Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 27 (1936)
Heft: 23

Artikel: Moderne Maximalstromzeitrelais
Autor: Stöcklin, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057544

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: 22.08.2025

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

Da wir viel Hochtarifenergie brauchen, ermässigte die Stadt Biel deren Preis von 8 auf 6 Rp./kWh. Mit diesen Preisen wurde die in Tabelle I gegebene Zusammenstellung berechnet.

Erfahrungswerte vom elektrischen Kremationsofen in Biel.
Tabelle I.

	1934	1935	1936[1])
Zahl der Kremationen . . .	137	152	31
Energieverbrauch nach Hochtarif . . . . . kWh	15 691	14 015	1386
Energieverbrauch nach Niedertarif . . . . . kWh	22 680	27 396	4464
Total kWh	38 371	41 411	5850
Energieverbrauch pro Kremation . . . . . kWh	280	272	189
Energiekosten pro Kremat. Fr.	12.65	11.85	7.00
Zeit zwischen zwei Kremationen . . . . . Tage	2,44	2,1	1,78
Wärmeverbrauch pro Kremation . . . . . kcal	241 000	234 000	163 000

[1]) Vom 1. I. 36. bis 24. VII. 36.

Während der durch Aenderungen bedingten Stillsetzung des elektrischen Ofens im Sommer 1936 musste im Koksofen kremiert werden. Wir benützten die Gelegenheit zu Notierungen. Es wurden für 102 Kremationen 21 Tonnen Gaskoks zu Fr. 50.— und 7 Ster Holz zu Fr. 28.— verbrannt. Der Bieler Gaskoks hat einen Heizwert von 7200 kcal/kg. Für das Holz nimmt man 1 000 000 kcal pro Ster an. Diese Werte sind der Tabelle II zugrunde gelegt.

Erfahrungswerte vom Kokskremationsofen in Biel.
Tabelle II.

Anzahl der Kremationen	102
Koksverbrauch . . . . . t	21
Holzverbrauch . . . . . Ster	7
Brennstoffverbrauch pro Kremation:	
Koks . . . . . kg	206
Holz . . . . . Ster	0,07
Brennstoffkosten pro Kremation . Fr.	12.20
Zeit zwischen zwei Kremationen . Tage	1,9
Wärmeverbrauch pro Kremation . kcal	1 555 000

Der Energieverbrauch und damit die Kosten sind seit der Umänderung bedeutend zurückgegangen. Die bei Hochtarif bezogene Energie betrug im Jahre 1934 ewa $^2/_3$, 1935 etwa $^1/_2$ und im Jahre 1936, während der Versuche, etwa $^1/_3$ der bei Niedertarif bezogenen Energie. Auch dies ist eine Ursache der Kostenreduktion.

Der elektrische Ofen braucht fast 10mal weniger Wärme als der Koksofen. Es ist dies ein seltener, vielleicht der einzige Fall, dass die Benützung der Elektrizität als Wärmequelle so viel billiger ist als die von Koks. Die Versuche und die Rechnung wurden vor der Abwertung gemacht. Es ist ganz gut möglich, dass nun der Preisunterschied noch grösser wird.

Der Ofen findet, besonders im Auslande, grosse Beachtung. Delegationen aus verschiedenen Ländern besichtigten ihn. Auch mussten Anfragen nicht nur aus Ländern in Europa, sondern auch aus solchen in Asien und Amerika beantwortet werden.

Moderne Maximalstromzeitrelais.

Von *J. Stoecklin*, Baden.

621.318.5

Es werden die Gesichtspunke über Anwendung und Eigenschaften moderner Maximalstrom-Zeitrelais klargelegt und der Stand der Entwicklung an einigen Beispielen erläutert.

L'auteur fixe les différents points de vue relatifs à l'application et aux propriétés des relais temporisés modernes à maximum d'intensité, et expose l'état actuel du développement à l'aide de quelques exemples.

Die erweiterten Anforderungen an Schutzrelais als Folge des Zusammenschlusses von Kraftwerken und Leitungen führten in den vergangenen Jahren zu Selektivschutzsystemen, z. B. den Distanzrelais, die bei Kurzschluss in beliebig vermaschten und mehrfach gespeisten Netzen die beschädigte Leitungsstrecke ausscheiden. Aber auch an die altbekannten, einfachen Relaiselemente, deren Anwendungsgebiet nach wie vor die unvermaschten Leitungsgebilde, sowie der Begrenzungs- und Kurzschlußschutz von Maschinen und Abnehmern bildet, stellte die Entwicklung der Gross-Energie-Erzeugung und -Verteilung vermehrte Anforderungen. Im folgenden mögen die Neuerungen an den beiden wichtigsten Vertretern dieser Apparategattung, den primären und sekundären Maximalstromzeitrelais, näher verfolgt und an Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Ursprünglich wurde bei der Konstruktion von Primärrelais, welche, direkt auf die Schalterklemmen aufgebaut, die Auslösung mechanisch bewirken, in erster Linie Wert auf mechanische Robustheit gelegt, während man die Ansprüche an die Genauigkeit im Vergleich zu den Sekundärrelais zurückstellte. Da indessen keine festen Richtlinien die Anwendungsbereiche von Primär- und Sekundärrelais abgrenzen, ihre Wahl vielmehr durch lokale Verhältnisse der betreffenden Station gegeben ist, muss stets mit dem Vorhandensein beider Relaisarten im gleichen Netze gerechnet werden. Anderseits bildet eine genaue Zeitabstufung zwischen den einzelnen Stationen die wichtigste Bedingung für richtige Kurzschluss-Abschaltung. Es folgt daraus zwangsläufig die Notwendigkeit, moderne Primärrelais für gleiche Charakteristik und Genauigkeit auszuführen wie Sekundärrelais.

Die Primärrelais ergeben im übrigen durch die Vereinigung von Leistungsschalter und Relais zur mechanischen Einheit, unter Wegfall von Stromwandlern, Hilfsstromquelle und Verbindungsleitun-

gen, eine so einfache Lösung des Schalter-Relaisproblems, dass man bestrebt war, alle Hindernisse zu beseitigen, die ihre Anwendung in vielen Fällen noch einschränkte. Es betrifft dies ausser der Zeitpräzision vor allem die Hochstromsicherheit. Bis in die neuere Zeit war es üblich, Leistungsschalter, die bei kleinen Betriebsströmen sehr hohe Kurzschlußströme zu bewältigen hatten, nicht mit primären Relais zu schützen, sondern durch Einfügung von Stromwandlern und Wahl von Sekundärrelais die Stromwandlersättigung zur Begrenzung des Relaisstromes und damit zur Entlastung der Relais herbeizuziehen. Ein guter Spulenstromwandler darf mit 200 ... 300fachem Nennstrom stossweise beansprucht werden; moderne Hauptstromrelais werden nun aber mit einer Hochstromsicherheit von etwa 500 ... 1000fachem Nennstrom ausgeführt, so dass solche Relais bei richtiger Wahl des Nennstromes das gegebene Schutzelement exponierter Netzstellen darstellen. Die konstruktiven Mittel zur Erreichung dieses Zieles sind geringe Amperewindungszahl bei reichlich dimensioniertem Kupferquerschnitt, starke Spulenabstützungen und gute Isolation der Wicklung. Als Beispiel zeigt Fig. 1 ein stromunabhängiges Primärrelais für 12 A Nennstrom mit einer Kurzschlussfestigkeit von 12 000 A. Die obere Spulenableitung ist durch ein hohes Isolierrohr *a* gegenüber der Relaismasse, die mit dem entgegengesetzten Spulenende in Verbindung steht, besonders gut isoliert. Auch der Ueberbrückungswiderstand *b*, welcher die Wicklung gegen Sprungwellen schützen soll, ist entsprechend dimensioniert und in seinem Widerstandswert mit den Spulenkonstanten so abgestimmt, dass bei Sprungwellen möglichst geringe Spannungsbeanspruchung der Wicklung entsteht. Die starken Spulenabstützungen *c* sind ebenfalls ersichtlich. Eine weitere Neuerung bildet die Grenzstrom-Momentauslösung *d*, die während des Betriebes mit Hilfe der Bedienungsstange auf den gewünschten Stromwert eingestellt oder blockiert werden kann. Die Zeitgenauigkeit des Relais beträgt ± 0,1 s. In Verbindung mit modernen Leistungsschaltern, deren Eigenzeiten von ca. 0,2 s für Oelschalter auf 0,1 s für Wasserschalter und 0,05 s für Druckluft-Schnellschalter zurückgegangen sind, dürfen Staffelzeiten von 0,5 s und weniger zur sicheren Abstufung hintereinanderliegender Schalter angewendet werden. Wichtig ist dabei auch die Möglichkeit, kurze Zeiten sehr genau einstellen zu können, was durch weite Teilung der Skala im Anfangsgebiet erreicht wird. Ein Auslösesignal *e* erleichtert durch Kennzeichnung der auslösenden Phase die nachträgliche Untersuchung einer Störung.

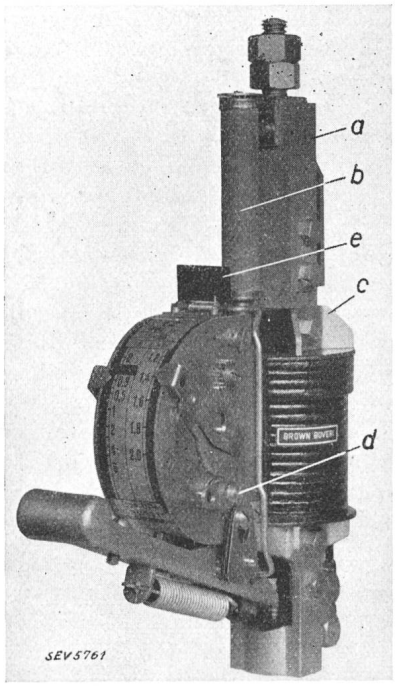

Fig. 1.
Hochstromsicheres Primärrelais.
a Isolation des oberen Anschlusses.
b Ueberbrückungswiderstand gegen Sprungwellen.
c Spulenabstützungen.
d Einstellbare Grenzstromauslösung.

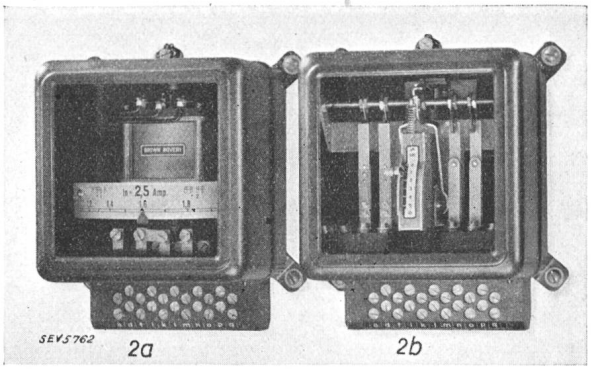

Fig. 2.
Separates Strom- und Zeitrelais.
2a Momentan wirkendes Ueberstromrelais mit 3/10 VA Eigenverbrauch.
2b Zeitrelais.

Die Entwicklung der Sekundärrelais war weitgehend durch die Neuerungen im Stromwandlerbau bedingt. Die Verwendung der überstromsicheren Einstab- oder Durchführungswandler brachte für den Relaisbau strenge Forderungen bezüglich Reduktion des Eigenverbrauches. Gerade Stromwandler geringen Nennstromes, die bei Kurzschluss am höchsten beansprucht werden, wo also das Einstabprinzip am dringendsten ist, ertragen infolge der kleinen Primär-Ampèrewindungszahl nur sehr geringe Belastung innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen. Es wurden für solche Fälle momentanwirkende Ueberstromrelais mit sehr geringem Eigenverbrauch entwickelt, die mittels Hilfsstromquelle ein separates Zeitelement betätigen. Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel. Die Notwendigkeit einer Hilfsstromquelle erschwert indessen die allgemeine Anwendbarkeit dieser Relaiskombination, so dass die weiteren Anstrengungen darauf gerichtet waren, den Eigenverbrauch der Relais mit vom Kurzschlussstrom selbst betätigtem Zeitelement weiter zu verkleinern. Wohl sind seit langem Relais mit stromabhängiger Auslösezeit auf dem Markt, deren Verbrauch zwischen etwa 5 ... 10 VA liegt. Das Vorhandensein von Selektivschutzsystemen in Hauptleitungen, die durchwegs mit stromunabhängiger Laufzeit arbeiten, verlangt aber auch von den Lei-

tungsabzweigen und angrenzenden Netzgebieten Relais mit fester Zeiteinhaltung, also stromunabhängige Relais, um Ueberschneidung der Charakteristiken und damit Fehlabschaltungen zu vermeiden. Es sprechen aber auch weitere technische Gründe und nicht zuletzt die Einfachheit in der Anwendung und Einstellung im Betrieb zugunsten unabhängiger Relais, deren Auslösezeit bei allen Kurzschlussströmen der gewählten Einstellung entspricht.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines modernen unabhängigen Sekundärrelais mit einem Verbrauch von 8 VA bei Nennstrom. Die Abweichungen der Relaiszeit vom Einstellwert sind kleiner als ± 5/100 s, die Relaiszeit kann zwischen 0,2 . . . 10 s auf einer Skala mit 1/10 s Teilung eingestellt werden. Um auch den Ansprechstrom in weiten Grenzen wählen zu können, ist die Wicklung in zwei Hälften aufgeteilt, die wie bei einem umschaltbaren Ampèremeter in Serie oder parallel geschaltet werden können, z. B. für Ansprechströme 2,5 bis 5 und 5 bis 10 A. Ebenso ist eine Grenzstrom-Momentauslösung vorhanden, die normalerweise für 3 . . . 6fachen Strom geeicht ist, aber auch für andere Werte vorgesehen werden kann.

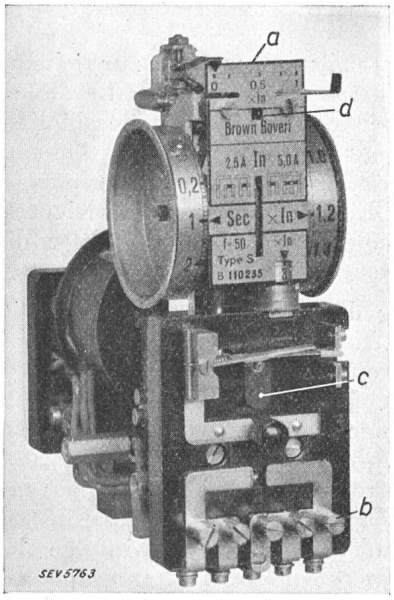

Fig. 3.

Stromanzeigendes Sekundärrelais

(ohne Verschalung).

a Betriebsstromanzeige.

b Umschalt- und Prüfklemmen.

c Kontaktsignal.

d Anlaufanzeiger.

Aus diesen Angaben spricht deutlich die Tendenz, moderne Relais mit sehr weiten Einstellbereichen auszuführen, um mit demselben Apparat auch starken Aenderungen der Betriebsverhältnisse zu genügen. Der Grundsatz, alle wichtigen Einstellorgane wie auch die Kontaktteile gut sichtbar und zugänglich anzuordnen, ist streng verwirklicht.

Da Schutzrelais die Sicherheitsorgane des Betriebes sind, ist es wichtig, jederzeit über den betriebsfähigen Zustand der Apparate und Hilfsleitungen Klarheit zu haben, was z. B. durch periodische Prüfungen zu erreichen ist. Die Bereitschaftmeldung kann aber auch dem Relais selbst übertragen werden, z. B. dadurch, dass bei Ferrarissystemen die Scheibe unter Betriebsstrom wie bei einem Zähler dauernd rotiert. Eine neue Lösung wurde beim beschriebenen Sekundärrelais angewendet. Zur Vermeidung unnötiger Lagerabnützung findet bei Normalbetrieb keine Drehbewegung statt; das System wird vielmehr durch einen Anschlag festgehalten, der federnd ausgebildet und mit Zeiger und Skala ausgerüstet ist. Es wird so vom Zeiger das Stillstands-Drehmoment des Ferrarismotors auf einer Skala a angezeigt, die direkt in Ampère oder Prozent des Nennstromes geeicht ist. Die Anzeigegenauigkeit beträgt 5 %, gegenüber etwa 3 % bei normalen Schalttafelampèremetern. Der Messbereich kann für 0,5fachen, ein- oder mehrfachen Nennstrom vorgesehen werden und passt sich dem durch Serie- oder Parallelschaltung gewählten Relaisnennstrom automatisch an. Das Relais vereinigt somit in einem Apparat Ampèremeter und Relais und da die Stromanzeige nicht durch ein separates Instrument, sondern durch die wichtigen Relaisorgane selbst zustande kommt, bildet sie die ideale Betriebsbereitschaftsmeldung.

Unten am Relais sind als weitere Neuerung Prüfklemmen b angeordnet, mit denen der Apparat während des Betriebes ohne Demontage oder Lösen von Verbindungen ausser Wirkung gesetzt, umgeschaltet oder mit Fremdstrom geprüft werden kann.

Die Kontaktgabe wird durch eine Signalscheibe c angezeigt, die ihre Endstellung erst nach einer gewissen Dauer der Kontaktgabe erreicht. Kurzzeitige Kontaktgabe, die z. B. bei Verschwinden des Kurzschlußstromes im Augenblick der Kontaktberührung vorkommen kann und die bei Anwendung von Fallklappen erfahrungsgemäss vielfach zu Signalbetätigung ohne Schalterfall oder umgekehrt führt, ist dadurch kenntlich, dass das Signal nur einen kleinen Verstellwinkel ausführt. Ausser der Anzeige der Kontaktgabe kann auch das Anlaufen der Relais durch ein zusätzliches Signal d gemeldet werden. Bei Kurzschluss sind dadurch alle Relais, die überhaupt angelaufen sind, kenntlich, was Rückschlüsse über Grösse und Verlauf der Kurzschlussströme und die Art des Kurzschlusses gestattet. Das Relais lässt sich auch besonderen Anforderungen durch eine Reihe von Zusatzeinrichtungen anpassen, wie folgende beiden Beispiele zeigen.

Wenn es sich in mehrfach gespeisten Netzen darum handelt, bei aussertritt gefallenen Werken die Betriebe an vorausbestimmten Stellen aufzuteilen, so kann dies mit einer Zusatzeinrichtung erreicht werden, welche das Rücklaufen des Zeitrades in seine Ausgangsstellung so verlangsamt, dass sich die einzelnen Stromstösse zeitlich addieren und nach Ablauf einer bestimmten Zeit die Auslösung verursachen.

Der Schutz von Doppelleitungen einfach gespeister Netze lässt sich bekanntlich mit Maximalstromrelais unter Zuziehung von Energierichtungsrelais lösen. Häufig wird dabei der Spannungskreis des Richtungsrelais erst mit dem Ansprechen der Maximalstromrelais eingeschaltet, oder dann ein separa-

ter Schliesskontakt mit Verzögerungszeiten von einigen Zehntelsekunden verlangt. Für solche Fälle wird das Relais Fig. 2 mit einem Kontakt versehen, der sich nach dem Ansprechen schliesst, wobei die Verzögerungszeit zwischen 0,1 und 0,5 s einstellbar ist.

Die eingangs aufgestellte Forderung gleicher Charakteristiken für Primär- und Sekundärrelais ist bei den gezeigten Beispielen dadurch erfüllt, dass als Zeitelement der gleiche synchronisierte Ferrarismotor verwendet wird.

Die beschriebenen Neuerungen wirken sich für den Betrieb aus: 1. in wesentlicher Abkürzung der Kurzschlussdauer durch Ermöglichung kleiner Zeitabstufung bei voller Freiheit in der Wahl primärer oder sekundärer Relais; 2. durch erhöhte Betriebssicherheit infolge selbsttätiger Bereitschaftsmeldung; 3. durch vereinfachte Handhabung der Apparate bei Betrieb und Prüfung sowie vermindertem Platzbedarf durch Wegfall separater Ampèremeter; 4. durch weitgehende Anpassungsmöglichkeit an besondere Betriebserfordernisse.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Deutsche Physiker-Tagung 1936.

53 (06) (43)

Vom 13. bis 19. September 1936 fand im Bad Salzbrunn in Schlesien die 12. Deutsche Physiker-Tagung statt. Sie war der geometrischen Elektronenoptik und der Akustik gewidmet, also zwei Gebieten der technischen Physik, die heute ganz besonders aktuell sind. Die riesige Verbreitung von Radio und Tonfilm hat dazu beigetragen, dass die in der letzten Zeit gemachten grossen Fortschritte in der *angewandten Akustik* besonders hervorgetreten sind, nachdem dieses Gebiet so lange als eigentliches Stiefkind der Physik behandelt worden war. Es wurde denn auch von einer ganzen Reihe deutscher und einiger ausländischer Wissenschafter in 14 Vorträgen eine reiche Fülle interessanten Stoffes geboten.

E. Meyer, Berlin, vermittelte in einer Einführung einen sehr schönen Ueberblick über die Entwicklungsgeschichte und die heutigen Anwendungen der Akustik. Die Anforderungen, die an hochwertige elektrische Musik- und Sprachübertragungen gestellt werden, bedingten in erster Linie die Entwicklung der Akustik und der akustischen Messtechnik. Da auch diese fast ausschliesslich mit elektrischen Mitteln arbeitet, wird die Akustik immer mehr zur Elektroakustik. Durch die ungeahnte Entwicklung der Messtechnik erhielt auch die physiologische Akustik bessere Werkzeuge, mit denen neue Erkenntnisse gewonnen werden, die umgekehrt wieder für die Beherrschung der elektro-akustischen Uebertragungsprobleme unentbehrlich sind. Zwischen der Akustik und der Elektrizitätslehre sowie der Optik lassen sich anschauliche Analogien zeigen. Besonders die Optik eignet sich dazu gut, da sich die Zusammenhänge auch auf dem physiologischen Gebiet verfolgen lassen. Die «Normalkerze» der Optik entspricht dem «Normalton von 1000 Hz» in der Akustik, der Belichtungsmesser mit Photozelle entspricht dem Phonmesser mit Mikrophon, das zur optischen Spektroskopie nötige Prisma kann für Schallwellen durch ein akustisches Beugungsgitter ersetzt werden.

L. Bergmann, Breslau, sprach über neuere Probleme auf dem Gebiete des Ultraschalls. Schallschwingungen von höhern Frequenzen als etwa 20 000 Hz, die also unhörbar sind, werden als Ultraschall bezeichnet. Es gelingt heute, bis zu $2 \cdot 10^8$ Hz zu erzeugen. Diesen Frequenzen entsprechen Wellenlängen von

1,7 cm bis $1{,}7 \cdot 10^{-4}$ cm in Luft
6 cm bis $6 \cdot 10^{-4}$ cm in Flüssigkeiten
20 cm bis $2 \cdot 10^{-3}$ cm in festen Körpern.

Zur Erzeugung von Ultraschall bis etwa 60 000 Hz werden meist Sender nach dem magnetostriktiven Prinzip benützt, die einfach und billig sind. Für höhere Frequenzen werden die schwingenden Stäbe jedoch zu kurz und die erhaltenen Intensitäten zu klein, so dass zu der piezoelektrischen Methode übergegangen werden muss. Bis etwa $5 \cdot 10^7$ Hz wird Quarz in Stäben oder Platten verwendet, für noch höhere Frequenzen Turmalin. Die so erzeugten Schallenergien sind sehr hoch, sie betragen bis 10 W/cm² in Flüssigkeiten.

Der Referent vermittelte auch sehr interessante Einblicke in die Messtechnik, die sehr viele Berührungspunkte mit der Optik hat, so dass von einer eigentlichen Ultraschall-Optik gesprochen werden kann.

Den Ingenieur interessieren vor allem die technischen Anwendungsmöglichkeiten des Ultraschalls und es ist erstaunlich, was sich alles damit machen lässt. Wohl die bekannteste Anwendung findet der Ultraschall zur Materialuntersuchung, besonders zur Feststellung von Hohlräumen, Rissen usw. in Baustoffen. Sehr wichtig ist jedoch auch seine Verwendung in der Kolloidchemie, wo es gelingt, mit Hilfe von Ultraschall nicht mischbare Stoffe in haltbare Emulsionen zu verwandeln (z. B. Hg und Ag in Flüssigkeiten). Diesem Verfahren kommt besonders in der Photo-Industrie grosse Bedeutung zu. Ultraschall dient auch zur Entgasung von Flüssigkeiten. Seine biologischen Wirkungen sind noch unabgeklärt. Es konnte festgestellt werden, dass kleine Tierchen, Algen und Blutkörperchen zerstört werden. Die Wirkung auf Bakterien ist jedoch noch unerforscht.

L. Cremer, Berlin, vermittelte einen sehr anschaulichen Ueberblick über den ganzen Problemkomplex der Raumakustik. Er erläuterte in klarer Weise die drei möglichen Betrachtungsarten: die geometrische, die statistische und die wellentheoretische, die uns gestatten, das akustische Verhalten eines Raumes physikalisch zu erfassen. Nach der geometrischen Methode lassen sich Echoerscheinungen, allgemein ausgedrückt, die einfachen Reflexionen beurteilen. Die messtechnische Auswertung erfolgt durch oszillographische Aufnahme eines Pistolenschusses oder dgl. (Klatsch-Oszillogramme). Auch Messungen der Schallschluckzahl von Baustoffen lassen sich auf ähnliche Weise bestimmen, einmal durch Wandaustausch (Methode von V. Kühl und E. Meyer) oder durch Ausblenden der Schallquelle mit einem Geschwindigkeitsmikrophon mit «8»-förmigem Polardiagramm (Methode von L. Cremer).

Wesentlich aufschlussreicher ist die statistische Methode, die heute fast ausschliesslich zur Anwendung kommt. Sie wird durch den Begriff «Nachhall» charakterisiert. Das von W. C. Sabine, dem Pionier dieser Methode, experimentell gefundene Gesetz wird trotz seiner offenbaren Unrichtigkeiten und Mängeln auch heute noch durchweg verwendet, z. T. allerdings mit Verfeinerungen (Eyring, Millington), deren Wert jedoch zum mindesten umstritten ist. Analog der kinetischen Gastheorie kann auch hier ein theoretischer Ansatz gemacht werden, unter Zuhilfenahme des Begriffs der mittleren freien Weglänge. Es müssen dabei aber so viele unzutreffende Annahmen und Vereinfachungen gemacht werden, dass kein besseres Resultat herauskommt, als es die Sabinesche Formel darstellt. Die Nachhallzeit ist ein ausserordentlich wichtiges Kennzeichen für das akustische Verhalten eines Raumes. Sie kann jetzt auch sehr leicht gemessen werden, indem die Messtechnik gerade in dieser Richtung grosse Fortschritte gemacht hat. Noch nicht eindeutig festgelegt ist die optimale Grösse der Nachhallzeit und ihre Frequenzabhängigkeit für einen bestimmten Raum.