

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 36 (1945)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Energieaustausch zwischen starr oder nahezu starr gekoppelten, aber trotzdem von einander betriebenen Netzen  
**Autor:** Boveri, T. / Keller, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056446>

### **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:** 18.01.2025

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

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

# BULLETIN

## RÉDACTION:

Secrétariat de l'Association Suisse des Electriciens  
Zurich 8, Seefeldstrasse 301

## ADMINISTRATION:

Zurich, Stauffacherquai 36 ♦ Téléphone 25 17 42  
Chèques postaux VIII 8481

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXXVI<sup>e</sup> Année

N<sup>o</sup> 2

Mercredi, 24 Janvier 1945

## Energieaustausch zwischen starr oder nahezu starr gekuppelten, aber trotzdem unabhängig von einander betriebenen Netzen

Von Th. Boveri und R. Keller, Baden

621.311.161 : 621.316.728

*Es wird die Möglichkeit untersucht, zwei Netze verschiedener Frequenz, die unabhängig voneinander betrieben werden sollen, auf einfachere Weise miteinander zu koppeln, als durch die bis heute üblichen elastischen Gruppen, die entweder mit rotorgespeister Induktionsmaschine oder gittergesteuertem Mutator arbeiten. Die neuen Vorschläge machen Gebrauch von der sogenannten Frequenz-Leistungs-Regulierung, die bereits praktisch erprobt wurde und möglicherweise noch ein grösseres Anwendungsfeld vor sich hat.*

*On examine la possibilité d'échanger de l'énergie électrique entre deux réseaux, ayant des fréquences différentes, sans se servir de groupes élastiques travaillant ou avec une machine d'induction alimentée aussi à travers le rotor, ou avec mutateur commandé par de grilles. Les nouvelles propositions utilisent le réglage dit fréquence-puissance, qui à déjà fait ses épreuves dans la pratique et qui sera peut être appelé à couvrir un vaste champ d'activité dans l'avenir.*

Sollen zwei Netze verschiedener Frequenz Energie austauschen, so müssen geeignete Kupplungsglieder eingebaut werden.

Bei den dazu nötigen Ueberlegungen springt zunächst ein Punkt in die Augen, der sich bei genauerem Zusehen gar nicht als so sehr bedeutungsvoll erweist, nämlich die eventuelle Verschiedenheit der Nennfrequenzen. Unter der Annahme, dass das Verhältnis der Frequenzen konstant, d. h. gleich dem der Nennfrequenzen bleibt, beschränkt sich der Unterschied zwischen den Fällen gleicher und verschiedener Frequenz darauf, dass im ersten Falle als Kupplungsglieder Transformatoren, im zweiten Falle Gruppen von Synchronmaschinen anzuwenden sind. Der erste Fall ist so gewöhnlich, dass er meistens gar nicht als eigentliche Netzkupplung empfunden wird. Seine Ueberlegenheit gegenüber dem zweiten Falle liegt einmal in den geringern Anschaffungskosten des Uebertragungsgliedes, bezogen auf eine vorgeschriebene Dauerleistung, und dann in der grösseren momentanen Ueberlastbarkeit. Die Leistungsspitze, die ein Transformator übertragen kann, ist im wesentlichen durch seine Streuung bedingt; sie ist bekanntlich desto grösser, je geringer die Reaktanz mit Einschluss derjenigen der zugehörigen Leitungsstücke ist. Bei den Synchronmaschinen ist die Stabilitätsgrenze durch den zur Uebertragung der Leistung benötigten Polradwinkel bestimmt. Je grösser dieser Winkel im Normalbetriebe ist, desto geringer ist die Marge bis zum Werte von 90°, von wo an das Drehmoment trotz weiterer Erhöhung des Polradwinkels abzusinken beginnt. Bei Laststössen hat man bekanntlich dazu noch das Ueberschwingen des Polrades über die der neuen Belastung entsprechende Gleichgewichtslage hinaus zu

beachten. Die Verstärkung des Kupplungsgliedes kann also hier nicht einfach durch Verringerung der Streuung erzielt werden, sondern es muss mindestens die Erregung momentan gesteigert werden können, wenn man nicht sogar zu einer Vergrösserung des Maschinentyps schreiten muss.

Diese Verhältnisse, die rechnerisch erfasst werden können, sind in jedem Einzelfalle sorgfältig zu prüfen. Je kleiner die Austauschleistung, für die der Umformer eigentlich bemessen werden sollte, gegenüber der Leistung der angeschlossenen Netze ist, desto stärker muss der Umformer überdimensioniert werden, um die nötige Reserve bei dynamischen Störungen aufzuweisen.

Sind solche Stabilitätsfragen mindestens teilweise lediglich durch Aufwand von genügenden Geldmitteln zu lösen, so verlangen dagegen die Fragen der Betriebsführung, die sich bei der Netzkupplung erheben, noch weitergehende technische Ueberlegungen. Ein Beispiel für die von der Praxis gestellten Forderungen finden wir etwa im Aufsätze von A. Dudler über die Umformergruppe Seebach der SBB<sup>1)</sup>. Darnach muss die Gruppe folgende vier Aufgaben erfüllen können:

1. Uebertragung einer konstanten Leistung (und zwar 8600 kVA), einstellbar nach Grösse und Richtung bei gegebenem oder veränderlichem Leistungsfaktor, unabhängig von den Frequenzschwankungen in beiden Netzen.

2. Uebertragung von Leistung in Abhängigkeit von der Frequenz des einen oder andern Netzes. (Die Frequenzabhängigkeit der Leistung muss eine ähnliche Charakteristik aufweisen wie die von Turbinengruppen. Es entspricht offensichtlich praktischen Bedürfnissen, wenn dabei stets dasjenige Netz, von dessen Verhältnissen die Regulierung jeweils beeinflusst werden soll, steigende Leistung vom andern Netz bezieht bei Sinken seiner eigenen Frequenz.)

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1934, Nr. 3, S. 65.

3. Speisung eines selbständigen Einphasen-Bahnbezirkes.

4. Phasenschieberbetrieb der beiden Hauptmaschinen, einzeln oder beide gleichzeitig.

Man erkennt aus Forderung 2, dass die beiden Netze (SBB und NOK) sich vorbehalten, mit prozentual ungleichen Abweichungen von der Nennfrequenz zu fahren. Daher kann die Kupplungsgruppe nicht aus zwei Synchronmaschinen bestehen, sondern es muss mindestens die eine davon eine Asynchronmaschine sein. Im Beispiel Seebach ist die SBB-Maschine eine synchrone, die NOK-Maschine eine asynchrone. Dabei musste die Asynchronmaschine mit Scherbius-Hintermaschine (hier direkt angekuppelter) versehen werden, sonst hätte sie die Forderungen 1 und 4 überhaupt nicht und die Forderung 2 bei dem verlangten Schlupf von 4 % bei Normallast des Kupplungsgliedes nicht auf wirtschaftliche Weise bewältigen können. Eine solche Netzkupplungsgruppe verwirklicht eine sogenannte elastische Kupplung. Eine elastische Kupplung kann auch mit Mutatoren hergestellt werden<sup>2)</sup>. Hierauf sei aber nicht näher eingegangen.

Wie man leicht einsieht und der angegebenen Literatur noch genauer entnehmen kann, muss die Elastizität eines Kupplungsgliedes recht teuer erkauf werden. Der Konstrukteur wird daher die Frage stellen, ob es nicht doch möglich sei, auch mit starrer Kupplung die Erfordernisse des praktischen Betriebes zu erfüllen. Dazu wird es nötig sein, das Verhältnis der Frequenzen dauernd konstant, d. h. gleich dem der Nennfrequenzen zu halten. Dieses Verhältnis muss dann selbstverständlich eine rationale Zahl sein, um durch ganze Polpaarzahlen auf beiden Synchronmaschinen verwirklicht werden zu können.

Während nun bei der Kupplung durch Transformatoren die Starrheit eben stets in Kauf genommen werden muss und, wie die Erfahrung zeigt, in allen verwirklichten Anlagen auch in Kauf genommen werden konnte, dadurch, dass geeignete Methoden der Betriebsführung angewendet wurden, hat man die Frage bei voneinander abweichenden Nennfrequenzen der beiden Netze kaum je gestellt. Durch die kombinierte Leistungs- und Frequenz-Regulierung ist aber nun eine positive Beantwortung in den Bereich der Möglichkeit gerückt<sup>3)</sup>. Sehen wir zu, wie sich mit ihrer Hilfe die vier oben genannten Forderungen mit starrer Kupplung sinn- gemäss verwirklichen lassen.

Beginnen wir mit Punkt 4. Sind die Nennfrequenzen beidseitig gleich und macht man daher von der Möglichkeit Gebrauch, die beiden Netze mittels Transformatoren zu kuppeln, so scheidet die Erzeugung von Blindleistung im Kupplungsglied natürlich von vornherein aus. Man wird dann eventuell nötige Blindleistungsmaschinen dort aufstellen, wo es aus andern Gründen am besten konveniert. Besteht aber die Kupplungsgruppe aus zwei Synchronmaschinen, so kann jede gewiss unabhängig

<sup>2)</sup> E. Kern. Bull. SEV 1939, Nr. 9, S. 225 Brown Boveri Mitt. Mai/Juni 1938. Ch. Ehrensperger, Brown Boveri Mitt. April/Mai 1939. Brown Boveri Mitt. Juni 1934.

<sup>3)</sup> D. Gaden und R. Keller, Bull. SEV 1944, Nr. 13, S. 333.

von der andern im Rahmen ihrer Nennleistung Blindenergie erzeugen. Es fragt sich nur, ob sie nicht daneben noch durch Wirkleistung beansprucht wird. Soweit dies dem Programm entspricht, muss die Blindstromerzeugung wohl oder übel eben entsprechend eingeschränkt werden. Wie steht es aber mit unkontrollierbaren und unbeabsichtigten Wirkbelastungen? Gesetzt den Fall, es würde in einem der Netze wegen Konsumrückgang ein plötzlicher Leistungsüberschuss entstehen. Dieser würde zu einer Tendenz nach Frequenzanstieg in diesem Netze führen und dadurch würde das Polrad der angeschlossenen Netzkupplungs-Synchronmaschine leicht vorgetrieben. Die Kupplungsgruppe würde dann also ausgleichende Wirkleistung übertragen, und es müsste bei längerem Andauern dieses Zustandes ihre Blindbelastung entsprechend reduziert werden. Dies alles ist durchaus im Einklang mit der grundsätzlichen Funktion eines starren Kupplungsgliedes, welches seiner Natur nach alle zwischen beiden Netzen sich anbahnenden Frequenzunterschiede durch Leistungsübertragung sozusagen im Keime erstickt. Da die in Frage kommenden Leistungswerte von Natur unbeschränkt sind, ist die relativ geringe Ueberlastbarkeit der Synchronmaschinen in dieser Beziehung recht hinderlich.

Eine zweite Gefahr unbeabsichtigter Wirkleistungsübertragung wäre gegeben, wenn die zu kuppelnden Netze bei Vorhandensein mehrerer Uebergabestellen eine gegenseitige Phasenabweichung in ihren Klemmenspannungen am einen Uebergabeort hätten. Doch besteht die Forderung nach geeigneter gegenseitiger Phasenlage der Klemmenspannungen auch bei Kupplung durch Transformatoren. Unerwünschte Verteilungen des Leistungsflusses werden dort durch regulierbare Querspannungen bekämpft<sup>4)</sup>. Solche Transformatoren könnten wohl auch bei starrer Kupplung mittels Synchronmaschinen dazu dienen, die Phasenlage der Spannung am Uebergabeort zweckentsprechend zu beeinflussen. Doch führt uns dieser Gedankengang von der Forderung 4 des Phasenschieberbetriebes bereits weg zu den Forderungen 1 und 2 nach Regelung der Uebergabeleistung.

Es ist ohne weiteres klar, dass der Wirkleistungsfluss durch eine aus zwei Synchronmaschinen gebildete Kupplungsgruppe hindurch nur dadurch beeinflusst werden kann, dass die Frequenz desjenigen Netzes, welches die Energie abgeben soll, sich kurzzeitig leicht über die Frequenz des andern Netzes erhebt, um der Phasenlage der Klemmenspannung im liefernden Netz die nötige Voreilung zu geben. Hierin scheint eine tiefgreifende Beschränkung in der Dispositionsfreiheit der beiden Netze zu liegen. Es soll nun aber gezeigt werden, dass die Konsequenzen durch Einführung der kombinierten Leistungs- und Frequenzregulierung tragbar gemacht werden können.

Es sei also an der Kupplungsstelle zunächst die konstante Leistung  $P_{12}$  vom Netz 1 zum Netz 2 zu übertragen. Im Gegensatz zu elastischen Netzkupp-

<sup>4)</sup> A. Maret, Brown Boveri Mitt. März 1938, S. 43.

lungsgruppen brauchen wir hier an der Kupplungsgruppe nichts zu regulieren, denn, wie eben bemerkt, kann der Leistungsfluss nur durch die Anpassung der gegenseitigen Phasenlage der beiden Netze beeinflusst werden. Eine vollständig starre Frequenzregulierung kommt also, mindestens für eines der beiden Netze, nicht mehr in Frage, doch besteht eine solche Regulierung, in Anbetracht der Statik, mit der alle Maschinen ausgerüstet sind, ja schon heute nirgends. Im Sinne des Aufsatzes von Gaden und Keller<sup>3)</sup> müssen wir statt dessen die Generatorgruppen des Netzes 1 mit einer bestimmten Statik, bezogen auf die Uebergabeleistung  $P_{12}$ , ausrüsten. Dies wirkt sich folgendermassen aus. Nehmen wir, um etwas Bestimmtes im Auge zu haben, zunächst an, die Uebergabeleistung sei gerade 0. Auf Grund der erwähnten Statik werden die Generatorgruppen des Netzes 1 solange einen Vortrieb in der Phasenlage geben, bis die Netzkupplungsgruppe beginnt, vom Netz 1 aus Leistung zu übertragen. Im Gleichgewichtszustand wird das Netz 1 wieder die Nennfrequenz erreicht haben, sobald die vorgeschriebene Uebergabeleistung sich eingestellt hat. Der Betrag der Statik, der ja mit der vorgeschlagenen Einrichtung in weiten Grenzen einstellbar ist, wird sich aus den Erfordernissen des praktischen Betriebes ergeben. Je grösser die Statik ist, desto rascher erfolgt naturgemäss die Regelung der Uebergabeleistung. Andererseits werden dann die Lastschwankungen der Generatorgruppen auch grösser.

Die Frage, ob sämtliche Maschinen mit Frequenz-Leistungs-Regulierung auszurüsten seien, dürfte nicht sehr bedeutungsvoll sein. Grundsätzlich ist dies unbedingt das Richtige und es werden die Kosten auch einer vollständigen Ausrüstung immer noch viel geringer sein, als die für die bisher benötigten elastischen Kupplungsgruppen. Sind nur einzelne Gruppen mit Frequenz-Leistungs-Regulierung ausgerüstet, so wird man dafür sorgen müssen, dass deren Wirksamkeit nicht durch die Regelung der andern Maschinen beeinträchtigt wird. Starre Konstanthaltung der Frequenz wird daher auch für diese andern Gruppen nicht in Frage kommen, wohl aber das andere Extrem, nämlich die Zuteilung fester Leistungsquoten an jede Maschine. Voraussetzung dabei ist nur, dass die mit Frequenz-Leistungs-Regulierung ausgerüsteten Maschinen stark genug sind, um die Frequenz zu halten, nicht auf konstantem Werte, wie sonst für eine Frequenzhaltungsmaschine üblich, sondern auf der obenerwähnten Statik-Kurve in Abhängigkeit von der Uebergabeleistung. Selbstverständlich ist es nicht erforderlich, dass die mit Frequenz-Leistungs-Regulierung ausgerüsteten Maschinen die gesamte Uebergabeleistung selbst aufbringen; vielmehr kann diese in Gestalt erhöhter fester Leistungsquoten teilweise andern Maschinen überbunden werden.

Alles was für das Netz 1 gesagt wurde, gilt naturgemäss auch für das Netz 2. Rüstet man in diesem einzelne oder alle Maschinen mit Frequenz-Leistungs-Regulierung aus, so werden sie ihrerseits darauf hinwirken, die Uebergabeleistung auf dem vor-

geschriebenen Werte zu halten, wodurch naturgemäss die Regelaufgabe des Netzes 1 erleichtert wird.

Die Bedingung 3 kann mit einer aus zwei Synchronmaschinen bestehenden Gruppe sehr leicht erfüllt werden. Es versteht sich ja von selbst, dass eine irgendwie angetriebene Synchronmaschine befähigt ist, als einziger Generator irgendein Netz zu speisen. Neue Probleme der Frequenz-Regulierung oder Lastverteilung stellen sich hierbei nicht.

Durch das Gesagte dürfte gezeigt worden sein, dass die eingangs erwähnte Beschränkung der Dispositionsfreiheit von Netzen, die über Synchron-Synchron-Umformer gekuppelt sind, durch Frequenz-Leistungs-Regulierung sich wesentlich verbessern lässt. Das wichtige Problem der Stabilität wurde schon gestreift. Im übrigen sei auf Gaden-Keller<sup>3)</sup> verwiesen. Es sei lediglich erwähnt, dass der konstruktive Aufbau der Frequenz-Leistungs-Regulierung von entscheidender Bedeutung ist und ein derartiges Problem nur von einer direkt wirkenden Uebergabe-Leistungsregulierungseinrichtung bewältigt werden kann. Eine gewisse Ueberlegenheit der elastischen Umformergruppe, bestehend aus einer synchronen und einer asynchronen Maschine, hinsichtlich Stabilität sei nicht bestritten. Ihre Verwendung in Verbindung mit Frequenz-Leistungs-Regulierung ist keineswegs von vornherein unmöglich. Verzichtet man dabei auf eine Kollektor-Hintermaschine, so müssen die gekuppelten Netze mit einer gewissen relativen Frequenzdifferenz in Abhängigkeit von der Austauschleistung fahren. Es kann sich lohnen, diese Unzukömmlichkeit im Interesse der Stabilität in Kauf zu nehmen, besonders dort, wo die Umformerleistung klein gegen die gesamte Netzleistung ist. Nachteilig ist selbstverständlich der Verlust der Blindlastregulierungsmöglichkeit auf der Seite der gewöhnlichen Asynchronmaschine.

Dagegen ergeben sich mit dieser die einfachsten Steuermöglichkeiten zum Anwerfen der Gruppe. Bei der Synchron-Synchron-Gruppe sind die Verhältnisse etwas weniger günstig; wenn nicht die unvermeidlich hohen Blindlaststösse beim Asynchron-Anlauf in Kauf genommen werden können, so muss die Gruppe mit einem besondern Anwurfmotor ausgerüstet werden. Das Zuschalten der an dasselbe Netz angeschlossenen Synchronmaschine kann dann mit Hilfe einer Schnellsynchronisier-Einrichtung mit begrenztem Leistungsstoss erfolgen.

Das Zuschalten der andern Synchronmaschine des Umformers erfolgt ebenfalls vorteilhaft mit einer solchen Einrichtung. Diese muss aber sicherheitshalber mit einer Frequenzausgleichs-Steuereinrichtung ergänzt werden, was ohne weiteres möglich ist, da der Umformer über eine Einrichtung der Frequenz-Leistungs-Regulierung mit den Turbinen mindestens einer Netzgruppe verbunden ist.

Die Vorgänge können leicht an Hand der Fig. 1 verfolgt werden.

Handelt es sich um eine Synchron-Synchron-Gruppe, so erfolgt der Anlauf mit einem von der Drehstromseite gespeisten Anwurfmotor *Da* (Fig. 1). Dieser kann aus einem gewöhnlichen Schleifring-



anker mit gleicher Polzahl bestehen, wie die Hauptmaschine. Damit erübrigt sich eine Drehzahlreguliereinrichtung für das Parallelschalten. Das Parallelschalten besorgt die Schnellsynchronisierung *SSi*, wodurch das einwandfreie Zuschalten, bei dem durch den Anwurfmotor bedingten Schlupf, gewährleistet ist. Das Parallelschalten der andern Synchronmaschine erfolgt ebenfalls über eine Schnellsynchronisierereinrichtung, wie in der Figur angegeben.

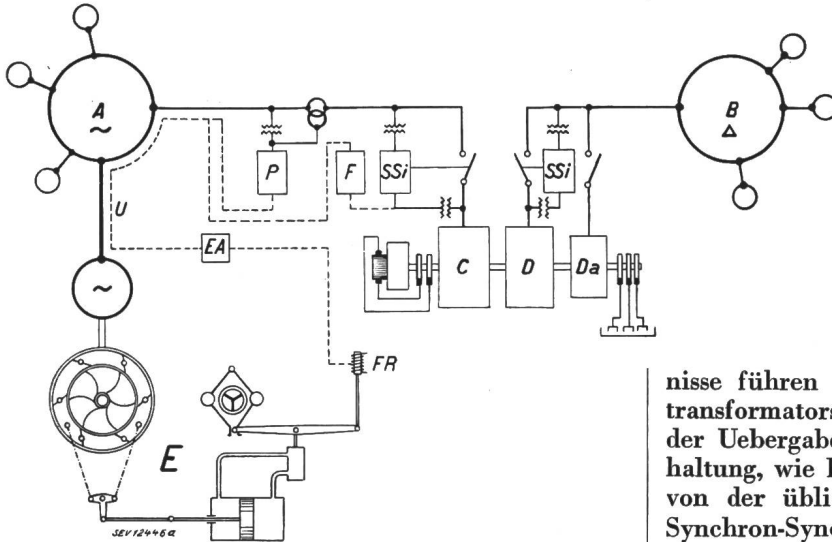


Fig. 1.  
Schema der starren Kupplung von selbständig betriebenen Netzen  
*A, B* Netzgruppen verschiedener Frequenz.  
*C, D* Synchron-Synchron bzw. -Asynchron-Umformer.  
*E* Regulier-Gruppe.  
*F* Geber-Apparatur für Frequenz.  
*P* Geber-Apparatur für Leistung.  
*EA* Empfänger-Apparatur.  
*FR* Fern-Regulier-Apparat.  
*SSi* Schnell-Synchronisierung.  
*U* Messwertübertragung.

Unter gewissen Umständen, namentlich bei Störung, kann die Frequenzdifferenz den zulässigen Bereich der Schnellsynchronisierung von  $\Delta f = \sim 1,2\%$  übersteigen. In diesem Falle steht aber die Fernreguliereinrichtung zur Verfügung, welche gestattet, die Frequenz des Netzes *A* vom Umformer aus zu steuern. Die Frequenz der Synchronmaschine *C* wird dabei über den Geberapparat *F* an Stelle der Uebergabeleistung *P* an den Regulierort des Netzes *A* übertragen.

Ist die Hauptmaschine des Umformers der Netzseite (*B*) selbst als Asynchronmaschine ausgebildet, so kann eventuell der besondere Anwurfmotor weg-

fallen und das Anlassen mit der Hauptmaschine direkt vorgenommen werden. Hierbei sind aber konstruktive Schwierigkeiten zu überwinden, welche namentlich bei Asynchronmaschinen grosser Leistung ins Gewicht fallen, indem die Rotorstillstandsspannung nicht beliebig hoch gewählt werden kann, wie es andererseits mit Rücksicht auf die Schleifring- und Kurzschluss-Vorrichtung in bezug auf die Strombeherrschung erwünscht wäre. Diese Verhält-

nisse führen dann zur Verwendung eines Anlasstransformators. Da andererseits auch die Regulierung der Uebergabeleistung in bezug auf die Frequenzhaltung, wie bereits gezeigt, gewisse Abweichungen von der üblichen Praxis vorschreibt, dürfte der Synchron-Synchron-Kupplung bei der betrachteten Methode der Netzregulierung der Vorzug gegeben werden.

Wenn die Autoren gegen den Schluss dieser Arbeit gewisse Schwierigkeiten betont haben, die sich der Verwirklichung der entwickelten Gedanken entgegenstellen, so geschah es keineswegs, um diese Schwierigkeiten übermässig zu betonen. Alles neue in der Technik bedingt die Lösung bestimmter Einzelfragen. Erfahrungsgemäss trifft man hierbei auf keine unüberwindlichen Hindernisse, sofern der Grundgedanke, auf den sich der ganze Plan aufbaut, gesund ist. Die Autoren sind überzeugt, dass diese Voraussetzung bei den hier behandelten Ideen zutrifft.

## Zur Bestimmung des Flammpunktes (Zersetzungspunktes) von organischen Isoliermaterialien

Mitteilung der Materialprüfanstalt des SEV (M. Zürcher)

621.315.61.0014

Die in verschiedenen Normalien des SEV beschriebene Methode zur Bestimmung des Flammpunktes (Zersetzungstemperatur) von organischen Isolierstoffen kann durch folgende bessere Methode ersetzt werden: Die Erwärmung des Materials erfolgt in einem Metallblock, der auf der Untersuchungstemperatur konstant gehalten wird. Dadurch wird die Geschwindigkeit der Erwärmung der zu untersuchenden Masse besser definiert und die Genauigkeit der Temperaturmessung erhöht. Durch Beobachtung der Flammenhöhe in Abhängigkeit von der Zeit wird der Zersetzungsvorgang beurteilt. An Hand von einigen Beispielen wird die Methode erläutert.

La méthode décrite dans différentes normes de l'ASE pour déterminer le point d'éclair (température de décomposition) de matières organiques peut être avantageusement remplacée par la méthode améliorée suivante: L'échauffement de la matière a lieu dans un bloc métallique maintenu à la température constante de l'essai. De la sorte, la vitesse d'échauffement de la masse à examiner est mieux définie et par conséquent la mesure de la température plus exacte. On observe la hauteur de la flamme en fonction du temps pour apprécier le processus de décomposition. L'auteur illustre la nouvelle méthode par quelques exemples.

Bei der Beurteilung von organischen Isoliermaterialien muss neben anderen Eigenschaften auch die Beständigkeit gegenüber Hitzeeinwirkung berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu anorganischen Isolierstoffen, welche erst bei Temperaturen von  $500^\circ\text{C}$  und darüber Veränderungen aufweisen,

zersetzen sich die organischen Stoffe schon bei viel niedrigeren Temperaturen. Sie werden über  $300^\circ\text{C}$  bereits zum grössten Teil zerstört. Für die praktische Anwendung ist daher sowohl in konstruktiver, als auch in sicherheitstechnischer Hinsicht eine Angabe über die Zersetzungstemperatur erwünscht.