

# Optische Prüfverfahren für hochbeanspruchte Maschinenteile

Autor(en): **Leonhardt, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **97/98 (1931)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44734>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Optische Prüfverfahren für hochbeanspruchte Maschinenteile. — Basler Wohnhäuser von Arch. Rud. Christ, Basel. — Ueber automatische Feuerlösch-Brauseanlagen. — Mitteilungen: Elektro-akustische Messung der Schallgeschwindigkeit. Parallelschaltung von Synchronmaschinen über Drosselspulen. Die Holztürme der Radiostation Mühlacker. Oelkabel-Verlegung in Zürich. Das bretonische

Flutkraftwerk Abervrach. Basler Rheinhafenverkehr. Wasserlose Gasbehälter. Die Jahresversammlungen des S. E. V. und des V. S. E. Chef des Basler Stadtplanbureau. Die elektrische Schauküche. — Wettbewerbe: Krematorium beim Friedhof Nordheim in Zürich. — Literatur: Ueber Kostenberechnung und Baugeräte im Tiefbau. Eingegangene Werke.

Band 98

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

Nr. 7

## Optische Prüfverfahren für hochbeanspruchte Maschinenteile.

Von Ing. RENÉ LEONHARDT, Berlin-Wilmersdorf.

### II. Hilfseinrichtungen zur Ermittlung von Formveränderungen an hochbeanspruchten Schmiedestücken.

Ebenso wichtig wie die im ersten Teil beschriebenen Werkstoffprüfungen sind solche, die eine unbedingte Homogenität des Materiales gewährleisten. Die kleinste etwa vorhandene Neigung im Material z. B. der Induktorwellen, der schnell rotierenden Teile in irgend einer Richtung, d. h. im Durchmesser, in der Länge oder tangential ihre Form zu verändern, wirkt sich in der Mehrzahl der Fälle infolge der durch die hohe Drehzahl bedingten Beanspruchung katastrophal aus. — Aus diesem Grunde ist in Deutschland von einer führenden Turbinenfabrik in Zusammenarbeit mit der optischen und feinmechanischen Industrie ein anderes Hilfsmittel entwickelt worden, um zuverlässige Materialprüfungen vorzunehmen.

Der Grundgedanke der Prüfmethode beruht auf der Ueberlegung, dass zylindrische Prüfstücke einer teilweisen Formveränderung durch Eindrehungen von verschiedener Breite und Tiefe unterworfen werden, wobei die von den Eindrehungen nicht berührten Teile des Prüfobjektes bei dem Vorhandensein irgendwelcher Neigung, die Form oder Lage zu verändern, ohne weiteres klar in Erscheinung treten. Auf dem während des Versuches unverändert bleibenden Teil des Prüfobjektes werden vor Beginn der Eindrehung feine Kreuzmarken angebracht und deren Entfernung bestimmt bezw. die Durchmesser der Prüfstücke genau ermittelt. Es werden nun stufenweise Materialschichten durch die fortschreitend vorgenommenen Eindrehungen entfernt und aus der Grösse der nach jeder Bearbeitungsstufe ermittelten Abweichungen von den ursprünglichen Ab-

messungen des Prüfobjektes Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Materiales gezogen.

Die von der betreffenden Dampfturbinenfabrik benutzte neue Prüfeinrichtung besteht im wesentlichen aus folgenden Hauptteilen:

1. einer auf sicherem Fundament ruhenden grossen Drehbank mit Hebezeug zur Anbringung und Bearbeitung des Prüfobjektes;
2. einem auf dem Drehbankbett fahrbaren Rahmengerüst mit Rachenlehre zum Messen der Durchmesser des Prüfobjektes an allen Stellen.
3. einem Reisserwerk zur Anbringung feiner Kreuzmarken auf der Aussenwand des Prüfobjektes;
4. einem Horizontalkomparator zur Messung der Entfernung und der Entfernungsänderung der Kreuzmarken vor und nach den verschiedenen Bearbeitungsstufen;
5. einer Temperaturregleranlage zur Einhaltung eines bestimmten Ausdehnungszustandes der Messeinrichtung und des Prüfobjektes während der Versuchsdauer.

Ebenso wie die permanente Einhaltung einer bestimmten Temperatur im Versuchsraum nötig ist, ist für die Richtigkeit der Messungsergebnisse die Vermeidung aller Erschütterungen im Messraum Bedingung. Die Untersuchungen werden daher stets in einem mehrere Meter unter der Erde liegenden Kellergewölbe der Fabrik ausgeführt.

Die Durchmesser-Bestimmung der Prüfstücke geht nun folgendermassen vor sich:

Das auf dem Drehbankbett 1 (Abb. 1 bis 3) fahrbare möglichst biegungssteife Rahmengerüst 2 ruht auf vier starken Wälzlager 3, von denen eines beim Verschieben des Rahmengerüsts mittels Stirnrad 4, Trieb und Kurbel 5 gedreht wird. An dem gut versteiften Querträger 6 einer vertikalen, längs verschiebbaren Säule 7 ist an drei Punkten die Rachenlehre 8 (austauschbar gegen eine solche für kleine Durchmesser des Prüfobjektes, Abb. 4) aufgehängt. Die Tasteinrichtung besteht aus zwei beiderseits angeordneten, doppelten Zylinderführungen 9 für die Grobeinstellung, sowie einer Tastschraube 10 einerseits, einem Mikrotastgerät 11 mit Skalenablesung und mikrometrischer Feineinstellung 12 andererseits. Empfindliche Kreuzlibellen 13 und Feinstellungen 14 zur Lagejustierung der Rachenlehre (Abb. 4) befinden sich an einem Arm der Lehre bezw. an der Aufhängung. Bei der Durchmesser-Bestimmung des Prüfobjektes 15 kann die Rachenlehre 8 mittels Schneckenwinde und Handrad 16 hochgewunden und mit dem vor Beginn der Messung an dem Ende des Drehbankbettes aufgestellten Rahmengerüst an den Ort der Messung gefahren werden. Hierauf wird die Rachenlehre 8 mit ihrem Tastbolzen 17 bis auf die Axenhöhe des Prüfobjektes 15 heruntergelassen und mittels Tastschraube 10 und Feineinstellung 14 auf einen Skalenwert des Mikrotastgerätes 11 eingestellt (Abb. 4). Nach Hochwinden der Rachenlehre und Zurückfahren des ganzen Rahmengerüsts 2 an das Drehbankende (Abb. 2) wird durch Endmasse 18 die Grösse der zwischen den Tastkörpern eingestellten Strecke bestimmt. Die Endmasse 18 liegen auf einem besondern, gleichfalls am Drehbankende aufgestellten, horizontierbaren Tisch 19 (Abb. 1). Natürlich kann auch umgekehrt die Rachenlehre vorher auf einen bestimmten Wert eingestellt und nach diesem das Prüfobjekt abgedreht werden.

Während der Bearbeitung liegt der Prüfkörper auf vier starken Wälzlager 20, die in einstellbaren Gabeln 21

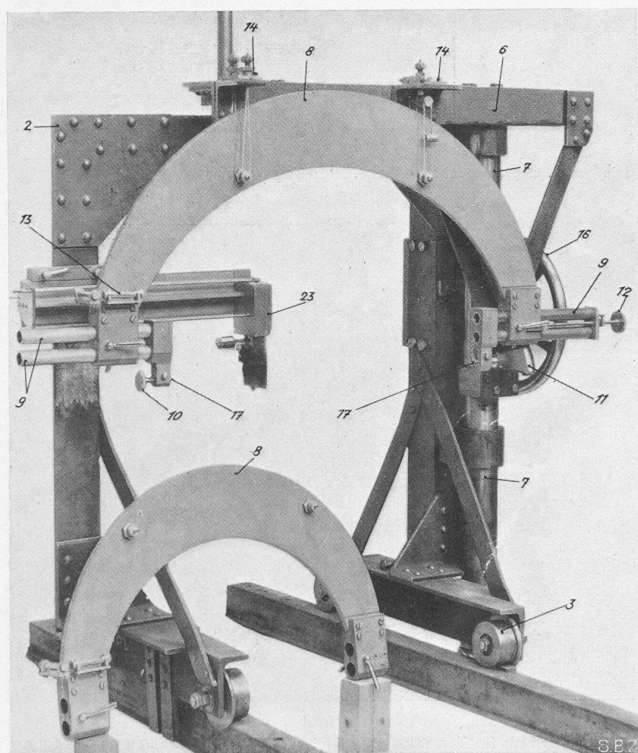


Abb. 4. Grosse und kleine Rachenlehre des „Askania“-Horizontal-Komparators.

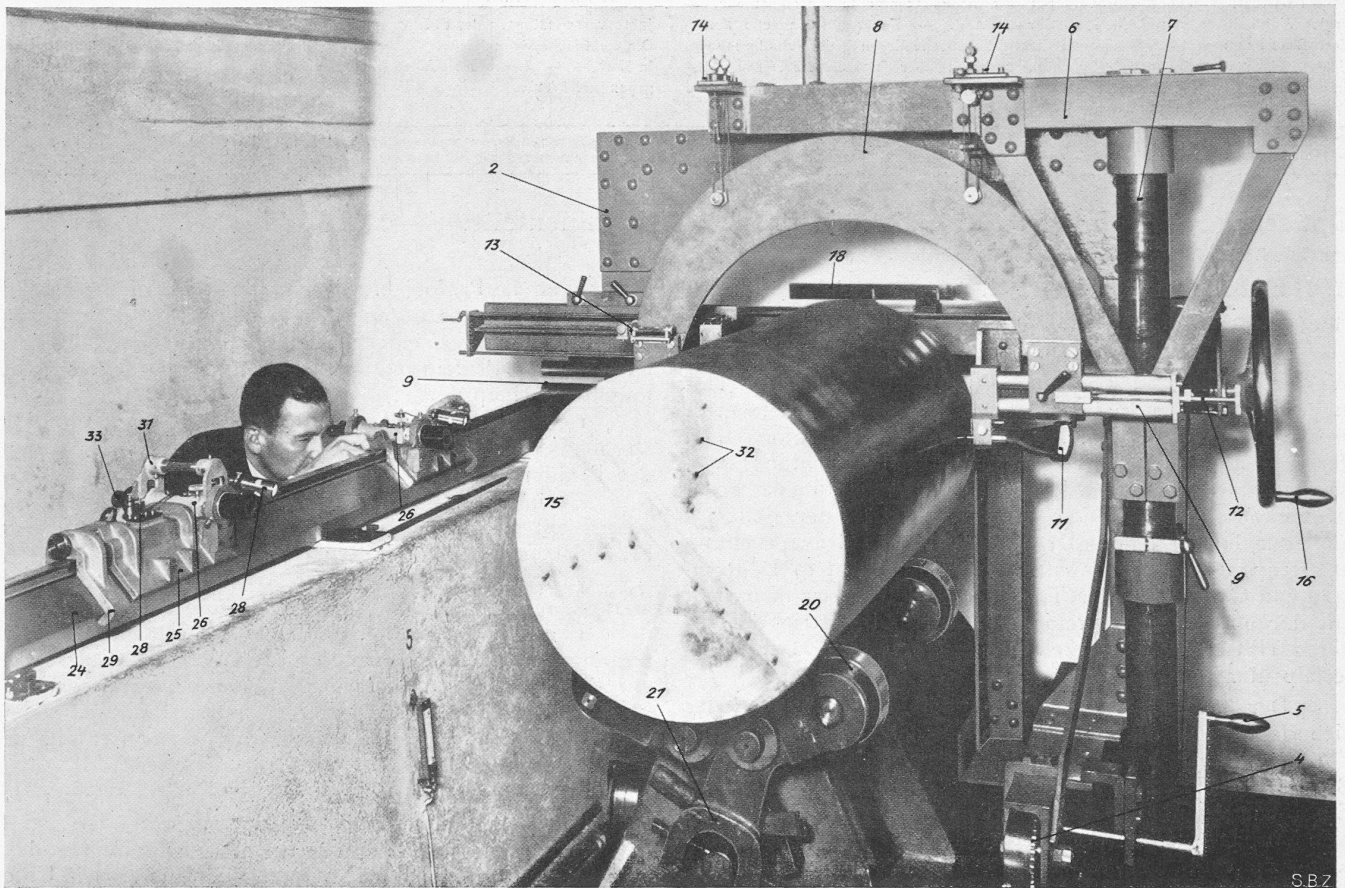


Abb. 3. Längenmessung mit Horizontal-Komparator der „Askania“-Werke Berlin; Rachenlehre auf horizontalen Durchmesser herabgelassen.

laufen, mit denen das Prüfprojekt 15 mit der Drehspindel in axengleiche Lage gebracht wird.

Wenn eine besondere Beschränkung der Räumlichkeit es wünschenswert erscheinen lässt, das Prüfungsobjekt bei der Messung von der Klauenscheibe der Drehbank zu entfernen, kann das Prüfobjekt mittels Hebezeug 22 auf zwei besondere, zwischen den mittleren Teilen und den Enden des Drehbankbettes angeordnete Auflageböcke abgesetzt werden. Auch die unten beschriebene Längenmessung ist natürlich an den Ort der Aufspannung des Objektes nicht gebunden.

Die Längenmessung (Abb. 5) geht folgendermassen vor sich: Nachdem mittels des Reisserwerkes 23 die zur planmässigen Aufstellung einer Messreihe erforderlichen Kreuzmarken auf dem Prüfobjekt aufgetragen sind, erfolgt die Bestimmung der Entfernung der Kreuzmarken durch den Komparator. Auf dem parallel zum Versuchskörper angeordneten Führungsbett 24 des Komparators liegen zwei Messschlitten 25 mit je einem Fernrohr 26 und einem Mikrometernikroskop 27 mit elektrischer Beleuchtung 28 mit zwei Feinstellböcken 29 zur Feinverstellung der Messschlitten und ein Masstab 30 mit Grobteilung und mikroskopischer Teilung. Da es sich nur um die Bestimmung der Veränderung der Entfernung zwischen den Kreuzmarken gegeneinander handelt, brauchen keine hohen Anforderungen an die absolute Genauigkeit des Masstabes gestellt zu werden. Die aus den eintretenden geringen

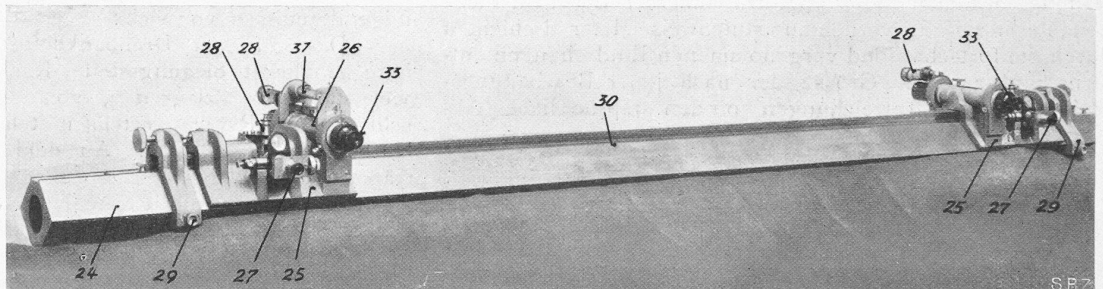


Abb. 5. Horizontal-Komparator mit zwei Mess-Schlitten für Längenmessungen; Beobachterseite.

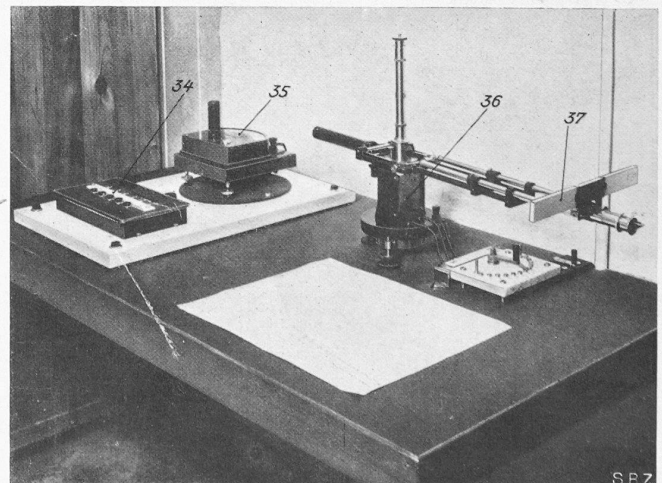


Abb. 6. Messtisch für Temperaturen. Links: Messung der Raumtemperatur am Widerstandsthermometer und Millivoltmeter. Rechts: Messung der Temperatur des Schmiedestückes am Spiegelgalvanometer mit Thermoelementen.

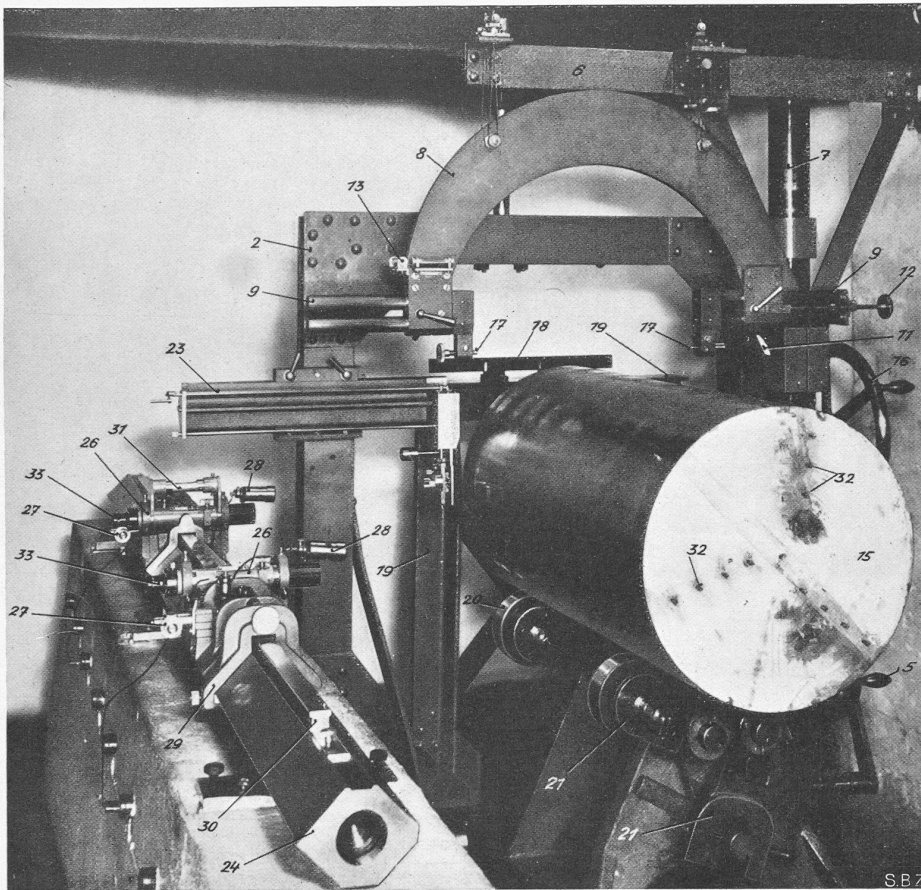


Abb. 2. Horizontaler Komparator der „Askania“-Werke A.-G., Berlin. Rachenlehre hochgezogen.

Masstabes, an der die Nonien der Messslitten entlang gleiten, das Wiederauffinden eines einmal gehaltenen Messpunktes, sodass auch nach vielmaliger Bearbeitung des Prüfobjektes zwecks Freilegung weiterer Materialschichten die erneute Einstellung der Fernrohre 26 auf die gleichen Messpunkte von Hand und durch Feinstellböcke 29 sehr leicht möglich ist. Hierbei werden die Strichkreuze der Fernrohre 26 stets mit den Kreuzmarken auf dem Prüfobjekt zur Deckung gebracht, während die inzwischen etwa eingetretenen Entfernungsdifferenzen der Kreuzmarken der Mikrometernokulare 33 auf der Feinteilung des Masstabes abgelesen werden. — Die Justierung der Fernrohre und der Komparatorführung kann mittels Feinlibelle 31 nachgeprüft werden. Die Fernrohrauszüge ermöglichen eine Scharfeinstellung auf Prüfobjekte zwischen 0 und 1000 mm Durchmesser, sodass z. B. auf der Stirnseite eines Prüfobjektes angebrachte Stiftmarken 32 bei der Messung miterfasst werden können, um eine Beobachtung der Formveränderungen der Stirnseite des Prüfobjektes zu gestatten. Es ist hierbei von besonderem Vorteil, dass die Okulare 33 bei der Fokussierung (Scharfeinstellung) der Fernrohre ihre Lage nicht verändern. Die Einrichtung ermöglicht die Erfassung

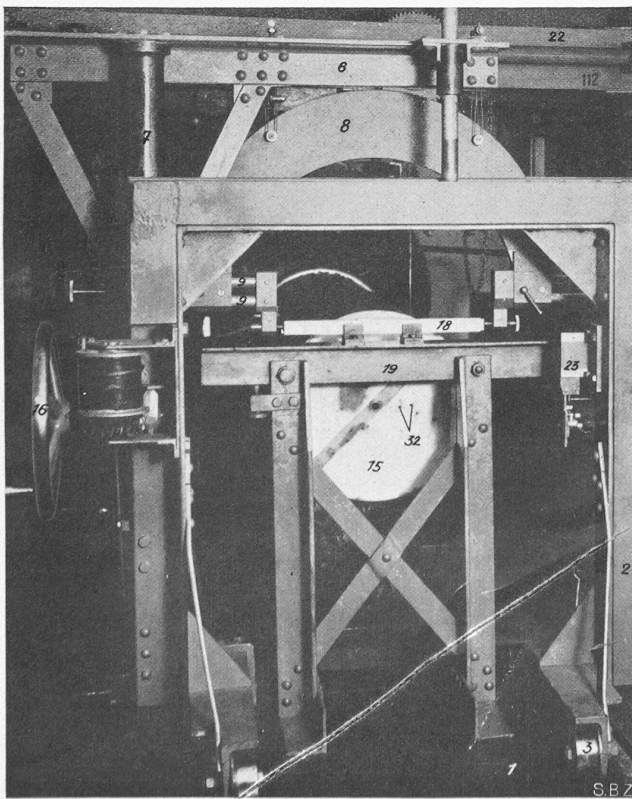


Abb. 1. Eichung der Rachenlehre mittels Endmass.

von Durchmesser und Längendifferenzen bis zur Grössenordnung 0,005 mm, sie kann natürlich auch noch höher gesteigerten Bedingungen angepasst werden. — In der vorliegenden Ausführung jedoch gestattet sie, die zulässige Belastung bis auf 0,5 kg/mm<sup>2</sup> genau zu errechnen.

Formänderungen sich ergebenden Entfernungsdifferenzen werden nur mittels der mit höchster Genauigkeit hergestellten Mikrometerschraubenspindeln der Ablesemikroskope bestimmt. Bei der Messung erleichtert die Grobteilung des

von Durchmesser und Längendifferenzen bis zur Grössenordnung 0,005 mm, sie kann natürlich auch noch höher gesteigerten Bedingungen angepasst werden. — In der vorliegenden Ausführung jedoch gestattet sie, die zulässige Belastung bis auf 0,5 kg/mm<sup>2</sup> genau zu errechnen.

Um die Untersuchungsreihen unter gleicher Temperatur durchzuführen, wird der Untersuchungsraum, wie oben erwähnt, auf stets konstanter Temperatur gehalten. Dieses erfolgt mittels einer besonders zu diesem Zwecke entwickelten Raumtemperaturregelung; zehn gleichmässig im Raum verteilte Widerstandsthermometer sind zu diesem Zwecke mittels Druckknopftableau 34 auf ein Ableseinstrument 35 geschaltet (Abb. 6). Die Regelung der Temperatur erfolgt nun in der nachstehenden Weise:

Die angesaugte Raumluft wird über elektrische Heizwiderstände geführt, die von Hand eingestellt werden und ungefähr die erwünschte Temperatur im Raum erzielen. Zur Umwälzung der Luft sind im Raum eine Anzahl Ventilatoren aufgestellt, die unmittelbar hinter den Flügeln einen Heizwiderstand tragen. Die Feinregelung erfolgt über zwei Kontakte (Minimal- und Maximalkontakt-Thermometer), die so eingestellt sind, dass sie auf einen Bereich von  $\pm 3^{\circ}$  reagieren. Bei abnehmender Temperatur schaltet das Minimalkontakthermometer über ein Zwischenrelais die Heizwiderstände der Ventilatoren ein. Bei erreichter Maximaltemperatur erfolgt automatisch die Ausschaltung der Heizwiderstände. Diese Art der Raumtemperaturregelung ist vollkommen betriebsicher und innerhalb der angeführten gewünschten Grenzen ausreichend.

Um die Gewähr zu haben, dass das Prüfobjekt an seiner Oberfläche eine gleichmässige mit der Raumtemperatur übereinstimmende Temperatur hat, werden auf der ganzen Länge des zu prüfenden Schmiedestückes (auf der Abbildung nicht ersichtliche) biegsame Thermolemente angelegt (etwa 10 bis 12 Stück), die nacheinander auf einem Spiegelgalvanometer 36 bezw. dessen Skala 38 abgelesen werden.



WOHNHAUS AM BRUDERHOLZRAIN. — Abb. 4. Strassenseite aus Nordost.



Abb. 5. Nordwestliche Hausecke.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass durch die Entwicklung der beschriebenen Einrichtung und des beschriebenen Verfahrens mit der genauen Erfassung der Formveränderung ein grosser Fortschritt in der zuverlässigen Prüfung und damit in der Betriebsicherheit jeder Art hochbeanspruchter Schmiedestücke gemacht worden ist, denn natürlich braucht das Verfahren nicht auf die Prüfung von Turbinenwellen beschränkt, sondern kann auch auf die Prüfung jeder Art anderer hochbeanspruchter Werkstücke ausgedehnt werden.

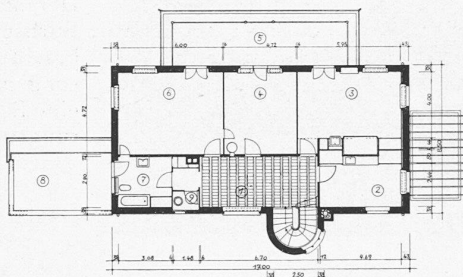
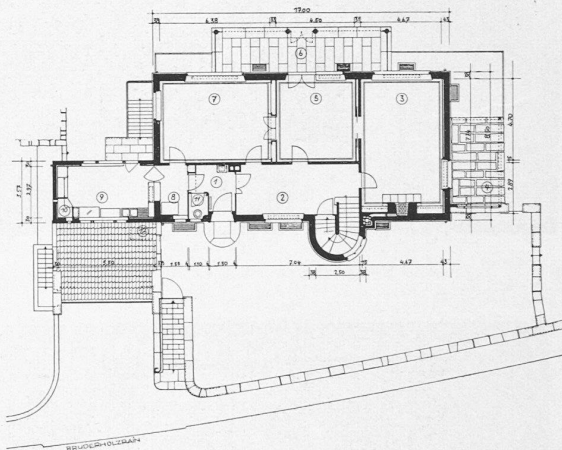


Abb. 7. Obergeschoss. — 3 Sohn, 4 Wohn., 6 Eltern-Z.



Masstab  
1 : 400.

Abb. 6. Erdgeschoss. — 3 Wohnzimmer, 5 Salon, 7 Esszimmer, 9 Küche.

**Basler Wohnhäuser von Arch. Rud. Christ, Basel.**

In unsern jüngst gezeigten Beispielen guter moderner Giebelhäuser (Nr. 21 und 23 letzten Bandes, sowie das „Milieu Séquin“ in Nr. 4 dieses Bandes) handelte es sich wohl um Ziegeldächer, aber auf Häusern ausgesprochen neuzeitlichen Geistes, im Grundriss wie in ihrer schlichten Haltung, im Gegensatz zu den repräsentativen Häusern in Nr. 12 letzten Bandes. Dass man aber auch unter Anlehnung an historische Bauformen doch im Einzelnen frei gestalten und dadurch keineswegs antikiert oder steif an-

mutende Häuser schaffen kann, das zu zeigen scheinen uns die vorliegenden Beispiele aus der Tätigkeit des Basler Architekten Rud. Christ geeignet. Sie sind jedes vom andern ganz verschieden, alle aber im Habitus so altgewohnt und landesüblich, als stünden sie längst an ihrem Ort. Tritt man ihnen jedoch näher und studiert man ihren innern Organismus, den Grundriss, so findet man darin unverkennbar den neuen Geist ökonomischer Sachlichkeit. Ueberall sind die Wohnräume an die Sonnenlängsfronten

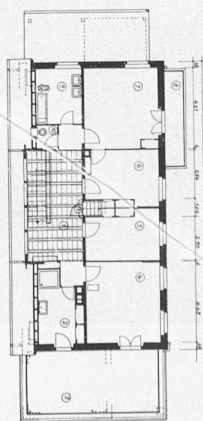
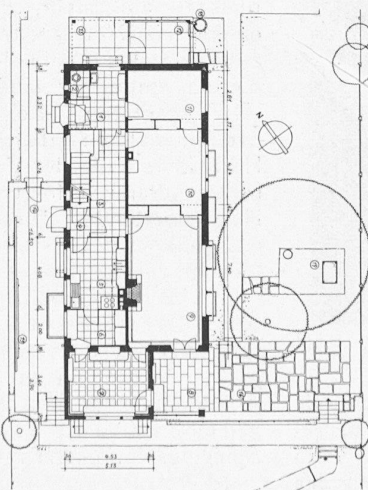
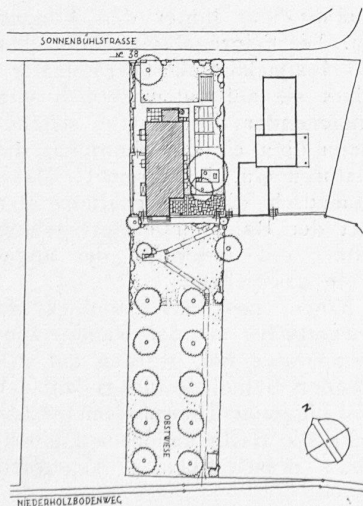


Abb. 8 (links am Rand).  
Lageplan 1 : 1500.

**HAUS L. IN RIEHEN.**

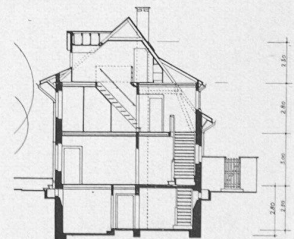


Abb. 9 bis 11. Grundrisse und Schnitt, 1 : 400.  
Erdgeschoss : 1 Eingang, 5 Küche, 6 Office, 7 Esszimmer, 8 gedeckte Veranda, 9/11 Wohnzimmer, 12 Schopf, 13 gedeckter Sitzplatz.  
Obergeschoss : 2 Duschen-Toilette, 4 Wohnzimmer, 5/7 Schlafzimmer, 9 Bad.