

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 26

**Artikel:** Verfahren zur experimenteller Bestimmung der Gesamtverluste eines Zahnrad-Getriebes  
**Autor:** Tobler, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53118>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

Das Motiv der Gitterung lässt sich im beliebig grossen Massstab verwenden, und so sind beispielsweise auch die kleinteiligen, scheinbar rein technischen Unterteilungen der oberen Fensterzonen der grossen Kongressaal-Glasfassade (Abb. 4, 5) den eben beschriebenen Massnahmen an die Seite zu stellen. Mit dieser Gitterung ist hier eine überzeugende Vermittlung zwischen den grossen Glasflächen und der geschlossenen Wand erreicht, eine Art Schleier, der den Raum begrenzt, ohne ihn architektonisch zu verfestigen. Ein schönes Beispiel dekorativer Gitterung sind ferner die horizontalen Holzroste innen entlang den Längswänden des Gartensaales (Abb. 37, 38) und aussen über dessen Eingängen vom Vorgarten her (Abb. 4). Der grosse Raum bekommt dadurch den freundlichen Charakter einer luftigen Pergola.

Das Bestreben, ornamentale Wirkungen ohne die Verwendung ornamentaler Formen herkömmlicher Art zu erzielen, führt aber auch noch zur Entwicklung einer Formengruppe, die der Malerei des Surrealismus nahesteht. So zeigen zum Beispiel die Plattenbeläge der Böden Musterungen in Gestalt farbiger Flecken von unbestimmten Umrissen (Abb. 25), die ein wenig so aussehen, wie wenn der Boden nass aufgewischt und die Lache noch nicht ganz aufgetrocknet wäre. Es sind die gleichen unbestimmten Formen, wie sie auf vielen Gemälden von Picasso, Le Corbusier und anderen Malern verwandter Richtung zu sehen sind, und die sich dort häufig zur Verlegenheitsform der Gitarre konkretisieren. Was damit gewollt ist, ist aber nicht die Gitarre als Gegenstand, sondern die zufällige, gleichsam schweifende und fließende, an keine gegenständliche Aussage gebundene Form, die nichts als eine bestimmte Farbe ohne einen bestimmten Formakzent bieten will, und ohne sich dabei inhaltlich zu verpflichten. Ähnliche Farbflächen von vagem Umriss werden im heutigen Ausstellungsstil gern als Träger von Aufschriften und Darstellungen verwendet, und waren auch an der Landesausstellung mehrfach zu sehen, besonders entwickelt in der graphischen Ausstattung des Pavillons der Milchwirtschaft.

Ihre höchste Ausprägung findet diese Formenwelt in dem kleinen Schmuckhof zwischen Vestibule und Gartensaal (Abb. 5, 78, 79, 80). Hier hat Bildhauer Speck grosse Granitplatten in solche schweifende Formen gebracht, wo sie nun auf eine amüsante Art zugleich natürlich, grotesk und geheimnisvoll wirken. Hier, in diesem ausgesprochen kleinen Freilufttraum, der den Besucher zur Betrachtung aus der Nähe zwingt, kommen alle die stofflichen Reize dieser Steinschalen und Tische, der absichtsvoll-natürlichen Bodenplatten, des plätschernden Wassers und des ausgesuchten reichen Blumenflors unvergleichlich intensiv zur Geltung (nur die Beton-Einfassungen des Wasserbeckens fallen unliebsam aus der Tonart). Im Reichtum seiner Akzente und in seiner Feingliedrigkeit hat dieses Gärtchen etwas Japanisches, wobei freilich im japanischen Garten die vielen Einzelheiten neben ihrem ästhetischen Reiz auch noch bestimmte konventionelle literarische und religiöse Symbolbedeutungen haben, die den europäischen Formen verwandter Art fehlen und die als Belastung empfunden würden, wie jede Tradition und Konvention, wenn sie vorhanden wären.

Veranstaltungen verwandter Art sind die Bar neben der Stiege im Kongressfoyer und der in amüsanten Kurven geformte

Tisch aus verschiedenfarbigen Keramikplatten (Abb. 30) auf dem Podest dieser Treppe, sowie der tropische Wintergarten, der im Galeriegeschoss die beiden Foyers trennt (Abb. 29). Hier werden unmittelbar seltsame Naturformen der Betrachtung aus der Nähe dargeboten, und man könnte sich denken, dass dieses Glasgehäuse auch noch mit allerhand aparten Gebilden der abstrakten Kunst in den verschiedenartigsten Materialien bevölkert würde.

Die Architektur traditioneller Art hat sich bemüht, ihren Architekturformen jeweils selbst eine gewisse Belebtheit mitzuteilen, eine gewisse organische Aktivität, die die einzelnen Formen aus dem Stoff, aus der Mauer heraus zu entwickeln schien. Diese Art Belebtheit fehlt den Bauformen der technischen Modernität. Sie sind technisch-abstrakt wie die Teile einer Maschine; dafür werden unverarbeitete, in ihrer materiellen Natürlichkeit bewusst hervorgehobene Naturformen unvermittelt daneben gestellt, wobei sie durch den Kontrast leicht den Zug des Skurrilen, Phantastischen, eben des Surrealistischen annehmen wie die Naturformen, die auf surrealistischen Bildern unvermittelt in einen irrationalen, von technischen Elementen durchsetzten Zusammenhang hineingestellt werden. Dieser Zug zum Grotesken ist auch in der geschweiften Freitreppe zur Dachterrasse über dem Gartensaal fühlbar (Abb. 3 ganz links), wo sich die Architektur im Gegensatz zu ihrer technischen Strenge plötzlich Kapriolen erlaubt, und damit zur Freiheit des Gartens überleitet, zu dem diese Treppe schon halb gehört.

\*

Die Grundstimmung dieser Bauten ist die einer ferienmässigen Heiterkeit und Unverbindlichkeit; der Eindruck der Würde, der Verpflichtung nach Seiten eines kulturellen und gesellschaftlichen Zusammenhangs, den die Monumentalgebäude zu geben versuchen, ist bewusst vermieden.

Siegfried Giedion, der Theoretiker des «neuen Bauens», hat in seiner kleinen Schrift «Befreites Wohnen» mit Recht gerade diese Seite, diese Freiheit von allen verpflichtenden Eingengungen als Charakteristikum der neuen Architektur hervorgehoben. Wie bei allen Emanzipationen wäre aber auch hier zu fragen: Freiheit wovon und wozu? Zugleich mit den einengenden Bindungen geht unvermeidlicherweise auch der Halt verloren, den ein festes Gerüst bietet — denn beides ist dasselbe. Während Räume von einer bestimmten Stilhaltung den darin stattfindenden Veranstaltungen einen festen, wenn auch vielleicht nicht immer bequemen Rahmen bieten, nötigt eine in jeder Hinsicht akzentfreie Architektur jede Veranstaltung, alles für den Eindruck Nötige von sich aus vorzunehmen; der Rahmen nimmt ihr nichts ab, und so bedeutet diese Freiheit doch wieder eine Verpflichtung, sofern nicht zuletzt der Eindruck einer ein wenig leeren und unverbindlichen Freundlichkeit zurückbleiben soll — denn schliesslich kann man nicht immer nur lächeln und bei allen Gelegenheiten lächeln.

So ist das Zürcher Kongresshaus stilgeschichtlich ebenso interessant durch die Fragen, die es auf einem so hohen künstlerischen Niveau löst, wie durch die, die es dabei offen lässt.

Peter Meyer

## Verfahren zur experimentellen Bestimmung der Gesamtverluste eines Zahnrad-Getriebes

Von Dipl. Ing. H. TOBLER, Zürich

**Einleitung.** Das direkte Verfahren zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Zahnrad-Getriebes durch Messung der aufgenommenen und abgegebenen Leistung desselben liefert nur sehr unzuverlässige Werte, weil die Verluste im Vergleich zu

der vom Getriebe übertragenen Leistung sehr klein sind. Zu wesentlich besseren Ergebnissen führt die indirekte Messung des Wirkungsgrades, wobei der Unterschied von Aufnahme und Abgabe, d. h. der Betrag der Verluste festgestellt wird. Man ermittelt dabei die Wärmeenergie, die von dem das Getriebe durchfliessenden Öl aufgenommen wird, und misst zu diesem Zwecke die das Getriebe sekundlich durchfliessende Ölmenge, sowie die Oeltemperaturen am Getriebe-Ein- und -Austritt. Ausser den Unannehmlichkeiten, die die Oelmengen-Bestimmung verursacht, wird bei dieser Art der Verlustmessung der allerdings kleine Teilbetrag, der in Form von Wärme direkt vom Getriebekasten an die Umgebung abgegeben wird, nur näherungsweise berücksichtigt. Ferner muss die spezifische Wärme des verwendeten Oeles durch einen besonderen Versuch ermittelt werden. Das nachstehend beschriebene Verfahren, das von den genannten Nachteilen frei ist und sehr genaue Resultate zu ermitteln gestattet, dürfte daher vielerorts Interesse finden.

### Beschreibung

Abb. 1 zeigt schematisch das in einem Getriebe-Kasten K eingebaute Zahnrad-Getriebe Z. Das zur Schmierung der Zahnräder und deren Lager benötigte Öl wird vermittelst der kleinen Zahnrad-Oelpumpe P dem Ölbehälter B entnommen und den

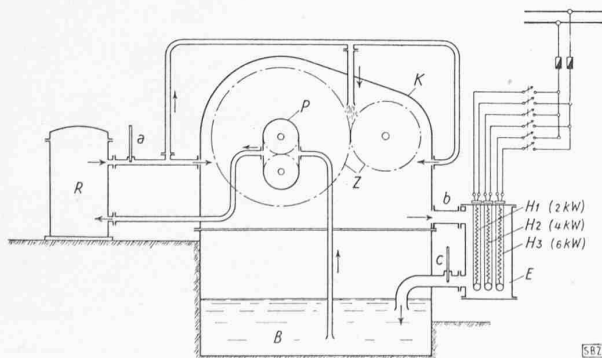


Abb. 1. Schema der Messeinrichtung

verschiedenen Schmierstellen unter Druck zugeführt. Die Temperatur  $t_1$  des in das Getriebe eintretenden Oeles wird an der Stelle  $a$  und die Temperatur  $t_2$  des das Getriebe verlassenden Oeles an der mit  $c$  bezeichneten Stelle des Oelkreislaufes gemessen.  $R$  stellt einen Oel-Rückkühlapparat dar. Zwischen den Punkten  $b$  und  $c$  sind in einem geeigneten Behälter  $E$  drei mit  $H_1$ ,  $H_2$  und  $H_3$  bezeichnete elektrische Heizelemente (Tauchsieder) eingebaut.

Deren Leistungen werden mit Vorteil verschieden gewählt und mögen im vorliegenden betrachteten Falle für 2, bzw. 4, bzw. 6 kW bemessen sein. Der Gang der Messung ist nun folgender: Unter Konstanzhaltung der vom Getriebe übertragenen Leistung

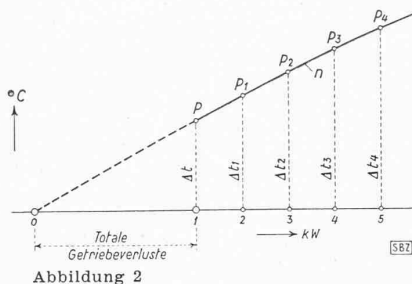


Abbildung 2

lässt man bei stromlosen Tauchsiedern das Getriebe solange laufen, bis sich die Temperaturdifferenz  $t_2 - t_1 = \Delta t$  zwischen Oel-Aus- und -Eintritt nicht mehr ändert, d. h. bis der Beharrungszustand eingetreten ist. Den Wert  $\Delta t$  trägt man nun als Ordinate über einem willkürlich gewählten Punkt 1 der mit kW-Teilung versehenen Abscissenaxe der Abb. 2 auf und erhält auf diese Weise den mit  $P$  bezeichneten Punkt. Hierauf schaltet man als Zusatzleistung den mit  $H$  bezeichneten 2 kW-Tauchsieder ein, was die selbe Wirkung zeitigt, die eine Erhöhung der Getriebeverluste um 2 kW zur Folge haben würde. Die Temperaturdifferenz zwischen Oel-Aus- und -Eintritt nimmt in der Folge wieder zu und erreicht bei wieder eintretendem Beharrungszustand den Betrag  $t_2' - t_1' = \Delta t_1$ . Ueber dem im Abstand 2 kW vom Punkt 1 gelegenen Punkt 2 der Abscissenaxe (Abb. 2) wird  $\Delta t_1$  als Ordinate aufgetragen, wodurch der Punkt  $P_1$  erhalten wird. Nun schaltet man an Stelle des 2 kW-Tauchsieders  $H_1$  den 4 kW-Tauchsieder  $H_2$  ein und wiederholt die vorstehend beschriebene Messung. Sie liefert den Punkt  $P_2$  der Abb. 2, dessen Ordinate  $t_2'' - t_1'' = \Delta t_2$  über dem im Abstand 4 kW vom Punkt 1 entfernten Punkt 3 der Abscissenaxe zu errichten ist. Bei der nun folgenden vierten Messung werden die beiden Tauchsieder  $H_1$  und  $H_2$  mit zusammen 6 kW Heizleistung eingeschaltet, während bei der fünften Messung die Tauchsieder  $H_1$  und  $H_3$  mit zusammen 8 kW Heizleistung benützt werden, usw. Mit den verfügbaren drei Tauchsiedern lassen sich im vorliegenden Falle total sechs Messungen mit um je 2 kW voneinander verschiedenen Zusatzleistungen durchführen, doch genügt in der Regel die Aufnahme von vier Messpunkten, um ein einwandfreies Ergebnis zu erhalten. Die Punkte  $P$  bis  $P_4$  ergeben nun eine Kurve  $n$  mit schwacher Krümmung, die, nach rückwärts verlängert, auf der Abscissenaxe den Punkt 0 festlegt. Die im kW-Masstab der Abscissenaxe zu messende Strecke  $0 - 1$  stellt nun die gesuchten Getriebe-Verluste dar. Die direkte Abgabe eines Wärme-Teilbetrages vom Getriebekasten an die Umgebung und die Aenderung von Viskosität und sekundlicher Durchflussmenge des Oeles zufolge der mit steigender Zusatzleistung zunehmenden Oeltemperatur beeinträchtigen die Genauigkeit des Messergebnisses nicht. Der Verlauf der Kurve  $n$  trägt diesen Einflüssen bereits Rechnung. Wären sie nicht vorhanden, so müssten die Punkte  $P$  bis  $P_4$  auf einer Geraden liegen. Voraussetzung für die Erzielung eines einwandfreien Messergebnisses ist die Konstanzhaltung der vom Getriebe übertragenen Leistung und eine möglichst unveränderliche Kühlwasser-Durchflussmenge des Oel-Rückkühlapparates  $R$ .

#### Nachtrag

Will man die reinen Getriebe-Verluste ausschliesslich derjenigen der zugehörigen Lager ermitteln, so muss die Anordnung derart getroffen werden, dass die aus den Lagern austretenden Oelmengen getrennt von dem über die Zahnräder des Getriebes geleiteten Oel in das Bassin  $B$  zurückfliessen können, ohne den Behälter  $E$  zu durchfliessen.

Das vorstehend beschriebene Verfahren wurde auch angewendet zur Ermittlung der Verluste von mit Drucköl geschmierten Lagern und hat einwandfreie Ergebnisse gezeigt.

Für die Messung der Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$  verwendet man an Stelle der Quecksilber-Thermo-

meter mit Vorteil Thermoelemente, die einander entgegenschaltet werden. Der Zeiger-Ausschlag des dabei benützten Milli-Voltmeters bildet dann direkt ein Mass für die Temperatur-Differenz  $t_2 - t_1$ . Dabei ist die Kenntnis der absoluten Beträge der gemessenen Thermospannungen gar nicht erforderlich, d. h. es können als Ordinatenwerte der Abb. 2 die am Milli-Voltmeter abgelesenen Teilstrich-Zahlen eingetragen werden.

## MITTEILUNGEN

**Turboelektrische Zentrale von 424 000 kW.** 50 km südlich von Johannesburg (Südafrika) ist 1940 eine turboelektrische Zentrale in Betrieb gesetzt worden, die mit Recht als eine der grössten der Welt angesprochen werden darf. Sie besteht aus zwölf Hauptturbinen von je 33 000 kW bei 3000 U/min. Vier Turbosätze von je 7000 kW bei 3000 U/min stehen als Hilfe zur Verfügung. Sämtliche Turbinen, Generatoren, Kondensatoren und Hilfsantriebe wurden von der Metropolitan-Vickers-Electrical Co. geliefert. Der Turbinenraum (Abb. 1) ist rund 240 m lang und 30 m breit. Die Belastung der Zentrale im Jahre 1940 betrug 80,2%, eine Belastung, die mehr als doppelt so hoch lag, wie diejenige irgendeines Kraftwerkes in England. Um den notwendigen Brennstoff zu beschaffen, wurde eine Kohlengrube in unmittelbarer Nähe eröffnet, von wo die Kohle mittels Förderbändern zum Kraftwerk gelangt. Das Wasser muss aus 10 km Entfernung mit Ueberwindung eines mässigen Höhenunterschiedes herbeigepumpt werden. Zehn Kühltürme von 60 m Ø am Fuss und 66 m Höhe stehen für die Rückkühlung des Kondensatoren-Kühlwassers zur Verfügung. Der tägliche Wasserverlust durch Verdampfung in den Kühltürmen beträgt 22 000 m³. Die Kesselanlage umfasst 24 Babcock & Wilcox-Einheiten mit je 70 t/h Dampfleistung. Jeder Kessel besitzt ein eigenes Kamin von 2,4 m Ø und 80 m Höhe, von denen die letzten 30 m aus einer Kupferlegierung bestehen. Das Kesselhaus ist 225 m lang und 56 m breit. Die Hauptturbinen sind zweigehäusig mit einem doppelströmigen ND-Teil und je zwei Kondensatoren. Der Frischdampfdruck beträgt 25 atü bei 388°C, das Vakuum ist 700 mm Hg bei Vollast. Die HD-Turbinen bestehen aus 13, die ND-Turbinen aus 2 × 5 Stufen. Die Kondensatoren haben je eine Oberfläche von 1400 m² und benötigen je 100 m³ Kühlwasser pro Minute. Die Kessel umfassen einen Hochdruck- und zwei Niederdruck-erhitzer, sowie einen Wanderrost. Die Generatoren sind für 40 000 kVA bei 10 500 V und einem  $\cos \varphi$  von 0,825 ausgelegt. Sie besitzen Umlaufkühlung, indem die Rotorgebläse durch fremdangetriebene Gebläse verstärkt wurden. Die vier Hilfsturbinen sind eingehäusig und haben je ein Curtisrad und 26 Aktionsräder; die Dampferhitzung geschieht einstufig. Die Generatoren arbeiten mit 2100 V («Engineer» vom 8. Mai 1942).

**Qualitäts- und Sicherheitsfragen bei der Verwendung von Ersatztreibstoffen** behandelte Prof. Dr. P. Schläpfer anlässlich der Generalversammlung des SVMT vom 1. Mai. Die Ersatztreibstoffe, die heute zur Verwendung gelangen, sind meist derart, dass sie in den vorhandenen Motoren benutzt werden können; solche für neu zu konstruierende Motoren (z. B. Wasserstoff) stehen noch im Versuchsstadium. Ersatztreibstoffe bringen Nachteile mit sich. Um solche zu vermeiden oder abzuschwächen, dürfen keinesfalls irgendwelche Sicherheitsmassnahmen miss-

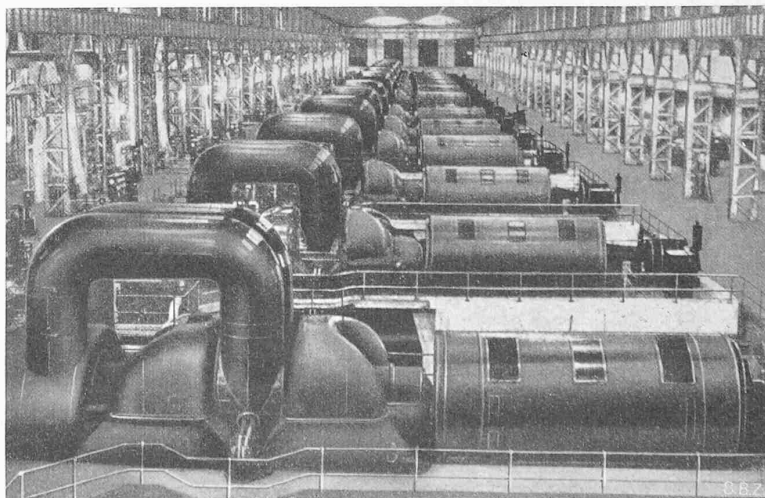


Abb. 1. Turboelektrische Zentrale von 424 000 kW bei Johannesburg, Südafrika