

VERSUCHSANSTALT FÜR HOLZ, STEIN UND EISEN
PRÜFRAUM GABER • TECHNISCHE HOCHSCHULE KARLSRUHE

HEFT 2



DIE EINRICHTUNG
DER
VERSUCHSANSTALT FÜR HOLZ, STEIN, EISEN
VON
E. GABER

Alle Rechte vorbehalten — Printed in Germany
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

KARLSRUHE 1935

DRUCK: KUNSTDRUCKEREI ARTHUR ALBRECHT & CIE., KARLSRUHE AM RHEIN

DIE EINRICHTUNG

DER

VERSUCHSANSTALT

FÜR

HOLZ, STEIN, EISEN

(PRÜFRAUM GABER)

FRÜHJAHR 1935

TECHNISCHE HOCHSCHULE KARLSRUHE

DRUCK: KUNSTDRUCKEREI ARTHUR ALBRECHT & CIE., KARLSRUHE AM RHEIN

Jedes Land hat sein eigenes Gesicht. Baden wird auf langer Strecke vom Rhein, Schwarzwald und Odenwald begrenzt, ist reich an Wasserkraften, Waldungen und Steinbrüchen. In Karlsruhe ist die älteste deutsche Technische Hochschule seiner Zeit entstanden aus den großen durch Wasser und Gebirge bedingten Bauaufgaben. Es ist deshalb verständlich, daß mein großer Vorgänger auf dem Lehrstuhle Fr. Engesser bei meiner Berufung die Einrichtung einer Versuchsanstalt anregte und daß der allmählich entwickelte Prüfraum seit Jahren neben dem wichtigen Ingenieurbaustoffe Stahl diese Naturschätze Holz und Stein betreut. Wir begnügen uns nicht mit der Materialprüfung, sondern widmen uns den daraus gebauten Konstruktionen aller Gebiete des Ingenieurwesens. Die schwierigen Geländeverhältnisse brachten schon frühzeitig in Baden den großen Ingenieurbau zu hoher Entwicklung und begründeten eine Tradition in Erd-, Fels-, Tunnel- und Brückenbau, welche sich vom Bau der Schwarzwaldbahn her bis in die Gegenwart lebendig erhalten hat. Aus dieser Tradition heraus wird gerade der große Stahl-, Massiv- und Holzbau in der Versuchsanstalt gefördert und gepflegt.

Als Anstalt der Hochschule dient der Prüfraum sowohl der Lehre für die Studenten der Bauingenieurabteilung als auch der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiete der Konstruktionen und Verbindungsmittel.

Darüber hinaus stellt sie als staatliche Materialprüfanstalt ihre gesamten Einrichtungen der privaten Wirtschaft zur Verfügung.

Es ist eine alte Erfahrung, daß bei Beschränkung auf kleine fehlerfreie Laboratoriumskörper und bei Ausschaltung aller sonst unvermeidlichen äußeren Einflüsse der im Versuchswesen wenig erfahrene Ingenieur seinen Baustoffen und Konstruktionen oft eine Tragkraft zuschreibt, die in Wirklichkeit längst nicht vorhanden ist. Es wurden daher Prüfmaschinen gebaut für große Versuchsstücke zur Prüfung von Konstruktionen möglichst in natürlicher Größe und Prüfverfahren entwickelt, welche der Wirklichkeit nahekommen und die Versuchsdurchführung im Freien unter voller Einwirkung der Witterung gestatten.

Schließlich waren wir beim Ausbau der Meinung, daß es nicht so sehr auf das erstmalige Verhalten eines Baustoffes oder einer Konstruktion unter Belastung als auf seine Bewährung im Dauerbetrieb ankommt. Bekanntlich ändern manche Baustoffe und manche Verbindungen ihre Eigenschaften unter dem Einfluß einer Dauer- oder Wechselbeanspruchung ganz erheblich.

Bei den Untersuchungen für die private Wirtschaft ist Folgendes wichtig:

1. Die Untersuchungen müssen in kurzer Zeit durchgeführt werden können.
2. Die Versuchskosten müssen klein bleiben.
3. Die Versuchsergebnisse müssen ein treffendes Urteil über technische und wirtschaftliche Eignung ermöglichen.

Zahlreiche Prüfverfahren sind zwar genormt, entsprechen aber nicht immer jedem praktischen Bedürfnis. Es ist aber wichtig, daß die Materialprüfung nicht als Selbstzweck betrachtet, sondern dabei immer gefragt wird, wie das Material oder die Konstruktion tatsächlich beansprucht werden und welche Angaben der Konstrukteur und welche Unterlagen der Benützer braucht.

Wir haben deshalb abgekürzte Prüfverfahren entwickelt, hierzu besondere Maschinen gebaut und Methoden ausgearbeitet, um Gütezahlen errechnen zu können. Der verhältnismäßig junge Prüfraum ist unbelastet durch veraltete Einrichtungen, besitzt aber dafür eine Anzahl von Prüfmaschinen, die, hier entworfen und gebaut, nirgendswo im Reich mehr zu finden sind.

Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus:

1. einer 1 t-Pressen eigener Bauart mit hydraul. Antrieb
2. einer 5 t-Universalprüfmaschine für Handbetrieb
3. einer 6 t-Belastungseinrichtung für große Tragwerke, eigener Bauart
4. einer 20 t-Universalprüfmaschine, liegend, für 7,50 m Prüflänge
5. einer 50 t-Universalprüfmaschine, stehend, mit elektrischem Antrieb, für 1,10 m Prüflänge
6. einer 300 t-Zerreißmaschine, stehend, für 8 m Prüflänge und dynamische Belastung, nach eigener Bauart
7. einer 500 t-Druck- u. Biegemaschine für 2 u. 6 m Prüflänge u. dynamische Last
8. einem 10 kgm-Pendelschlagwerk für Metalle und Holz
9. einem dreifachen Dauerschlagwerk mit elektrischem Antrieb nach eigener Bauart
10. einer Anlage mit zwei Kompressoren für 7 at Preßluft, mit elektrischem Antrieb
11. einem Sandstrahlgebläse mit Preßluftbetrieb
12. einer großen Steingattersäge mit elektrischem Antrieb
13. einer doppelt arbeitenden Gesteinschleifmaschine mit elektrischem Antrieb
14. einer Ammoniakkompressor-Gefrieranlage mit zwei Gefriertaschen von 0,40 und 0,32 cbm Inhalt und raschem Temperaturabfall auf -20°C
15. einigen Trockenöfen mit Gas und elektrischem Betrieb
16. einer sechsteiligen Anlage zur Wasserdichtheitsprüfung, nach eigener Bauart
17. einer Anlage für bodenmechanische Versuche, eigener Bauart
18. einem kleinen Massivbau für Brandversuche, eigener Bauart
19. einer metallographischen Einrichtung
20. einer mikroskopischen Einrichtung
21. einer Einrichtung zur Messung der Wärmeausdehnung, eigener Bauart.

Beim Stahl führt die Entwicklung von der Nietung zur Schweißung,
beim Holz vom Bolzen zum Dübel, Nagel und Leim,
beim Stein auf manchen Gebieten vom Beton und Eisenbeton zum Mauerwerk
mit hochwertigem Mörtel.

Es wird versucht, durch wissenschaftliche Arbeit die Entwicklung auf diesen Gebieten des Bauwesens zu fördern. Auch der Straßenbau wird im Prüfraum gepflegt, soweit er Naturstein als Pflaster oder Kleinschlag verwendet.

Die Anstalt ist dem Lehrstuhl für Brückenbau, Baustatik und wissenschaftliche Betriebsführung angegliedert. Der Lehrstuhl hat sich im letzten Jahrzehnt auf konstruktivem Gebiet lebhaft betätigt und an zahlreichen Brückenwettbewerben des In- und Auslandes nicht ohne Erfolg beteiligt. Die innige Verbindung zwischen konstruktiver und versuchstechnischer Arbeit befruchtet laufend beide Zweige und bringt wertvolle Anregungen für Konstruktion und Unterricht.

Die Arbeit im Prüfraum wird getragen von einem Stamm gut eingelernter und wohl erfahrener Mitarbeiter. Die verständnisvolle Unterstützung der Regierung, laufende Einnahmen aus den Arbeiten für die Industrie und andere Zuwendungen liefern die Mittel, um nicht nur den Betrieb in der Versuchsanstalt aufrecht zu erhalten, sondern auch ihre Einrichtungen dauernd auszubauen.

Engesser und andere haben in klassischer Weise die theoretischen Grundlagen für den großen Ingenieurbau in Holz, Stein, Eisen geschaffen. Wir versuchen diese theoretischen Erkenntnisse unter Ausnützung der wertvollen Eigenschaften unserer einheimischen Baustoffe für die Weiterentwicklung der großen Ingenieurkonstruktion nutzbar zu machen, und ziehen dabei wie er vor allem die Naturbeobachtung zu Rate.

Karlsruhe, im Frühling 1935.

Dr.-Ing. E. GABER

ord. Professor für Brückenbau, Baustatik und wiss. Betriebsführung
Direktor der Versuchsanstalt.



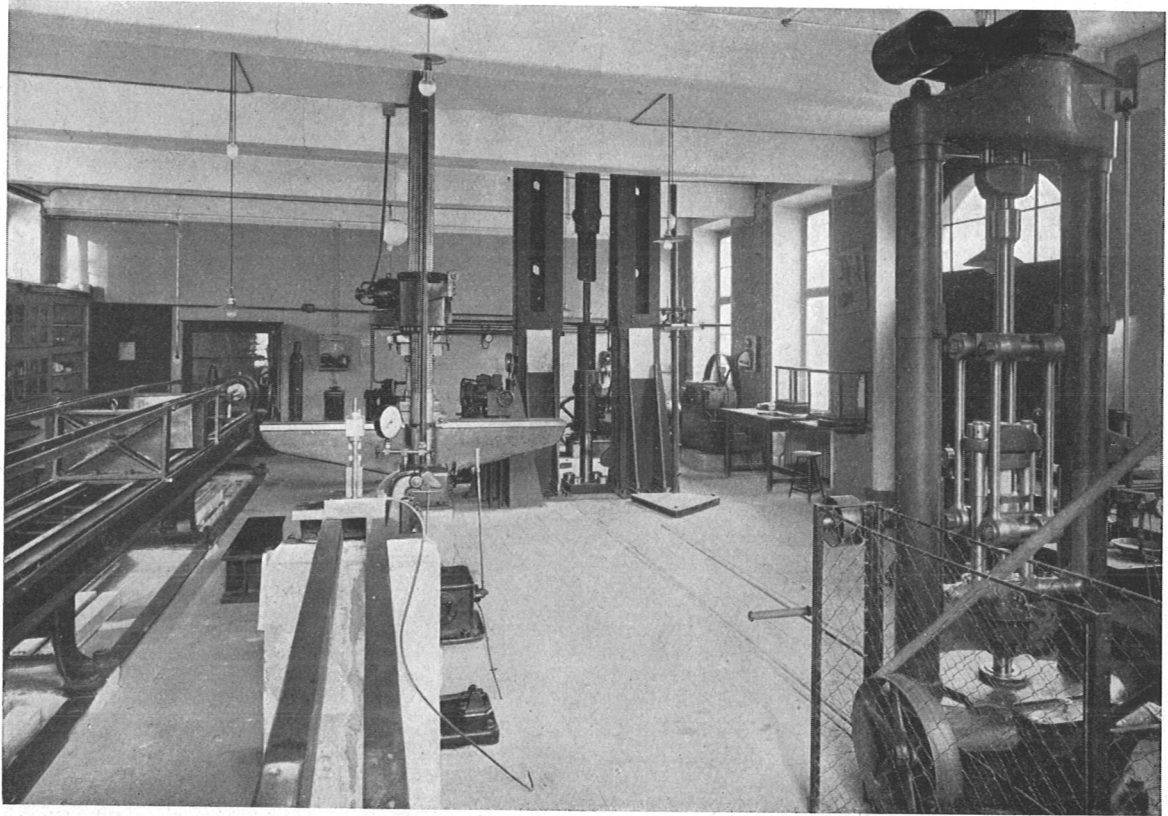
Ansicht der Versuchsanstalt von Osten.

Im Vordergrund die neue Holzhalle, daran anschließend der alte Massivbau der Versuchsanstalt.

Im Hintergrund das hohe Gebäude der Bauingenieurabteilung.

Für Arbeiten im Freien oder für Erweiterungen ist auf dieser Seite Gelände reichlich vorhanden.

Auf der linken Seite stehen Schuppen zur Stapelung von Holz, Stahlträgern und dgl.



Der ältere Teil des Prüfraumes.

Im Vordergrund rechts die 50 t-Universalmaschine von Mohr & Federhaff mit elektrisch angetriebenem Friktionsvorgelege. Das Druckgehänge ist gerade eingebaut.

Im Vordergrund links die Apparatur für Bogenknickversuche, dahinter das 10 kgm-Pendelschlagwerk, noch weiter dahinter die stehende 500 t-Maschine der MAN Nürnberg mit 3 m langem Biegetisch.

Hinten rechts der untere Teil der stehenden 300 t-Zerreißmaschine mit Lastwechselvorrichtung und eingebautem Zerreißstab, ganz rechts hinten die Hochleistungspumpe zum Betrieb der 300 t- und 500 t-Maschine mit Lastwechsel.

Die 300 t- und 500 t-Maschine dienen zur Prüfung großer Konstruktionen aus Stahl, Holz oder Mauerwerk. Die stehende 300 t-Maschine ist besonders für große Zugkonstruktionen, auch genietete oder geschweißte Stahl-Stäbe geeignet, während auf der 500 t-Maschine große Prismen aus Mauerwerk und Biegeträger aus Holz oder Stahl untersucht werden. Auf dem sichtbaren wagrechten Biegetisch kann ein 6 m langer geschweißter Stahlträger angebracht werden, sodaß die zu untersuchenden Biegeträger Stützweiten bis zu 6 m haben dürfen. Die 50 t-Universalmaschine ist gut für kleine Metallstäbe, für Holzverbindungen, Mauerwerksteile und dergl., dient nur statischen Versuchen und kann mit Hilfe ihres Friktions-Vorgeleges die Belastung mit beliebiger Geschwindigkeit aufbringen.



Der ältere Teil des Prüfraumes.

Ganz hinten die beiden elektrisch betriebenen Kompressoren für Preßluft, darüber die Vorrichtung zur Messung der Wrmedehnungszahlen.

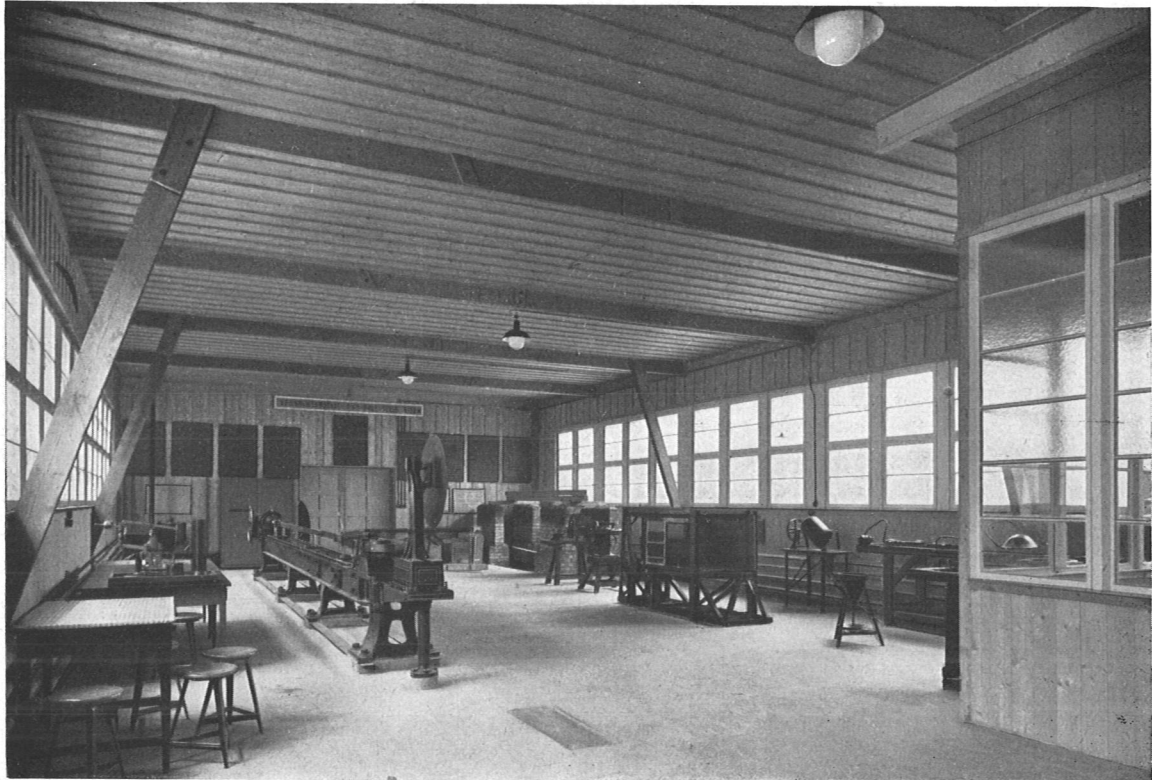
In der Mitte die stehende 300 t-Zerreißmaschine mit einer eigenartigen Lastwechselvorrichtung davor, die auch die 500 t-Maschine bedient.

Im Vordergrund die 500 t-Maschine mit eingebauter Medose über dem kleinen Biegetisch. Das obere Querhaupt ist an den beiden Spindeln lotrecht verstellbar. Diese Maschine kann auch hydraulisch mit Hand betrieben werden.

Im gleichen Raume steht die 5 t-Universalprüfmaschine besonders geeignet für feine Holz- und Metall- aber auch für gewöhnliche Dachziegel-Verzuche und dergl. und ein normales Pendelschlagwerk für Metalle und Holz.

Der ältere Prüfraum hat eine oben aufgehängte leichte Holzdecke, durch welche die 300 t-Zerreißmaschine hindurch reicht. Die Decke trägt den oben gelegenen Sammlungsraum der Versuchsanstalt.

Rechts Durchblick zur neuen Holzhalle.



Das Innere der neuen Holzhalle.

Links die liegende 20 t- Zerreißmaschine mit Handantrieb für Versuchskörper bis zu 7,50 m Länge, aus Holz, Stahl, Seile und dgl. Es kann ein wagrechter Biegetisch und ein Druckgestnge eingebaut werden.

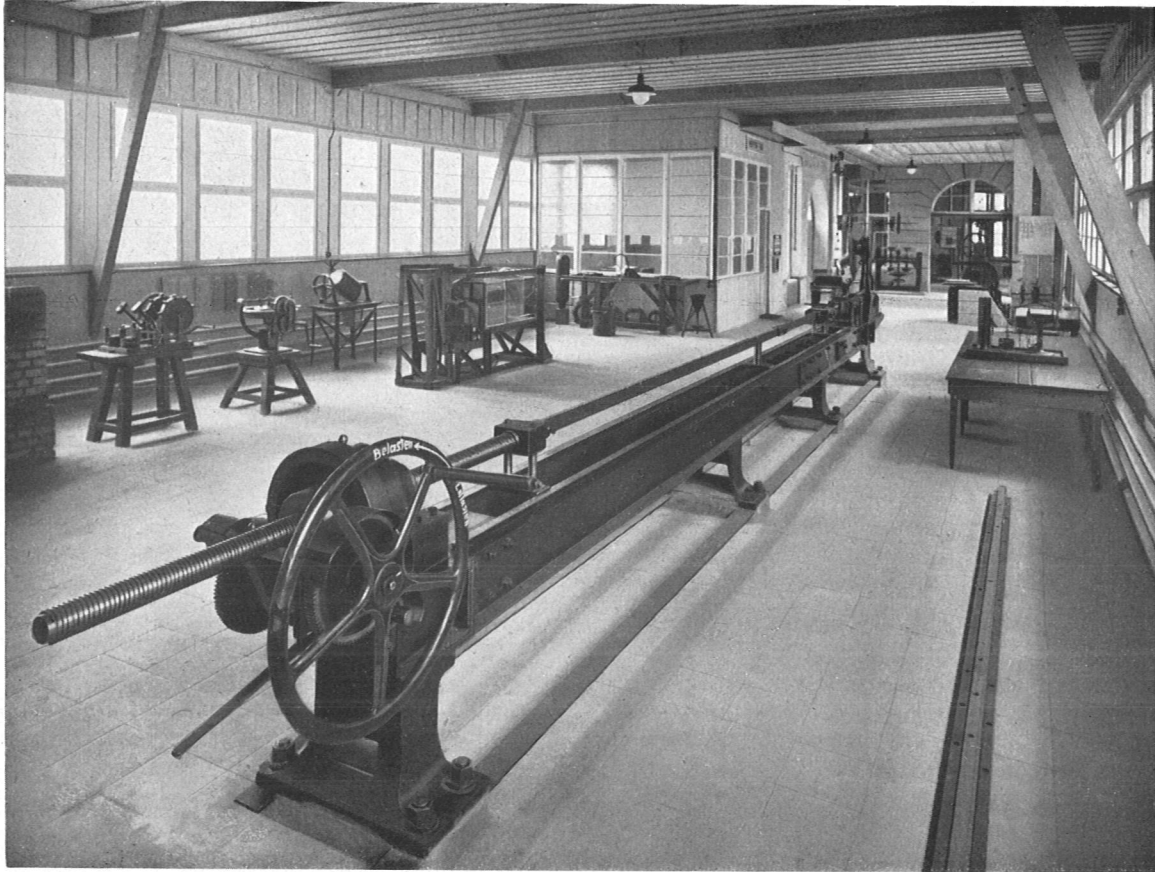
Rechts daneben die Meßvorrichtung für Erddruckversuche, und noch weiter rechts z. T. hinter dem Glasverschlag die selbstgebaute Vorrichtung zur Wasserdurchlssigkeitsprfung mit Messung der durchströmenden Wassermengen.

Ganz hinten in der Ecke die zwei Backsteins-Pfeilerpaare für die 6 t- Biegevorrichtung. Auf oder zwischen diesen Mauerwerkspfeilern können ganze Tragwerke bis 20 m Länge zur Prüfung eingebaut werden. Der einarmige Belastungshebel hat an seinem ausserhalb der Halle gelegenen Ende eine Wasserbelastung.

Die Halle ist im vorderen Teile unterkellert und beherbergt im Keller die Antriebsmotoren für die oben stehenden Holzbearbeitungsmaschinen.

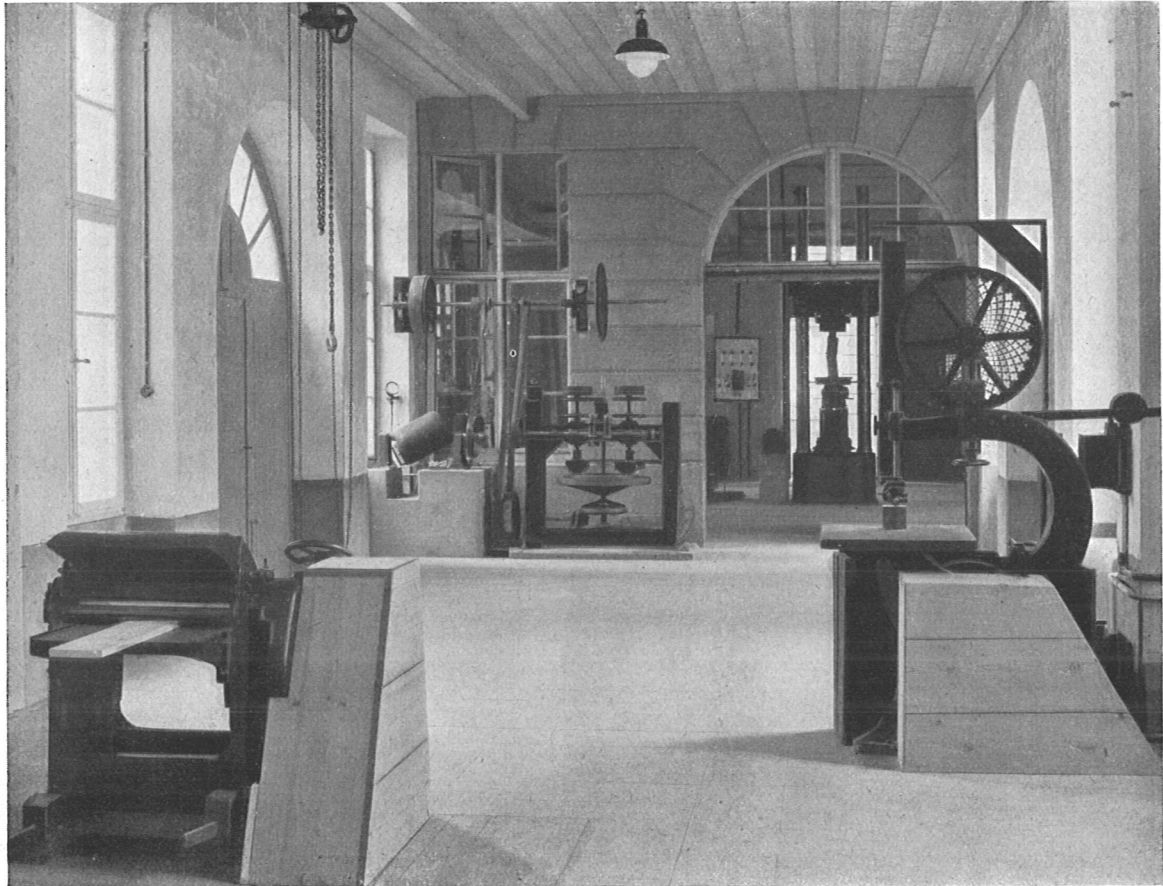
ber der ganzen Halle befindet sich ein geräumiger Speicher zur Trockenstapelung von Holz und dgl.

Das Dach wird getragen von Fachwerkbindern aus genagelten Holzbohlen eigener Bauart.



Die neue Holzhalle mit Blick nach dem älteren Prüfraum.

Im Vordergrund die liegende 20t-Zerreißmaschine mit Handantrieb für lange Versuchskörper — Zug, Druck oder Biegung — auch Ketten und Seile, links die übliche Einrichtung zur Mörtelprüfung, daneben eine Schottertrommelmühle eigener Bauart und die Versuchseinrichtung für Erddruck, mit der rechten Seitenwand aus Glas. Vor dem Glasverslag die Vorrichtung für Wasserdurchlässigkeitsprüfung. Hinter dem Glasverslag befindet sich der Zeichen- und Arbeitsraum der Ingenieure und stehen die Feinwaagen und dergl. Rechts davon stehen die Holzbearbeitungsmaschinen. An der hinteren massiven Wand sieht man die Prüfmaschinen für Schotter, Splitt und Pflastersteine. Die Bogentüre führt in den älteren Teil des Prüfraumes.



Blick von der neuen Holzhalle zum alten Prüfraum.

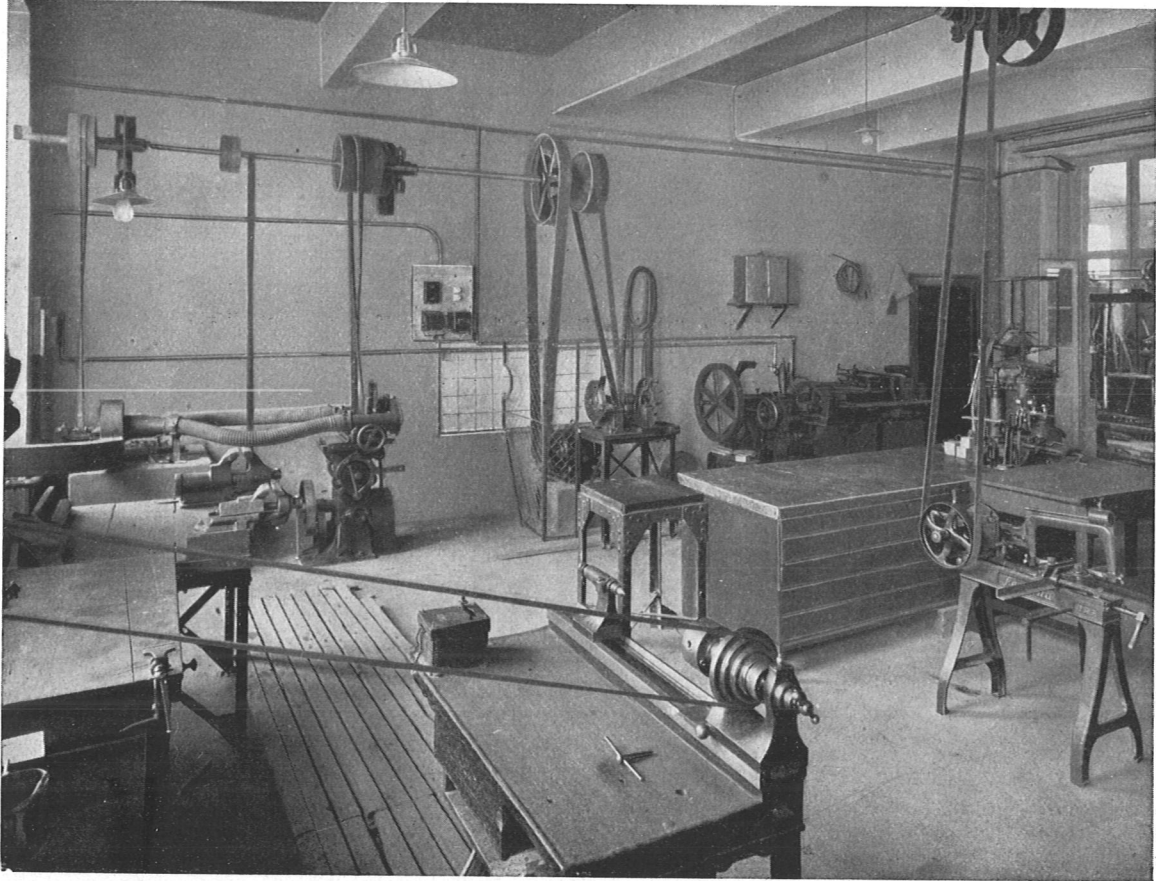
Hier prüft man die Gesteine und Platten für den Straßenbau nach besonderen abgekürzten und verbilligten Methoden auf selbstgebaute Maschinen.

Im Hintergrund links die elektrisch angetriebene Schottertrommelmühle, rechts davon die Schleifstoßmaschine für Pflastersteinprüfung, auf der nicht nur die Schleifzähigkeit sondern vor allem die Kantenfestigkeit festgestellt wird. Auf Grund der Prüfung in der Trommel oder Schleifstoßmaschine können Güteziffern für die Straßenbaustoffe errechnet werden.

Blick auf die 500 t-Maschine mit eingebautem Druckkörper im älteren Prüfraum.

Ganz vorne stehen zwei Holzbearbeitungsmaschinen mit versenktem elektrischem Einzelantrieb.

Oben links eine fahrbare Laufkatze. Die beiden Bogentüren links und rechts gestatten die Einfahrt von Lastwagen in die Halle.



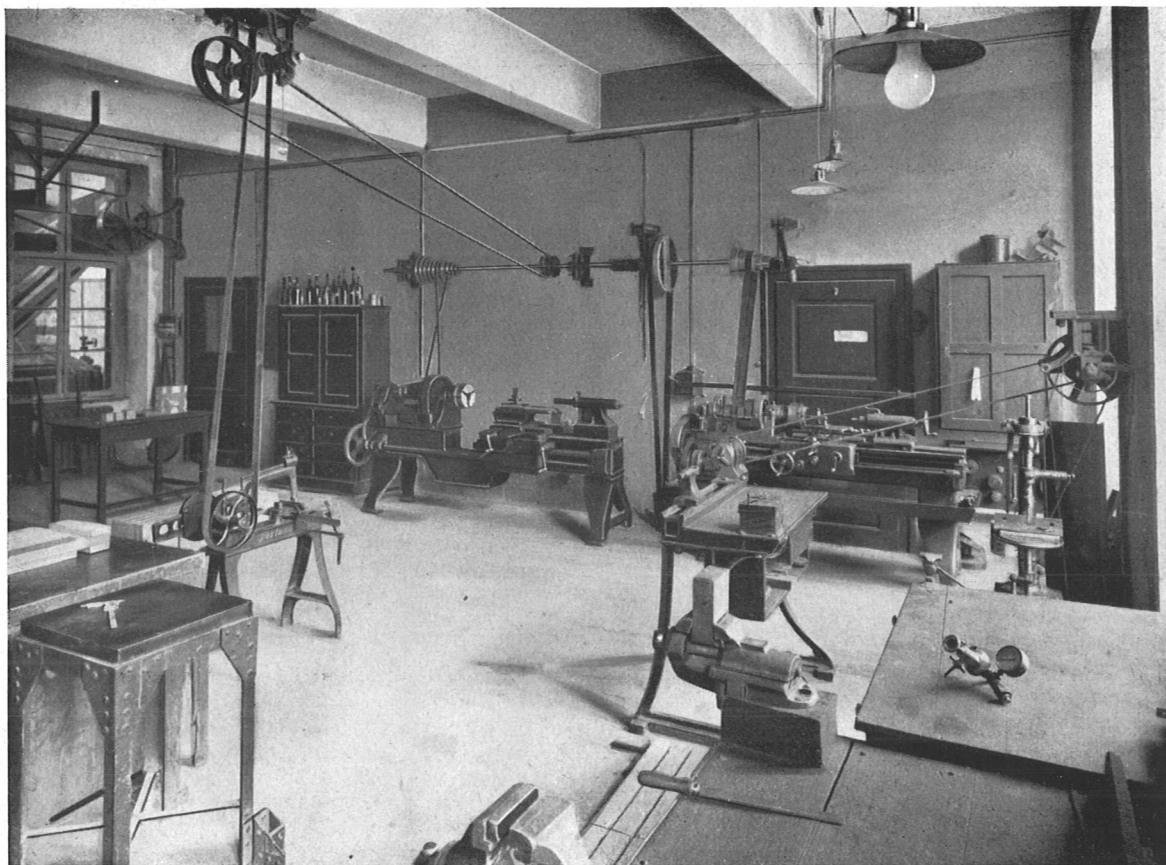
Werkstätte und Zurichte.

Links hinten die Würfelschleifmaschine mit Absaugevorrichtung, welche zwangsläufig die Parallelität der gegenüberliegenden Ebenen an Versuchskörpern erzeugt und für die Gesteinsprüfung dient.

Daneben die Karborundumschleifmaschine und andere Maschinen für die Metallbearbeitung.

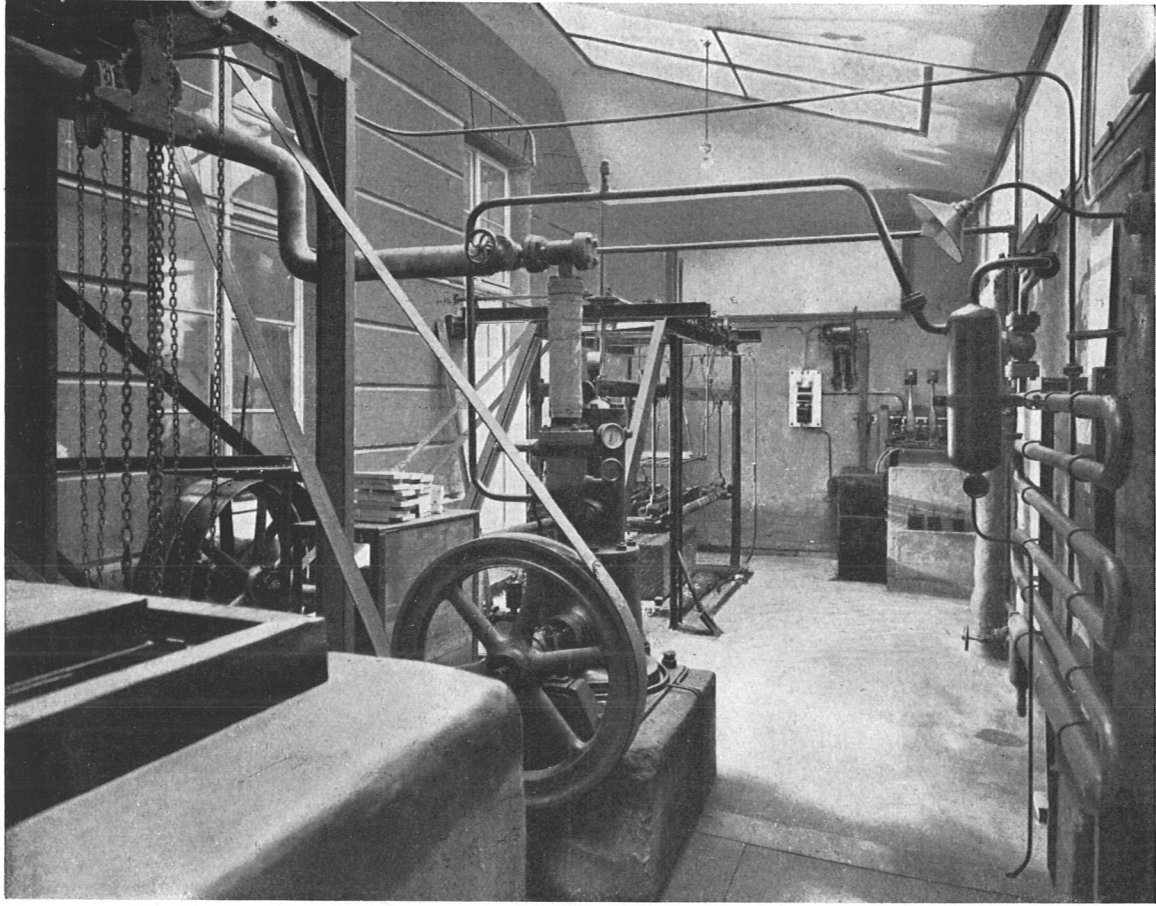
im Vordergrund eine kleine Drehbank, rechts die Kaltsäge, dahinter der Gasschmelzschweißapparat,

ganz hinten rechts Durchblick zum Anbau mit Gesteinssäge, Gefrierraum und dgl.



Werkstätte und Zurichte.

Ganz hinten links Durchblick zum Gefrierraum mit hochliegendem elektr. Antriebe,
 an der Hinterwand zwei Drehbänke für Metalle, Holz u. dgl.
 Vorn links die Kaltsäge, vorn rechts eine kleine Drehbank und Vertikal-Bohrmaschine.
 Über der Werkstätte befindet sich der Raum für die Metallographie, Mikroskopie und
 Photographie, getragen durch eine Eisenbetondecke.



Blick in den Hofanbau des älteren Prüfraumes.

Links im Vordergrund, elektrisch betriebene Schnell-Gefrieranlage mit zwei großen Gefiertaschen,

dahinter die Auftauvorrichtung mit Laufkatze für das Gefriergestell.

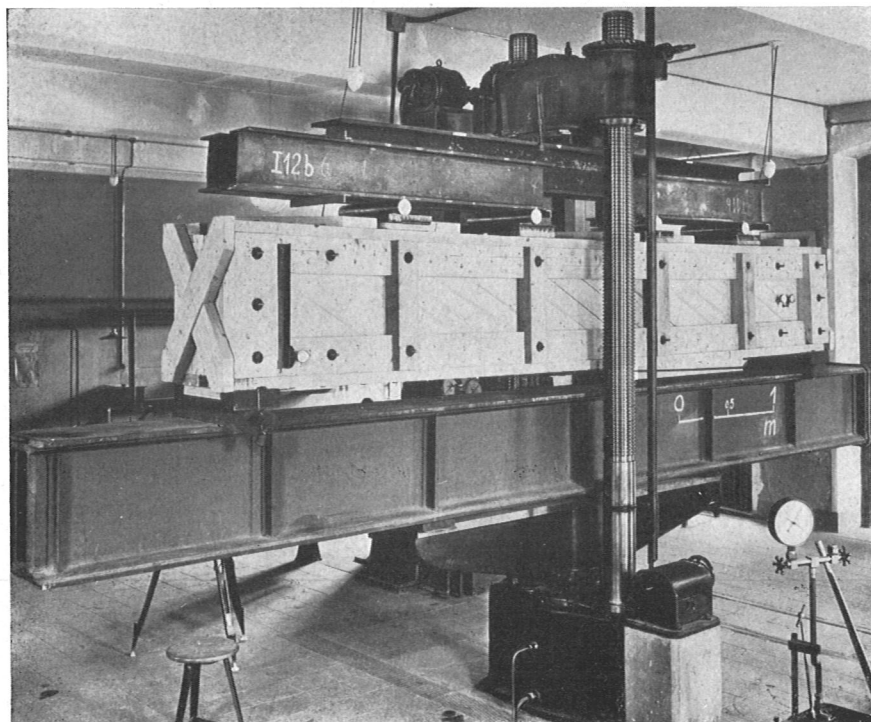
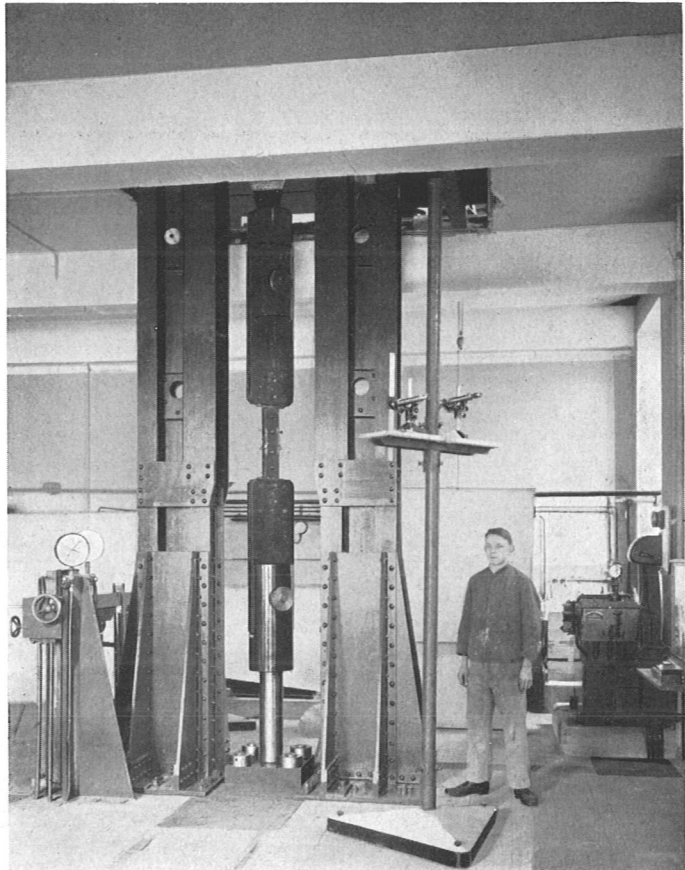
In der Gefrieranlage zeigen sich die ungünstigen Einwirkungen des Frostes und der Witterung auf alle möglichen Baustoffe, vor allem Dachziegel, Backsteine, Gehwegplatten, Mörtel, Gesteine und dgl.

In der Ecke links die große Gesteinsgattersäge für Felsblöcke bis zu 0,85/0,60/1,50 m, Im Hintergrund rechts das elektrisch betriebene Dauerschlagwerk für Gestein, Splitt und Metallkörper nach eigener Banart.

Der Unterteil der stehenden 300 t-Zerreißmaschine, eigener Bauart, für Versuchskörper bis 8 m Prüflänge. In der Maschine ist ein kurzer genieteter Stahlstab eingebaut. Ihr oberes Querhaupt ist verstellbar. Die Maschine reicht durch den oberen Stock bis zum Hausdach. Ihr Antriebszylinder steht unter dem Fußboden.

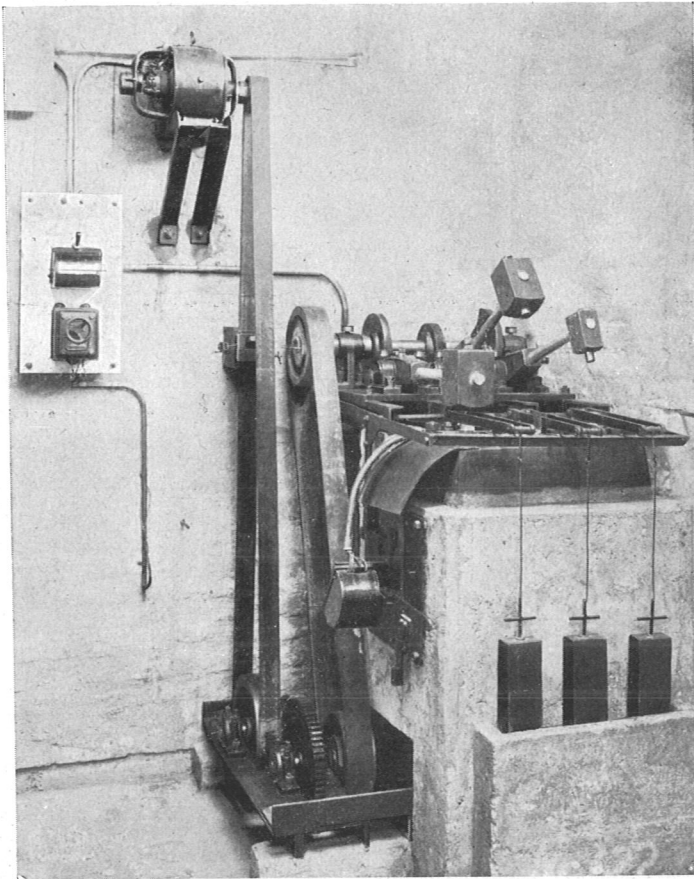
Links die Lastwechselvorrichtung, rechts die elektrisch betriebene Hochleistungspumpe zum Antrieb der 300 t- und 500 t-Maschine.

Hier können nicht nur große Holz-, sondern auch schwere genietete oder geschweißte Stahlkonstruktionen statisch und auf ihr Verhalten im Dauerbetrieb untersucht werden. Statisch arbeitet die Maschine bis 300, dynamisch bis 200 Tonnen Zug. Pumpe und Lastwechselvorrichtung können zur 500 t-Maschine umgeschaltet werden.

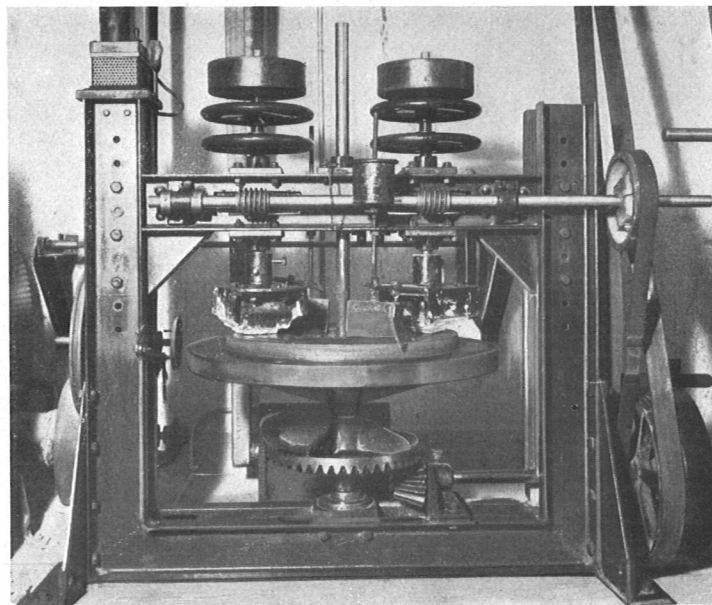


Ein Großversuch auf der 500 t-Maschine: Ein genagelter Holzbiegebalken von 4,50 m Stützweite und 4 Lastangriffsstellen oben, unter dauernder Schwankung der Belastung zwischen 5 und 75 Tonnen. Der Holzträger liegt auf dem 6 m langen Zusatzbiegetisch aus geschweißten Stahlträgern.

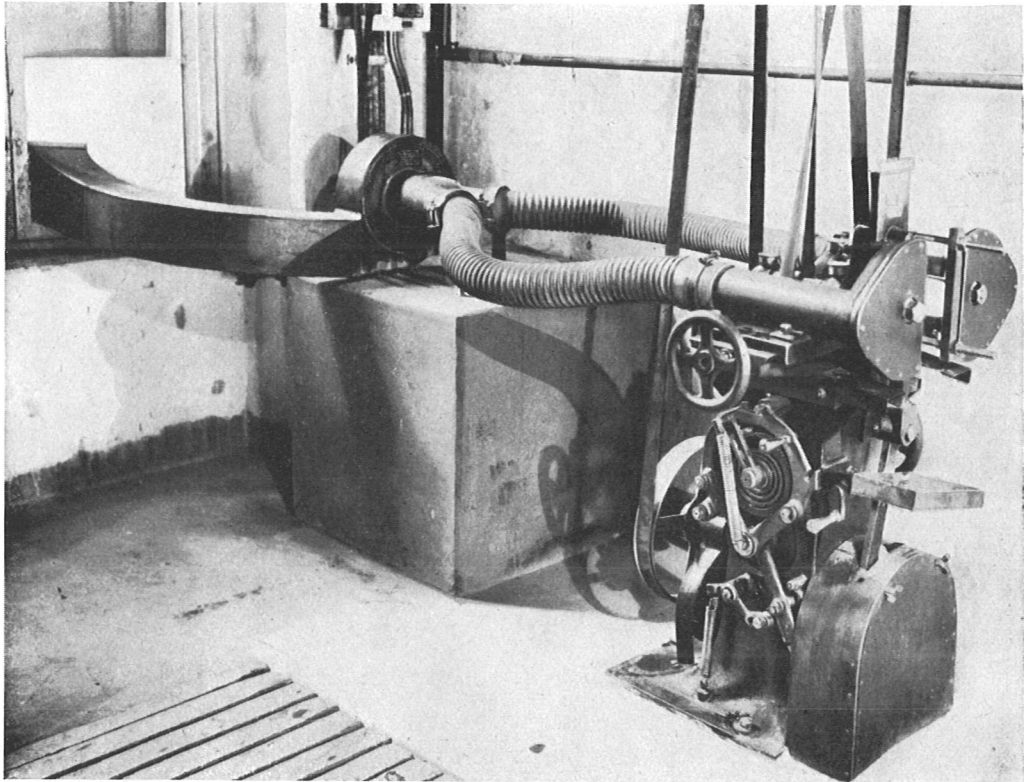
Der Druck kann beim statischen Versuch auf 500 Tonnen, beim Lastwechsel auf 300 Tonnen steigen.



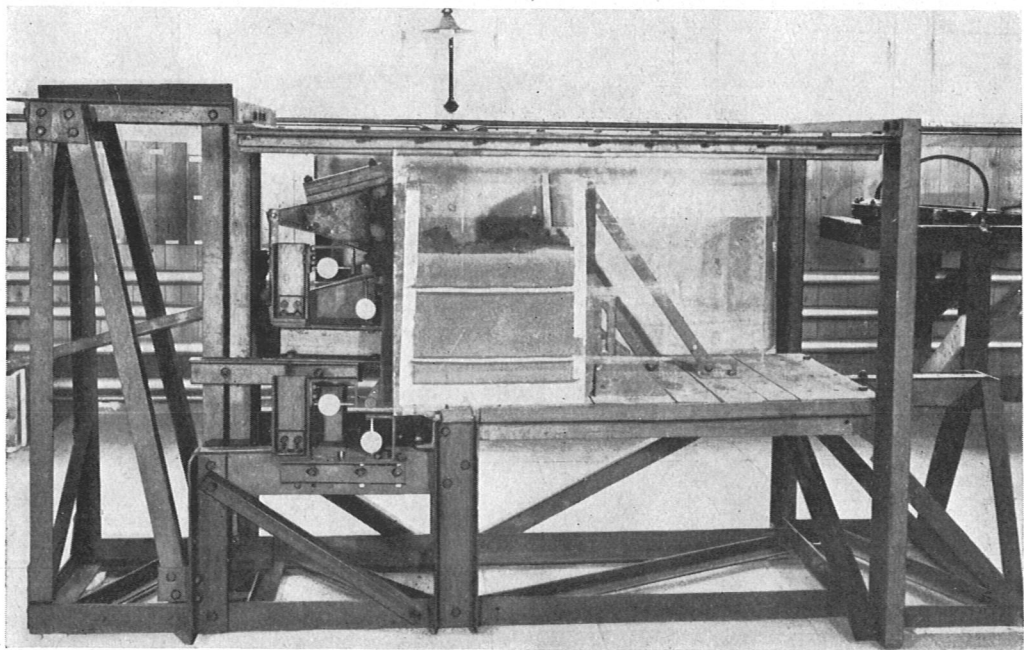
Das elektrisch betriebene Dauerschlagwerk eigener Bauart mit drei verschiedenen Hammergewichten zur Prüfung von allen Baustoffen (Holz, Stein, Metallen) auch von Straßensplitt. Es arbeitet mit konstanten Schlägen, zählt sie bis zur Zerstörung und stellt automatisch ab.



Die elektrisch betriebene Schleifstoßmaschine eigener Bauart dient zur Ermittlung nicht nur der Schleifzähigkeit sondern auch der Kantenfestigkeit von Pflastersteinen, Gehwegplatten und dgl. Die beiden lotrechten Achsen tragen an ihrem oberen Ende Gewichte und fassen mit ihrer unteren Einspannvorrichtung z. B. je einen Kleinpflasterstein. Bei jeder halben Umdrehung erzeugt die eingebaute Sprungscheibe einen Schlag. Die beiden lotrechten Achsen sind mit ihrem ganzen Querschnitt lotrecht verstellbar. Auch in der hier nicht sichtbaren daneben stehenden Trommelmühle mit festem Stahlpanzer erhält das Gestein nicht nur die übliche Dauerbeanspruchung durch Reibung, sondern auch durch Stahlkugeln fremde Schläge wie auf der Straße durch den Verkehr. Ein besonders konstruierter Motor sorgt aber für konstante Drehzahl, da kleine Schwankungen große Abweichungen in der Abnutzung des Schotters oder Straßensplittes verursachen.



Die Würfelschleifmaschine zur zwangsläufigen Herstellung paralleler Flächen am Gestein, mit Absaugvorrichtung. Vor Bestimmung der Druckfestigkeit muß der Gesteinskörper eine regelmäßige Gestalt durch Schneiden auf der großen Gattersäge und durch Schleifen auf dieser Anlage erhalten.



Die Einrichtung für Erddruckversuche und Bodenmechanik. Die an links angebrachten Meßbügeln auftretenden Formänderungen werden durch Meßuhren gemessen und ergeben Größe, Lage und Richtung der Erddruckkräfte. F. Engesser hat die an Klarheit und vielseitiger Verwendbarkeit unübertroffene geometrische Erddrucktheorie entwickelt, an deren Ausbau mit dieser Versuchseinrichtung gearbeitet werden kann. Die Frage der künstlichen Verdichtung junger Schüttung wird hier untersucht. Hinter der Glasscheibe kann das Verhalten des Bodens bei Pfahlrammung, Fundamentpressung, bei Gleitflächenbildung beobachtet werden; es ist ein Versuch: „Erddruck auf zwei Parallelfügel oder Silowände“ aufgebaut.