Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 23

Artikel: Neuere Forschungen auf dem Gebiete der technischen Physik
Autor: Fischer, Fritz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-48309

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: 02.07.2025

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

INHALT: Neuere Forschungen auf dem Gebiete der technischen Physik. — Von den jüngsten deutschen Rheinbrücken. — Die Spitallammsperre der Kraftwerke Oberhasli. — Wettbewerb Freibad «Allenmoos», Zürich. — Mitteilungen: Die Moskauer Untergrundbahn, Das Bündner Strassenbauprogramm 1936/40. «Albula» und «Bernina», die ersten schweizerischen Rhein-See-Schiffe. Ermittlung des Trägheitsmoments von Eisenbahnfahrzeugen. Vertragsbestand der Bausparkassen. Die Vereinigung schweizerischer Strassenfachmänner. Eidgen. Technische Hochschule. — Nekrologe: Robert Forter. — Wettbewerbe: Neue Strassenbrücke über das Sittertobel bei St. Gallen-Bruggen. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 107 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 23

Neuere Forschungen auf dem Gebiete der technischen Physik

Von Prof. Dr. FRITZ FISCHER, ETH., Zürich.

(Schluss von Seite 249. *Berichtigung:* In der Tabelle «Elektronenröhren verwendende Industrien» auf S. 247 ist der missverständliche Ausdruck «Jahresverbrauch» durch «Jahresumsatz» zu ersetzen. Gemeint ist der gesamte Umsatz der betr. Industrie, nicht ihr Verbrauch an Elektronenröhren. Red.)

Die Entwicklung des sogenannten Breitbandkabels hat die praktische Durchführung des Fernsehens in grossem Masstab sehr viel näher gerückt. Im Ausland ist die Entwicklung von Fernsehapparaturen bereits sehr weit gefördert worden [2]). Man denkt nicht nur in Amerika, sondern auch beispielsweise in Deutschland und England an eine praktische Durchführung des Fernbildfunks. In Deutschland will man ein Fernsehsendernetz mit 25 Fernsehsendern von 40 bis 100 km installieren. Bei höher gelegenen Sendern ist die Reichweite grösser. Dies hängt damit zusammen, dass die Ultrakurzwellenausbreitung mehr oder weniger optische Sicht verlangt.

Abb. 11 zeigt einen Fernsehempfänger Telefunken. Obschon die Apparatur wesentlich komplizierter und kostspieliger ist als ein normales Radio-Empfangsgerät, rechnet man damit, dass die Fernseh-Empfangsapparate von Privatleuten angeschafft werden. In England rechnet man mit einem Verkaufspreis des Fernsehempfängers von 700 bis 1600 Schweizerfranken, und einem Absatz von 50 000 Fernsehempfängern im Laufe des Jahres 1936, also mit einem Umsatz von 40 Millionen Franken. Für das Jahr 1937 rechnet man mit einem 5 bis 10 mal grösseren Absatz von Fernsehempfängern. Für den Fernsehbetrieb des Londoner Fernsehsenders ist für das Jahr 1936 ein Betrag von 2,4 Millionen Franken vorgesehen, in dem alle laufenden Ausgaben, Programm-Kosten usw. enthalten sind. England will insgesamt 15 Fernseh-Sender aufstellen. Es sollen 4 oder 5 Sender bereits Ende 1937 betriebsbereit sein. Die Kosten der Fernsehübermittlung mit den 15 Sendern werden jährlich mit 23,8 Millionen Schweizerfranken veranschlagt, die gleichmässig auf die 7 Millionen Rundfunkteilnehmer Englands umgelegt werden sollen. Ob sich die Einführung des Fernsehens in der beabsichtigten Weise programmgemäss vollzieht, ist fraglich. Auch bei der Einführung des Rundfunks waren solche Zweifel seinerzeit berechtigt. Die Empfangs-Apparaturen müssten jedenfalls wesentlich billiger hergestellt werden, ohne jedoch an Qualität einzubüssen. Die Qualität muss im Gegenteil noch wesentlich gesteigert werden. In dieser Beziehung ist noch eine grosse Entwicklungsarbeit zu leisten. Für uns in der Schweiz handelt es sich darum, rechtzeitig dafür besorgt zu sein, dass wir in der Belieferung von Fernsehgeräten nicht auf das Ausland angewiesen sind im Zeitpunkt, in dem die Fernsehfrage spruchreif geworden ist.

Der Einführung des Fernsehens in der im Ausland geplanten Form dürften zum mindesten in den nächsten Jahren des hohen Empfängerpreises wegen noch grosse Schwierigkeiten im Wege stehen. Es ist aber an eine andere Form der Einführung zu denken. Man kann sich nämlich darnach fragen, mit welchen Kosten für den Vertrieb des bewegten Bildes, das in den Kinotheatern dargeboten wird, z. Z. gerechnet werden muss. Von den Einnahmen der Kinotheater entfallen auf den Verleihumsatz im Durchschnitt 26 %, nämlich 15 % auf die Filmproduktion und 11 % auf den Vertrieb. Die jährlichen Kinotheatereinnahmen in Europa betragen 2,25 Milliarden Franken, sodass für den Vertrieb des bewegten Bildes 256 Millionen Franken zur Verfügung stehen. Diese Zahl ist sofort verständlich, wenn man bedenkt, dass in Europa jährlich etwa 300 Millionen Meter Kopierrohfilm verbraucht werden. Wenn man das bewegte Bild statt dessen elektrisch an die einzelnen Theater übermitteln würde, so würden für diese Fernseh-Uebermittlung die genannten 256 Mill. Franken frei. Man könnte daran denken, für gewisse Bezirke oder Länder Zentralen einzurichten, in denen mehrere Bildprojektoren zum Zwecke der Fernsehabtastung von Filmbildern im Betrieb sind. Die Fernsehtelegramme würden auf sogenannten Fernsehkabeln an die Kinotheater übermittelt und durch einen Fernsehprojektor auf der Bildleinwand zum bewegten Bild zusammengesetzt. Der Fernsehprojektor existiert heute noch nicht. Er muss erst geschaffen werden. Es bestehen aber physikalische Möglichkeiten, um ihn zu verwirklichen. Dabei hat man natürlich auf gute Qualität zu achten. Die für den Fernbildfunk in Aussicht genommene Bildpunktzahl von weniger als 100 000 Bildpunkten dürfte dabei kaum ausreichen. Man muss mit 250 000 Bildpunkten und mit einer sogenannten Frequenzbandbreite von etwa 3 Millionen Hz rechnen.

Wir kommen nun zum sogenannten Breitbandkabel, das für die Fernsehübermittlung in Frage kommt, sei es bei der Fernsehübermittlung der soeben beschriebenen Art, sei es für die Verbindung von Fernsehsendern untereinander. Die Fortschritte, die man bei der Züchtung von Isolationsmaterialien auf kleine dielektrische Verluste erzielt hat, ermöglichen heute den Bau von Kabeln für die Uebertragung von Frequenzen bis zu 4 Millionen Hz. Die Züchtung derartiger Isoliermaterialien ist ebenfalls ein Gebiet der technischen Physik. Selbst von den meisten in der Starkstromtechnik verwendeten Isoliermaterialien, insbesondere von den Geweben usw., kann man heute noch mit Recht behaupten, dass sie bezüglich der Aufgaben, die die Elektrotechnik an sie stellt, keine optimale Lösung darstellen.

Abb. 12 zeigt ein Hochfrequenzkabel im Aufbau und Schnitt. Es ist entweder konzentrisch gebaut oder zweiadrig ausgerüstet. Das Isoliermaterial ist z. B. Trollitul oder Styroflex, hochpolimerisierte organische Stoffe, die ausserordentlich kleine dielektrische Verluste bei gleichzeitig guter Verarbeitbarkeit aufweisen. Die Seele des Kabels wird durch ein Wendel aus dem Isolier-Material zentriert und von der konzentrischen Umhüllung distanziert. Der dielektrische Verlust, der bekanntlich durch den sogenannten $\operatorname{tg}\delta$ gemessen wird, beträgt bei den neuen Isoliermaterialien etwa 2×10^{-4}, während er beispielsweise bei Papier etwa 150×10^{-4} beträgt. Der kleine dielektrische Verlust wirkt sich in verkleinerter Dämpfung aus. Abb. 13 gibt die Dämpfung pro km in Abhängigkeit der Frequenz. Sie beträgt bei 4 Millionen Hz etwa 0,3 Np/km. Dies bedingt, dass man etwa alle 20 bis 30 km ein Verstärkeramt vorsehen muss. Dieses Verstärkeramt ist aber ausserordentlich einfach. Es besteht nämlich aus einem einzigen Verstärker, wie ihn Abb. 14 veranschaulicht. Das Verstärkeramt beansprucht ersichtlich sehr wenig Platz. Wenn man bedenkt, dass dabei die Breite des Frequenzbandes, das übertragen werden kann, etwa 4 Millionen Hz beträgt, so lassen sich grundsätzlich minde-

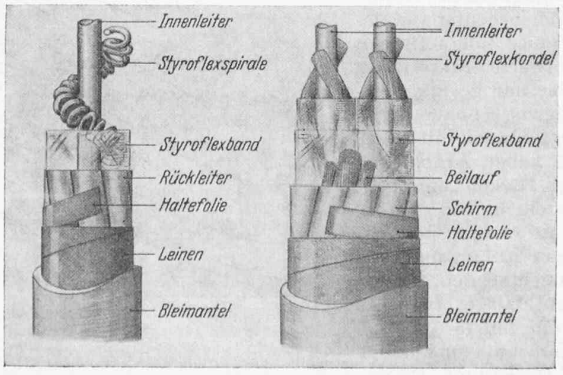

Abb. 12. Koaxiales und symmetrisches Breitbandkabel.

Abb. 11. Telefunken-Fernseh-Empfänger.

[2]) Vergl. «SBZ.», lfd. Bd., Nr. 6, S. 63. Red.

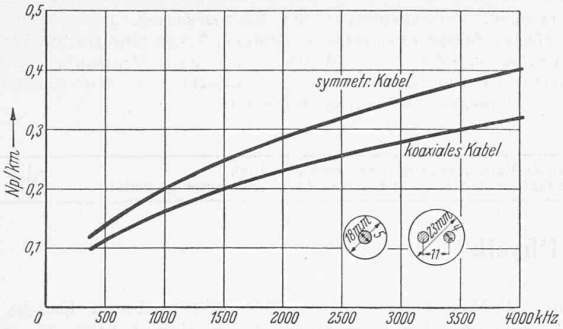

Abb. 13 (oben) Dämpfung von Breitbandkabeln.

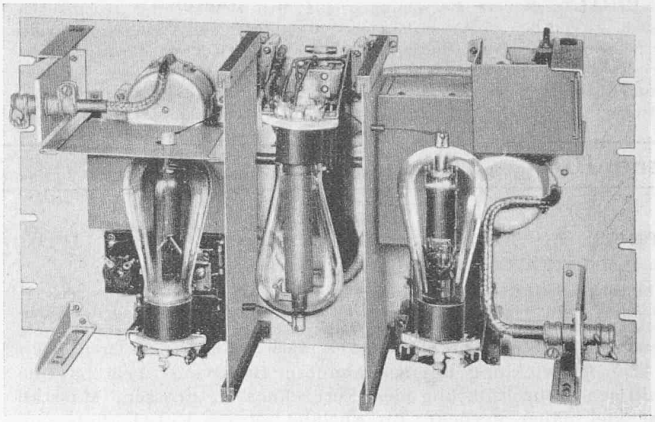

Abb. 14. Verstärker für 1000 kHz.

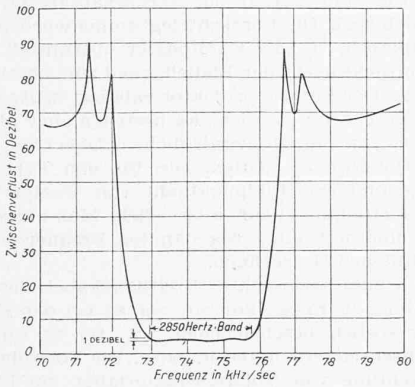

Abb. 15. Frequenzkennlinie eines Quarzbandfilters.

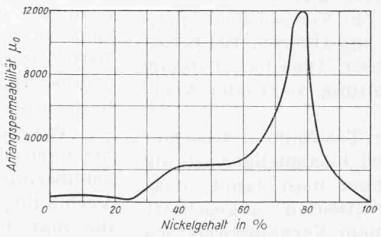

Abb. 16. Anfangspermeabilität bei Permalloy.

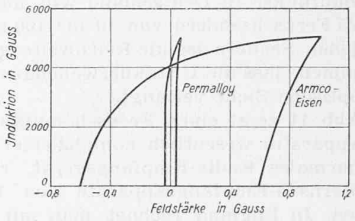

Abb. 17. Hysteresisschleife von Permalloy und Weicheisen.

stens 1000 Ferngespräche über ein Breitband-Kabel, bezw. einen derartigen Verstärker gleichzeitig übermitteln. Das Frequenzband, das für die Uebertragung eines Gespräches erforderlich ist, beträgt nämlich etwa 2500 bis 3000 Hz. Abb. 15 zeigt die Dämpfung eines Filters in Abhängigkeit von der Frequenz, wie er für die Trennung der einzelnen Gespräche Verwendung findet. Es handelt sich dabei um ein Quarzfilter, d. h. um ein piezoelektrisches Filter. Die piezoelektrischen Kristalle und deren Brauchbarmachung für technische Zwecke bilden ebenfalls ein aktuelles Gebiet der technischen Physik. Amerikanische Firmen bringen piezoelektrische Mikrophone in den Handel, die hinsichtlich Qualität dem Kondensatormikrophon ebenbürtig sind. Der piezoelektrische Stoff ist dabei Seignettesalz. Es besitzt den Nachteil, dass sein oberer Curiepunkt, d. h. die Temperatur, über der der piezoelektrische Effekt nicht mehr vorhanden ist, sehr tief liegt. Es besteht begründete Hoffnung, das Seignettesalz durch geeignete andere Stoffe ersetzen zu können.

Wir wollen in dieser Uebersicht die Fortschritte nicht unerwähnt lassen, die man in letzter Zeit bezüglich der Eigenschaften ferromagnetischer Stoffe erzielt hat. Von der Gesamtheit aller ferromagnetischen Stoffe haben nur einige wenige für die verschiedensten Zwecke auf den verschiedensten Gebieten technische Bedeutung erlangt. Die gewerblich gebrauchten Legierungen können in drei Hauptgruppen eingeteilt werden, nämlich 1. in die Magnetstähle zur Herstellung von Dauermagneten; 2. in magnetisch weiche Materialien zur Verwendung im Elektromaschinenbau; 3. Sonderlegierungen, etwa solche mit hoher Anfangspermeabilität oder besonderer Kurvenform, oder besonderer Temperaturabhängigkeit, mit Sondereigenschaften bezüglich der Magnetostriktion, und schliesslich Legierungen mit möglichst hohem Sättigungswert einerseits und sogenannte unmagnetische Stähle andrerseits. Wie immer bei technischen Fragen bedeutet die Bedingung für die technische Brauchbarkeit eines magnetischen Materiales den Besitz irgendwelcher Extremwerte. Materialien mit mittleren Eigenschaften finden keine oder nur geringe Verwendung. Ich will im Folgenden nur auf gewisse Sonderlegierungen etwas näher eintreten, nämlich die Legierungen mit hoher Anfangspermeabilität. Bereits im Jahre 1923 haben Arnold und Elmen das sogenannte Permalloy, eine Eisen-Nickel-Legierung, entdeckt. In Abb. 16 ist als Abszisse der Nickelgehalt in Prozent aufgetragen. Die Ordinate stellt die sogenannte Anfangspermeabilität dar. Von der ausserordentlich niedrigen Anfangspermeabilität des Eisens ausgehend, wächst sie mit zunehmendem Nickelgehalt, bis sie schliesslich bei etwa 78 % ein ausgesprochenes Maximum annimmt. Die Eisen-Nickel-Legierung mit 78 % Nickel heisst Permalloy. Sie hat in der Schwachstromtechnik und in der Elektroakustik eine ausserordentlich grosse Bedeutung. Es gelingt heute, Uebertrager für Verstärker usw. zu bauen, deren Streukoeffizient kleiner ist als 1 ‰. Diese Eigenschaft ist ausserordentlich willkommen, indem mit einer Verkleinerung des Streukoeffizienten die sogenannte Oktavbreite des Durchlassbereiches grösser wird. Die Qualität der Uebertragung von Sprache und Musik kann dadurch gehoben werden. Abb. 17 zeigt die Hysteresisschleifen von Permalloy und Weicheisen. Die ausserordentliche Schmalheit der Hysteresisschleife von Permalloy kann unter Umständen grosse Bedeutung erlangen. Wie gesagt, ist für viele Zwecke die Grösse der Anfangspermeabilität ausschlaggebend. Ein und dasselbe Material vereinigt aber selten alle wünschenswerten Eigenschaften gleichzeitig. So ist es auch beim Permalloy, das hinsichtlich der Konstanz der Permeabilität bei verschiedenen Vormagnetisierungen stark zu wünschen übrig lässt. Durch besondere Wärmebehandlungen und mechanische Bearbeitung, sowie durch Beimengung dritter Stoffe ist es in neuerer Zeit gelungen, die Eigenschaften merklich zu verbessern. Abb. 18 zeigt beispielsweise die ternäre Legierung Eisen, Nickel

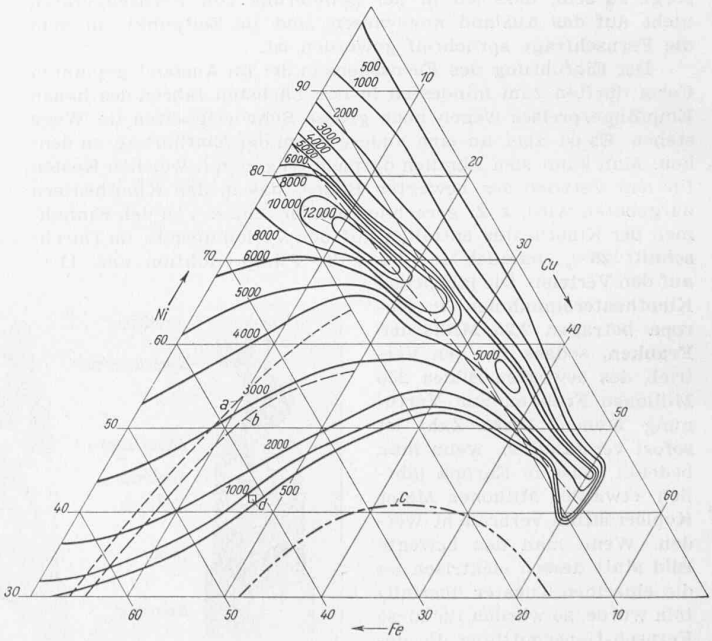

Abb. 18. Linien gleicher Anfangspermeabilität im Fe-Ni-Cu-System, Permalloy-Behandlung. Gestrichelt: Linien konstanten Verhältnisses Ni : Fe. (Wiss. Ver. a. d. Siemens-Werken).

und Kupfer bei einer bestimmten Wärmebehandlung. Auf den Dreieckseiten sind die entsprechenden Prozentzahlen aufgetragen. Wie ersichtlich, können Permeabilitäten bis zu 14 000 erzielt werden. Abb. 19 zeigt ebenfalls die Legierung Fe-Ni-Cu, aber bei anderer Wärmebehandlung. Das Diagramm ist vom vorigen vollkommen verschieden. Bis heute ist es noch nicht gelungen, die Extremalwerte der Anfangspermeabilität und der Konstanz der Permeabilität gleichzeitig zu erreichen. Legierungen, die auf besonders gute Konstanz der Permeabilität bei verschiedenen Vormagnetisierungen gezüchtet sind, heissen Perminvare. Abb. 20 gibt Aufschluss über die erzielten Erfolge. Die Kurven stellen den Permeabilitätsverlauf in Abhängigkeit der Feldstärke bei verschiedenen Wärmebehandlungen dar und zeigen, dass man eine gute Konstanz erzielen kann, wenn man sich mit einer Permeabilität von 500 statt 14 000 begnügt. Von dem Ziel, Legierungen von gewünschtem Verhalten planmässig aus den chemischen Elementen und Verbindungen zusammenzustellen, sind wir noch weit entfernt. Wir treffen oft besonders gute Eigenschaften an Stellen, wo sie gar nicht erwartet werden. Das Gebiet der ferromagnetischen Legierungen stellt für die Forschung noch ein weites Arbeitsgebiet dar. Bestimmt können Werkstoffe gefunden werden, deren magnetische Eigenschaften Sonderzwecken noch weit besser angepasst sind, als die Eigenschaften der bisherigen Stoffe.

Zum Schlusse sei noch eine Arbeit erwähnt, die kürzlich im Institut zu einiger technischer Reife gebracht wurde. Es handelt sich dabei um die Erzeugung von mit Tonfrequenzen moduliertem Licht. Bekanntlich ist die Erzeugung von moduliertem Licht wichtig für die Aufzeichnung von Tonfilmen und für die Telephonie mit Hilfe von Lichtstrahlen (etwa für militärische Zwecke). Bei den bisher bekannten Verfahren (Kerrzelle, Licht-Schleusen usw.) wird ein konstanter Lichtstrom moduliert. Diese Verfahren sind nicht geeignet, so grosse Lichtströme zu modulieren, wie sie für die Lichttelephonie benötigt werden. Es wurde daher in unserem Institut ein thermischer Strahler entwickelt, der eine so geringe Wärmeträgheit besitzt, dass seine Temperaturschwankungen den Tonfrequenzen zu folgen vermögen. Der strahlende Körper ist dabei als Anode in einer Elektronenröhre angebracht und wird durch ein Elektronenbombardement erhitzt (Abb. 21). Mit Hilfe eines Gitters kann der Elektronenstrom im Sinne der Tonschwankungen annähernd leistungslos gesteuert werden. Das Anodenmaterial mit geringer Wärmeträgheit ist ein poröser Körper aus Wolfram, der durch chemische und physikalische Prozesse aus einem organischen Zellaufbau gewonnen wurde.

Wie schon aus diesem unvollständigen Ausschnitt hervorgeht, stellt die technische Physik ein ausserordentlich grosses Gebiet dar, dessen Bearbeitung bei künftigen Entwicklungen der Technik nicht vernachlässigt werden darf, wenn wir mit dem Ausland Schritt halten wollen.

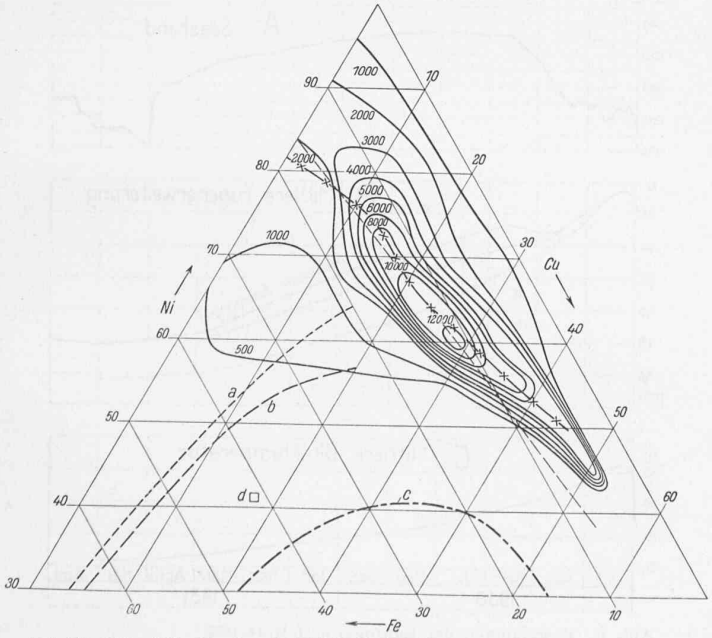

Abb. 19. Wie Abb. 18, aber bei 1100°-Behandlung.
(Abb. 12 nach «Nachrichtentechnik», Abb. 14 nach «El. Nachrichtenwesen», Abb. 16 und 20 nach *Messkin-Kussmann:* «Die ferromagnetischen Legierungen»).

Von den jüngsten deutschen Rheinbrücken.

Ueber die fünf Rheinbrücken, die 1935 am Unter- und Mittelrhein im Bau waren, entnehmen wir dem Aufsatz von Ing. R. Tils in «Z.VDI» vom 18. April 1936 folgende Angaben.

Duisburg-Rheinhausen. Diese Strassenbrücke verkürzt den Weg zwischen rechts- und linksrheinischem Industriegebiet und ermöglicht das Umfahren von engen winkligen Strassenzügen. Die Pfeilerstellung richtet sich der Schiffahrt wegen nach jener der benachbarten Eisenbahnbrücke. Die Spannweiten betragen 153,45 und 255,75 m. Die anscheinend kontinuierlichen Rautenträger von 24 m Höhe und 15,9 m gegenseitigem Abstand wurden mit Hilfe eines neuen, auf den Obergurten fahrbaren Vorbaukranes der Demag montiert. Die Fahrbahntafel ruht auf einem Belag aus verschweissten, Z-förmig gepressten Blechen. Auf diese kommen: Leichtbeton, Isolierung, Schutzbeton, Sandschicht und Kleinpflaster. Dem Verkehr stehen zur Verfügung: 12 m Fahrbahn, zweimal 1,35 m Radfahrweg und zweimal 3 m Fussweg.

Krefeld-Uerdingen. Die Brücke vermittelt dem Strassenverkehr den Anschluss der Grenzübergänge nach Belgien und Holland an die Reichskraftfahrbahn Düsseldorf-Ruhrgebiet. Die Stützweiten betragen 125+250+125 m, dazu kommen rund 360 m Zufahrts-Brücken. Die Hauptträger mit 14,1 m gegenseitigem Abstand bestehen aus 6,5 m hohem Fachwerk und sind mittels Stabzügen, die über 40,5 m hohe Türme geführt werden, verstärkt, so dass der Beschauer sie für eine Kettenbrücke halten könnte. Der Vorbau erfolgte frei unter Verwendung von Hilfszugstäben. Die Stösse der Brückentürme wurden unter Annahme der Kraftübertragung durch Kontakt berechnet, so dass nur kleine Haltelaschen anzubringen waren. Die Fahrbahn der Nebenöffnungen (20 cm Eisenbeton) ist absichtlich schwerer gehalten als die der Mittelöffnung (Belageisen mit Beton wie oben), um die eventuell durch Zugbänder aufzunehmenden, negativen Auflagerkräfte an den Landpfeilern klein zu halten.

Neuwied. Grösse der Oeffnungen 212,16+66,0+178,75 m; die beiden Pfeiler stehen auf einer flachen Insel im Rhein. Die Hauptträger aus Dreieckfachwerk (ohne Vertikalen!) sind 16 m hoch und in 13,5 m Abstand angeordnet. Die Fahrbahn ist 8,5 m breit, die beiden Fusstege je 2 m. Die Fahrbahn besteht aus Buckelplatten mit Ausgleichbeton aus Bimskies, Unterbeton PZ 230, Isolierung, Schutzbeton mit Drahtgeflecht und 6 cm Walzasphalt.

Maxau. Die Neubauten ersetzen eine alte Schiffbrücke, die während der Benützung durch die Eisenbahn für den Strassenverkehr gesperrt wurde. Strasse und Eisenbahn erhalten nun je eine eigene Brücke mit je 10 m Hauptträgerabstand, die mit 14 m Entfernung von Axe zu Axe auf gemeinsamen Pfeilern ruhen. Die beiden Oeffnungen von 163,2 und 116,8 m werden mittels Parallelgurtträgern aus Dreieckfachwerk überbrückt. Bei der Eisenbahn liegen die Schwellen direkt auf den Längsträgern. Die Strassenfahrbahnplatte ist mit Buckelplatten ausgeführt. Die Zufahrtbrücken weisen sechs Oeffnungen zu 44 m auf. Ihre Hauptträger sind über je drei Oeffnungen kontinuierlich.

Speyer. Die 272 m lange Brücke, die ebenfalls in Strebenfachwerk ohne Pfosten erstellt wird, nimmt ein Eisenbahngeleise, eine Strassenfahrbahn von 6 m Breite und einen Fussgängersteg von 2,7 m auf. — Die genannten fünf Brücken zeigen, dass die Romantik der Brückentürme mit Schiessscharten endgültig der Vergangenheit angehört; mit einer Ausnahme ist auch der Parallelgurtträger der «Hängebrücke» oder andern Formen mit geschweiften Gurtungen vorgezogen worden. Als Material dient in allen Fällen zur Hauptsache St. 52; gelegentlich wird für die untergeordneten Teile und die Fahrbahn ganz oder teilweise noch St. 37 verwendet.

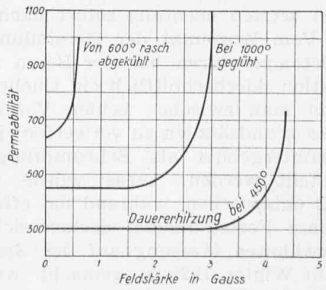

Abb. 20. Abhängigkeit der Permeabilität von der Feldstärke bei verschiedenen Wärmebehandlungen.

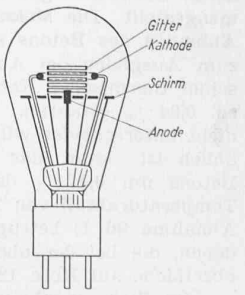

Abb. 21. Elektrothermisch modulierter Strahler.