

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 66 (1948)  
**Heft:** 41

**Artikel:** Die Windkanalanlage der kriegstechnischen Abteilung in Emmen (Luzern)  
**Autor:** Hausammann, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56812>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

## Ueber Erdölbohrungen in USA

Von Dr. J. KOPP, Ebikon, Kt. Luzern

Die stetsfort gesteigerten Anforderungen der Erdölindustrie an die Bohrfirmen und die Hersteller von Bohrgeräten haben in den letzten Jahrzehnten zu einer staunenswerten Vervollkommnung der Bohrtechnik geführt. Dies kommt vor allem in der sprunghaften Steigerung der höchsten Tiefbohrleistungen zum Ausdruck. Im Jahre 1907 stand der Weltbohrrekord, der ununterbrochen von den Vereinigten Staaten gehalten wurde, in der Bedellbohrung in Pennsylvania bei 1700 m. Im Juni 1919 erreichte eine Oelbohrung bei Fairmont in Westvirginien 2311 m. Heute wird der Bohrrekord von der Superior Oil Co. of California mit der Bohrung in Cad-dobe (Oklahoma) gehalten, die 5436 m Tiefe erreicht hat. Das vom Bohrturm gehaltene, vom Drehtisch bewegte Bohrgestänge mit dem Rollmeissel am Grunde ist das längste Werkzeug, das der Mensch handhabt. Einige Angaben über diese Rekordbohrung dürften besonders interessieren. Die Bohrung wurde mit einem normalen Gerät in 374 Tagen niedergebracht, was einen Tagesdurchschnitt von 14,5 m ergibt. Bis zur Endtiefe wurden 315 Meissel verbraucht. Die Abweichung des Bohrloches von der Geraden betrug nur 3°. Die Bohrung erschloss Gas- und Oelspuren, brachte aber keine wirtschaftliche Produktion.

Auch die Fördertiefen für Erdöl sind rasch erhöht worden. Im Jahre 1927 erfolgte die tiefste Erdölproduktion aus 2314 m; heute besitzt die Texas Co. in Süd-Louisiana eine Sonde, die aus 4239 m fördert. In einigen Erdölfeldern wird bereits aus rd. 4000 m Tiefe Erdöl produziert.

Den europäischen Bohrrekord hält eine französische Gesellschaft, die im Erdgasgebiet von St. Marcet am Pyrenäenrand eine Tiefe von 4350 m erreichte. Die tiefste Bohrung der Schweiz wurde im Jahre 1940 bei Cuarny ausgeführt (2220 m).

Auf der ganzen Welt sind gegenwärtig 465 000 produzierende Oelbohrungen vorhanden, die täglich rd. 1,5 Mio t Erdöl fördern. Die Bohrmeterleistungen des Jahres 1947 erreichten beinahe den Aequatorumfang. Die mittlere Bohrtiefe hat 1000 m überschritten. In USA stellen über 500 Firmen Bohrwerkzeuge her. Letztes Jahr wurden 2050 vollständige Bohrkranne geliefert, 450 mehr als 1946.

Alle bohrtechnischen Neuerungen findet der Fachmann in erschöpfender Weise im Composite Catalog der Gulf Publishing Co., Houston, Texas, beschrieben, der mit seinen 4000 Seiten von den Amerikanern nicht mit Unrecht die «Grosse Bibel der Petroleumindustrie» genannt wird. Der bisher üb-

liche Fischschwanzmeissel wird immer mehr durch Drei- oder Vierblattmeissel, sog. «Dragbits» ersetzt, die im Bohrloch stabiler arbeiten und durch die an den Schneiden angebrachten Spülwasseraustritte eine Verstopfung der Spülkanäle vermeiden. Der Meisselkörper wird aus Gusstahl hergestellt, die Schneidflügel werden angeschweisst. Für den Export werden mit Hartmetall belegte Schneidflügel geliefert, die an Ort und Stelle leicht anzuschweissen sind. Die «Pilot drilling bits» sichern ein senkrecht Loch, da sie eine Führung haben.

In USA werden 80 % aller Bohrungen als Kontraktarbeiten von spezialisierten Bohrfirmen durchgeführt, was zu einem steten Ansporn für verbesserte Maschinen und Werkzeuge führt, um die Bohrarbeiten möglichst gewinnbringend zu gestalten.

Für das amphibische Bohren in Seen und am flachen Meeresufer in Tiefen von 12 bis 30 m sind sog. «Drilling Barges» entwickelt worden, Barken, die eine vollständige Bohrausrüstung tragen (Ausmasse: 33 m Länge, 13 m Breite, 5 m Höhe und 1500 t Wasserverdrängung). Die mitgeführte Dickspülungsvorrichtung und die Triebstoffreserven reichen für eine Woche aus.

Fahrbare Rotary-Anlagen, die in einigen Stunden fertig montiert werden können, werden heute für Tiefen von 1500 bis 2500 m gebaut. Die fahrbaren Bohrkrane bestehen aus dem Triebwagen mit einem 300 PS-Motor und dem Anhänger mit Hebewerk und Ausleger, der den Bohrturm ersetzt. 1000 m Bohrgestänge werden mitgeführt. Alle Konstruktionen zielen auf geringes Gewicht und rasche Betriebsbereitschaft.

Die Bohrlöcher werden elektrisch nach Wasser und Oelhorizonten untersucht. Zur Feststellung des Flüssigkeitsniveaus im Bohrloch dient ein akustisches Gerät; die Beschaffenheit der Bohrlöcher wird durch photographische Aufnahmen kontrolliert. Neuestens ist es gelungen, mit Gammastrahlen- und Neutronenmessungen durch die Verrohrung hindurch überbohrte produktive Oelhorizonte festzustellen.

Der fühlbare Mangel an Bohrrohren hat dazu geführt, versuchsweise Aluminiumröhren für den Bohrfeldbedarf und für Pipelines heranzuziehen. Im Jacksboro-Feld ist bereits eine Aluminiumverrohrung in eine 1340 m tiefe Bohrung eingebaut und demnächst werden auch die Aluminiumbohrgestänge praktisch erprobt.

Die Vereinigten Staaten sind mit allen Mitteln bestrebt, ihre führende Stellung sowohl in der Erdölproduktion als auch in der Bohrtechnik zu sichern und auszubauen.

## Die Windkanalanlage der Kriegstechnischen Abteilung in Emmen (Luzern)

DK 533.6.07 (494)

### III. Die elektrische Ausrüstung (Fortsetzung von S. 535)

Von Dipl. Ing. G. KOGEN, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich

Die elektrische Ausrüstung der Windkanalanlage besteht im wesentlichen aus:

dem Antrieb des Gebläses für den grossen Windkanal mit Regulierung, Steuerung und Hilfsbetrieben;

dem Antrieb des Gebläses für den kleinen Windkanal mit analogem Zubehör;

den Antrieben der Modellpropeller mit Steuerung und der Energieversorgung.

Die Gesamtanordnung ermöglichte eine Zusammenfassung dieser Teile in drei Räumen, die nebeneinander und übereinander angeordnet sind, wie aus Bild 4 (S. 529) ersichtlich ist.

#### A. Zur Wahl des Antriebsystems

Die Wahl des Antriebsystems für beide Windkanäle ergab sich auf Grund der im Pflichtenheft gestellten Forderungen. Darnach mussten die Antriebmotoren für die Gebläse des grossen und kleinen Windkanals auf jede beliebige Drehzahl im Bereich von 1:25 einstellbar sein, wobei jede dieser Drehzahlen mit einer Genauigkeit von 1‰ ( $\pm 0,5$ ‰), bezogen auf den höchsten Drehzahlbereich einzuhalten waren, und zwar unabhängig von Spannungs- und Frequenzschwankungen des Netzes sowie von Belastungsänderungen, wie sie infolge der Erwärmung der Kanalluft auftreten. Die Drehzahleinstellung sollte mit Hilfe einer Fernsteuerung durch einfaches Betätigen eines Einstellorgans an einem transportablen Steuerkasten automatisch erfolgen und die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals so wenig wie möglich beanspruchen. Insbesondere sollte vermieden werden, dass die Drehzahl bei

Regulierungsvorgängen den gewünschten Wert stark übersteigt, um ein Abreissen des Modells bei zu hoher Luftgeschwindigkeit zu verhindern. Ferner war die Anlage gegen alle praktisch vorkommenden Bedienungsfehler zu schützen und mit Einrichtungen zum Bremsen der Gebläse auszurüsten, mit denen im Notfall ein fast vollständiger Stillstand in maximal 30 Sekunden erreicht wird.

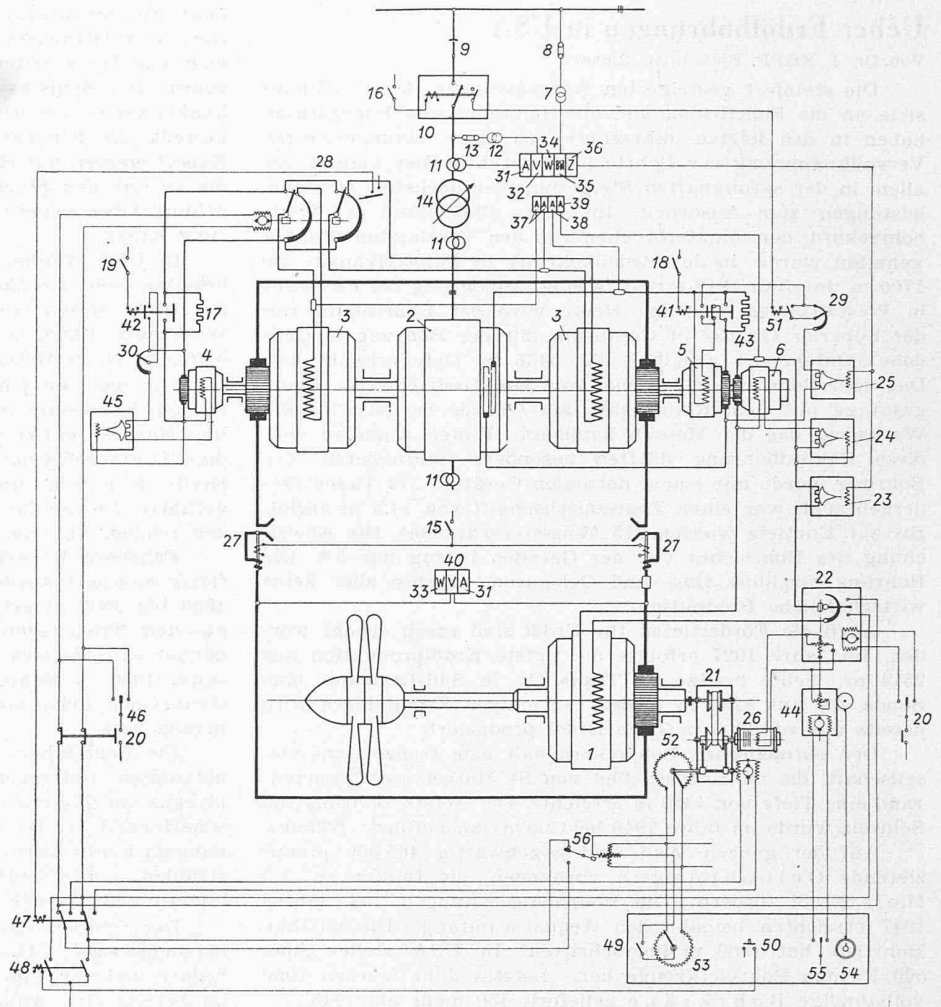
Um diesen Anforderungen zu genügen und im Hinblick auf die grossen Antriebsleistungen von 3900 bzw. 315 PS wurde für beide Gebläse das Ward-Leonard-System nach dem auf Bild 18 dargestellten Prinzipschema gewählt. Davon soll nachfolgend nur das des grossen Kanals beschrieben werden.

Der Ward-Leonard-Umformer des grossen Windkanals besteht aus einem Synchronmotor mit zwei direkt gekuppelten Gleichstromgeneratoren in vierlageriger Anordnung (Bild 18). Die Lager der Umformergruppe sind wassergekühlt, während die Lager des Gebläsemotors mit Oel aus der zentralen Oelversorgung des Gebläses gekühlt und geschmiert werden. Die Aufteilung des Gleichstromteiles in zwei Generatoren gestattete, die Umformergruppe für eine Drehzahl von 750 U/min zu bauen und für jede Gleichstrommaschine eine für diese Grösse wirtschaftliche Spannung von maximal 400 Volt zu wählen. Beide Gleichstromgeneratoren 3 (Bild 18), sind in Serie geschaltet und arbeiten auf den Antriebmotor 1 des Gebläses, der eine maximale Spannung von 800 Volt erhält. Für die Erregung des Synchronmotors 2, der beiden Gleichstromgeneratoren 3 und des Gleichstrommotors 1 sind je eine besondere Erregermaschine 4, 5 und 6 vorgesehen, die mit der Umformergruppe zusammengebaut sind.

Bild 18. Prinzipschema des elektrischen Antriebes für das Gebläse des grossen Windkanals.

Legende

- 1 Gleichstrom-Gebläsemotor 3040 kW, 800 V
- 2 Drehstrom-Synchron-Motor 3550 kVA, 3000 V
- 3 Gleichstrom-Generator 1520 kW, 400 A
- 4 Erregermaschine 220 V, 82 A
- 5 Erregermaschine 145 V, 220 A
- 6 Erregermaschine 220 V, 35 A
- 7 Spannungswandler 3000/100 V
- 8 Hochspannungssicherung 3 kV
- 9 Trennmesser 3-pol. 3 kV
- 10 Oelschalter 3-pol. 3 kV
- 11 Stromwandler 800/5 A
- 12 Spannungswandler 3000/100 V
- 13 Hochspannungssicherung 3 kV
- 14 Anlasstransformator 3 kV
- 15 Steuerschalter «Schnellschalter Ein-Aus»
- 16 Steuerschalter «Oelschalter Ein-Aus»
- 17 Entregungswiderstand 3, 80 A
- 18 Steuerschalter «Entregungsschalter Synchr. Motor Ein-Aus»
- 19 Steuerschalter «Entregungsschalter=Generatoren Ein-Aus»
- 20 Schlüsselschalter «Hand-Autom.»
- 21 Stufenloses Getriebe
- 22 Drehzahl-Oeldruck-Schnellregler
- 23 Schnellregler für Netzfrequenzausgleich
- 24 Gleichstrom-Spannungsschnellregler
- 25 Cos φ -Schnellregler
- 26 Steuerfrequenz-Generator 110 V, 50 Per.
- 27 Gleichstrom-Schnellschalter
- 28 Hauptregulierwiderstand
- 29 Handregulierwiderstand
- 30 Handregulierwiderstand
- 31 Ampèremeter 0 — 1000 A
- 32 Voltmeter 0 — 4000 V
- 33 Wattmeter 2000 — 0 — 4000 kW=
- 34 Wattmeter 2000 — 0 — 4000 kW
- 35 BkW-Meter 1100 — 0 — 2200 BkW
- 36 kWh-Zähler
- 37 Ampèremeter 5 — 0 — 50 A=
- 38 Ampèremeter 30 — 0 — 300 A=
- 39 Ampèremeter 5 — 0 — 50 A=
- 40 Voltmeter 0 — 1000 V=
- 41 Entregungsschalter 500 V, 400 A
- 42 Entregungsschalter 220 V, 40 A
- 43 Entregungswiderstand 1,7, 400 A
- 44 Frequenz-Einstellendrossel
- 45 Gleichstrom-Spannungsschnellregler
- 46 Steuerschalter «Mehr — 0 — Weniger»
- 47 Umschalterschütz
- 48 Abstellschütz
- 49 Verriegelungs-Schlüsselschalter
- 50 Notabstelldruckknopf
- 51 Schütz für Erregerdrosselung
- 52 Nachlauf-Potentiometer
- 53 Drehzahlinsteller mit Skala
- 54 Stellungsfernanzeiger zu Frequenz-Feineinstellung
- 55 Feineinsteller «Mehr — 0 — Weniger»
- 56 Steuerrelais



Dank der Wahl eines Synchronmotors ist die Drehzahl der Umformergruppe unabhängig von Aenderungen der Netzspannung; ferner lässt sich der Leistungsfaktor der Gesamtanlage auch bei dem sehr häufig vorkommenden Teillastbetrieb auf einem annehmbaren Wert halten. Hierfür ist der Synchronmotor mit einem automatischen Regler ausgerüstet, mit dem dieser Faktor auch bei Leerlauf und Teillast auf einen beliebigen Wert eingestellt werden kann. Auch preislich stellt der Synchronmotor dieser Leistung die vorteilhafteste Lösung dar.

Die Umformergruppe wird mit Hilfe des Anlasstransformators 14 angelassen, der den Anlaufstrom des Synchronmotors auf rd. den 1,8fachen Nennstrom begrenzt; dabei wird die Kontaktwalze des Anlasstransformators vom Steuerpult des Kommandoraumes aus fernbetätigt.

**B. Prinzipielle Schaltung**

Man stellt die gewünschte Drehzahl des Motors 1 auf einer Skala des transportablen Steuerkastens (Bild 19) ein, indem das Potentiometer 53 von Hand in eine bestimmte Lage gebracht wird. Der Steuerkasten ist durch ein flexibles Kabel mit Hilfe eines Mehrfachsteckers, der an verschiedenen Orten der Windkanalanlage angeschlossen werden kann, mit dem Kommandoraum verbunden. Durch eine Folgeschaltung, bestehend aus dem Nachlaufrelais 56 und dem Potentiometer 52, wird das Uebersetzungsverhältnis des ferngesteuerten, stufenlos veränderlichen Getriebes 21 so lange geändert, bis das Potentiometer 52 die gleiche Lage wie das Potentiometer 53 einnimmt. Das stufenlose Getriebe treibt einen kleinen Steuerfrequenzgenerator 26 an, der von der vorhandenen Batterie der Anlage fremderregt wird. Die vom Generator erzeugte Frequenz von 50 Hz wird automatisch durch Aenderung der Drehzahl des Hauptmotors 1 konstant gehalten. Die Drehzahl

des Hauptmotors steht daher in einem bestimmten festen Verhältnis zum Uebersetzungsverhältnis des Getriebes.

Die Steuerfrequenz wird durch den Frequenzregler 22 mit Oeldrucksystem konstantgehalten, dessen Messsystem als Resonanzkreis auf die Sollfrequenz von 50 Hz abgestimmt ist und eine Empfindlichkeit von 0,2 bis 0,3 ‰ aufweist. Der Regulierwiderstand des Frequenzreglers ändert die Felderregung

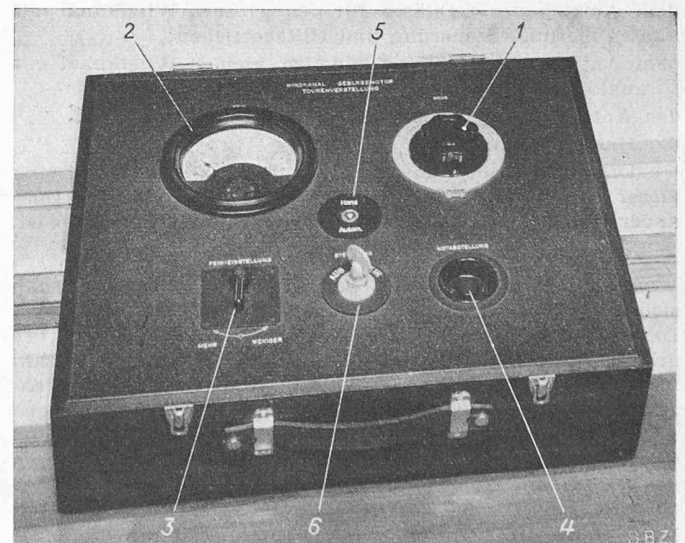


Bild 19. Tragbarer Steuerkasten für den Gebläseantrieb. 1 Drehzahlinsteller, 2 Stellungsfernanzeiger der Feineinstellung, 3 Feineinsteller «Mehr — 0 — Weniger», 4 Notknopf, 5 Umschalter «Hand» — «automatisch», 6 Sicherheitsschlüssel

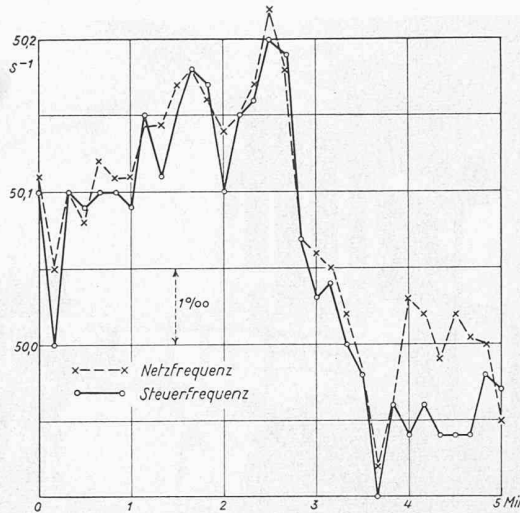
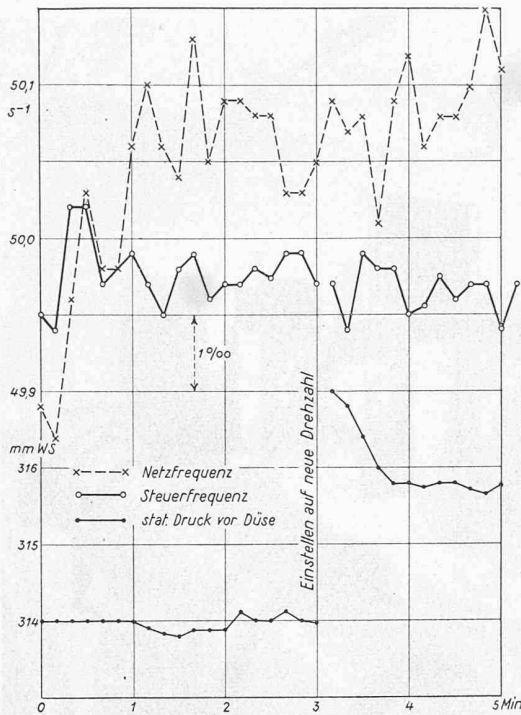


Bild 20. Steuerfrequenz (=Drehzahl) des Antriebs des grossen Windkanals  
 Oben: ohne automatische Regelung  
 Links: mit automatischer Regelung  
 Ausgezogen: Steuerfrequenz=Drehzahl des Gebläses  
 Gestrichelt: Netzfrequenz

Nennfrequenz des Resonanzkreises am Regler 22 in engen Grenzen verändert werden kann, um ganz kleine Drehzahländerungen zu ermöglichen. Ein Stellungsfernanzeiger am Steuerkasten zeigt dem Bedienungspersonal den benutzten Feineinstellbereich an.

Um auftretende Störungen in der Regelung auf konstante Drehzahl so früh als möglich festzustellen und auszuschalten, ist ausser dem Drehzahlregler 22, der direkt die Drehzahl des Gebläsemotors 1 überwacht, ein Regler 23 zur Ueberwachung der Netzfrequenz vorgesehen, dessen System ebenfalls als Resonanzkreis geschaltet ist und auch eine Empfindlichkeit von 0,3 ‰ besitzt. Ein Ansteigen der Netzfrequenz um z. B. 1 ‰ würde wegen entsprechender Erhöhung

des Hauptmotors und bewirkt dadurch eine energische und rasche Korrektur der Abweichung. Der Verstellbereich dieses Reglers ist naturgemäss beschränkt und beträgt etwa 1 ‰ der Motordrehzahl. Bei grösseren Drehzahländerungen betätigt der Oeldruckregler in jeder seiner Endlagen einen Kontakt, der die Verstellung des Hauptregulierwiderstandes 28 zur Folge hat und die Felderregung der Gleichstromgeneratoren 2 verändert. Dadurch ändert sich die Klemmenspannung der Generatoren bzw. des Antriebmotors und die Drehzahl wird im gewünschten Sinn verstellt.

Bei gewollten Drehzahlverstellungen, die am Steuerkasten vorgenommen werden, spielt sich der Reguliervorgang in gleicher Weise ab: Zuerst stellt sich das Getriebe und damit die Steuerfrequenz entsprechend der neuen Drehzahl ein, ruft dadurch einen Ausschlag des Frequenzreglers bis zu seinem Endkontakt hervor und leitet damit die Verstellung des Hauptpotentiometers 28 ein. Sobald die Steuerfrequenz den gewünschten Wert erreicht hat, übernimmt der Frequenzregler die Feinregulierung der Drehzahl.

Um den Staudruck des Windkanals in einem ganz engen Bereich genau einstellen zu können, ist am Steuerkasten ein kleiner Schwenkschalter 55 angebracht, mit dessen Hilfe die

der Drehzahl der Ward-Leonard-Gruppe die Gleichstromspannung und damit auch die Drehzahl des Antriebmotors 1 um rd. 1 ‰ steigen lassen. Dem wirkt der Regler 23 durch sofortige Korrektur der Erregung des Antriebmotors in ausgleichendem Sinn entgegen, so dass der Drehzahlregler 23 nur noch einen Bruchteil der Störung auszugleichen hat. An den anlässlich der Abnahmeversuche aufgenommenen Drehzahlkurven (Bild 20) ist dieser Einfluss des Reglers 22 deutlich sichtbar. Dabei ist wichtig, dass die Spannungen der beiden Erregermaschinen für den Gleichstromkreis des Antriebs durch die Schnellregler 24 und 45 konstant gehalten werden.

C. Schutzeinrichtungen

Zum Schutz der gesamten elektrischen Ausrüstung sind folgende im Schema nicht eingezeichnete Relais vorhanden: Der Synchronmotor besitzt einen Differentialschutz, einen Erdschlusschutz, einen Maximalstromschutz und einen Minimalspannungsschutz. Die entsprechenden Schutzrelais wirken einerseits auf den Hauptschalter 10 des Motors 1, andererseits auf den Entregungsschalter 41, um den Synchronmotor im Störfall sofort spannungslos zu machen. Der auftretende Fehler wird gleichzeitig an einem Fallklappenrelais angezeigt, wobei ein akustisches Signal so lange ertönt, bis der Maschinenwärter dieses durch Betätigung des Rückstellknopfes abstellt. Ein optisches Signal bleibt bis zum Verschwinden der Störung bestehen. Der Stromkreis der Gleichstrommaschinen ist mit zwei Gleichstrom-Schnellschaltern 27 ausgerüstet, die den Kurzschlusschutz der Gleichstrommaschinen übernehmen. Eine Entregungseinrichtung 42 der Gleichstrommaschinen, betätigt durch zwei Maximalstromrelais, die parallel zu den beiden Hilfspolwicklungen geschaltet sind und diese als Shunt benützen, sorgt für Entmagnetisierung der Gleichstromgeneratoren im Falle eines Kollektorrundfeuers.

Alle wichtigen Maschinenlager sind mit Thermostaten versehen und besitzen, so weit sie nicht gut zugänglich sind, Widerstandsmesselemente zur laufenden Fernmessung der Lagertemperaturen.

Durch eine Reihe von Verriegelungsschaltungen wird eine richtige Folge der Schaltmanipulationen erzwungen. So kann die Umformergruppe nur eingeschaltet werden, wenn die Oelzirkulation der Gebläselager in Betrieb ist, und das Hauptpotentiometer 28 in der Stellung der niedrigsten Drehzahl steht. Kontakttachometer am Einstellgetriebe schützen dieses vor dem Durchbrennen und wirken beim Ansprechen auf die Notabstellung der Anlage.

Das wichtigste Einstellorgan ist das Hauptpotentiometer 28. Es ist mit einer Kontaktbahn von rd. 1100 Kontakten versehen, die auf einer Spirale angeordnet sind. Die Stufung der Regulierwiderstände ist so gewählt, dass die Drehzahl des



Bild 21. Tragbarer Steuerkasten für die Propellermotoren (Bild 26, Seite 568). 1 Ampèremeter der Propellermotoren, 2 Wattmeter der Propellermotoren, 3 Tachometer, 4 Drehzahlinsteller grob, 5 Drehzahlinsteller fein

Gebläsemotors proportional mit der Kontaktzahl zunimmt. Die Kontaktabnahme besorgt ein Dreharm, an dem ein radial verschiebbarer Kontaktschlitten angebracht ist. Bei konstanter

Winkelgeschwindigkeit des Dreharms ist die Schaltgeschwindigkeit am äusseren Rand der Spirale fünfmal grösser als am inneren Bogen. Da das Drehmoment des Gebläses und auch der Staudruck mit dem Quadrat der Drehzahl zunehmen, und die Kontaktbahn am äusseren Ende der Spirale beginnt, wächst beim Verstellen des Potentiometers der Staudruck nicht quadratisch, sondern eher linear mit der Verstellzeit, was für die Bedienung des Kanals von Vorteil ist.

Die Notabstellung 50 zum möglichst raschen Stilllegen des Gebläses kommt sowohl beim Ansprechen der Thermostaten seiner wichtigen Lager und des Umkehrgetriebes als auch beim Absinken des Oeldruckes

zur Wirkung, kann aber auch vom Bedienungspersonal durch einen Druckknopf am Steuerkasten und am Kommandopult ausgelöst werden. Sie soll im Störfall Schäden am Kanal oder Modell möglichst vermeiden und rechtfertigt daher besondere Massnahmen. Diese bestehen vor allem in der wesentlichen Erhöhung der Durchlaufgeschwindigkeit des Hauptpotentiometers durch kurzzeitige Ueberlastung des Verstellmotors, wodurch sich die Spannung an den Gleichstrom-Generatoren schnell verringert und der Gebläsemotor elektrisch abgebremst wird. Bei einer Notabstellung von der maximalen Betriebsdrehzahl aus wird in 30 Sekunden ein praktischer Stillstand des Gebläses erreicht ohne irgendwelche mechanische Bremsen zu verwenden.

Um die Betätigung der Notabstellung nur auf tatsächliche Störfälle zu beschränken, ist im Kommandoraum eine Verriegelung angebracht, die nach erfolgter Betätigung des Notknopfes die Steuerung sperrt und erst nach Drücken eines im Kommandopult eingebauten Deblocierknopfes wieder freigibt.

Die Windgeschwindigkeit ist bei voller Leistung so gross, dass im Kanal befindliche Personen gefährdet sind. Um irrtümliches Anfahren des Gebläses zu vermeiden, ist am Steuerkasten ein Schlüsselschalter 49 vorgesehen. Wer den Kanal betritt, nimmt den Schlüssel an sich und sperrt dadurch bis zu seiner Rückkehr die Steuerung.

#### D. Hilfsmaschinen

Die Schalt- und Steuer-Apparate für die Antriebsmotoren des Auffängers, des Zwischenstückes und der Hebebühne sind auf einer in der grossen Messhalle angeordneten Schalttafel (Bild 28) vereinigt. Die vier Auffängerklappen besitzen je einen eigenen Verstellmotor von  $2 \times 5,5, 12$  und  $24$  PS, wobei die grösste Leistung vom Motor der untern Klappe benötigt wird, um sie bei vollem Betrieb gegen den Luftstrahl zu heben. In jeder Stellung müssen sich die Klappen berühren. Die Stellung der Klappen gegeneinander wird durch Endschalter gesichert, die auf die Schützen der Verstell-

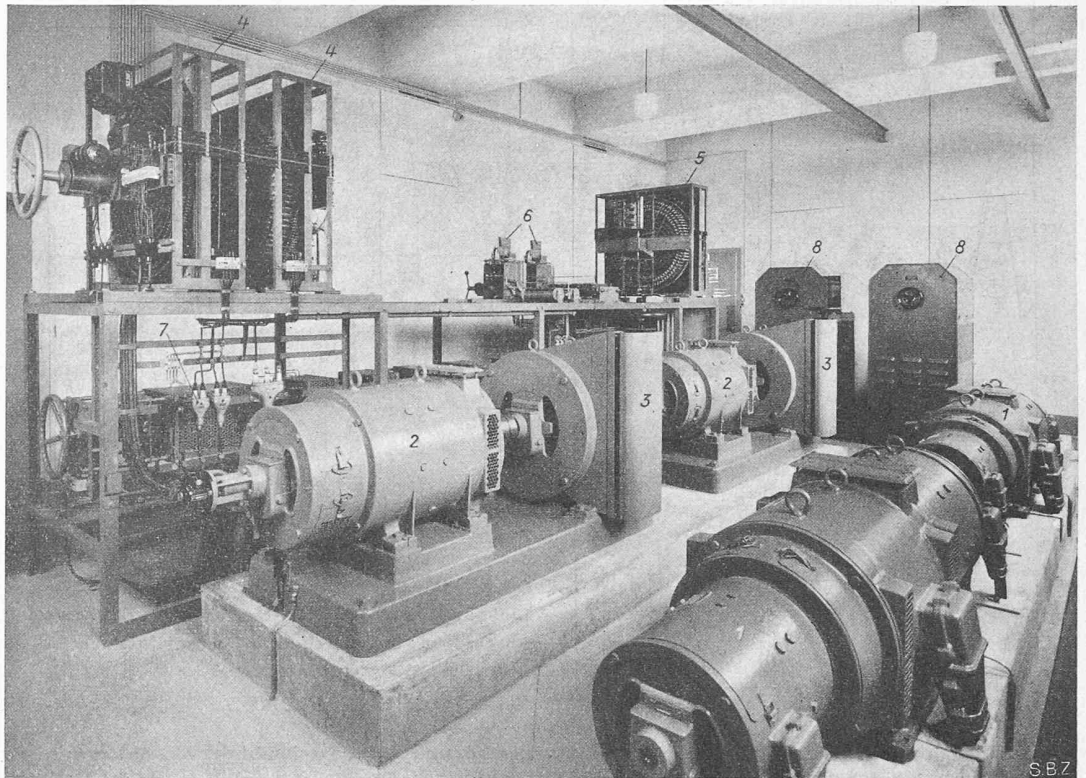


Bild 22. Regulier- und Hilfsaggregate. 1 Einwellen-Umformer Drehstrom-Gleichstrom, 2 Mittelfrequenz-Generatoren mit Gleichstromantrieb, 3 Wicklungsumschalter, 4 Hauptpotentiometer für den Antrieb des grossen Gebläses, 5 wie 4 für das kleine Gebläse, 6 Entregungsschalter, 7 Regulierapparate der Propellermotoren, 8 Oeldruck-Steuerfrequenzregler der beiden Gebläseantriebe

motoren wirken. Dank einer besondern Steuerschaltung ist ein Verklemmen der grossen Klappen beim Verstellen des Auffängers vermieden. Dabei hat man die untere Auffängerklappe als Leitklappe gewählt, deren Lage an einer Skala feststellbar ist. Beim Oeffnen wird durch Drücken des Steuerschalters in die Stellung «Oeffnen» zunächst die obere Auffängerklappe und nach fünf Sekunden die Leitklappe in Bewegung gesetzt. Nach Erreichen der gewünschten Marke wird der Steuerhebel in seine Mittellage gedrückt, worauf die Leitklappe stehen bleibt und die Seitenklappen sich bis zur Berührung mit dieser nach aussen bewegen. Anschliessend senkt sich die obere Klappe bis zur Berührung mit den Seitenklappen.

Beim Schliessen des Auffängers bewegen sich zuerst die beiden Seitenklappen nach innen. Mit fünf Sekunden Verzögerung folgt ihnen die Leitklappe, die auf die gewünschte Marke eingestellt wird. Nach Loslassen des Steuergriffs bewegen sich die Seitenklappen nach aussen bis zur Berührung mit der Leitklappe, worauf sich wie beim Oeffnen die obere Klappe in die richtige Lage senkt. Das Berühren der Auffängerklappen wird durch Verlöschen der vier auf dem Symbol in die Tafel eingebauten Signallampen angezeigt (Bild 28).

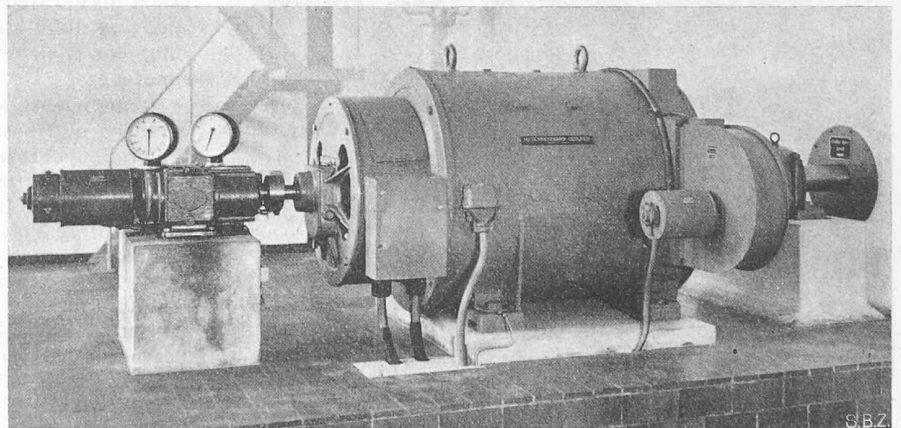


Bild 23. Antriebsmotor des kleinen Gebläses mit angebautes Ventilator zur Fremdbelüftung (rechts) und Reguliergetriebe mit Steuerfrequenzgenerator (links)

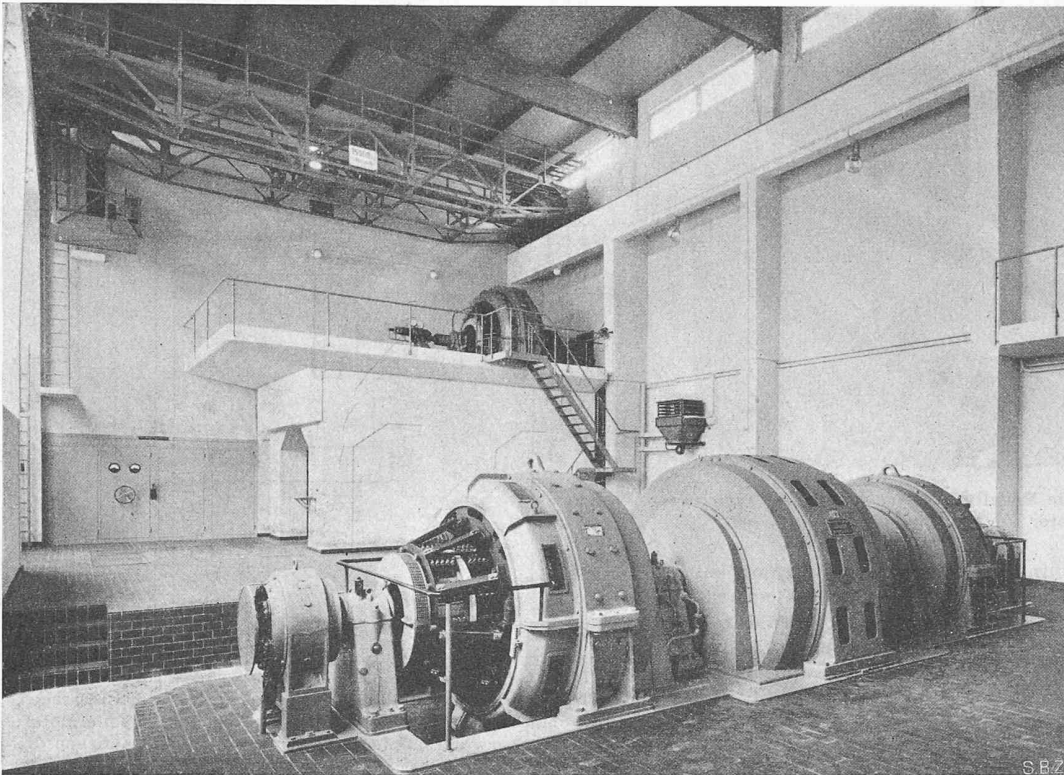


Bild 24. Maschinensaal. Vorn die Umformergruppe des grossen Gebläses, dahinter verdeckt der Antriebsmotor des kleinen Gebläses (Bild 23), auf dem Podest der Antriebsmotor des grossen Gebläses (Bild 25), an der hintern Wand links 3000 V-Verteilanlage

Das Zwischenstück wird durch je einen auf jeder Seite angeordneten Motor von 2 PS bewegt, der über ein Schneckengetriebe die Laufrolle antreibt (Bild 10). Eine Schleifleitung dient zur Stromzuführung. Um ein weiches Anfahren und ein genaues Einfahren des Zwischenstückes zu erreichen, sind die Motoren polumschaltbar ausgeführt; ein durch Anschläge betätigter Umschalter verringert die Fahrgeschwindigkeit in der Nähe der Endlagen im Verhältnis von 1:3.

Da die Plattform der Hebebühne in ihrer obersten Stellung in das Zwischenstück hineinragt, ist durch eine Verriegelung dafür gesorgt, dass das Zwischenstück nur bei gesenkter Hebebühne ausgefahren werden kann und dass andererseits die Hebebühne nur bei vollständig eingefahrenem oder vollständig ausgefahrenem Zwischenstück gehoben werden kann.

#### E. Elektrische Ausrüstung des kleinen Windkanals

Die Steuerung des kleinen Windkanals ist grundsätzlich gleich wie die des grossen. Die Leonardgruppe ist jedoch mit

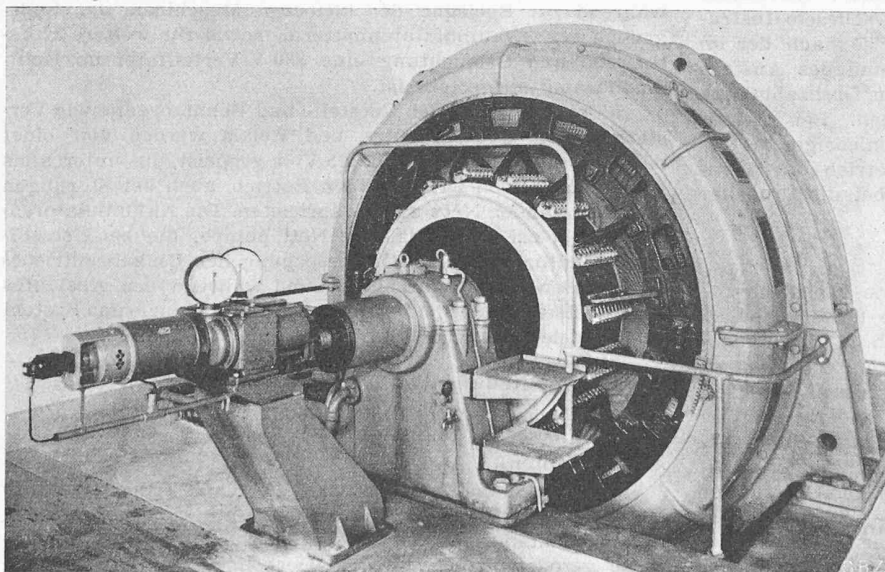


Bild 25. Betriebsmotor des grossen Gebläses mit angebaubtem Reguliergetriebe, Kontrolltachometern und Steuerfrequenzgenerator

einem Asynchronmotor mit Zentrifugalanlasser ausgerüstet, so dass der Anlauf durch direktes Einschalten des Hauptschalters ohne weitere Schaltmanöver vorgenommen werden kann. Entsprechend der geringeren Leistung ist nur ein Gleichstromgenerator vorgesehen. Die Umformergruppe ist für eine Drehzahl von 1480 U/min bei Vollast gebaut und weist einen gemeinsamen Erreger für den Gleichstromgenerator und den Gleichstrommotor auf. Die Drehzahl der kleinen Umformergruppe variiert im Gegensatz zur grossen nicht nur bei Frequenz-, sondern auch bei Spannungsänderungen des Netzes. Zur Korrektur der Erregung des Gebläsemotors dient ein Frequenz- und ein Netzspannungsregler, durch den sich Netzstörungen fast nicht auf den Gebläsemotor auswirken können. Die übrige Steuerung entspricht in ihrer Ausführung weitgehend

der des grossen Kanals, wobei aber auf eine Druckölschmierung der Lager verzichtet werden konnte. Der Gebläsemotor ist mit Fremdbelüftung durch zwei angebaute Ventilatoren ausgerüstet, die beim Einschalten der Umformergruppe automatisch in Betrieb kommen (Bild 23). Ein Ausfallen der Ventilatoren wird durch Hupensignal und eine rote Klappe an der Schalttafel im Kommandoraum gemeldet.

#### F. Motoren für Modellpropeller

Die Antriebsmotoren für Modellpropeller (Bild 26), stellten besonders schwierige konstruktive Probleme. Das Pflichtenheft verlangte, dass der Motor von 31 PS bei 3800 U/min einen maximalen Aussendurchmesser von nur 170 mm, während der 76 PS-Motor für 2350 U/min einen solchen von nur 240 mm haben durfte.

Um diese Leistungen in den vorgeschriebenen Durchmesser unterzubringen, wurden zwei schnellaufende, mit erhöhter Frequenz gespeiste, wassergekühlte Asynchronmotoren entwickelt, die mit einem zweistufigen koaxialen Reduktionsgetriebe zusammengebaut sind. Die Rotoren sind mit einem Kurzschlussanker und massivem Eisen ausgeführt. Die maximale Drehzahl des kleineren Motors beträgt 10 600 U/min, die des grösseren 7050 U/min. Eine weitere Erhöhung der Motordrehzahl hätte, wie eingehende Studien zeigten, keine Vorteile mehr gebracht, da die erzielbare höhere Leistung bei gleichem Volumen durch den schlechteren Wirkungsgrad des dann notwendigen mehrstufigen Getriebes wieder ausgeglichen worden wäre. Die Motoren sind mit einer vierpoligen Statorwicklung ausgeführt und benötigen für die maximale Drehzahl eine Frequenz von 360 Hz. Für andere Versuche, bei denen kleinere zweipolige Motoren für Drehzahlen bis zu 21 000 U/min benötigt werden, kann daher die gleiche Frequenzumformeranlage verwendet werden.

Die Propellermotoren werden je nach den Versuchsbedingungen mit verschiedener Drehzahl und verschiedener Lastcharakteristik betrieben. Um eine mög-

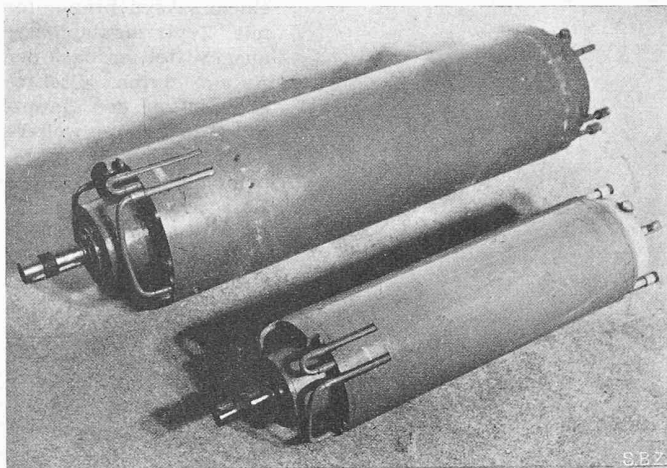


Bild 26. Antriebmotoren für die Modellpropeller, vorn Motor für 31 PS bei 3800 U/min, hinten Motor für 76 PS bei 2350 U/min

lichst universelle Verwendung der Frequenzumformer zu haben, wurden Generatoren mit Antrieben in Ward-Leonardschaltung gewählt (Bild 27). Die Drehstrommotoren 1 mit Gleichstromgeneratoren 2 und zugehörigen Erregern 3 sind als Einwellenaggregate ausgeführt. Die Antriebsmotoren 4 sind direkt mit den Drehstromgeneratoren 5 gekuppelt, die Frequenzen von 10 bis 360 Hz erzeugen.

Die Mittelfrequenz-Generatoren der Umformergruppe haben je eine Leistung von 37 kVA und arbeiten entweder auf je einen Propellermotor von 31 PS oder speisen parallelgeschaltet den 76 PS-Motor. In diesem Fall wird durch die angebaute Umschaltwalze, die Spannung im Verhältnis 1:2 erhöht, da mit Rücksicht auf eine möglichst platzsparende Wicklung die Spannung dieses Motors 220 V bei 3400 U/min und 380 V bei 7050 U/min beträgt.

Die Drehzahl wird im untern Bereich durch Veränderung der Klemmenspannung des Gleichstrommotors, im obern Bereich durch dessen Feldschwächung eingestellt. Da gleichzeitig die Erregung des Drehstromgenerators mit der Drehzahl geändert werden muss, um für alle Drehzahlen die optimale Leistung der Propellerantriebe zu erhalten, wurde eine Kombination von drei mechanisch gekoppelten Widerständen gewählt, die durch einen Fernantrieb gleichzeitig verstellt werden (Bild 22). Im Parallelbetrieb der Maschinengruppen werden zur Speisung des 76 PS-Motors die beiden Regulieraggregate mechanisch gekuppelt.

Die Propellermotoren werden von einem tragbaren Steuerkasten aus gesteuert, ähnlich wie beim Gebläsemotor (Bild 21). Hier stellt man mit einem Schwenkschalter die Motordrehzahl ein, die gleichzeitig am eingebauten Tachometer abgelesen werden kann. Ein ebenfalls eingebauter Wattmeter zeigt den Belastungszustand des Motors an. Diesem Instrument kommt besondere Wichtigkeit zu, da je nach der im Kanal herrschenden Windgeschwindigkeit und des Anstellwinkels die Modellpropeller bei der gleichen Drehzahl ganz verschiedene Lastmomente erzeugen können. Bei grosser Windgeschwindigkeit, kleiner Steigung und niedriger Motordrehzahl ist unter Umständen sogar ein Betrieb der Asynchronmotoren als Generatoren möglich, wobei die Propeller durch den Luftstrom angetrieben werden.

### G. Kommandoraum

Alle Regulier- und Steuerapparate, sowie sämtliche für die Kontrolle notwendigen Messinstrumente beider Gebläseantriebe und der Modellpropellerantriebe sind im Kommandoraum auf zwei Schalttafeln und zwei Steuerpulten vereinigt. Bild 29 zeigt die Tafel und das Pult des grossen Gebläses. In der Schalttafel sind in den zwei linken Feldern oben die Spannungsregler der Erregermaschinen, darunter der  $\cos \varphi$ -Regler des Synchronmotors und der Netzfrequenzregler angeordnet. Jeder Regler kann durch einen zugehörigen Umschalter ausser Betrieb gesetzt werden. Das nächste Schalttafelteil enthält die Schutzrelais der Umformergruppe und die zugehörigen Signalrelais zur Störungsanzeige. Das rechte ausgebaute Feld ist von der Temperaturfernmess-Einrichtung besetzt, sowie durch weitere Signalrelais, die unzulässige Lager-

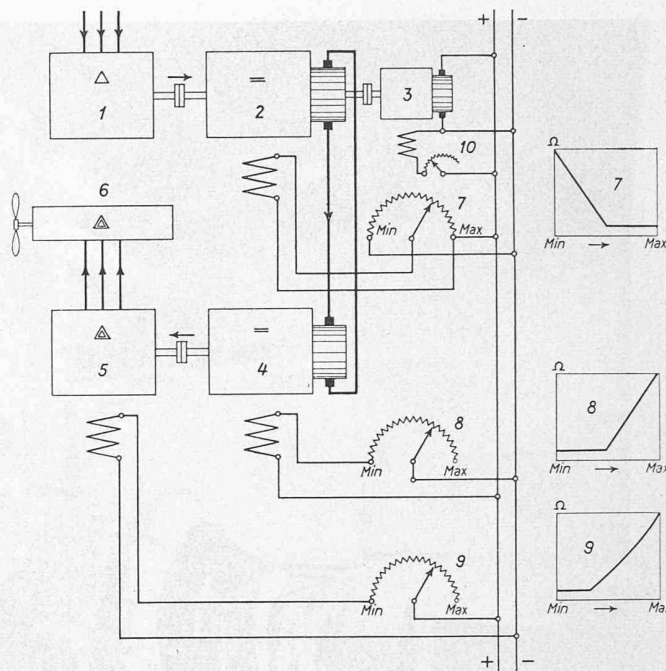


Bild 27. Prinzipschema des elektrischen Antriebes für den Modellpropeller. 1 Drehstrommotor, 2 Gleichstromgenerator, 3 Erreger, 4 Antriebmotor zu 5, 5 Drehstromgenerator, 6 Propellermotor, 7 bis 10 Regulierwiderstände zu 2, 4, 5 und 3, rechts daneben die Widerstands-Charakteristiken

temperaturen der Gebläselager und des Umkehrgetriebes anzeigen.

Die Anordnung der Apparate im Steuerpult ist ganz analog der Schalttafelanordnung. Ganz links sind die Messinstrumente des Synchronmotors, in der Mitte des linken Pultfeldes die Ueberwachung der Umformergruppe, rechts die Instrumente des Gebläsemotors angeordnet. Die Pultplatte enthält die Steuerschalter zum Anlassen der Umformergruppe, sowie zur direkten Regelung der Gebläsedrehzahl von Hand. Das mittlere Pultfeld ist für die Kontrolle der Schmieröversorgung reserviert und enthält die Schalter für die Heizung und Kühlung des Schmieröls, sowie einen Notknopf und den Deblockierknopf zum Lösen der bei einer Notabstellung wirkenden Verriegelung der Steuerung. Die rechte Hälfte von Pult und Schalttafel ist für einen weiteren Ausbau des Gebläseantriebes mit einer weiteren Maschinengruppe frei.

### H. Die Energieversorgung

Die gesamte Anlage erhält elektrische Energie von der benachbarten Transformerstation über Kabel mit 3000 und 380/220 Volt. Für die Umformergruppen der Windkanäle besteht eine 3000 Volt-Verteilanlage im Maschinensaal (Bild 24), während zur Speisung der kleineren Maschinen, der Ladegruppe der Akkumulatorenatterie, sowie für weitere Hilfsbetriebe und Beleuchtung eine 380 V-Verteiltafel im Kommandoraum aufgestellt ist.

Sämtliche wichtigen Verstell- und Schutzorgane wie Verstellmotoren, Steuerschütze und Relais werden von einer Akkumulatorenatterie von 125 Volt gespeist, um unter allen Umständen einen zuverlässigen Betrieb auch bei Störungen im versorgenden Netz zu gewährleisten. Die Akkumulatorenatterie speist ebenfalls eine Notölpumpe, die bei Netzstörungen automatisch die Ölversorgung des Umkehrgetriebes am grossen Kanal übernimmt und während des Auslaufes des Gebläses die nötige Schmierung sichert, sowie das System der Notbeleuchtung in allen wichtigen Räumen.

### IV. Die bauliche Gestaltung

Von Chef-Arch. J. VETTERLI und Dipl. Ing. R. DIEM der Firma Locher & Cie. Zürich.

#### A. Hochbauten

Die Windkanalanlage sowie die schon früher erstellte Motorenprüfstation befinden sich abseits vom eigentlichen Flugplatz Emmen im Schiltwald, der zu diesem Zwecke teilweise gerodet werden musste. Dort liegen die Anlagen in natürlicher Deckung gegen Sicht von der Strasse und aus der Luft, ohne besondere Tarnung.

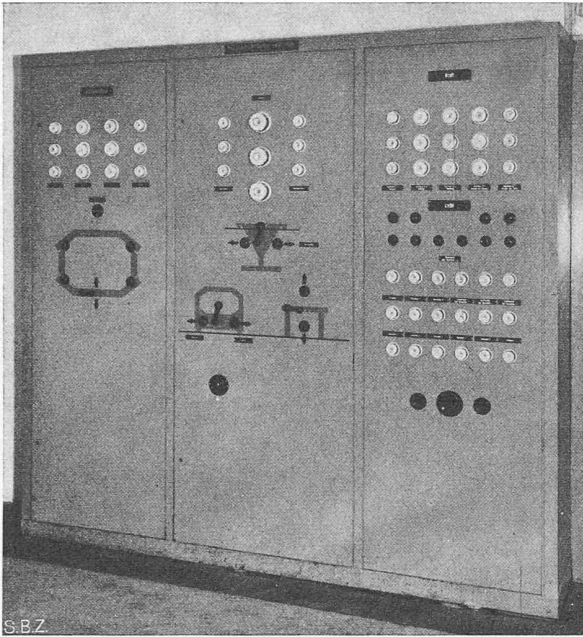


Bild 28. Schalttafel für die Hilfsantriebe des grossen Windkanals in der Messhalle. Die aufgemalten Symbole bedeuten die verstellbaren Objekte und zeigen ihre Bewegungsrichtung an

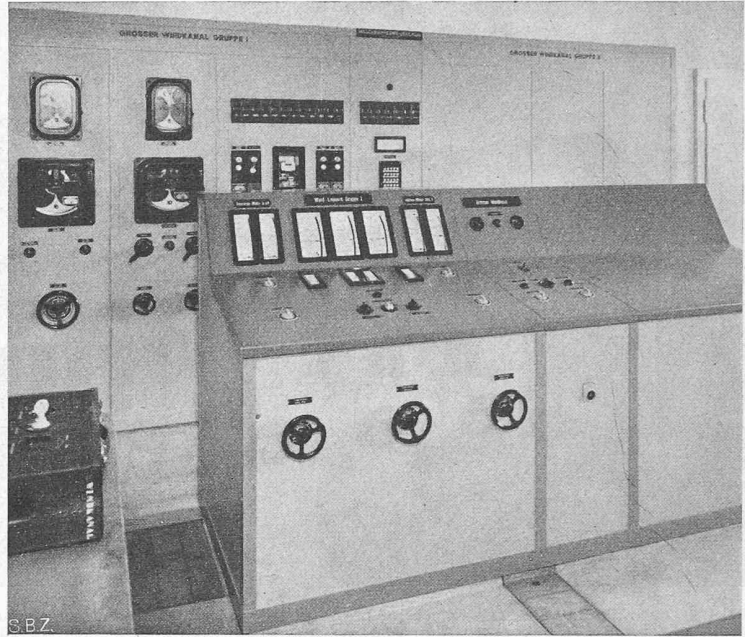


Bild 29. Schalttafel und Steuerpult des grossen Gebläses im Kommandoraum

Die Windkanalanlage ist ein Komplex von verschiedenen Baukörpern. Ausser dem grossen und dem kleinen Windkanal gehören dazu: die Maschinenhalle mit Anbauten für die 3 kW Schaltanlage und das kleine Maschinenhaus mit Kommandoraum, eine kleine Messhalle mit Messraum und Trudelturm, eine grosse Messhalle mit Messraum, Auffängerhalle und Modellager, sowie Bureaugebäude mit Verbindungsgang und Verbindungssteg.

Das Bureaugebäude steht in direkter Verbindung mit dem Trudelturm, dem kleinen Messraum und dem Kommandoraum. Es ist ferner durch den Verbindungsgang im Untergeschoss mit der grossen Messhalle und durch den weitgespannten Verbindungssteg mit dem grossen Messraum verbunden. Der kleine und der grosse Windkanal sind an die Maschinenhalle angeschlossen und stehen mit den Messhallen und Messräumen in direkter Verbindung.

Bei der Gestaltung der Gebäude war man bestrebt, gegen den Eingang und den grossen Vorhof architektonisch gute Fronten zu erhalten, weshalb dort hierfür geeignete Gebäudegruppen angeordnet wurden, nämlich die Maschinenhalle, die kleine Messhalle, der Trudelturm und das Bureaugebäude (Bild 30).

Die Ausführung der Bauten fiel in die Zeit der Zement- und Eisenrationierung und des allgemeinen Baumaterialmangels. So musste namentlich mit den Eisenbetonkonstruktionen äusserst gespart werden, weshalb z. B. sämtliche Dächer aus Holz erstellt wurden. (Pfetten und Sprossen in Normalkonstruktion, die Binder der Hallen mit grossen Spannweiten in gelemtem System). Die Fassaden bestehen hauptsächlich aus Backsteinmauerwerk, mit Ausnahme einiger aus statischen Gründen in Eisenbeton erstellter Pfeiler. Ausserdem sind die Zwischendecken des Bureaugebäudes, der Messräume und des Trudelturmes, sowie die Treppen in Eisenbeton ausgeführt, da die grossen Nachteile des Holzes in diesen Fällen nicht in Kauf genommen werden konnten. Die Ausführung des Dachbelages und der Spenglerarbeiten bot wegen Fehlens geeigneter Materialien bedeutende Schwierigkeiten.

Der Lärm in den Messräumen, der durch die Gebläse und die Luftströmung in den Kanälen entsteht und das Arbeiten in diesen Räumen sehr erschwert hätte, ist durch Auskleiden der Decken und grosser Wandteile mit Schallschluckplatten erfolgreich bekämpft worden. Die grossen Hallen, die Treppenhäuser und die Bureaux werden ausschliesslich durch Seitenlicht, d. h. durch die Fenster der Fassaden belichtet. Oberlichter wurden gespart. Für die künstliche Beleuchtung sind in den Bureaux indirekte Leuchten und in den Hallen Strahler und zum Teil direkte Arbeitsplatzbeleuchtungen eingerichtet worden.

## B. Bodenverhältnisse und Foundationen

Ueber einer dünnen Humus- und Lehmschicht befindet sich in geringer Tiefe kiesiger Boden mit eingebetteten Sandlinsen. Der höchste Grundwasserspiegel liegt etwa 60 cm unter der Oberfläche, der mittlere etwa 70 cm tiefer. Die zulässige Bodenpressung wurde zu  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  festgesetzt. Sämtliche Fundamente liegen auf der tragfähigen Kiesschicht; angeschnittene Sandlinsen wurden entfernt. Die Fundamente sind grösstenteils in Stampfbeton ausgeführt. Eine durchgehende doppelte Dachpapplage verhindert das Aufsteigen von Feuchtigkeit.

## C. Die einzelnen Bauten

### 1. Grosser Windkanal

Die armierte Betonkonstruktion des Windkanals hatte folgenden Anforderungen zu genügen:

1. Die Innenfläche des Kanals und die Oberfläche der Umlenkschaufeln müssen ganz glatt sein.
2. Das Innere des ganzen Kanals muss staubfrei sein wegen Erosionsgefahr an den dem Luftstrahl ausgesetzten Holzmodellen und Gebläseflügeln.
3. Betonwände und Fugen müssen luftdicht sein.
4. Die Konstruktion muss einem Innendruck von 216 bis  $384 \text{ kg/m}^2$  (je nach Querschnitt) standhalten.
5. Sie muss weiter Temperaturdifferenzen zwischen  $-20^\circ \text{ C}$  bei Stillstand im Winter und max.  $+60^\circ \text{ C}$  bei Betrieb gewachsen sein. Der Kanal weist teils runden, teils rechteckigen Querschnitt auf. Dazwischen liegen langgezogene Uebergänge und Ausrundungen in den Ecken.

Mit Rücksicht auf die Rundeisenknappheit wurden Boden und Wände des Kanals als Platten ausgebildet, die Decke als Plattenbalken, teils mit gebogenen Rippen. Von einem Verputz der Innenseiten wurde mit Rücksicht auf die Gefahr des Lösens infolge der grossen Temperaturdifferenzen abgesehen. Die Schalungen mussten deshalb besonders sorgfältig ausgeführt werden, um eine genügend glatte Oberfläche des Kanalinnern zu erhalten, was hauptsächlich an den Querschnittsübergängen und Umlenkschaufeln zu beachten war. So hat man sämtliche Innenflächen des Kanals mit gehobelter Schalung ausgeführt und die verbleibenden Ueberzähne nachträglich abgestossen und geglättet. Die Umlenkschaufeln sind an Ort und Stelle hergestellt worden. Verschiedene Versuche ergaben, dass sich Sperrholzplatten als Schalung für diese Bauteile gut eignen. Ein nachträglich mehrfach aufgetragener Spezialanstrich mit einem speziell für diesen Zweck ausgearbeiteten und unter Betriebsbedingungen ausprobierten Asphaltprodukt bezweckte die weitere Glättung der Oberfläche, das Ausfüllen einzelner Luftporen im Beton und die Verhinderung von Staubbildung und damit von Erosionen während des Betriebes. Die Luftdichtheit der Wände wurde durch geeignete Kornzusammensetzung der Zuschlagmaterialien und



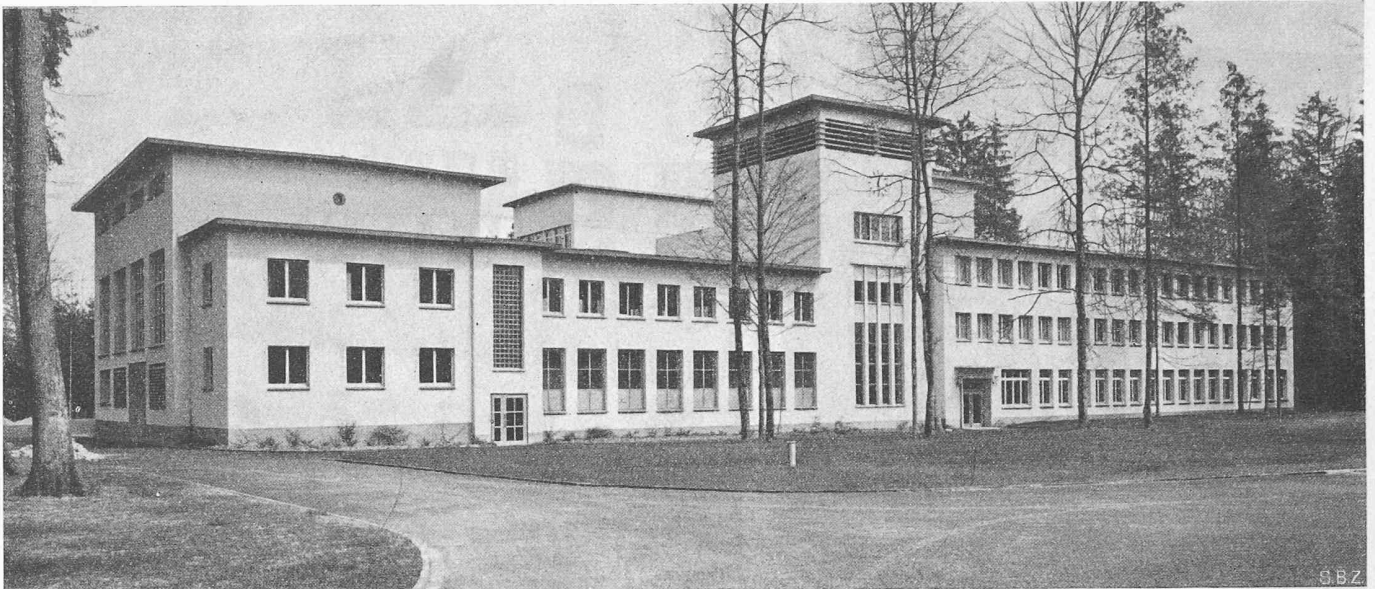


Bild 30. Windkanal der Kriegstechn. Abteilung in Emmen, Ansicht der Gesamtanlage von Südosten. Links Maschinensäle, anschliessend kleiner Windkanal, dahinter grosse Messhalle, rechts Trudelturm und Bureaubäude

Vibration sämtlicher Betonteile in einwandfreier Weise erreicht.

Die grossen Abmessungen und die hohen Temperaturdifferenzen bedingen die Unterteilung des Kanals durch Dilatationsfugen, die ebenfalls den Anforderungen an Luftdichtheit zu genügen hatten. Sämtliche Fugen sind innen durch Schleppbleche überdeckt, die durch den inneren Ueberdruck bei Betrieb an die glatten Betonoberflächen angepresst werden. Die äussere Ueberdeckung erfolgte auf der Decke und an den Wänden durch einen zweiten, beidseitig in Nuten befestigten gefälzten Blechstreifen. Die fein ausgezogenen Kanten der Umlenkschaukeln sind in Blech ausgeführt. Sie wurden nachträglich versetzt und an die Betonkonstruktion angeschlossen.

Die Fundamente unter den im Innern des Windkanals stehenden Lagerböcken sind durch kräftige Rippen miteinander und mit dem Fundament des Antriebsmotors verbunden. Der Windkanal liegt im Freien und ist nicht überdeckt. Ein Dach lässt sich später, wenn nötig, ohne weiteres anbringen.

## 2. Kleiner Windkanal

Die Anforderungen hinsichtlich Oberflächenglätte, Staubfreiheit, luftdichter Ausbildung des Betons, Innendruck und Temperaturdifferenzen sind hier die selben, wie beim grossen Kanal. Der kleine Kanal ist auf seiner ganzen Länge überdeckt. Boden, Wände und Decke sind als gerade, bzw. gekrümmte Platten von veränderlicher Stärke ausgebildet.

Die wesentlich kleineren Umlenkschaukeln konnten mit Sperrholzschalungen liegend vorbetoniert und die nicht geschaltete Oberfläche frisch auf frisch abgeglättet werden. Sie wurden nach dem Erhärten mit dem Kran versetzt, wobei

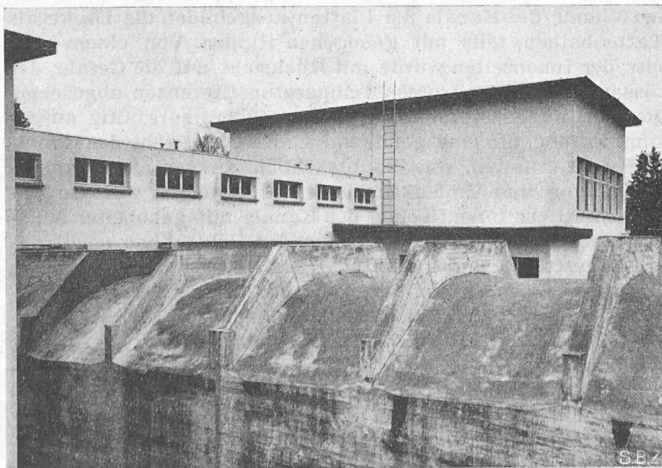


Bild 31. Verbindungssteg, darunter grosser Windkanal; hinten grosse Messhalle, ganz rechts Trudelturm

die beiderseits vorstehenden Armierungseisen die nötige Verbindung mit Decke und Boden ergaben.

Ueber der drehbaren Umlenkecke wurde im ersten Stock der kleinen Messhalle die Trudeldüse in armiertem Beton erstellt. Deren unterer lichter Querschnitt bildet ein Quadrat von 4,40 m Seitenlänge, der obere einen Kreis von 3,00 m Durchmesser. In den Schnitten durch die Vertikalaxe ist die innere Begrenzung S-förmig gekrümmt, Höhe rd. 3,50 m. Da die Uebergänge gleichmässig ausgebildet werden mussten, um einen störungsfreien Abfluss des Luftstromes zu erzielen, erforderte die Herstellung dieses in zwei Richtungen gekrümmten Konstruktionsteiles sehr komplizierte Schalungen.

## 3. Grosse Messhalle

Dieser Bau ist einstöckig ausgebildet, mit Ausnahme des Teils über der Messstrecke, wo sich im 1. Stock der Messraum und die aufgehängte Messbühne befinden. Damit keinerlei Erschütterungen auf die Messbühne übertragen werden, war ihre 12 m über Boden liegende Aufhängung sehr stabil auszubilden. Hierzu wählte man hohe und massive Träger in Eisenbetonrahmenkonstruktion (Bild 11). Der einstöckige Teil der Messhalle weist Eisenbetonstützen und ein Holzdach mit verleimten Bindern auf. Die Fassaden sind in Backstein ausgeführt.

## 4. Kleine Messhalle und Trudelturm

Die Fundamente sind in Stampfbeton erstellt, die Stützen, sowie die Decke über Parterre in armiertem Beton. Die Messvorrichtung ist an zwei massiven Eisenbetonbalken aufgehängt, die mit der hölzernen Dachkonstruktion in Verbindung stehen. Die drei Zwischendecken im Trudelturm bestehen ebenfalls aus Eisenbeton.

## 5. Die Maschinenhalle

Die Maschinenhalle enthält zwei Umformerguppen, sowie den grossen und den kleinen Gleichstrommotor für den Antrieb der Gebläse der beiden Windkanäle (Bild 24). In den beidseitigen Anbauten sind die 3000 V-Schaltanlage sowie der Apparat- und Kommandoraum untergebracht.

Die Fundamente mit den erforderlichen Kabel- und Leitungskanälen, sowie den unter dem Hallenboden angeordneten Luftkanälen erforderten komplizierte, aber nicht schwierig auszubildende Konstruktionen in Stampf- und armiertem Beton. Mit Rücksicht auf den hohen Grundwasserspiegel wurde der Hallenboden rund 1 m über Erdoberfläche angeordnet, wodurch die teuren Isolationen der Luftkanäle wegfielen.

Der Antriebsmotor für den grossen Windkanal liegt auf einem massiven armierten tischartigen Betonfundament, dessen Oberkante sich 4,20 m über dem Hallenboden befindet. Es ist, wie bereits erwähnt, mit den Fundamenten der Lagerböcke unter dem grossen Windkanal verbunden. Bei der Ausbildung des Fundamentes wurde darauf Rücksicht genommen, dass dessen Eigenschwingungszahlen nicht mit den Betriebsdrehzahlen zusammenfallen.

## 6. Bureaugebäude.

In diesem dreistöckigen Gebäude sind lediglich die Decken und das Treppenhaus in armiertem Beton hergestellt. Die Decken wurden mit Rücksicht auf möglichst geringen Verbrauch an bewirtschafteten Materialien als Schilfrohr-Hourdiskonstruktion ausgebildet. Dagegen ist der über einem Hohlraum von 1 m Höhe liegende Parterreboden massiv gebaut.

Ein begehbare Leitungskanal verbindet die Transformatorstation des Motorenprüfstandes mit der grossen Messhalle. Er liegt ganz unter dem Boden und wurde mit Rücksicht auf den hohen Grundwasserspiegel mit zwei Lagen Bitumengewebeplatten isoliert. Diese Platten liegen zwischen einer äusseren armierten Betonwanne und einem inneren geschlossenen Kasten in armiertem Beton. Dieser Kanal, sowie einzelne tiefer gelegene Fundamenteile mussten unter Wasserhaltung ausgeführt werden.

Das Treppenhaus des Bureaugebäudes und der Messraum der grossen Messhalle sind durch einen freitragenden Gang von 17,60 m Spannweite miteinander verbunden. Dieser Gang kreuzt den grossen Windkanal etwa 12 m über Boden (Bild 31). Boden und Wände sind in Eisenbeton ausgebildet, die Dachkonstruktion in Holz. Die Wände wirken als Träger.

(Fortsetzung folgt)

## MITTEILUNGEN

**Amerikanische Normen für Tiefbohrgeräte.** Im Zusammenhang mit dem Aufsatz über Erdölbohrungen in USA (S. 563) teilt Dr. J. Kopp über moderne Bohrgeräte, die 5000 bis 6000 Meter tief bohren können, folgendes mit: Der Bohrturm ist nach den Normen des Amerikanischen Petroleum-Institutes für eine Tragfähigkeit von 360 t gebaut; er ist 54 m hoch und weist eine quadratische Grundfläche mit einer Seitenlänge von 10 m auf. In ihm können drei zusammengeschraubte Bohrgestänge abgestellt werden. Der Turmunterbau ist 3 m hoch und so gebaut, dass die innere Last auf die vier Eckpfeiler übertragen wird, die je 680 t zu tragen vermögen. Die Eisenkonstruktion, die den Drehtisch trägt, muss eine ruhende Belastung von 200 t und eine wechselnde Belastung von 270 t ertragen. Eine Tragfähigkeit von 1360 t ist für die Belastung durch das in den Turm hineinzustellende Bohrgestänge vorgesehen. Die Turmrollen müssen für 350 t bemessen sein, der Flaschenzug für 300 t. Der Spülkopf hat eine Sicherheitstragfähigkeit von 200 t; er läuft mit 150 U/min um. Der Spülschlauch und das Bohrgestänge haben einen Durchmesser von 115 mm. Das Abschrauben des Bohrgestänges erfolgt maschinell. Die Kraftmaschine für das Hebewerk weist eine Leistung von 1500 PS auf. Das Hebewerk muss für eine Belastung von 300 t gebaut sein und wird über eine Transmission angetrieben. Der Drehtisch benötigt eine Leistung von 250 PS. Drei Duplex-Schlammumpfen von je 400 PS Antriebsleistung bedienen das Dickspülungssystem der Bohrung. Durch das Einführen einer geeigneten Spülflüssigkeit während dem Bohren wird die Temperatur an der Bohrstelle herabgesetzt und die Reibung vermindert; die im Bohrloch aufsteigende Spülflüssigkeit bringt das weggebohrte Gestein herauf, so dass während dem Bohren ein ständiger Flüssigkeitskreislauf besteht.

**Eidg. Technische Hochschule.** Die Vorlesungen des Wintersemesters beginnen am 19. Oktober. Aus dem Programm der Allg. Abteilung für Freifächer erwähnen wir als neue Vorlesungen: Le monde de Balzac; Questions littéraires de ce temps (Clerc). Aktuelle Dramen der Zürcher Bühne; Spanische Themen in deutschem Gewand (Ernst). Der dichterische Stil der Lebensalter; Friedrich Schiller (Schmid). Einführung ins Englische; Shakespeare: The Great Tragedies; Reading of Modern English Prose (Wildi). Grazia Deledda e Luigi Pirandello; Commedia e tragedia: Goldoni e Alfieri (Zoppi). Neueste Schweizergeschichte seit 1900; Staat und Krieg in Geschichte und Gegenwart (G. Guggenbühl). La Grande Bretagne depuis 1815; Ursachen des Weltkrieges von 1914 (de Salis). Grosse amerikanische Präsidenten von George Washington bis Franklin D. Roosevelt (Weiss). Sonate und Sinfonie vor Beethoven; Mozart, Leben und Schaffen (Cherbuliez). Mechanisierung, Kunst und Lebensform (Giedion). Geschichte der graphischen Künste seit Rembrandt (Gradmann). Grundlinien der Architektur des 19. und 20. Jahrhunderts (Peter Meyer). Ausser diesen neuen Vorlesungen der Unterabteilung XIA werden auch an der Unterabteilung XII B

(Mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Unterabteilung) viele neue Vorlesungen geboten, worüber das auf der Rektoratskanzlei erhältlich Programm Auskunft gibt.

**Spezielschweisskurs.** Der Schweizerische Acetylenverein veranstaltet vom 18. bis 23. Oktober 1948 in seinem Institut in Basel, St. Albanvorstadt 95, einen ganztägigen Spezialschweisskurs für Ingenieure und Techniker. Dieser Kurs, der für Vereinsmitglieder 90 Fr. und für Nichtmitglieder 120 Fr. kostet, ist bestimmt für Fachleute, die die Grundlage des Schweissens bereits kennen und sich über die Anwendung und Ausführung der Schweiss-, Schneid- und Lötverfahren an Stahl und Nichteisenmetallen orientieren wollen. Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten des Schweissbrenners, so z. B. für Reparaturen (Lotschweissen an Grauguss), autogene Pressschweissung, Oberflächenhärtung sowie für Wärmezwecke, werden ebenfalls theoretisch und praktisch behandelt. Ueber Kalkulation, Schweissnormen usw. sind besondere Vorträge vorgesehen. Das ausführliche Programm ist beim Schweizerischen Acetylenverein erhältlich.

**Speicherkraftwerk Mauvoisin** (Mitteilung der Elektrowatt, Zürich). Der Staatsrat des Kantons Wallis hat in seiner Sitzung vom 7. September 1948 die von den zuständigen Gemeinden der Société des Forces Motrices du Val de Bagnes für das Werk Mauvoisin erteilten Konzessionen homologiert (s. SBZ 1948, Nr. 22). Dadurch stellt sich dieses Bauvorhaben in die vorderste Reihe der in der Schweiz gegenwärtig studierten Projekte für Grossakkumulierwerke. Zur Zeit werden umfangreiche geologische Untersuchungen und Sondierungen ausgeführt, deren bisherige Ergebnisse günstig lauten. Die endgültigen Resultate dieser Sondierungen sind in kürzester Frist zu erwarten.

**Eine gekrümmte Eisenbeton-Strassenbrücke**, mit einem einzigen, kastenförmigen Mittellängsträger von  $1,80 \times 2,70$  m Querschnitt, ist in «Eng. News Record» vom 10. Juni mit allen wünschenswerten Einzelheiten dargestellt. In Talmitte ist der total etwa 300 m lange Mittelträger alle 24,5 m durch hohle Rundsäulen  $\varnothing 2,10$  m unterstützt. Die 7,8 m breite Fahrbahn krägt beidseitig vom Mittelträger flügelartig aus und weist über jeder Stütze eine Querruge auf. Die originelle Lösung, die bei der Eingabe der billigste Vorschlag war, macht einen ausserordentlich flüssigen, eleganten Eindruck.

**Kurse für berufliche Weiterbildung** der Gewerbeschule Zürich beginnen am 25. Oktober, die Anmeldung hat am 13. Oktober zu geschehen. Alle Einzelheiten sind bei der Schule zu erfahren. Besonders sei hingewiesen auf die Kurse «Zeichnen für Bauleute» von F. Mössinger und «Zeichnen von Eisenbetonschalungen» von E. Notz.

**Eine Nachweisstelle für technische Literatur** ist neu gegründet worden in Leiden (Holland) unter dem Namen Bibliographia Internationalis Brill. Diese Firma liefert für 20 holl. Gulden pro Jahr monatlich eine Uebersicht aller neu erscheinenden Literatur.

**Das Rammen schwerer Stahltragpfähle** ist von Obering. H. Ackermann in der «Schweiz. Techn. Zeitschrift» vom 3. Juni an Hand von drei Ausführungsbeispielen sowohl vom theoretischen wie vom praktischen Gesichtspunkte aus äusserst gründlich behandelt.

**Tunneldichtungen.** Die verschiedenen Arten von Tunnel- und Stollen-Dichtungen sind im Juli-Heft von «Travaux» übersichtlich zusammengestellt, wobei insbesondere auf die mannigfaltigen Anwendungen der Sika-Produkte hingewiesen wird.

## WETTBEWERBE

**Primarschulhaus und Turnhalle in Kreuzlingen.** Die Schulgemeinde Kreuzlingen eröffnet einen öffentlichen Wettbewerb für ein Primarschulhaus mit Turnhalle im Schoderbachareal. Teilnahmeberechtigt sind die im Kanton Thurgau heimatberechtigten oder seit 1. Januar 1947 dort niedergelassenen Architekten. Fachleute im Preisgericht sind: A. Keller Müller, Arch., Winterthur; E. Bosshardt, Arch., Winterthur; W. M. Moser, Arch., Zürich; Ersatzmann W. Henne, Arch., Schaffhausen. Die Unterlagen können bei der Primarschulpflege Kreuzlingen gegen Hinterlage von 20 Fr. bezogen werden. Ablieferung bis zum 1. März 1949 an E. Knus, Präsident der Primarschulvorsteherschaft Kreuzlingen, wohin auch schriftliche Anfragen bis zum 15. November 1948 zu richten sind. Für vier bis fünf Preise stehen 12 000 Fr. und für zwei