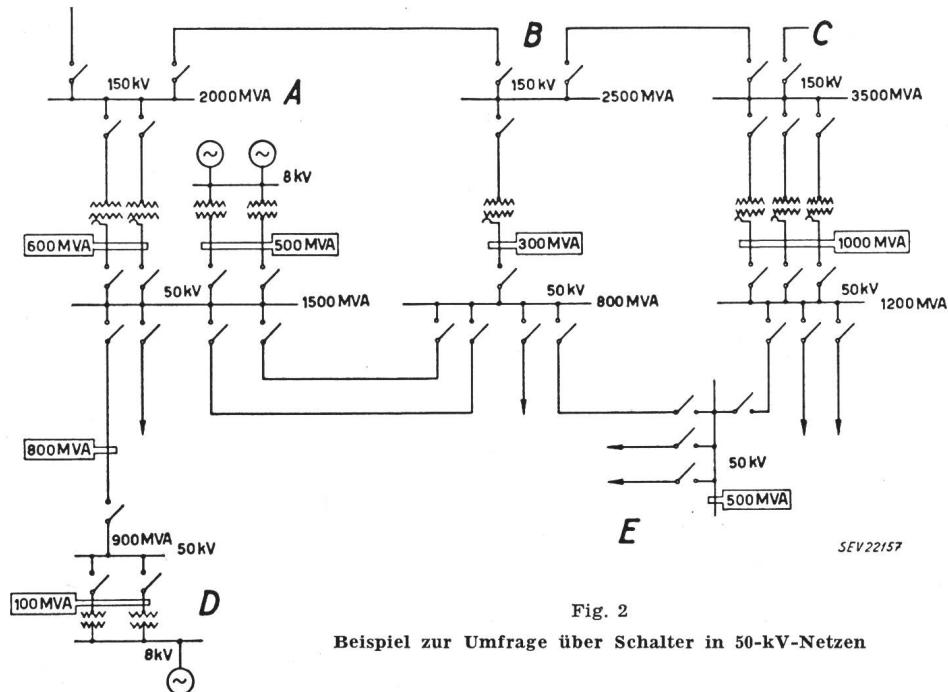


Fig. 2  
Beispiel zur Umfrage über Schalter in 50-kV-Netzen

Schalter einen grossen Prozentsatz ihrer Nennabschaltleistung bei gleichzeitig hoher Eigenfrequenz beherrschen müssen. Dabei ist unter hoher Eigenfre-

Tabelle II

1	Gruppe	I $\leq 400$ MVA						II 400...600 MVA						Kurzschlussleistungen					
		A	B	C	D	E	Total	A	B	C	D	E	Total	Netz		$P_{Lmin}$	$A_{HF}$	$A_{tot}$	$G + T$
2	Zahl der Netzpunkte entsprechender Leistung	4	6	1	23	12	46	11	3	5	16	3	38						
3a	Zahl der Netzpunkte mit $\frac{P_L}{P_{tot}} \geq 50\%$	—	1	—	1	1	3	—	1	1	—	1	3						
3b	Grösster Wert für $\frac{P_L}{P_{tot}}$ %	—	50	—	65	70	—	—	70	60	—	85	—						
3c	Zahl der abgehenden Leitungen in jedem Netzpunkt nach 3a)	—	1	—	1	2	—	—	6	4	—	3	—						
3d	Grösste Einheitsleistung in MVA in jedem Netzpunkt nach 3a) MVA	—	20	—	18	13,5	—	—	19,5	16,5	—	23,3	—						
3e	Kurzschlussleistung im speisenden übergeordneten Netz $10^3$ MVA	—	—	—	1,3	—	—	—	—	1,3	—	1,2	—						
3f	Zahl der Generatoren oder Transformatoren an jedem Netzpunkt nach 3a)	—	$G + T$	—	1	4	—	—	$G + T$	6	—	10	—						
4	Zahl der Netzpunkte mit $\frac{P_L}{P_{tot}} < 50\%$	4	5	1	22	11	43	11	2	4	16	2	35						
5a	Zahl der Schalter in Netzpunkten nach 3a)	—	1	—	2	5	8	—	12	10	—	6	28						
5b	Zahl der Schalter in Netzpunkten nach 4	9	16	6	80	25	136	31	4	19	88	12	154						
5c	Zahl der Schalter im Netz total	9	17	6	82	30	144	31	16	29	88	18	182						
	$P_{Lmin}$ MVA	—	200	—	260	280	—	—	280	240	—	340	—						
	$\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$ max. Amplitudenanteil der Schwingung mit hoher Eigenfrequenz %	—	$G + T$	—	80	$G + T$	—	—	$G + T$	100	81,5	—	72	—					

quenz praktisch diejenige der speisenden Transformatoren zu verstehen. Weiter ist es wichtig zu wissen, wie gross auf Grund der tatsächlichen Netzverhältnisse die bei hoher Eigenfrequenz zu bewältigende Abschaltleistung sein muss, immer bezogen auf die maximale Abschaltleistung, für die der Schalter zu wählen ist. Für diejenigen Fälle, in denen eine relativ grosse Abschaltleistung mit gleichzeitig hoher Eigenfrequenz auftritt, kommt ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt hinzu, nämlich der Anteil der Schwingungen mit hoher Eigenfrequenz an der totalen Amplitude der wiederkehrenden Spannung. Je grösser nämlich die Kurzschlussleistung in einem Netzpunkt ist, desto mehr wird sich die begrenzte Leistungsfähigkeit des übergeordneten speisenden Netzes auswirken. Dieser Einfluss äussert sich darin, dass sich das Einschwingen der wiederkehrenden Spannung nach dem Verhältnis der entsprechenden Netzimpedanzen auf die hohe Eigenfrequenz der Transformatoren und die tiefe Eigenfrequenz des übergeordneten Netzes aufteilt. Unsere späteren Überlegungen beziehen sich lediglich auf diese Aufteilung und den relativen Anteil der Schwingung hoher Eigenfrequenz, ohne auf eine Diskussion des Überschwingfaktors einzugehen, welcher selbstverständlich für jede Frequenzkomponente dazukommt. Hier ist ferner eine Bemerkung anzufügen für diejenigen Anordnungen, wie sie in einigen Anlagen mit Abschaltleistungen bis 600 MVA vorhanden sind, wo nämlich die Sammelschienen von Generatoren über Transformatoren gespeist werden. Bei einem Kurzschluss mit abgetrenntem Netz, d. h. mit rein lokaler Erzeugung der Kurzschlussleistung, wird dieser Stromkreis entweder nur

#### Kurzschlussleistungen

eine einzige praktisch dominierende Frequenz haben, die aber wegen der Generatorinduktivität wesentlich tiefer liegt als die hohe Eigenfrequenz, welche bei reiner Transformatorschaltung aus einem übergeordneten Netz auftritt. Dagegen ist natürlich die relative Amplitude dieser tieferen Frequenz voll vorhanden und deshalb mit 100 % einzusetzen. Je nach der Grösse der vorhandenen Kapazitäten können aber auch hier zwei Eigenfrequenzen auftreten, vor allem bestimmt einerseits durch den Generator und anderseits durch den Transformator, wobei aber die relative Amplitude der hohen Transformator-Eigenfrequenz klein ist, weil die Transformatorreaktanz im Verhältnis zur Generatorreaktanz klein ist. Der Einfachheit halber ist in solchen Fällen in den Auswertungen eine relative Amplitude von 100 % angegeben, wie sie dem erstgenannten Fall entspricht, und die Bemerkung  $G + T$  angebracht, womit auf die gegenüber allen andern Fällen tiefere Eigenfrequenz hingewiesen wird.

Aus den Auswertungen, wie sie in den Tabellen II...IV und Fig. 3...7 zusammengestellt sind, können u. a. folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Der *Anteil der Zahl der Schalter*, die in Orten eingebaut sind, bei denen die lokal erzeugte Kurzschlussleistung mehr als 50 % der totalen Kurzschlussleistung des betreffenden Netzpunktes beträgt, variiert von 5...100 % und zeigt im grossen ganzen einen Anstieg mit höherer Schalterleistung. Von der gesamten in der Untersuchung erfassten Zahl der Schalter sind 15 % an solchen Orten eingebaut.

2. Der maximale Wert für den *Anteil der lokal erzeugten Kurzschlussleistung* variiert für die ver-

Tabelle II

III 600...1000 MVA						IV 1000...1500 MVA				V > 1500 MVA			
A		B	C	D	E	Total	A	D	F	Total	A	F	Total
10		2	6	18	4	40	4	4	5	13	1	1	2
3		1	2	2	3	11	1	1	—	2	1	1	2
65	65	65	56	75	75	60	57	80	70	58	—	55	50
2	2	2	12	3	5	6	2	6	8	3	—	4	12
50	40	20	33	30	30	25	40	32,5	32,5	32,5	—	50	30
1,9	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,69	1,2	—	2,2	1,9
1	1	2	2	3	3	3	<i>G T</i> 2+2	2	15	3	—	2	5
7		1	4	16	1	29	3	3	5	11	—	—	—
18		13	17	15	31	94	6	22	—	28	14	9	23
31		4	22	147	10	214	29	16	47	92	—	—	—
49		17	39	162	41	308	35	38	47	120	14	9	23
390	390	390	336	450	450	360	340	480	420	350	—	550	500
79,5	79,5	79,5	77,5	70	70	72	74	60	75	71	—	75	73,6

Tabelle III

Gruppe	I	II	III	IV	V
Kurzschlussleistung MVA	< 400	400...600	600...1000	1000...1500	> 1500
Anzahl Schalter total	144	182	308	120	23
Davon an Orten mit					
$\frac{P_L}{P_{tot}} \geq 50\%$	8	28	94	28	23
dito von allen Schaltern der Gruppe %	5,5	15,4	30,5	23,3	100

schiedenen Schalterklassen zwischen 55...85 % der totalen Kurzschlussleistung an den entsprechenden Netzpunkten und nimmt im allgemeinen mit zunehmender Schalterleistung ab. Dabei ist zu bemerken, dass von jeder Anlage, für welche dieser Anteil das Maximum der betreffenden Gruppe erreichte, stets mindestens zwei, meist aber bedeutend mehr Leitungen abgehen; dann wird aber der theoretisch betrachtete Fall der Abschaltung der gesamten lokal erzeugten Kurzschlussleistung mit hoher Eigenfrequenz, d. h. ohne andere angeschlossene Leitungen, von praktisch sehr geringer Bedeutung.

Tabelle IV

Gruppe	I	II	III	IV	V
Grösste Leistung der speisenden Transformatoren MVA	18 <sup>2)</sup>	23,3	50	50	50
Grösste lokal erzeugte Kurzschlussleistung bei Separatbetrieb mit einer Einheit auf eine Leitung <sup>1)</sup> )	%	40	50	65	42

<sup>1)</sup> Bezogen auf die kleinstmögliche Abschaltleistung der Gruppe mit Ausnahme von Gruppe I, wo auf eine Schalterabschaltleistung von 400 MVA Bezug genommen worden ist. Es wurde ferner mit einer Kurzschlussspannung der Transformatoren von 10 % gerechnet.

<sup>2)</sup> Die im Werk B vorhandene Einheit von 20 MVA ergibt wegen der Speisung über Generatoren eine kleinere Kurzschlussleistung.

Umgekehrt ergeben sich für den Fall des Separatbetriebes je mit der grössten vorhandenen speisenden Transformatoreinheit auf eine einzige Leitung nur noch Leistungsanteile, die in einem einzigen Fall 65 %, sonst sogar immer weniger als 51 % betragen (vgl. Tabelle IV).

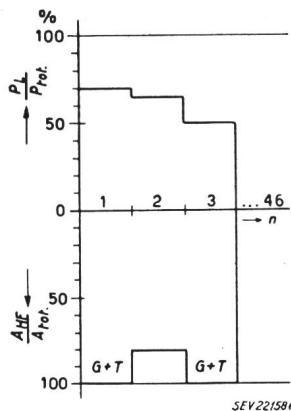


Fig. 3  
Gruppe I, Netzpunkte mit Kurzschlussleistungen bis 400 MVA

Gesamtzahl der Netzpunkte:  $n = 46$

Zahl der Netzpunkte mit  $\frac{P_L}{P_{tot}} \geq 50\% : 3$

Relative Anteile der lokal erzeugten Kurzschlussleistung  $\frac{P_L}{P_{tot}}$  und der Amplitude der Schwingung hoher Eigenfrequenz  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$

3. Der maximale Anteil der Amplitude der hochfrequenten Schwingung (im wesentlichen Transformatoren-Eigenfrequenz) bei einem Kurzschluss mit rein lokal erzeugter Kurzschlussleistung entsprechend Punkt 2, d. h. bei Kurzschlüssen an den Sammelschienen ohne angeschlossenes Netz und Leitungen, erreicht im wichtigen Gebiet Werte von 75...64 % der totalen wiederkehrenden Spannung.

Dabei gelten die tieferen Werte für die Schalterklassen höherer Leistung. Die volle Amplitude tritt nur dann auf, wenn in einem Fall der Speisung des Netzpunktes von Generatoren über Transformatoren

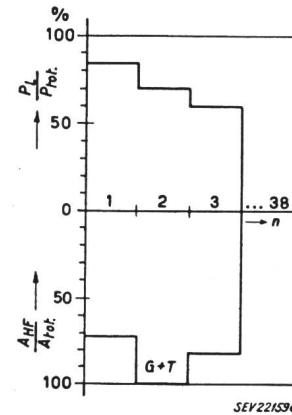


Fig. 4  
Gruppe II, Netzpunkte mit Kurzschlussleistungen von 400...600 MVA  
Gesamtzahl der Netzpunkte:  $n = 38$   
Zahl der Netzpunkte mit  $\frac{P_L}{P_{tot}} \geq 50\% : 3$

Relative Anteile der lokal erzeugten Kurzschlussleistung  $\frac{P_L}{P_{tot}}$  und der Amplitude der Schwingung hoher Eigenfrequenz  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$

praktisch nur eine Eigenfrequenz vorkommt, welche dann aber wesentlich tiefer liegt als die Eigenfrequenz von Transformatoren allein.

Die von verschiedenen Seiten in den internationalen Diskussionen vorgebrachte Ansicht, dass die rein lokal erzeugte Kurzschlussleistung der vollen Kurzschlussleistung der Schalter entspreche und dass des-

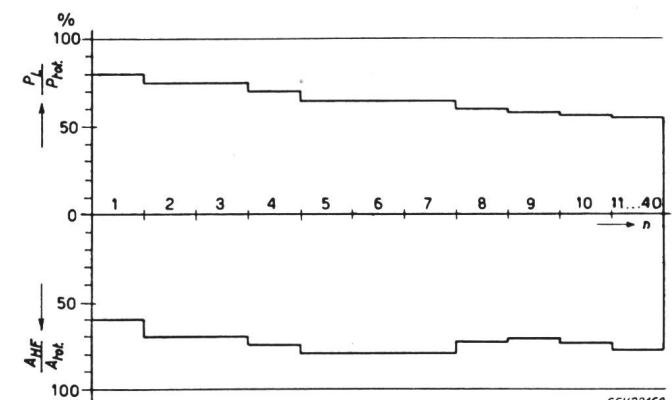


Fig. 5  
Gruppe III, Netzpunkte mit Kurzschlussleistungen von 600...1000 MVA

Gesamtzahl der Netzpunkte:  $n = 40$   
Zahl der Netzpunkte mit  $\frac{P_L}{P_{tot}} \geq 50\% : 11$

Relative Anteile der lokal erzeugten Kurzschlussleistung  $\frac{P_L}{P_{tot}}$  und der Amplitude der Schwingung hoher Eigenfrequenz  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$

halb eine Prüfung der Schalter allein mit der entsprechend hohen Eigenfrequenz zu erfolgen habe, würde bedeuten, dass alle Schalter für  $\frac{P_L}{P_{tot}} = 100\%$  und eine relative Amplitude von 100 % zu bauen

Fortsetzung von Seite 530.

#### Die in schweizerischen 50-kV-Netzen vorkommenden Bedingungen in Bezug auf Abschaltleistungen und Eigenfrequenz (Fortsetzung)

und zu wählen sein würden. Die Tabellen und Figuren, welche auf Grund dieser Umfrage aufgestellt worden sind, zeigen aber eindeutig, dass diese Annahme in den betrachteten Netzen keinesfalls der Wirklichkeit entspricht, und sogar die Beanspruchung der am ungünstigsten gelegenen Schalter in beiden Beziehungen, nämlich durch Leistungsanteil

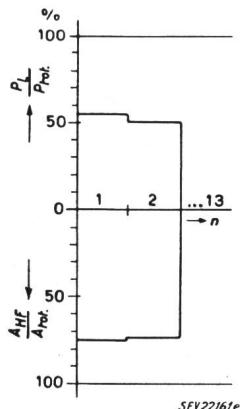


Fig. 6  
Gruppe IV, Netzpunkte mit Kurzschlussleistungen von 1000...1500 MVA

Gesamtzahl der Netzpunkte:  $n = 13$   
Zahl der Netzpunkte mit  
 $\frac{PL}{P_{tot}} \geq 50\% : 2$   
Relative Anteile der lokal erzeugten Kurzschlussleistung  $\frac{PL}{P_{tot}}$   
und der Amplitude der Schwingung hoher Eigenfrequenz  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$

und Amplitudenanteil, ganz wesentlich kleiner bleibt. Dies ist ganz besonders deutlich dort, wo der Fall mit grossem Anteil lokal erzeugter Kurzschlussleistung für den grössten Teil der Schalter der entsprechenden Klasse zutrifft und deshalb grosse Bedeutung hat, nämlich bei grossen Abschaltleistungen. So haben die Schalter bei Abschaltleistungen von 1500 MVA und mehr nie mehr als 60 % ihrer Nennleistung mit gleichzeitig hoher Eigenfrequenz zu bewältigen, wobei gleichzeitig diese hohe Eigenfrequenz nur mit einer Amplitude von höchstens 65 % der totalen Amplitude auftritt. Es wäre daher nicht zu verantworten, die gleich hohe Eigenfrequenz für 100 % der Leistung und 100 % der Amplitude zu verlangen. Der Reduktion der Amplitude entspricht nämlich eine zusätzliche Reduktion des

Leistungsanteiles, welche davon abhängt, wie sich die Schalterleistung in Funktion der Amplitude und der ihr proportionalen Steilheit des ersten Anstiegs der wiederkehrenden Spannung verhält; der äquivalente totale Leistungsanteil bei hoher Eigenfrequenz wird deshalb auf alle Fälle ganz wesentlich kleiner sein als  $\frac{P_L}{P_{tot}}$  und sich dem Wert  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}} \cdot \frac{P_L}{P_{tot}}$  d. h. im vorliegenden Fall  $0,65 \cdot 60 = 40\%$  annähern.

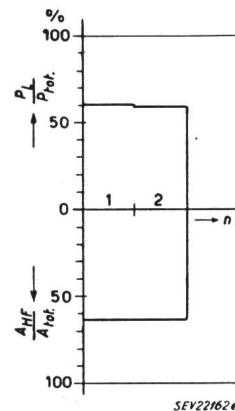


Fig. 7

Gruppe V, Netzpunkte mit Kurzschlussleistungen über 1500 MVA  
Gesamtzahl der Netzpunkte:  $n = 2$   
Zahl der Netzpunkte mit  
 $\frac{PL}{P_{tot}} \geq 50\% : 2$   
Relative Anteile der lokal erzeugten Kurzschlussleistung  $\frac{PL}{P_{tot}}$   
und der Amplitude der Schwingung hoher Eigenfrequenz  $\frac{A_{HF}}{A_{tot}}$

Diese Ergebnisse bestätigen somit die Annahmen, welche den schweizerischen Schalterregeln zu Grunde gelegt worden sind und wo für 100 % der Schalter-Abschaltleistung eine tiefere Eigenfrequenz vorgeschrieben worden ist, weil diese Leistung nur zusammen mit dem angeschlossenen Netz auftreten kann und worin für eine Abschaltung mit höherer Eigenfrequenz eine entsprechend tiefere Leistung von 50 % der Nennabschaltleistung vorgesehen ist.

Zum Schluss sei allen Unternehmungen, welche durch Beantwortung der Fragebogen diese Untersuchung möglich gemacht haben, der verbindliche Dank ausgesprochen.

#### Adressen der Autoren:

H. Schiller, Oberingenieur, Motor-Columbus A.-G., Baden (AG).  
Dr. sc. techn. H. Meyer, Direktionsassistent, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

## Drahtlose Telephonverbindungen der Kraftwerke Oberhasli A.-G.

Von H. Stalder, Innertkirchen

621.396.5 : 621.311.21(494.246.1)

Die Kraftwerke Oberhasli A.-G. (KWO) haben beim Bau der Kraftwerke Handeck II und Oberaar die drahtlose Nachrichtenübermittlung mit Erfolg angewendet. Die Gebiete, in welchen solche Anlagen installiert wurden, sind im Situationsplan (Fig. 1) bezeichnet und im folgenden kurz beschrieben. Dabei soll insbesondere auf die abgelegenen Baustellen Mattenalp, Bächligletscher, Oberaaralp und Triftalp hingewiesen werden. Diese Gebiete befinden sich in Höhen bis zu 2300 m. Die Zugänge hiezu führen durch Schluchten und lawinengefährdete Steilhänge. Solche Baustellen mit Kabel oder oberirdischen Freileitungen für die relativ kurzen Bauzeiten mit dem allgemeinen Telephonnetz zu verbinden, hätte ausserordentliche Kosten verursacht. Auch wären die Leitungen gerade in Zeiten, in denen Schneebrett- und Lawinengefahr besteht und eine sichere telephonische Verbindung am meisten geschätzt wird, nicht betriebssicher.

Die KWO haben deshalb in Verbindung mit der Autophon A.-G. umfangreiche Versuche mit Radiovox-Anlagen unternommen. Die Versuche hatten Erfolg, worauf die Anlage I (siehe Fig. 1) Innertkirchen-Mattenalp beschlossen bzw. installiert wurde.

Die Anlage arbeitete auf dem 8-m-Band und wurde für Netzbetrieb gebaut. Sie umfasste folgende Apparate:

#### Station Innertkirchen Verwaltungsgebäude:

2 Richtantennen, 36,2 und 32 MHz  
1 Filter  
1 Sender, 36,2 MHz  
1 Empfänger, 32 MHz  
1 Ruf- und Steuerzusatz  
1 Vermittlergerät mit Nachschaltung

#### Station Rohrmatte (Antriebstation der Seilbahn) :

2 Richtantennen, 32 und 36,2 MHz  
1 Filter  
1 Sender, 32 MHz  
1 Empfänger, 36,2 MHz  
1 Ruf- und Steuerzusatz

#### Station Mattenalp (Baustelle) :

2 Richtantennen, 32 und 36,2 MHz  
1 Filter  
1 Sender, 32 MHz  
1 Empfänger, 36,2 MHz  
1 Ruf- und Steuerzusatz  
2 Bedienungsgeräte für Bauleitung und Unternehmung