

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 57 (1966)  
**Heft:** 24  
  
**Rubrik:** Comité Européen de Coordination des Normes Electrotechniques (CENEL)

### **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:** 03.04.2026

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

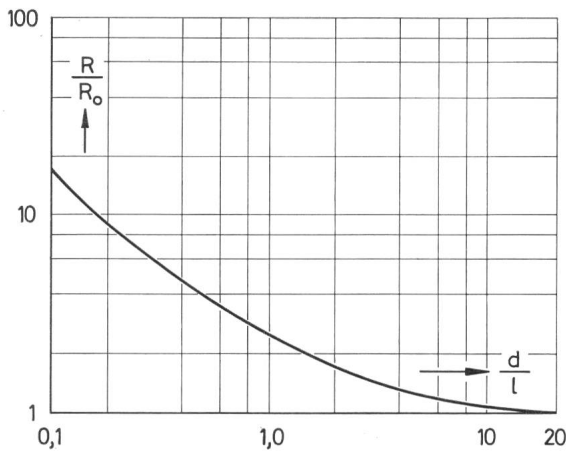


Fig. 2  
Abhängigkeit des relativen Grösseneffektwiderstandes  $R/R_0$  von Filmen nach Cotti vom Verhältnis Leiterstärke  $d$  zur mittleren freien Weglänge  $l$  der Elektronen

umso kleiner, je kleiner das Verhältnis Teilleiterstärke  $d$  zu Eindringtiefe  $\delta$  ist (Fig. 1). Unterschreitet jedoch die Teilleiterstärke  $d$  die mittlere freie Weglänge  $l$  der Elektronen, so wird der Grösseneffekt wirksam: Durch die Streuung der Elektronen an der Leiteroberfläche wird die Anzahl der am Ladungstransport beteiligten Elektronen vermindert und damit der elektrische Widerstand erhöht. Dieser wird daher umso grösser, je kleiner das Verhältnis  $d$  zu  $l$  ist (Fig. 2).

Bei normalen Temperaturen ist in den üblichen Leitern  $l$  sehr viel kleiner als  $d$  oder  $\delta$ . In reinen Leitern, wie sie in tiefgekühlten Wicklungen verwendet werden müssen, kann jedoch bei tiefen Temperaturen wegen der Abhängigkeiten  $l \approx \rho_0^{-1}$  und  $\delta \approx \rho^{1/2}$  die mittlere freie Weglänge  $l$  in die Grössenordnung der Teilleiterstärke  $d$  kommen. Zusätzlich zum Wirbelstromeffekt bestimmt dann für  $d < 10l$  der Grösseneffekt den Wirkwiderstand. Ist  $l$  nicht wesentlich kleiner als  $d$  und  $\delta$ , so überschneiden sich beide Effekte (Fig. 3). Der Wirkwiderstand  $R$  hat dann bei einer bestimmten Teilleiterstärke  $d$  einen Minimalwert  $R_{\min}$ , der wesent-

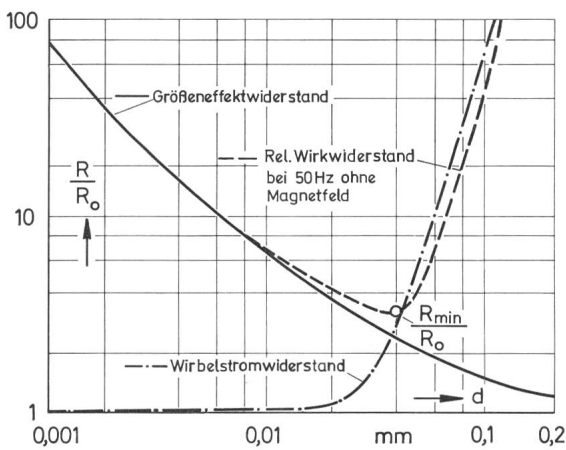


Fig. 3  
Abhängigkeit des relativen Wirkwiderstandes  $R/R_0$  einer mehrlagigen, verdrehten, wechselstromdurchflossenen Wicklung (Nutenleiter) in Abhängigkeit von der Teilleiterstärke  $d$  für  $\delta = 0,2$  mm und  $l = 0,04$  mm

lich grösser als der Gleichstromwiderstand  $R_0$  werden kann. Dieser Effekt kann die Eigenschaften einer tiefgekühlten Wicklung ausserordentlich ungünstig beeinflussen: Dem spezifischen Gleichstromwiderstand  $\rho_0$  bzw. der mittleren freien Weglänge  $l$  entsprechend werden jeder Leiterhöhe  $m d$  eine optimale Teilleiterhöhe  $d$  und ein minimaler Wirkwiderstand  $R_{\min}$  zugeordnet. Dadurch wird aber, wenn  $R_{\min}$  oder  $d$  vorgegeben sind, die Leiterhöhe  $m d$  begrenzt, d. h., Wicklungen in Transformatoren z. B. müssen u. U. verschachtelt ausgeführt werden.

Die Überschneidung von Wirbelstrom- und Grösseneffekt ist umso ausgeprägter und damit der Minimalwert des Widerstandes  $R_{\min}$  umso grösser, je kleiner der spezifische Gleichstromwiderstand  $\rho_0$  des Leiters ist. Es sollte daher  $\rho_0$  mindestens so gross sein, dass  $l$  kleiner als  $d$  ist. Allzu grosse Forderungen an die Reinheit der Leiter für tiefgekühlte Wechselstromwicklungen zu stellen ist daher nicht sinnvoll.

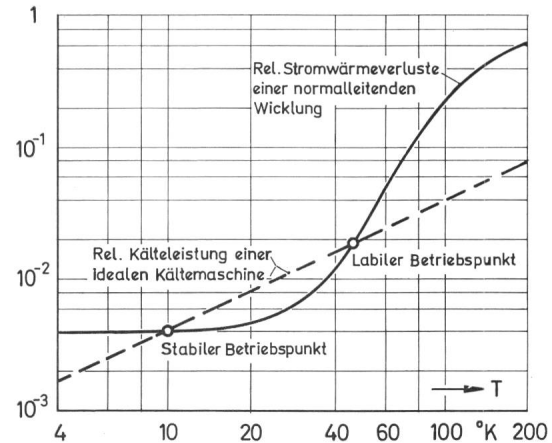


Fig. 4  
Abhängigkeit der relativen Kälteleistung einer Kältemaschine und der relativen Stromwärmeverluste einer Wicklung von der Temperatur  $T$

2. *Kühlung:* Wegen der geringen spezifischen Wärme der Leiter bei tiefen Temperaturen muss die in der Wicklung einer tiefgekühlten Maschine entstehende Verlustwärme an das Kühlmittel bzw. an die Kältemaschine unmittelbar abgeführt werden. Verwendet man eine Kältemaschine mit konstantem Kühlmitteldurchsatz, so ist deren Kälteleistung im Idealfall der absoluten Temperatur proportional (Fig. 4). Die Bilanz des Kühlvorgangs: Kälteleistung gleich Verluste wird daher in diesem Fall wegen der mehr als proportionalen Zunahme der Verluste bei tiefen Temperaturen bei zwei verschiedenen Temperaturen erfüllt, von denen jedoch nur der tieferliegende Betriebspunkt stabil ist. Die Überlastbarkeit einer tiefgekühlten Wicklung ist also gering, wenn nicht die Kennlinie der Kältemaschine der Temperaturabhängigkeit der Verluste angepasst und die Kältemaschine oder das Kühlmittelvolumen entsprechend den auftretenden Überlastungen überdimensioniert wird. Da die Wirtschaftlichkeit einer tiefgekühlten elektrischen Maschine sehr stark von den Kosten der Kältemaschine beeinflusst wird, sind einer Überdimensionierung Grenzen gesetzt. Die Kältemaschine und das Kühlmittelvolumen einer tiefgekühlten elektrischen Maschine muss daher sehr sorgfältig aufeinander abgestimmt und entsprechend den Anforderungen vor allem an die Überlastbarkeit ausgelegt werden.

## Comité Européen de Coordination des Normes Electrotechniques (CENEL)

### Expertengruppe CENEL/2B, Dimensions of electrical machines

In Paris versammelte sich am 13. September 1966 die Expertengruppe CENEL/2B unter dem Vorsitz von Prof. Hedström, Schweden.

Nach Genehmigung des Protokoll der letzten Sitzung vom 2. Februar 1966 in Frankfurt wurde die Frage der Abmessungen

von Käfigankermotoren mit Achshöhen von 450...1000 mm besprochen. Unbestritten waren dabei lediglich die Masse der Achshöhen. Für die übrigen Anschlussmasse soll vorerst eine Rundfrage die heute üblichen Werte ermitteln, wobei daraus dann später bevorzugte Werte der Massreihen R20 und R40 herausgezogen werden.

Der vom schweizerischen Nationalkomitee zusammengestellte Bericht, CENEL/2B(CH)6, der die Antworten auf den Fragebogen CENEL/2B(Secretariat)11 über äussere Motorabmessungen enthält, wurde lebhaft diskutiert und verdankt. Er muss nun noch durch die Angaben der Nationalkomitees von Grossbritannien und Deutschland ergänzt werden. Später soll entschieden werden, ob die gesammelten Höchstabmessungen für jedes Land getrennt oder für die CENEL-Länder gemeinsam als Information herausgegeben werden sollen.

Betreffend die Schutzarten für die Normmotoren wurde festgelegt, dass die aussenventilierten geschlossenen Motoren min-

destens der Schutzart IP 44 und die geschützten innenventilierten Motoren mindestens der Schutzart IP 22 gemäss der demnächst erscheinenden CEI-Publikation entsprechen sollen.

Die Arbeitsgruppe «Kleinleistungsmotoren» konnte vorläufig nur eine Einigung bezüglich Abmessungen der Ölbrennermotoren erzielen. Für die Industrietypen beharrt Grossbritannien immer noch auf der Nema-Reihe, währenddem alle andern Länder die mm-Reihe nach Publikation 72 der CEI verteidigen. Die Arbeitsgruppe wird beauftragt, an einer nächsten Sitzung einen einheitlichen Vorschlag zu unterbreiten. Die nächste Tagung wurde auf 11./12. Mai 1967 in Stockholm angesetzt. *J. G. Hartmann*

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Probleme der Sprachverbindungen im Weltraum

621.396.946 : 629.783

[Nach *W. E. Kock*: Audio Problems in Space. IEEE Transactions on Audio, Au-13(1965)6, S. 132...134]

Zuverlässige Sprachverbindungen im Weltraum zwischen Raumschiffen untereinander und der Erde sind unbedingt notwendig. Der Ausfall der Verbindung kann ein völliges Versagen des Experimentes zur Folge haben.

Die auf der Erde benützten Telefonverbindungen sind von ca. 3500 Hz Bandbreite. Eine vergrösserte Bandbreite würde die Qualität der Sprache bedeutend erhöhen, wäre aber unwirtschaftlich. Lange hat man nach Methoden gesucht, um die Sprachinformation in schmalen Frequenzbändern zu übertragen. Die entwickelten komplizierten Verfahren werden heute infolge ungenügender Qualität und teilweise aus wirtschaftlichen Gründen fast nicht angewendet. Bei Weltraumverbindungen spielt aber die Wirtschaftlichkeit keine Rolle. Es stellen sich eine Reihe anderer Probleme: Die Sendeenergie stammt von Solarzellen. Grössere Sender benötigen mehr Energie, folglich auch mehr Solarzellen; das bedeutet erhöhtes Gewicht. Die Träger Rakete muss vergrössert werden und wird viel teurer. Deshalb sollte die Nutzlast möglichst klein sein, was bedeutet, dass man mit möglichst kleinen Sendeleistungen auskommen sollte. Bei vorgegebener Sendeleistung ist der Störabstand am Empfänger um so besser, je kleiner die Bandbreite ist. Auf der Erde bringt eine Bandbreitereduktion kleine, im Weltraum dagegen sehr grosse wirtschaftliche Vorteile.

Bei Verbindungen mit Bandbreitekompression ist es meistens unmöglich, den Sprechenden zu erkennen. Das ist bei Raumverbindungen auch nicht nötig. Dank den grossen Fortschritten in der Herstellung integrierter Schaltungen ist die Kompliziertheit der Kompressionstechnik kein Problem mehr. Es können sehr leichte und zuverlässige Geräte gebaut werden.

Im amerikanischen Apollo-Programm wird ein zweiteiliges Raumschiff zum Mond fliegen und in eine Umlaufbahn von 130 km über der Mondoberfläche gebracht werden. Die beiden Teile werden getrennt, der eine mit zwei Astronauten bemannte Teil wird auf dem Mond landen, der Kommandoteil wird weiterkreisen. Die Sender für die Verbindung werden für 430 km maximale Reichweite (in Notfällen bis 830 km) gebaut. Sie werden klein und leicht sein. Die Sendeleistung des Teils, der auf dem Mond landet, wird 10 W betragen. Es ist vorgesehen, die «Clipping-Technik» anzuwenden, d. h. die grossen Amplituden des Sprachsignals werden abgeschnitten. Das Verhältnis Effektivwert zu maximaler Amplitude des resultierenden Signals steigt an, dadurch können die Sender mit höherem Modulationsgrad arbeiten. Die Sendeleistung kann für einen gewünschten Geräuschabstand stark reduziert werden. Da die Verständlichkeit der Sprache mit Erhöhung des Effektivwertes ansteigt, wird der

Einfluss der durch Clipping erzeugten Verzerrungen teilweise reduziert. Allerdings gehen die Natürlichkeit und die Individualität der Stimme des Sprechers verloren. *H. von Ow*

### Modulationsverfahren für Satellitenverbindungen

621.376 : 621.396.946

[Nach *H. Hüberle*: Ein theoretischer Vergleich von Modulationsverfahren für den Satellitenfunk. Nachrichtentechnische Z. 19(1966)4, S. 193...195]

Für die Nachrichtenübertragung über Satelliten kommen nur wenige hochwertige Modulationsverfahren in Frage. Kritisch ist die Übertragungsrichtung Satellit-Erde. Mit einer möglichst geringen Sendeleistung möchte man beim Empfänger ein möglichst grosses NF-Signal-Geräuschverhältnis  $(s/n)_{NF}$  erreichen. Am besten werden diese Forderungen durch die Frequenzmodulation (FM) und die Pulsmodulation (PCM) erfüllt. Die Verfahren müssen für den gleichen Bandbreitenerweiterungsfaktor  $J$  verglichen werden. ( $J = \text{HF-Bandbreite} : \text{NF-Bandbreite}$ .) Das Rauschen bei FM wird dem Quantisierungsrauschen bei PCM gleichgesetzt, was nur bedingt erlaubt ist; z. B. bei Sprache ist das Quantisierungsrauschen in den Sprachpausen nicht vorhanden, also weniger störend als das Rauschen bei FM.


Wählt man ein grosses  $J$  (z. B.  $J=20$ ) so gibt PCM unterhalb 40 dB HF-Störabstand ein besseres  $(s/n)_{NF}$  als FM. Oberhalb 40 dB ist FM besser. Für kleines  $J$  ist FM für jeden HF-Störabstand günstiger.

Beide Modulationsverfahren zeigen eine Schwelle: d. h. wird der HF-Störabstand verkleinert, so sinkt der NF-Störabstand plötzlich sehr stark ab. Es ist keine befriedigende Nachrichtenübertragung mehr möglich. Die günstigste Übertragung ergibt sich dann, wenn die HF-Signalleistung knapp über dieser Schwelle liegt. Verbindet man die Schwellen für verschiedene  $J$ , so erhält man die sog. Grenzkurven. Sie zeigen, dass für  $(s/n)_{NF} > 40$  dB PCM günstiger ist als FM. Das erforderliche  $J$  (die notwendige HF-Bandbreite) ist auch bedeutend kleiner als bei FM.

Eine klare Entscheidung für eines der beiden Verfahren ist schwierig, weil beide noch zusätzlich verbessert werden können. Für FM mit Frequenzgegenkopplung kann die Grenzkurve des NF-Störabstandes bei z. B. 20 dB HF-Störabstand von 40 auf 70 dB erhöht werden. PCM kann durch die Anwendung fehlerkorrigierender Codes verbessert werden und ist dann nur wenig schlechter als FM mit Gegenkopplung. Diese Grenzkurven liegen aber noch weit unterhalb der von der Informationstheorie gegebenen nicht überschreitbaren Kurve. Theoretisch liesse sich bei 10 dB HF-Störabstand ein  $(s/n)_{NF}$  von 50 dB erreichen. Für diesen NF-Störabstand benötigt das beste bekannte Modulationsverfahren (FM- mit Frequenzgegenkopplung) mindestens 18 dB HF-Störabstand. Es ist also durchaus möglich noch bessere Modulationsverfahren zu entwickeln. *H. v. O.*

## Mitteilungen aus den Technischen Prüfanstalten des SEV

### Qualitätszeichen für Elektrogeschirr

Seit dem 1. Juli 1966 besteht für Fabrikanten und Importeure von Kochgeschirr für Verwendung auf Elektro-Kochplatten die Möglichkeit, das Recht zum Führen des SEV-Qualitätszeichens 

für Elektro-Kochgeschirr zu erwerben. Die Anforderungen und Prüfbestimmungen für solches Kochgeschirr können bei der Drucksachenabteilung der Verwaltungsstelle des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, bezogen werden.