

T ä t i g k e i t s b e r i c h t
des Heinrich Hertz-Instituts für Schwingungsforschung
in der Zeit vom 1.4.56 bis 31.3.57

Der folgende Bericht gibt eine kurze Zusammenstellung der Arbeiten der 4 Abteilungen

Akustik
Fernmeldetechnik
Hochfrequenztechnik
Mechanik.

Er stützt sich auf die beliegenden 4 ausführlichen Abteilungsberichte (Anlagen 1 - 4).

I. Abteilung Akustik

Die Arbeiten der Abteilung Akustik erstrecken sich hauptsächlich auf 3 Arbeitsgebiete :

- 1.) auf das Gebiet Magnettonverfahren
- 2.) " " " Bauakustik
- 3.) Untersuchungen von Frequenzgruppenfiltern.

Zu 1. Die Arbeiten, die sich auf die Magnettonverfahren erstrecken, bezogen sich auf die Aufzeichnung der remanenten Bandmagnetisierung. Ferner wurde eine Methode zur Sichtbarmachung und Messung der dynamischen Remanenzkennlinie von Magnetbändern entwickelt. Das Verfahren der Sichtbarmachung von Magnettonaufzeichnungen wurde zur Beurteilung der Güte der verschiedenen Herstellungsverfahren von Magnetitschichten angewendet. Eine Veröffentlichung der neuesten Ergebnisse soll in Kürze erfolgen.

Die Theorie des Aufsprechvorganges wurde weiter ausgebaut. In einem Institutsbericht werden Möglichkeiten der Spaltfeldberechnung dargelegt.

Zu 2. Es wurden Untersuchungen über die Abstrahlung schwingender Platten, die einen Rechteckraum begrenzen, durchgeführt. Ueber die Ergebnisse wurde auf der Physikertagung in München im September 1956 berichtet. Ein Institutsbericht wird vorbereitet.

Zu 3. Es wurde die Berechnung und Konstruktion eines Frequenzgruppenfilters, das den akustischen Frequenzbereich bis 20 kHz in 24 Kanäle unterteilt, durchgeführt. Die Dämpfung jedes Kanals kann unabhängig von den anderen geregelt werden.

II. Abteilung Fernmeldetechnik

Die Arbeiten der Abteilung Fernmeldetechnik erstreckten sich auf 2 Arbeitsgebiete.

- 1.) auf das Gebiet der Uebertragungstechnik,
- 2.) auf das Gebiet der Vermittlungstechnik.

Zu 1. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Uebertragungstechnik, die bereits im 1. Tätigkeitsbericht angeführt worden sind, und sich auf die Theorie der Mehrpole bezogen, wurden fortgesetzt. Hierzu ist der Technische Bericht Nr.2 "Die formale Mehrpoltheorie in Betriebsparametern" erschienen. Neu hinzugenommen wurden Arbeiten, die das Ziel haben, die Theorie der elektrischen Netzwerke auf mechanische Probleme anzuwenden. Hierzu ist bereits der Technische Bericht Nr.4 mit dem Titel "Die Zurückführung eines allgemeinen Schwingungssystems auf ein kettenförmiges System" erschienen.

Es wird weiterhin an einem Verfahren gearbeitet, die Eigenschaften von Schaltungen, die aus Röhren und Uebertragern bestehen, mit geringstem Rechenaufwand zu ermitteln. In dem Technischen Bericht Nr.6 ist der erste Teil dieser Arbeiten bereits veröffentlicht.

Zu 2. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Vermittlungstechnik begannen erst am 1.10.56. Von der Abteilung wird an der Aufgabe gearbeitet, Bauelemente der Elektronik auf ihre Verwendungsmöglichkeit in der Vermittlungstechnik zu untersuchen und eine Vermittlungsanlage ohne Benutzung mechanisch sich bewegender Teile zu entwickeln. Im ersten Arbeitsabschnitt wurden Untersuchungen von Sprechkontakten bei Verwendung verschiedener Diodentypen und Schalttransistoren durchgeführt. Zunächst zeigte sich, dass der Transistorkontakt dem Germaniumdiodenkontakt bezüglich des Schaltverhältnisses überlegen ist, dass er aber einen grösseren schaltungstechnischen Aufwand erfordert. Ferner wurden Schaltungen für bistabile Multivibratoren und Flip-Flop-Schaltungen mit Schalttransistoren entwickelt und bezüglich ihrer Leistungen untersucht.

Im zweiten Arbeitsabschnitt wurden nach Festlegung der Grundbauteile Ueberlegungen für den Schaltungsaufbau der Gesamtanlage angestellt, wobei sich ergab, dass ein einzelnes das gesamte Kreuzschienefeld bedienende Einstellglied sehr viele Dioden als Schaltkontakte benötigt. Daher soll in Zukunft ein Weg

eingeschlagen werden, bei dem jeder der Teilnehmer mit einer eigenen Schaltung einen freien Verbindungsansatz auswählt. Die ersten diesbezüglichen Versuche sind erfolgversprechend.

III. Abteilung Hochfrequenztechnik

Die Arbeiten der Abteilung Hochfrequenztechnik erstreckten sich auf folgende Arbeitsgebiete :

- 1.) Feldstärkemessungen im UKW-Bereich
- 2.) Längstwellenausbreitung
- 3.) Bodenleitfähigkeitsmessungen
- 4.) Untersuchungen an Hohlleitern
- 5.) Entwicklungen einer Quarzuhr und einer Moleküluhr
- 6.) Frequenzüberwachungseinrichtungen
- 7.) Entwicklungen von Schaltungen für besondere Zwecke (Frequenzteiler und Impulsgruppengeräte)
- 8.) Untersuchung eines Rückstrahlverfahrens
- 9.) Untersuchung des Kopplungswiderstandes von Kabelabschirmungen
- 10.) Mitarbeit in Ausschüssen
- 11.) VDE-Prüfstelle.

Zu 1. Feldstärkemessungen.

Um einen Beitrag zur Klärung des Zusammenhangs zwischen meteorologischen Faktoren und UKW-Ausbreitung zu liefern, wurden Registrierungen der Feldstärke von UKW-Sendern durchgeführt. Wegen günstiger Lage wurde dazu die Feldstärke des Senders Hannover registriert. Da die Einschätzung der meteorologischen Vorgänge auf Grund der täglichen Wetterbeobachtungen bei diesen Messungen für das Personal der Abteilung schwierig ist, soll eine meteorologische Kraft herangezogen werden.

Gemäss einem Antrag des SFB sollen Feldstärkemessungen an seinen Sendern, die auf dem Funkturm stehen, durchgeführt werden.

Die Messungen wurden auf Grund von Klagen von Rundfunkteilnehmern eingeleitet, die sich auf die Unterschiede beim Empfang der 93,6 und 90,0 MHz-Wellen bezogen. Ergebnis der Untersuchung war, dass angenommen werden muss, dass ein in einer bestimmten Richtung des 93,6 MHz-Senders liegender Empfänger Unterschiede bis zu 45 % gegenüber dem 90 MHz-Sender aufweisen kann.

Zu 2. Längstwellenausbreitung.

Es sollen während des geophysikalischen Jahres Längstwellenbeobachtungen durchgeführt werden, da das für dieses Wellen-

gebiet vorliegende Material wesentlich kleiner ist als das für andere Wellenbereiche. Zurzeit wird an einer Aufnahmeapparatur gearbeitet, die automatisch photographische Registrierungen der Boden- und Raumwellen ermöglicht.

Zu 3. Bodenleitfähigkeitsmessungen.

Zur Durchführung von Bodenleitfähigkeitsmessungen, die für viele Aufgaben der Funktechnik von grosser Bedeutung ist, wurde ein Gerät entwickelt, das einem früher beim RPZ entwickelten Gerät ähnlich ist. Mit dem Gerät wurden auf 7 verschiedenen Feldern im Gebiet von Westberlin Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen werden in einem Technischen Bericht zusammengefasst.

Zu 4. Untersuchungen an Hohlleitern.

Bei der Fortleitung der H_{01} -Welle in gekrümmten Hohlleitern bestehen Schwierigkeiten. Zur Untersuchung dieser Frage wurden zunächst die mathematischen Theorien studiert. Zur Vorbereitung der experimentellen Untersuchungen wurden Konstruktionszeichnungen für Krümmungsstücke, Uebergangsstücke und Erregungsvorrichtungen angefertigt.

Die zur Berechnung der Phasengeschwindigkeit der H_{10} -Welle in gewellten Rechteckhohlleitern bestehenden Theorien wurden auf ihre Verwendung hin geprüft. Da ihre Brauchbarkeit nur gering ist, wird nach anderen Verfahren gesucht.

Zu 5. Quarzuhr und Moleküluhr.

Für den Bau der Quarzuhr sind in der Zwischenzeit wesentliche Teile mechanisch fertiggestellt.

Die unter bestimmten Verhältnissen von einem NH_3 -Molekül austretende Strahlung kann zur Erregung eines Hohlraumresonators benutzt werden. Es soll untersucht werden, ob das Prinzip der Erzeugung einer Normalfrequenz geeignet ist.

Zu 6. Frequenzüberwachung.

Die Anlage zum Vergleich der eigenen Normalfrequenz mit der Trägerfrequenz des englischen Senders MSF wurde so weit vervollständigt, dass die Registrierung automatisch über mehrere Abende ohne Aufsicht erfolgen kann.

Für die täglichen Frequenzkontrollen im Fernbereich wurde ein im Bau befindliches Betriebsgerät so weit vervollständigt, dass es den zurzeit benutzten labormässigen Aufbau in einigen Wochen ablösen kann.

Die Frequenzüberwachung der 5 Rundfunksender des RIAS und der 7 Rundfunksender des SFB wurde vertragsgemäss täglich durchgeführt und bei Frequenzabweichungen das Sendepersonal bei der Korrektur der Frequenzen unterstützt.

Zu 7. Entwicklung von Schaltungen für besondere Zwecke (Frequenzteiler und Impulsgruppengeräte).

Es wurden Frequenzteileranordnungen, die an Stelle von selektiven Schwingkreisen Hoch- oder Tiefpässe enthalten, untersucht und mit Rechnungen verglichen. Es zeigt sich dabei, dass das Rückmischverfahren statt zur Frequenzteilung als neuartiges Vervielfachungsverfahren verwendet werden kann. Es ergab sich dabei eine gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung. Der Versuchsaufbau kann daher auch als Analogie-Rechengerät verwendet werden.

Zur experimentellen Untersuchung der Verbesserung des Signalstörverhältnisses bei mehrfacher Wiederholung von impulsförmigen Signalen wurde ein Gerät gebaut, aus dem wählbar eine Gruppe von $1 - 10$ Impulsen, die in periodischen Abständen von $10 - 1/10$ 000 sec aufeinanderfolgen, entnommen werden kann.

Zu 8. Rückstrahlverfahren.

Es wurde rechnerisch und experimentell versucht, ob eine Rückstrahlortung möglich ist, wenn sich der Sender nicht am gleichen Ort wie der Empfänger befindet. Die Versuche ergaben, dass eine Richtungsbestimmung auch bei nicht ausgerichteter oder umlaufender Sendeantenne möglich ist.

Zu 9. Kopplungswiderstände von Kabelabschirmungen.

Es wurde an Messverfahren zur Bestimmung des Kopplungswiderstandes gearbeitet. Es ergaben sich einige Verfahren, die gegenüber den bisher verwendeten Vorteile bieten.

Zu 10. Mitarbeit in Ausschüssen.

Die Abteilung beteiligte sich an der Arbeit des Fachausschusses "Funkempfängermessungen" und beriet den Arbeitsausschuss "Hochfrequenzkabel und -leitungen".

Zu 11. Zusammenarbeit mit der VDE-Prüfstelle.

Im Auftrag der Elektrotechnischen Prüfstelle Berlin wurde eine Anzahl industrieller Geräte zur Feststellung des Funkstörgrades geprüft.

IV. Abteilung Mechanik.

Die Arbeiten der Abteilung Mechanik erstrecken sich auf 3 Arbeitsgebiete.

- 1.) Berechnungsmethoden für kritische Drehzahlen und für transversale Stabschwingungen
- 2.) Mechanische Modellversuche für kritische Drehzahlen
- 3.) Entwicklung neuer Methoden der Drehschwingungsmessung bei Maschinenwellen.

Zu 1. Es wurde an der Weiterentwicklung von Rechenmethoden gearbeitet, die dazu dienen sollen, die Probleme der biegekritischen Drehzahlen im Maschinenbau, sowie die biegekritischen Drehzahlen bei mehrfacher Lagerung bei Berücksichtigung der Kreiselbewegung usw. und bei Biegeschwingungen von Stäben zu untersuchen. Eine Untersuchung über die Schwingungen von Stäben ist abgeschlossen. In nächster Zeit wird darüber ein Institutsbericht erscheinen.

Zu 2. Es werden neben rechnerischen Methoden Verfahren untersucht, um kritische Drehzahlen aus Modellversuchen zu bestimmen. Ein erstes brauchbares Verfahren bezieht sich auf die Erfassung der Kreiselwirkung. Grundsätzlich wurden die Möglichkeiten untersucht, nach denen Modellversuche in einfacher Weise angestellt werden können. Als Resultat von zahlreichen Untersuchungen ergab sich schliesslich, dass es am zweckmässigsten ist, die Modelle aus einzelnen Stücken mittels Araldit zusammenzukleben, wodurch man den Vorteil hat, dass die Modelle leicht abgeändert werden können. Die Untersuchungen werden in nächster Zeit abgeschlossen und in einem Institutsbericht niedergelegt werden.

Zu 3. Es soll systematisch nach neuen Methoden der Drehschwingungsmessung für Maschinenwellen gesucht werden. Dazu werden in Betracht gezogen Lichttransistoren, optische und elektronische Methoden. Die Untersuchungen sind hierüber angelaufen.

Im Berichtsjahr wurden folgende technische Berichte herausgegeben :

- Nr. 1: Dr.-Ing. Jungfer,
Die Messung des Kopplungswiderstandes von
Kabelabschirmungen bei hohen Frequenzen
- Nr. 2: Dr.-Ing. W. Klein,
Die formale Mehrpoltheorie in Betriebsparametern
- Nr. 3: Dipl.-Ing. G. Schwantke,
Beitrag zur Darstellung des Spaltfeldes beim
Magnetron und Anwendung auf den Wiedergabevorgang

- Nr. 4: Dr.-Ing. W. Klein,
Die Zurückführung eines allgemeinen Schwingungssystems auf ein kettenförmiges System
- Nr. 5: Dr.-Ing. H. Jungfer,
Die Frequenzabhängigkeit verschiedener Meßverfahren zur Bestimmung des Kopplungswiderstandes bei hohen Frequenzen
- Nr. 6: Dr.-Ing. W. Klein,
Die Leitwertmatrix erdunsymmetrischer Mehrpole

Im Winterhalbjahr 1956/57 wurden folgende Colloquien durchgeführt:

- 2.11.56: Dr.-Ing. J. Schunack,
"Fortschritte in der Fernsehtechnik"
- 7.12.56: Dr.-Ing. J. Schunack,
"Magnetbandaufzeichnung von Fernsehbildern"
- 18.1.57: Prof. Dr.-phil. Magnus,
"Untersuchungen zur Stabilität nichtlinearer Regelungssysteme"
- 1.2.57: Dr.-Ing. H. Jungfer,
"Die Güte von Kabelabschirmungen bei hohen Frequenzen"
- 15.2.57: Prof. Dr.-Ing. O. M o h r,
"Grundzüge des Aufbaus und der Arbeitsweise magnetischer Verstärker"

Am 1. März 1957 fand eine Gedenkfeier anlässlich des 100. Geburtstages von Heinrich Hertz statt, in der Herr Prof. Dr.-Ing. Cremer die Festrede hielt.

Der Institutsdirektor

gez.: Rothert

(Prof. Dr.-Ing. Rothert)

Heinrich-Hertz-Institut Berlin-Charlottenburg, d.20.3.1957
für Schwingungsforschung

Jahresbericht
der Abt. A k u s t i k

1) Dr.Guckenburg (1.4.1956 - 31.3.1957)

a) Klärung des Aufsprechvorganges beim Magnettonverfahren:

Durch experimentelle Untersuchungen konnte bewiesen werden, dass, entgegen den bisherigen Vorstellungen, die Aufzeichnung der remanenten Bandmagnetisierung nicht nur an der hinteren, sondern auch an der vorderen Sprechkopfkante erfolgt. Bei Wellenlängen, die vergleichbar sind mit der halben Spaltbreite des Sprechkopfes, erfährt die an der vorderen Spaltkante eingeprägte Bandmagnetisierung beim Vorbeilaufen an dem gegenphasigen Feld der hinteren Spaltkante eine Auslöschung.

Da, wie experimentell (durch Sichtbarmachung) nachgewiesen werden konnte, die wirksame Spaltbreite amplitudenabhängig ist, konnte der oben beschriebene Spalteffekt auch durch Aenderung des Sprechstromes erzielt werden. Die Grösse des Auslöschstromes ist stark abhängig von der Geometrie des Sprechkopfes aber nahezu unabhängig von der Bandsorte. Durch Erhöhung des Sprechstromes konnte die effektive Spaltbreite um den Faktor 10 bis 20 vergrössert werden, so dass die Auslöschung auch bei $3/2$ und $5/2 \lambda$ nachgewiesen werden konnte.

Diese Ergebnisse haben praktische Bedeutung für die Klärung des Verlaufes der Differentialkurve beim HF-Vormagnetisierungsverfahren.

- b) Ferner wurde eine Methode entwickelt zur Sichtbarmachung und Messung der dynamischen Remanenzkennlinie von Magnetbändern auf dem Kathodenstrahloszillographen.
- c) Das Verfahren der Sichtbarmachung von Magnettonaufzeichnungen wurde herangezogen zur Beurteilung der Güte verschiedener Herstellungsverfahren von Magnetitschichten auf 16 mm Kinofilm.

Eine Veröffentlichung der neuesten Ergebnisse erfolgt in Kürze.

2) Dipl.-Ing. Schwantke (1.4.1956 - 31.3.1957)

a) Arbeitsgebiet Magnetton

Die Apparatur zur modellmässigen Sichtbarmachung der Hysteresefiguren bei Aufsprechvorgang wurde fertiggestellt und erwies sich als für den geforderten Zweck gut geeignet. Photographische Probeaufnahmen zeigten allerdings eine kleine Bildverzeichnung, die zwar das Prinzip nicht stört, aber einen Schönheitsfehler darstellt. Möglichkeiten zur sowohl magnetischen als auch elektrostatischen Korrektur werden noch zur Zeit erprobt.

In einem Institutsbericht (Inst.Ber.Nr.3) wurden Möglichkeiten der Spaltfeldberechnung dargelegt. Die Anwendung einer Fourier-Darstellung des Spaltfeldes auf den Wiedergabevorgang zeigt bemerkenswerte Zusammenhänge zwischen Spaltfeld und Wiedergabespaltfunktion. Eine etwas verkürzte Fassung des Berichtes wurde der "Acustica" zur Veröffentlichung übergeben.

Die Theorie des Aufsprechvorganges wurde weiter ausgebaut. Unter gewissen Voraussetzungen ist es möglich, die nichtlinearen Hysteresevorgänge bei der Aufzeichnung quantitativ zu erfassen. Der Verlauf der HF-Aussteuerungskennlinie lässt sich dadurch recht gut erklären. Die Berücksichtigung des genauen Feldverlaufs führt auf den Frequenzgang der Aufzeichnung, wobei sich wieder die Fourier-Darstellung als besonders geeignet erweist.

b) Arbeitsgebiet Bauakustik

Die Arbeit am Problemkreis des Magnettonverfahrens wurde zeitweise unterbrochen durch eine Untersuchung über die Abstrahlung schwingender Platten, die einen Rechteckraum begrenzen, die gemeinsam mit Prof. CREMER durchgeführt wurde. Ueber die Ergebnisse wurde auf der Physikertagung in München, im September 1956, berichtet. Auch hierüber soll demnächst ein Institutsbericht entstehen. Eine Veröffentlichung in der "Acustica" wird zur Zeit vorbereitet.

3) Dipl.-Ing. Schwarze (1.8.1956 - 31.3.1957)

Weitere Entwicklungsarbeiten an der Vierspur-Verzögerungs-Apparatur. Die ursprüngliche Schaltung musste bezüglich den Entzerrungen geändert werden. Zur beliebigen Mischung der vier

Wiedergabekanäle wurde ein kleines Mischpult entwickelt. Erste Untersuchungen von Impulsfolgen wurden vorgenommen.

Entwicklung eines 60 kHz-Verstärkers für Messzwecke mit einem Fremdspannungsabstand von 60 dB.

Entwicklung eines elektronischen Schalters zur Einstellung von Verzögerungszeiten zwischen 100 ms und 3 s für die photographische Aufnahme von auf Magnetband aufgezeichneten Impulsvorgängen.

Bau eines Gerätes zur Knackfreien Umschaltung von einem Uebertragungsweg auf den anderen, bei wahlweiser Einstellung der Umschaltzeiten und der Pausen, sowie zweier zugehöriger R-C-Verstärker bei 40-facher Verstärkung und einem Fremdspannungsabstand von 65 dB. Zum Anschluss an dieses Umschaltgerät wurde ein Filter entwickelt, das ein konstantes Uebertragungsmass zwischen 50 Hz und 12 kHz einzustellen gestattet.

4) Dipl.-Ing. Fischer (1.11.1956 - 31.3.1957)

Berechnung und Konstruktion eines Frequenzgruppenfilters mit Eingangsverstärker und 2 stabilisierten Netzgeräten, das den akustischen Frequenzbereich bis 20 kHz in 24 Kanäle (Gehörphysiologische Frequenzgruppen nach FELDTKELLER) unterteilt, während Dämpfung unabhängig voneinander zwischen 0 und 60 dB geregelt werden kann.

Das Filter wurde in Anlehnung an ein bereits in Stuttgart gebautes entworfen.

Beschaffung der Bauteile und Materialien, Beginn mit dem Aufbau der Messeinrichtungen und Filterherechnung.

Gez. Cremer

11.3.1957

Tätigkeitsbericht
der Abt. Fernmeldetechnik
für die Zeit vom 1.4.1956 - 31.3.1957

Die Arbeiten der Abteilung Fernmeldetechnik erstreckten sich auf zwei Arbeitsgebiete.

- 1.) auf das Gebiet der Uebertragungstechnik,
- 2.) auf das Gebiet der Vermittlungstechnik.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Uebertragungstechnik, die bereits im ersten Tätigkeitsbericht angeführt worden sind, wurden fortgesetzt. Hierüber ist der Technische Bericht Nr.2 "Die formale Mehrpoltheorie in Betriebsparametern" erschienen.

Neu hinzugenommen wurden Arbeiten, die das Ziel haben, die Theorie der elektrischen Netzwerke auf mechanische Probleme anzuwenden.

Im einzelnen sei folgendes angeführt:

- 1.) Es wurde mit Hilfe der Theorie der elektrischen Netzwerke ein Verfahren entwickelt, mit dem man ein beliebig verzweigtes mechanisches Drehschwingungssystem in ein solches mit durchlaufender Welle umformen kann. Das Verfahren beruht auf der Kettenbruchentwicklung des Eingangswertes. Es ist beschrieben im Technischen Bericht Nr.4: "Die Zurückführung eines allgemeinen Schwingungssystems auf ein kettenförmiges System".
- 2.) Um die Theorie der elektrischen Netzwerke auch auf Biegeschwingungen eines Stabes anwenden zu können, wurden die elektrischen Ersatzbilder des biegeschwingenden Stabes untersucht. Es zeigte sich, dass nur 4 verschiedene Ersatzbilder möglich sind, von denen je zwei zueinander dual sind. Anwendungsmöglichkeiten: Elektrische Bestimmung der Eigenfrequenzen von Turbinenschaufeln und Flugzeugflügeln. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.
- 3.) Die Analyse einer grösseren Schaltung mit Röhren und Uebertragern (z.B. die strenge Berechnung der Verstärkungsziffer

eines Verstärkers) ist nach dem klassischen Verfahren (Anschreiben der beiden Kirchhoffschen Regeln und des Ohmschen Gesetzes) ausserordentlich umständlich und meist überhaupt nicht durchführbar. Es wurde daher ein Verfahren gesucht, mit dem man die Eigenschaften einer solchen Schaltung mit geringstem Rechenaufwand erhält. Es besteht aus folgenden drei Schritten:

- a) Aufschreiben der Leitwertmatrix des Mehrpols nach einer einfachen Regel.
- b) Gegebenenfalls eine Transformation dieser Leitwertmatrix.
- c) Reduktion des Mehrpols auf einen Vierpol.

Es ist hierbei nur erforderlich, aus einer Liste der Schaltelemente (in Gestalt der Mehrpol-Leitwertmatrix) fünf Determinanten zu berechnen. Das kann bei komplizierten Schaltungen für verschiedene Frequenzen mit Hilfe von Rechenautomaten geschehen, so dass damit das Problem der Schaltungsberechnung für die Praxis gelöst ist.

Der Schritt a) wurde im Technischen Bericht Nr.6 "Die Leitwertmatrix erdunsymmetrischer Mehrpole" behandelt, der bereits erschienen ist. Zum Schritt c) liegt der Technische Bericht Nr.7 "Die Reduktion der Leitwertmatrix auf weniger Klemmenpaare" im Entwurf vor.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Vermittlungstechnik begannen erst am 1.10.1956.

Die Abteilung Fernmeldetechnik hat sich die Aufgabe gestellt, Bauelemente der Elektronik auf ihre Verwendungsmöglichkeit in der Vermittlungstechnik zu untersuchen und eine Vermittlungsanlage ohne Benutzung mechanisch sich bewegender Teile zu entwickeln.

Im einzelnen ist dazu folgendes anzugeben:

Im ersten Arbeitszeitabschnitt wurden Untersuchungen durchgeführt, in denen das Verhältnis der Durchlass-zur Sperrdämpfung von Sprechkontakten bei Verwendung verschiedener Diodentypen und Schalttransistoren verglichen wurde. Es zeigte sich, dass Transistorkontakte den Germaniumdiodenkontakten bezüglich des Schaltverhältnisses überlegen sind, dass dagegen bei ihnen ein grösserer Schaltungsaufwand getrieben werden muss, der sich auch durch die Notwendigkeit der Verwen-

derung verlustbehafteter Drosseln zur Betriebsspannungszuführung negativ auf die Durchlassvierpoldämpfung auswirkt, da diese Drosseln im Leitungssystem als Querwiderstände auftreten. (Zur Zeit laufen Untersuchungen über einen Transistorsprechkontakt, der ohne Zuführung von Betriebsspannungen arbeitet). Eine Verschiebung des Untersuchungsergebnisses zu Gunsten der Dioden wird durch die Verwendung der neuen Siliziumdioden der Firma Intermetall erwartet, die Schaltverhältnisse von der Grösse $1 : 7 \cdot 10^6$ haben, gegenüber $1 : 2 \cdot 10^4$ bei Germaniumdioden.

Als zweiter Arbeitsabschnitt wurden Standardschaltungen für bistabile Multivibratoren mit dem Schalttransistor OC 76 für verschiedene Schaltleistungen entwickelt. Die sich evtl. später ergebenden Forderungen auf Temperaturkonstanz wurden dabei noch nicht berücksichtigt, weil noch kein gedrängter Schaltungsaufbau existiert und daher die Bedingungen noch unbekannt sind.

Sodann wurden nach einigen unbefriedigenden Versuchen, Zählketten mit Spitzentransistoren zu betreiben, diese aus mit OC 76 bestückten Flip-Flop-Schaltungen aufgebaut und bezüglich der notwendigen Erregerleistungen untersucht. Für diese Untersuchungen wurde eine Transistor-Impulsformerstufe gebaut, die es gestattet, beliebig langsam verlaufende Wechsellspannungsvorgänge zur Auslösung von Rechteckimpulsen zu verwenden.

Da nun die Grundbauteile zum grossen Teil zur Verfügung standen, wurden jetzt Ueberlegungen für den Schaltungsaufbau der Gesamtanlage angestellt, wobei sich ergab, dass ein einzelnes, das gesamte Kreuzschienenfeld bedienende Einstellglied sehr viele Dioden als Schaltkontakte benötigt. Daher soll wahrscheinlich ein Weg eingeschlagen werden, bei dem jeder Teilnehmer mit einem eigenen Vorwähler einen freien Verbindungsansatz auswählt.

Ein sich im Zusammenhang mit dem praktischen Aufbau der Anlage ergebendes Problem, dessen Inangriffnahme bereits stattgefunden hat, ist die Findung eines für die neuartigen Bauteile geeigneten, konstruktiven Aufbaues, der gleichzeitig gute Raumausnutzung mit guter mechanischer Abstützung der Lötstelle verbindet.

Tätigkeitsbericht
der Abt. Hochfrequenztechnik
für die Zeit vom 1. 4. 1956 - 31. 3. 1957

1. UKW-Ueberreichweiten im Zusammenhang mit meteorologischen
Faktoren

Im Rahmen einer Forschungsaufgabe über Wellenausbreitung wurden Registrierungen von UKW-Sendern durchgeführt, um einen Beitrag zur Klärung des Zusammenhanges zwischen meteorologischen Faktoren und UKW-Ausbreitung zu liefern. Da es zweckmässig war, hierfür Sender zu beobachten, in deren Nähe, wie auch am Empfangsort Berlin, täglich Ballonaufstiege zu meteorologischen Zwecken stattfanden, und da ausserdem die zur Verfügung stehenden Mittel besonders in personeller Hinsicht gering waren, wurde hauptsächlich die Feldstärke von Hannover registriert. Günstig ist hierbei noch, dass der Sender in Hannover, der bei einer Entfernung von 250 km weit ausserhalb der optischen Sicht liegt, praktisch ständig aufzunehmen ist, während viele fernere Sender zwar zeitweise mit grosser Feldstärke einfallen, oft aber über lange Zeit überhaupt nicht zu registrieren sind.

Die Feldstärke von Hannover beträgt im Mittel etwa $3 \mu\text{V/m}$, steigt aber bis über $25 \mu\text{V/m}$ an. Der Feldstärkeverlauf zeigt eine langsame Periode von der Grössenordnung einer Stunde, diese wird aber häufig von einer schnellen Schwingung mit weniger als 1 min Dauer überlagert. Diese schnelle Schwingung tritt am stärksten in Monaten mit starken Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht in Erscheinung, ist also offenbar die Folge einer Art Schlierenbildung.

Bei den hohen Werten werden häufig Inversionen mit sehr hohem negativen Brechungsgradienten in Hannover und Berlin festgestellt; ob in denjenigen Fällen, in denen hohe Feldstärken auftreten, ohne dass starke Inversionen festgestellt wurden, tatsächlich keine vorhanden waren, oder ob sie wegen der verhältnismässig seltenen Aufstiege nur nicht gefunden wurden, kann nicht gesagt werden. Nachteilig für die Auswertungen ist, dass meteorologische Aufstiege etwa aus der Mitte der Beobach-

tungsstrecke fehlen.

Sehr deutlich ist der Einfluß von durchziehenden Kaltluftfronten, besonders wenn sie aus nördlicher oder südlicher Richtung kommen. Die Fronten haben einen kräftigen Abfall der Feldstärke zur Folge, der sonst in dieser Tageszeit nicht eintreten würde. Wesentlich ist, daß sich der Einfluß von durchziehenden Fronten bereits auswirkt, ehe sie nach Angabe der Wetterkarten die Linie Hannover - Berlin erreicht haben.

Die richtige Einschätzung der meteorologischen Vorgänge auf Grund der täglichen Wetterberichte erfordert meteorologische Vorkenntnisse, die bei unserem Personal nicht vorhanden sind. Es ist daher beabsichtigt, eine meteorologisch geschulte Kraft zur Mitarbeit bei der Auswertung der Feldstärkeregistrierungen heranzuziehen. Als recht hinderlich erweist sich, daß die Empfangsgeräte auch gutrenommierter deutscher Firmen den Anforderungen der sehr langen Betriebszeiten bei den Registrierungen nicht gewachsen sind und durch die notwendigen Instandsetzungen oft wochenlang ausfallen.

2. Feldstärkemessungen an den UKW-Sendern des SFB

Der SFB hatte das Institut beauftragt, Feldstärkemessungen an seinen auf dem Funkturm stehenden Sendern (Frequenzen 90,0 und 93,6 MHz) durchzuführen. Vorbereitende Messungen ergaben u.a. die Gültigkeit des von der Firma Telefunken errechneten Vertikal-Strahlungsdiagramms. Da die schon im Mittelwellengebiet schwierige Aufnahme von Kurven gleicher Feldstärke innerhalb des Stadtgebietes im UKW-Bereich praktisch nicht möglich ist, präzisierete die Sendeleitung den Auftrag dahin, daß durch vergleichende Feldstärkemessungen beider Sender festgestellt werden solle, ob die von einer Reihe von Teilnehmern erhobene Klage, der Sender auf 93,6 MHz sei schwächer als der auf 90,0 MHz, auf Unterschiede in der Strahlung der Sender zurückzuführen sei oder ob es sich um Einflüsse in der Nähe der Empfangsanlage handele. Diese Frage kann nach den Erfahrungen durch Messungen am Boden innerhalb des Stadtgebietes nicht entschieden werden. Es wurde daher eine Anzahl von Meßpunkten - im ganzen 27 - ausgewählt, die auf Hochhäusern bzw. Gebäuden lagen, die wesentlich über ihre Umgebung hinausragen, mit Ausnahme einiger sehr frei gelegener Punkte am Boden. Nach

dem Ergebnis der Messungen muß angenommen werden, daß nach Südwesten, etwa zwischen 125° ... 160° gegen Nord die Horizontalcharakteristik des 93,6 MHz-Senders eine Einbuchtung aufweist, in der seine Feldstärke etwa 45 % kleiner als die des Senders auf 90,0 MHz ist, während sie nach den anderen Richtungen nur 10 - 15 % abfällt.

3. Längstwellenausbreitung

Auf Vorschlag von Prof. Dieminger, Institut für Ionosphärenforschung, und des FTZ ist beabsichtigt, während des Geophysikalischen Jahres Längstwellenbeobachtungen durchzuführen, da das bislang für dieses Wellengebiet vorliegende Material wesentlich geringer als das für andere Wellenbereiche ist. Nach Voruntersuchungen erscheint es aussichtsreich, Registrierungen an den englischen Sendern bei Rugby (Frequenz 16 kHz) und u.U. auch an dem bei New York stehenden Sender NSS (17,8 kHz) durchzuführen. Zur Zeit wird an einer Aufnahmeapparatur gearbeitet, die automatisch photographische Registrierungen der Boden- und Raumwellen nach Betrag, Einfallrichtung und Phase ermöglicht.

4. Bodenleitfähigkeitsmessungen

Es erschien nötig, dass das Institut in der Lage wäre, Messungen der Bodenleitfähigkeit durchzuführen, da ihre Kenntnis für viele Aufgaben der Funktechnik, wie z.B. den Senderbau, die Errichtung von schwundmindernden Antennen und die Planung von Peil- und Richtsendeanlagen, von Bedeutung ist. Es wurde daher ein Gerät ähnlich einem früher beim RPZ entwickelten gebaut. Das Meßverfahren beruht auf der Bestimmung des Achsenverhältnisses der Zenneck'schen Drehfeld-Ellipse und der Neigung der grossen Ellipsenachse gegen die Vertikale, da diese Grösse durch die Bodenleitfähigkeit und die Dielektrizitätskonstante bestimmt werden. Die Messungen erfolgen mit einem nach allen Richtungen im Raum drehbaren Dipol; die in ihm induzierte Spannung wird an einem empfindlichen Meßinstrument hinter dem Empfänger, der an den Dipol angeschlossen ist, abgelesen.

Mit dem Gerät wurden auf 7 verschiedenen Feldern im Gebiet von Westberlin Messungen durchgeführt, die einerseits die Brauchbarkeit des Gerätes zeigten, andererseits den Beweis dafür er-

brachten, dass stellenweise der vertikale Aufbau des Bodens schon an Punkten in geringer Entfernung voneinander sehr verschieden ist. Die Ergebnisse der Messungen sind in einem technischen Bericht zusammengefasst. Zur Zeit wird mit dem Institut für Rundfunktechnik in Hamburg wegen der Durchführung von Bodenleitfähigkeitsuntersuchungen für den Langwessensender Berlin verhandelt.

5. Fortpflanzung der H_{01} -Welle in gekrümmten Hohlleitern

Die H_{01} -Welle weist bei Führung in einem Rohr mit kreisförmigem Querschnitt als einziger Wellentyp theoretisch eine mit der Frequenz beständig abnehmende Dämpfung auf. Bei der praktischen Anwendung stösst neben anderen vor allem die Fortleitung der Welle durch eine Krümmung des Rohres auf Schwierigkeiten. Zur Untersuchung dieser Frage wurden zunächst die mathematischen Theorien zur angenäherten Lösung von geschlossen nicht lösbaren Randwertaufgaben der Maxwell'schen Differentialgleichungen studiert und zwar erstens Störungsverfahren, bei dem die Metrik der Zylinderkoordinaten durch einen Parameter in den Koeffizienten variiert wird, der den Krümmungsradius der in der ungestörten Metrik geraden Zylinderachse darstellt, und zweitens Störungsverfahren, bei dem der Kreisquerschnitt variiert wird und die Abweichungen der Randkurve vom Kreis durch eine Fourierreihe dargestellt wird.

Zur Vorbereitung der experimentellen Untersuchungen wurden nach Durchsicht der vorliegenden Veröffentlichungen Konstruktionszeichnungen für Krümmungsstücke, Uebergangsstücke und Erregungsvorrichtungen für die H_{01} -Welle angefertigt. Einige dieser Konstruktionen sind zur Zeit im Bau.

6. Berechnung der Phasengeschwindigkeit der H_{10} -Welle in gewellten Rechteckhohlleitern

Zur Lösung dieser rein theoretischen Aufgabe wurden diejenigen Veröffentlichungen durchgearbeitet, die sich auf die Theorie der Wellen von solchen Hohlleitern beziehen, bei denen sich der Querschnitt periodisch mit der Koordinate in Richtung der Wellenfortpflanzung ändert. Diese Theorien wurden auf die Verwendbarkeit zur Berechnung der Phasengeschwindigkeit in gewellten Rechteckhohlleitern geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Brillouin'sche Methode, auf der

alle Arbeiten dieser Art basieren, nur eine wenig gute Näherung für den gewellten Hohlleiter darstellt. Die Berechnung soll daher nach einem anderen Verfahren versucht werden.

7. Quarzuhr

Für den Bau der Quarzuhr sind in der Zwischenzeit wesentliche Teile des Innenthermostaten mechanisch fertiggestellt. Dazu gehören die Quarzhalterung, der Nachstimmkondensator mit Getriebe, der Zusammenbau der beiden Antriebsmotore, die Halterung für die Kontaktthermometer und die innere Blechhülle. Die Motorendausschalter und die Kupplungsteile zwischen Motorblock und Getriebe sind in Bearbeitung.

8. Moleküluhr

Ein unter der Bezeichnung MASER (microwave amplification by stimulated emission of radiation) vor kurzem bekanntgewordenes Gerät benutzt die von einem NH_3 -Molekül beim Uebergang von einem höheren zu einem niedrigeren Energieniveau austretende Strahlung unmittelbar zur Erregung eines Hohlraumresonators. Bei genügend starker Erregung kann dem Resonator eine kontinuierliche Hochfrequenzleistung entnommen werden, deren Frequenz mit einer Unsicherheit von nur etwa 10^{-11} bei 24 GHz liegt. Das Prinzip scheint zur Erzeugung einer Normalfrequenz höchster Genauigkeit sehr aussichtsreich und der Aufwand im Vergleich zu ähnlichen Anordnungen wesentlich geringer zu sein. Die Entwicklung einer derartigen Anlage wurde mit dem Bau des Zentimeterwellenmischkopfes begonnen.

9. Frequenzvergleichsanlage

Für den Vergleich der eigenen Normalfrequenz gegen die Trägerfrequenz des englischen Senders MSF ($f = 60 \text{ kHz}$), die seit Anfang Januar 1957 nur spät abends ausgestrahlt wird, wurde die Anlage soweit ergänzt, dass die Registrierung mit den dazugehörigen Ein- und Ausschaltungen automatisch über mehrere Abende ohne Aufsicht erfolgen kann.

Die Frequenzvergleichsgeräte wurden in einem Gestell untergebracht.

Für die täglichen Frequenzkontrollen im Fernbereich wurde ein im Bau befindliches Betriebsmessgerät soweit vervollständigt, dass es nach Fertigstellung in wenigen Wochen den

zur Zeit noch benutzten labormässigen Aufbau ablösen kann. Dem neuen Gerät wird die Normalfrequenz von 100 kHz direkt zugeführt, so dass dann das Einregeln eines zusätzlichen 1-MHz-Generators fortfällt.

10. Frequenzüberwachung der Rundfunksender

Die Frequenzüberwachung der 5 Rundfunksender des Rias und der 7 des SFB wurde vertragsgemäss täglich durchgeführt und bei Frequenzabweichungen das Sendepersonal bei der Korrektur der Frequenzen unterstützt.

11. Untersuchungen über einige Besonderheiten des Rückmischverfahrens

In der Regel werden Frequenzteiler nach dem Rückmischverfahren nur für eine einzige Frequenz oder für einen sehr kleinen Frequenzbereich verwendet. Vom Prinzip her ist aber eine derartige Einschränkung des Frequenzbereiches nicht gegeben. Verwendet man statt selektiver Schwingkreise Hoch- oder Tiefpässe, so erhält man Frequenzteiler mit grossem Frequenzbereich. Ein besonders interessanter Fall ist dabei der 2:1-Teiler, bei dem die Ausgangsfrequenz unmittelbar auf die Mischstufe zurückgeführt wird. Dieser Teiler lässt sich auch weitgehend mathematisch behandeln. Es zeigt sich, dass die Ausgangsspannung durch eine Mathieu'sche bzw. Meißner'sche Differentialgleichung beschrieben wird, je nachdem, ob die Eingangsspannung sinus- oder rechteckförmig verläuft. Die verschiedenen Schwingbereiche und der in ihnen auftretende eigentümliche zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung wurden experimentell untersucht und mit der Rechnung verglichen. Dazu mussten insbesondere die Schwingbereiche höherer Ordnung der Meißner'schen Differentialgleichung neu berechnet werden. In diesen Bereichen kann das Rückmischverfahren statt zur Frequenzteilung als neuartiges Vervielfachungsverfahren verwendet werden. In allen Fällen ergab sich eine gute Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung. Der sehr einfache Versuchsaufbau kann daher auch als Analogierechengerät zur Auflösung Mathieu'scher oder ähnlicher Differentialgleichungen verwendet werden. Die Arbeit ist nahezu abgeschlossen, es sollen aber noch einige Versuche über den Einfluss der Dämpfung durchgeführt werden, um die Rechnungen von Klotter und Kotowski experimentell zu bestätigen.

12. Entwicklung eines Impulsgruppengebers

Zur experimentellen Untersuchung der Verbesserung des Signal-Stör-Verhältnisses bei mehrfacher Wiederholung von impulsförmigen Signalen wurde ein Gerät gebaut, aus dem wählbar eine Gruppe von 1 ... 10 Impulsen, die in periodischen Abständen von 10 ... 1/10 000 Sekunden aufeinanderfolgen, entnommen werden kann. Die gesamte Impulsgruppe kann in einem ebenfalls wählbaren Zeitabstand beliebig oft wiederholt werden. Das Gerät arbeitet mit voreinstellbaren Zählröhren vom Typ E1T, die von einer von aussen anzulegenden Frequenz gesteuert werden. Ueber einen elektronischen Schalter am Ausgang des Gerätes werden entweder die im Gerät selbst erzeugten oder andere von aussen zugeführte Impulse in der gewünschten Zahl und Wiederholungszeit an den Verbraucher geliefert.

13. Untersuchung eines Rückstrahlverfahrens

Es wurde rechnerisch und experimentell untersucht, ob eine Rückstrahlortung möglich ist, wenn sich der Sender nicht am gleichen Ort wie der Empfänger befindet. Die Versuche wurden bei 3 cm Wellenlänge mit dem Sender eines normalen Rundsuchradars, der sich in einer Entfernung von etwa 3 km vom Empfangsort befand, durchgeführt. Sie ergaben, dass eine Richtungsbestimmung auch bei nicht ausgerichteter oder umlaufender Senderantenne möglich ist.

14. Messung des Kopplungswiderstandes von Kabelabschirmungen

Mit Hilfe früher abgeleiteter Beziehungen wurde die Frequenzabhängigkeit verschiedener Messverfahren zur Bestimmung des Kopplungswiderstandes untersucht. Dabei ergaben sich einige Verfahren, die gegenüber den bisher verwendeten einen etwa dreimal grösseren Frequenzbereich aufweisen und gleichzeitig einen einfacheren Aufbau der Messapparatur gestatten.

Die experimentellen Untersuchungen wurden in einem Frequenzbereich von 1 ... 1000 MHz durchgeführt und auf Kabel mit verschiedenem Aufbau der Abschirmhülle erstreckt. Bei allen untersuchten Mustern stieg der Kopplungswiderstand im Bereich hoher Frequenzen etwa proportional mit der Frequenz an, wie es auch auf Grund theoretischer Ueberlegungen zu erwarten ist. Die absolute Grösse des Kopplungswiderstandes hängt na-

turgemäss sehr stark vom Aufbau der Abschirmung ab.

15. Mitarbeit in Ausschüssen

Im Rahmen des FNE/VDE-Ausschusses 332 "Funkempfängermessungen" wurden die IEC-Schriftstücke "Empfohlene Verfahren für Messungen an Empfängern für amplitudenmodulierte Rundfunksendungen", "Empfohlene Verfahren für Messungen an Empfängern für frequenzmodulierte Rundfunksendungen" und "Empfohlene Verfahren für Messungen an Empfängern für Fernseh Rundfunk" mehrfach beraten. Für das erstgenannte Schriftstück ist eine verbindliche Uebertragung ins Deutsche nahezu abgeschlossen.

Im Arbeitsausschuss 301.7/302.2 "Hochfrequenzkabel und -leitungen" und im kleinen Arbeitsausschuss "Messmethoden" beteiligte sich das Institut vor allem an der Beratung des Schriftstücks "Messmethoden an Hochfrequenzkabeln". Als Ergebnis der oben erwähnten Untersuchungen über die Frequenzabhängigkeit der Messverfahren zur Bestimmung des Kopplungswiderstandes wurde der IEC als deutscher Beitrag ein entsprechender Vorschlag zur Messung des Kopplungswiderstandes eingereicht. Ausserdem wurden besonders die verschiedenen Verfahren zur Messung der inneren Ungleichmässigkeit von Hochfrequenzkabeln beraten.

16. Prüfung industrieller Erzeugnisse

Im Auftrage der Elektrotechnischen Prüfstelle Berlin wurde eine Anzahl industrieller Geräte geprüft. Es handelt sich in der Hauptsache um die zur Erlangung des VDE-Zeichens erforderliche Feststellung des Funkstörgrades, die bei einer Reihe von Staubsaugern, Blinkschaltern und einem Schmalfilmprojektor durchgeführt wurde, sowie um die Untersuchung eines grossen Empfangsgerätes auf Einhaltung der bestehenden VDE-Bestimmungen.

Technische Universität Berlin-Charlottenburg 2,d.5.3.1957
Berlin-Charlottenburg
Lehrgebiet Mechanische Schwingungslehre
und Maschinendynamik
Prof.Dr.P.Matthieu

J a h r e s b e r i c h t

über die wissenschaftliche Tätigkeit der Abteilung Mechanik
am Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung

1.) Vorbemerkungen:

Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Tätigkeit der Abteilung Mechanik erst wesentlich später aufgenommen wurde als die der übrigen Abteilungen.

Der erste Mitarbeiter nahm seine Tätigkeit am 1.1.56 auf, der zweite und der Hilfsrechner erst im Herbst 1956.

2.) Arbeiten:

In Bezug auf die Arbeiten habe ich versucht aus der Ueberfülle der vorhandenen interessanten und bearbeitungswerten Forschungsthemen einige herauszugreifen, die möglichst im Sinne und in der Arbeitsrichtung der Mitglieder des Heinrich-Hertz-Instituts liegen. Im wesentlichen wurden die drei folgenden Aufgaben bearbeitet:

- a) Neue Berechnungsmethoden für kritische Drehzahlen und für transversale Stabschwingungen,
- b) Mechanische Modellversuche für kritische Drehzahlen,
- c) Entwicklung neuer Methoden der Drehschwingungsmessung bei Maschinenwellen.

Diese drei Problemkreise werden im Folgenden unter 3) bis 5) näher beschrieben.

3.) Erstes Forschungsgebiet: Neue Berechnungsmethoden für kritische Drehzahlen und für transversale Stabschwingungen.

Infolge der ständig wachsenden Umdrehungszahlen bei gleichzeitiger Materialeinsparung wird das Problem der biegekritischen Drehzahlen im Maschinenbau immer wichtiger. Dabei stellen sich auch zahlreiche neue Problemstellungen, die früher nicht aktuell waren, wie z.B. die Berechnung von biegekritischen Drehzahlen bei mehrfacher Lagerung, bei Berücksichtigung der Kreiselwirkung usw.

Eng verwandt mit den kritischen Drehzahlen sind ferner die Biegeschwingungen irgend welcher Stäbe. Solche treten in der

Technik in Form von Propellerblättern, Dampfturbinenschau-
feln, Tragflügeln, Trägern irgendwelcher Art usw. beständig
auf und es stellt sich die Aufgabe, ihr Schwingungsverhalten
zu untersuchen.

Auf der anderen Seite bietet die moderne Technik auch zahl-
reiche neue Möglichkeiten zur Behandlung solcher Probleme.
Vor allem sind in den letzten Jahren zwei neue Wege in den
Vordergrund getreten, nämlich einerseits die Verwendung von
Rechenautomaten und andererseits die Durchführung von Modell-
versuchen. Es sei z.B. erwähnt, dass die AEG vor kurzer Zeit
dazu übergegangen ist, ihre kritischen Drehzahlen durch
einen Rechenautomaten zu bestimmen.

Damit ist ein grosses neues Forschungsgebiet eröffnet. Es
müssen neue und leistungsfähigere Berechnungsmethoden für
kritische Drehzahlen und für Biegeschwingungen von Stäben
geschaffen werden, um den modernen Anforderungen gerecht zu
werden. Ganz besonders müssen solche entwickelt werden, die
sich für die Bearbeitung durch Rechenautomaten eignen.

In den letzten Jahren ist nun immer mehr das sogenannte Rest-
grössenverfahren zur Behandlung solcher Probleme in den
Vordergrund getreten, das im wesentlichen eine Verallgemeine-
rung des Holzer-Tolleschen Verfahren ist, das bei den Dreh-
schwingungen von Maschinenwellen verwendet wird. Dabei ist
aber zu sagen, dass diese Entwicklung erst am Anfang steht
und noch in intensiver Entwicklung begriffen ist.

Es schien mir nun eine schöne und sinngemässe Aufgabe für
die Abteilung Mechanik des HHI zu sein, hier einzugreifen
und an der weiteren Entwicklung dieser Rechenmethoden zu
arbeiten. Dabei bieten sich von der neueren Entwicklung der
angewandten Mathematik her zahlreiche Möglichkeiten, die es
auszuprobieren und zu erforschen gilt. Gegenwärtig werden
die genannten Rechenmethoden intensiv an unserer Abteilung
Mechanik bearbeitet. Eine erste Untersuchung über die Schwin-
gungen von Stäben ist abgeschlossen und erscheint in näch-
ster Zeit in Form eines technischen Berichtes.

4.) Zweites Forschungsgebiet: Mechanische Modellversuche für
kritische Drehzahlen.

Neben den genannten rechnerischen Methoden besteht ein zwei-

ter Weg zur Bestimmung von kritischen Drehzahlen in der Durchführung von Modellversuchen. Auch dieser ist in der letzten Zeit stark ausgebaut worden. Bei der Behandlung von Drehschwingungen haben sich elektrische Modelle als sehr geeignet erwiesen. Dagegen liegen bei den Biegeschwingungen und den biegekritischen Drehzahlen völlig andere Verhältnisse vor und man stösst dabei auf grosse Schwierigkeiten verschiedener Art. Aus diesen Gründen schien es mir richtig, die ursprüngliche Konzeption elektrischer Analogiegeräte fallen zu lassen und statt dessen systematisch die Möglichkeit mechanischer Modellversuche zu untersuchen. In der Folge zeigt es sich, dass dieser Weg sehr grosse und aussichtsreiche Möglichkeiten in sich birgt, die unbedingt weiter erforscht werden müssen. Demgemäss stellte ich mir als zweites Forschungsthema die Aufgabe, systematisch die Möglichkeiten von mechanischen Modellversuchen für kritische Drehzahlen zu untersuchen. Es handelt sich dabei zunächst um die Zusammenstellung der bisher bekannten Methoden, dann aber vor allem darum, die zahlreichen bestehenden Lücken auszufüllen und durch neue Methoden zu ergänzen. Insbesondere war bis jetzt kein praktisch brauchbares Verfahren bekannt, um den teilweise sehr beträchtlichen Einfluss der Kreiselwirkung versuchsmässig zu erfassen. Durch unsere Untersuchungen gelang es, diese Schwierigkeit zu überbrücken und ein praktisch sehr leicht durchführbares Verfahren zu entwickeln, nach welchem der Einfluss der Kreiselwirkung durch gewisse Schwingungsversuche erfasst werden kann. Ein zweites Hauptproblem, das sich bei diesen Untersuchungen stellte, war mehr praktischer Natur. Es handelte sich darum, rein technisch die Möglichkeiten zu erforschen, nach denen Modellversuche in einfacher Weise angestellt werden können. Als Resultat von zahlreichen durchgeführten Versuchen ergab sich schliesslich, dass es am einfachsten ist, die Modelle aus einzelnen Stücken mittels Araldit zusammenzukleben. Dadurch gewinnt man auch den Vorteil, dass die Modelle leicht abgeändert werden können.

Auch diese Untersuchungen werden in wenigen Wochen abgeschlossen sein und es wird ein zweiter ausführlicher Institutsbericht darüber erscheinen. Das Hauptergebnis besteht dann also darin, dass ein System von Methoden und

Versuchen ausgearbeitet wurde, nach welchem alle kritischen Drehzahlen durch mechanische Modellversuche in sehr einfacher Weise ermittelt werden können. Dieses Ergebnis ist vor allem auch von praktischer Bedeutung, indem es dadurch möglich ist, in kurzer Zeit kritische Drehzahlen versuchsmässig zu ermitteln.

5.) Drittes Forschungsgebiet: Entwicklung neuer Methoden der Drehschwingungsmessung bei Maschinenwellen.

Ein dritter, wichtiger Problemkreis, der mir wichtig und bearbeitungswert erscheint, ist rein praktischer Natur und betrifft die Entwicklung neuer Methoden zur Messung von Drehschwingungen bei Maschinenwellen. Bekanntlich spielen diese letzteren aus den gleichen Gründen wie die kritischen Drehzahlen eine immer grösser werdende Rolle. Es ist also von grosser Bedeutung, sie messtechnisch erfassen zu können.

Auf der anderen Seite ist gerade diese messtechnische Erfassung nicht einfach, weil die oft sehr kleinen Drehschwingungen einer Welle meist einer raschen Rotation überlagert sind, wobei es dann schwer fällt, die beiden Bewegungen zu trennen. Aus diesen Gründen sind in den letzten Jahren verschiedene neue Methoden der Drehschwingungsmessung entwickelt worden.

Auch hier ist jedoch zu sagen, dass diese Entwicklungen noch in vollem Gange sind und dass das letzte Wort noch lange nicht gesprochen ist. Vor allem sollten noch viel einfachere Messmethoden entwickelt werden. Auch sollten verschiedene, damit im Zusammenhang stehende Fragen geklärt werden, wie die Abnahme von Drehschwingungen über Reiberäder usw.

Zu solchen Verbesserungen bieten wiederum zahlreiche neuere technische Entwicklungen die Möglichkeit. Ein erster Weg besteht in der Verwendung von Lichttransistoren. Vermittels dieser ausserordentlich empfindlichen Elemente können auf verschiedene Weise Vorrichtungen gebaut werden, durch die auch kleine Drehschwingungen angezeigt werden. Ein zweiter Weg besteht in der Verwendung von optischen Methoden. Durch Spiegel- und Linsensysteme kann erreicht werden, dass ein Lichtstrahl durch eine Drehschwingung entsprechend abgelenkt wird. Schliesslich sind noch die zahlreichen elektronischen Methoden zu nennen (Tonbänder, Zählgeräte usw.), durch die

man versuchen kann, das infragestehende Problem zu lösen. Auf viele weitere Möglichkeiten soll hier nicht eingetreten werden.

Dementsprechend habe ich als drittes Forschungsgebiet die Aufgabe gestellt, systematisch nach neuen Methoden der Dreh-schwingungsmessung zu suchen. Diese Untersuchungen sind vor einigen Monaten aufgenommen worden und gegenwärtig noch in vollem Gange. Abschliessende Resultate liegen noch nicht vor.