

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 93/94 (1929)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Das Kraftwerk Kardaun am Eisack  
**Autor:** Jegher, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43425>

### **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:** 18.02.2026

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

INHALT: Das Kraftwerk Kardaun am Eisack. — Die Verwendung der Maag-Zahnradgetriebe. — Architektur-Diplomarbeiten an der E.T.H. — Tagungen der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und des engl. „Institute of Metals“ in Düsseldorf, 7. bis 11. September 1929. — Zur Finanzierung von „Architektur-Werken“. — Siedlung Dammerstock, Karlsruhe i. B. — Mitteilungen: Die Generalversammlung der G. E. P. in Paris. Die Kehrverbrennungsanstalt der Stadt Paris. Die Zentrale Handeck der Kraftwerke Oberhasli. Neue Betonstrassen im Thurgau. Ein Vortragskurs

über Rationalisierung in der öffentlichen Verwaltung. — Wettbewerbe: Konzert- und Kunsthaus Luzern. Bebauungsplan für Murten. Erweiterung des Kursaals Lugano. Hallen für die Internationale Kochkunst-Ausstellung 1930 in Zürich. Saalbau in La Tour-de-Peilz. Bebauungsplan für die rechtsufrigen Quartiere in Genf. — Korrespondenz. — Literatur. — Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Mitteilungen der Vereine: Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein: Eisenbeton-Kurs in Lausanne.

## Band 94

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. 14

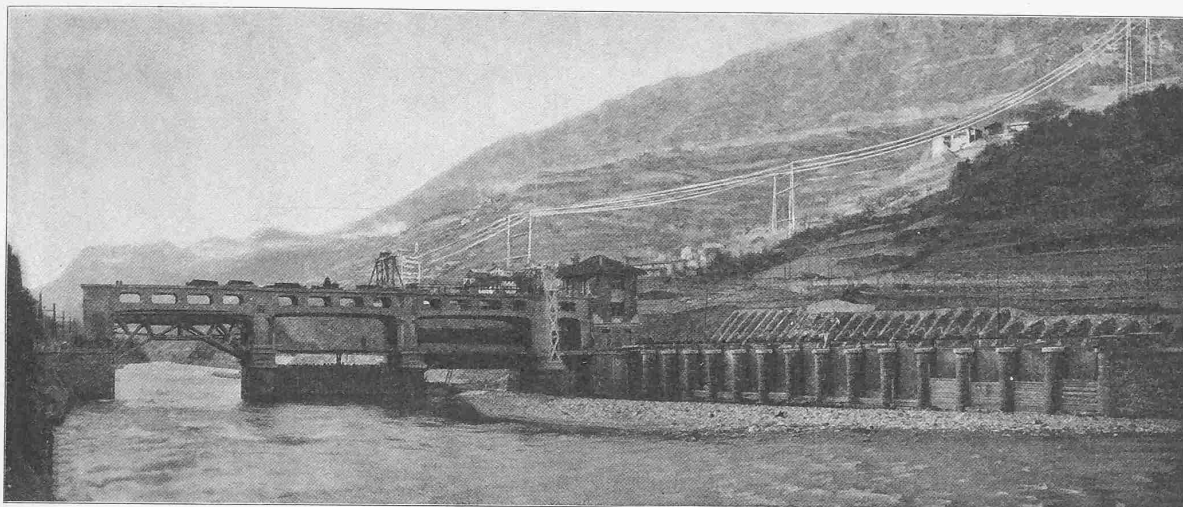


Abb. 3. Stauwehr im Eisack, Oberwasserseite. Rechts das Einlaufbauwerk.

### Das Kraftwerk Kardaun am Eisack.

Der Eisack (Isarco) ist ein östlicher Zufluss der Etsch, der am Brenner entspringt und bei Bozen das Etschtal erreicht; er ist auf seiner ganzen Länge von der Brennerbahn begleitet. Das Kraftwerk Kardaun (Cardano, kleine Ortschaft am Eisack, vergleiche den Uebersichtsplan Abb. 1 auf Seite 168) stellt die unterste Stufe dar im Gesamtausbauplan des Eisackflusses; es verfügt über ein Einzugsgebiet von 3300 km<sup>2</sup> und eine Wassermenge, die zwischen 27 m<sup>3</sup>/sec im Winter und 250 m<sup>3</sup>/sec im Sommer schwankt. Die Energienutzung ist eingestellt auf Tagesausgleich und Verarbeitung von 80 m<sup>3</sup>/sec, eine Wassermenge, die während 178 Tagen von April bis September zur Verfügung steht. Als typischer Gebirgsfluss bringt der Eisack viel Schlamm und Geschiebe und plötzliche Hochwasser — Nachteile, deren Folgen in der Anlage des Werkes gründlich Rechnung getragen worden ist.

Die Wasserfassung befindet sich bei Waidbruck unterhalb der Einmündung des Grödner-Baches auf 460 m ü. M. Durch ein Ausgleichbecken von 290 000 m<sup>3</sup> gelangt das Betriebswasser in den 15 km langen Zulaufstollen, der im rechten Hang des Eisacktales bis oberhalb Kardaun verläuft. Dort liegt auf Kote 430 das Wasserschloss, von dem die Druckleitungen nach der 280 m ü. M. liegenden Zentrale abfallen. Es steht somit ein Gefälle von rd. 150 m zur Verfügung. Die installierte Maschinenleistung beträgt 285 000 PS und die Jahresproduktion 500 Mill. kWh, womit Kardaun als z. Z. grösstes Wasserkraftwerk Europas angesprochen werden dürfte. Wir bringen im folgenden eine kurze Beschreibung der Hauptbauten, gestützt auf unsere Besichtigung der Baustellen und anhand von Heft 4 (15. Febr. 1929) der „Wasserkraft und Wasserwirtschaft“<sup>1)</sup>, der wir auch die Abbildungen entnehmen.

Ueber die Disposition der Wasserfassungsanlage orientiert Abb. 2. Das Flusswehr hat drei Oeffnungen von 15 m Weite und 5 m Höhe, die Schützen haben einen 80 cm hohen absenkbaren Oberteil; ihre

Betätigung erfolgt durch Pressölmotoren. An seinem rechten Ende hat das Wehr eine Schottersechse von 4 m Breite, die mit dem Schotterfang vor dem Einlaufwerk in Verbindung steht. Dieses besitzt 15 Oeffnungen ohne Rechen von je 3 m Weite und 1,25 m Höhe, mit Schwellenkote 459,75 (Wehrschwelle 458,50, Schottersechse 457,50, Stauziel 463,00). Die Einlaufschleusen werden gleichfalls von der im Schleusenwärterhaus am rechten Wehrende (Abb. 3) untergebrachten Pressölanlage betätigt.

Anschliessend an das Einlaufbauwerk ist eine Entsandungsanlage System Dufour<sup>2)</sup> eingebaut, wobei je drei Einläufe zu einer Gruppe der fünfgliedrig gestalteten Anlage gehören. Sie soll Sinkstoffe bis rd. 2 mm Korngrösse ausscheiden, die durch den gedeckten Spülkanal, der der Länge nach durch das Speicherbecken verläuft, abgeführt werden. Der Entsander ist für die Reinigung von 90 m<sup>3</sup>/sec bemessen und dürfte bis zu 10 m<sup>3</sup>/sec Spülwasser erfordern. Die noch feineren Sinkstoffe, bis zu 0,5 mm Korngrösse, sollen sich im Klärbecken absetzen.

Dieses Becken (Abb. 4), wurde durch umfangreichen Aushub des Geländes (rund 650 000 m<sup>3</sup>), Dämme und Böschungsmauern geschaffen, die zum grössten Teil in Beton ausgeführt sind. Es hat ungefähr 400 m Länge bei 150 m Breite und ist gegen den Fluss durch einen Hausteinkleideten Damm abgetrennt, der einen 100 m breiten

<sup>2)</sup> Siehe „S. B. Z.“ Bd. 78, S. 295, 310 u. 323 (Dez. 1921); Bd. 83 S. 169 u. 196 (April 1924).

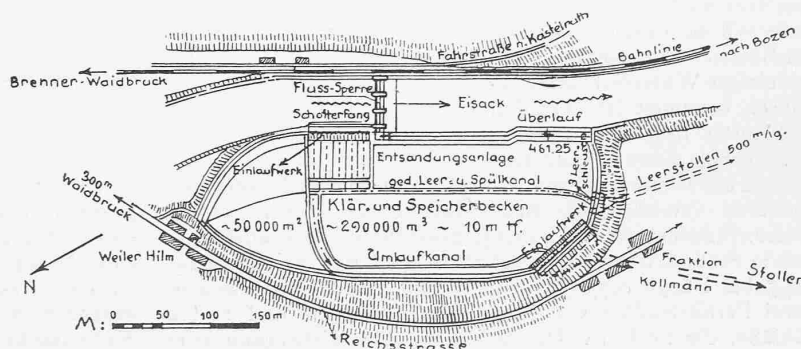


Abb. 2. Wasserfassung und Speicherbecken bei Waidbruck (Ponte all' Isarco). — 1:700.

<sup>1)</sup> Jetzt G. Hirsh Verlag, München. Preis des Heftes mit vielen Bildern und Zeichnungen) M. —,70.



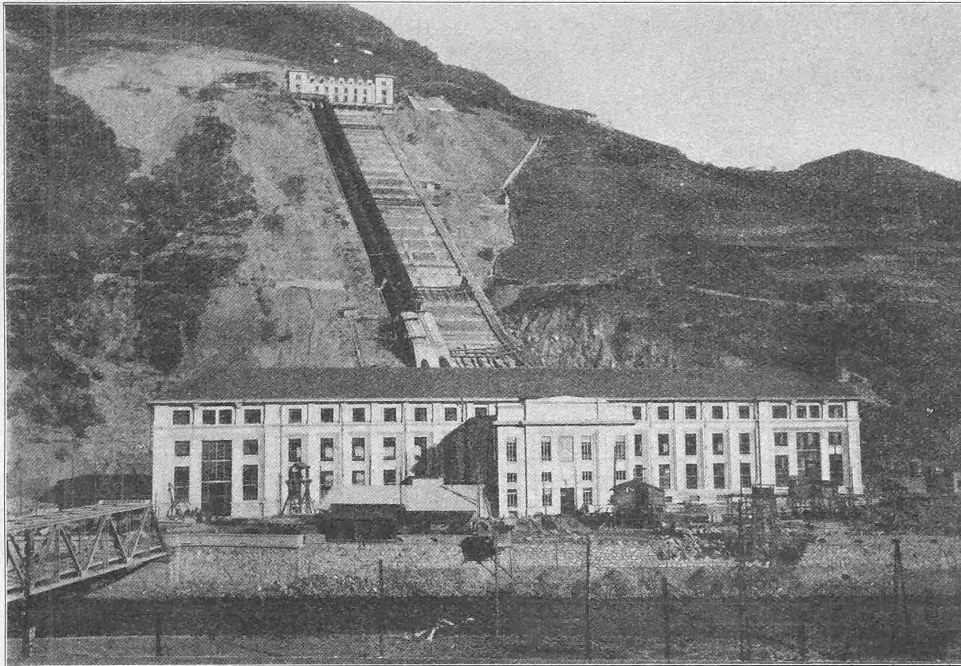


Abb. 8. Wasserschloss, Druckleitung und Zentrale in Kardaun.

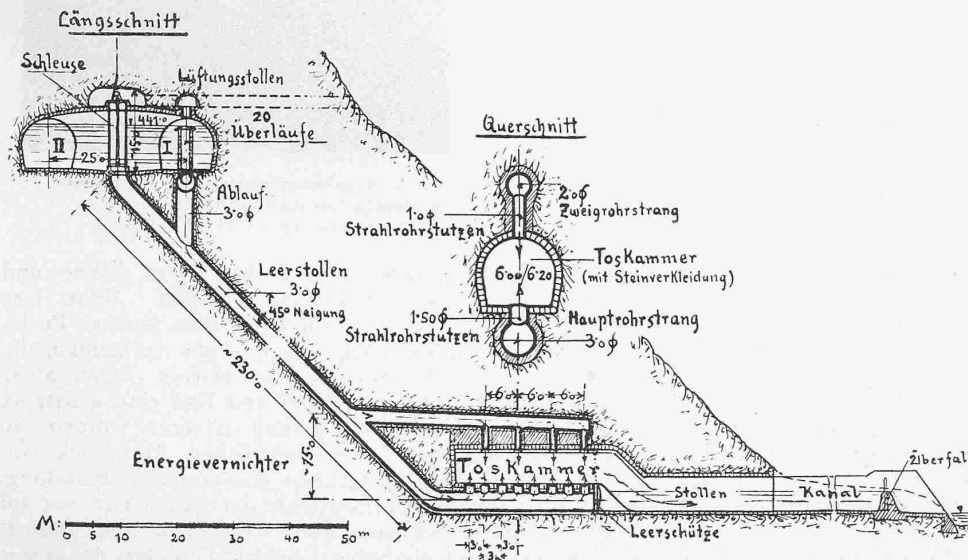


Abb. 7. Schnitte durch Wasserschloss (Doppelstollen), Leerlauf und Energievernichter. — Masstab 1 : 1200.

Jahren mit einem Aufwand von nahezu 4000 Arbeitern bewältigt worden.

Die Doppelstollenstrecke, als Speicherkammer das eigentliche Wasserschloss darstellend, besitzt einen Stauraum von 150 000 m<sup>3</sup>, sodass die ganze, in Speicherbecken, Stollen und Wasserschloss enthaltene Speichermenge ungefähr 500 000 m<sup>3</sup> beträgt. In der Mitte der Doppelstollenstrecke ist eine Verbindung der beiden Stollen geschaffen; im talseitigen Stollen ist an dieser Stelle ein Überlaufsystem mit 20 Abläufen zum Leerstollen angeordnet, ausserdem im Querstollen selbst eine Grundschleuse nach Art eines Glockenventils (Abb. 7). Diese beiden Entleerungsvorrichtungen, die automatisch durch Schwimmer bzw. durch Fernsteuerung von der Zentrale aus betätigt werden, münden in den geeigneten, rohgefüllten Leerstollen, der das Wasser durch den Energievernichter, dessen Wirkungsweise aus der Abbildung 7 hervorgeht, dem Eisack zurück gibt. An ihrem Stirnende sind die Doppelstollen durch eine Querkammer verbunden, aus der die sechs Rohrleitungen auf Kote 431,00 austreten. Der darüber errichtete Hochbau (Abb. 8, oben) enthält die Schieber mit elek-

trischem Antrieb, die Drosselklappen und die Standrohre.

Die Druckleitungen, auf Betonrippen der Rohrbahn aufliegend und an drei Bruchpunkten in Betonsockeln gelagert, sind ungefähr 300 m lang. Fünf Leitungen von 2800/2500 mm l. W. versorgen je ein Industriestrom-Aggregat, die sechste Leitung von 2000 mm l. W. vier Bahnstrom-Aggregate, die durch Verteilungen von 1600 mm l. W. angeschlossen sind. Die Zentrale samt den Nebenbauten nimmt eine Fläche von rund 4300 m<sup>2</sup> ein, wovon auf den Maschinensaal 1800 m<sup>2</sup> entfallen. Er hat 118 m Länge, 14 m Breite und 18 m lichte Höhe; im westlichen Teile (auf Abb. 8 links) stehen die Bahnstromgruppen, im östlichen die Industriestromgruppen, dazwischen zwei 500 PS-Gruppen für den Eigenbedarf. Im mittlern Vorbau sind die Schaltstelle, sowie andere Diensträume untergebracht; unmittelbar vor dem Gebäude sind die Freiluftanlagen errichtet worden.

Die Francis-Spiralturbinen der Industrieaggregate weisen eine Leistung von 45 000 PS bei 155 m Gefälle und einem Wasserverbrauch von 25 m<sup>3</sup>/sec bei Wirkungsgraden bis zu 87% auf; sie besitzen eine Drehzahl von 252 bis 300 Uml/min je nach Betrieb der Generatoren mit Frequenzen von 42 bis 50 Per. Der mit der Turbine fest gekuppelte Drehstromgenerator von 36 000 kVA Leistung bei 11 000 V Betriebsspannung besitzt eine stehende Welle von 500 mm Ø mit drei Lagern, wovon die zwei in den beiden Tragkreuzen untergebrachten Lager die Führung der Welle besorgen, das dritte, am oberen Wellenkopf angeordnete Ringspurlager Bauart Michell die sämtlichen rotierenden Teile der Maschinengruppe trägt. Sämtliche Turbinen samt den zweiteiligen Maschinenwellen und den Ringspurlagern wurden von Riva (Mailand) geliefert, drei Generatoren von Brown Boveri (Mailand) und zwei von der Comp. Generale di Eletticità (Mailand). Der Industriestrom gelangt, auf 240 000 V transformiert, nach der Hauptverteilung Cislago bei Mailand mittels einer 300 km langen Leitung, die für eine Leistung bis zu 150 000 kW als Hohlseil aus Stahl und Aluminium zur Ausführung kommt.

Von den drei bis jetzt aufgestellten mit vertikalachsigen Pelton-turbinen ausgerüsteten Bahnstromgruppen sind die beiden von de Pretto-Escher Wyss (Schio) gelieferten Turbinen mit vier Düsen, die von Tosi (Legnano) gelieferte mit fünf Düsen gebaut. Bei den EWC-Turbinen ist die gleiche Konstruktion wie bei den 1926/27 erstmals gebauten Pelton-Turbinentypen für die Zentrale Maipo in Chile angewendet, die Generatorwelle mit fliegend angeordnetem Laufrad (20 Schaufeln) in zwei Lagern geführt und auf ein im Unterwasserkanal auf Tragsäule montiertes Stütz-



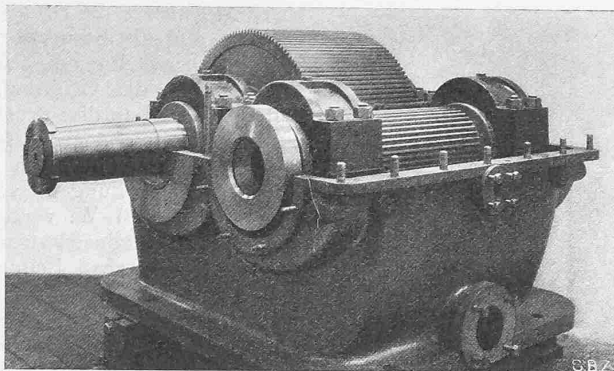


Abb. 1. Maag-Reduktionsgetriebe für einen Turbogenerator von 6400 PS, Übersetzung von 4500 auf 1500 Uml/min.

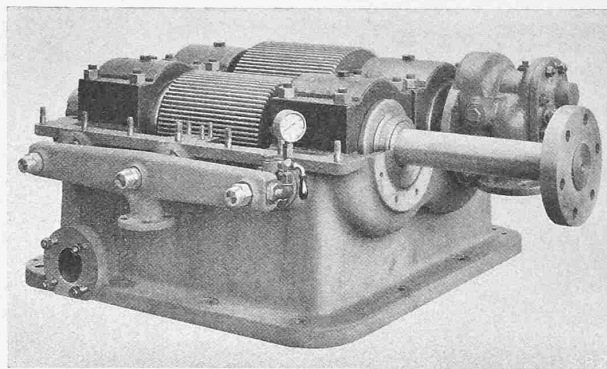


Abb. 2. Maag-Erhöungsgetriebe für einen Turbokompressor von 2000 PS, Übersetzung von 2980 auf 4130 Uml/min.

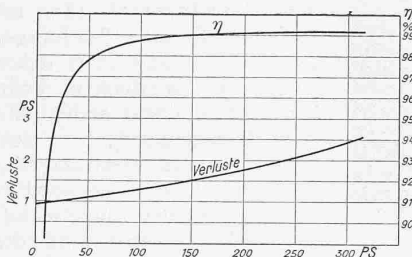


Abb. 6. Wirkungsgrad und Verluste eines Maag-Reduktionsgetriebes mit Rollenlagern 300 PS, Übersetzung von 1000 auf 250 Uml/min.

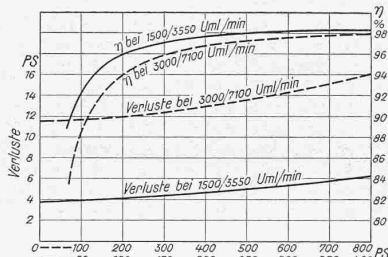


Abb. 7. Wirkungsgrad und Verluste eines Maag-Turbogetriebes mit Drucköllagern bei verschiedenen Drehzahlen.

lager gestellt. Bei der Tosi-Turbine ist der Aufbau ähnlich, jedoch ist die Maschinenwelle mit zwei Führungslagern gehalten und mit einem Ringspurlager Michell ausgerüstet. Diese drei Turbinen für je 14 700 PS Leistung bei 144 bis 152 m Gefälle und einem Wasserverbrauch von 9600 bis 9060 l/sec haben eine Drehzahl von 250 Uml/min bei der normalen Frequenz von  $16\frac{2}{3}$  Per. und sind mit Drehstromgeneratoren (Lieferant: Comp. Generale di Elettricità) von 9000 bis 13500 kVA Leistung mit 4000 V Betriebsspannung gekuppelt. Die Uebertragung nach den Hauptunterwerken der Strecke Verona-Brenner geschieht auf zwei Leitungen mit der Spannung von 65 000 V.

Der Betrieb des Werkes ist vor kurzem aufgenommen worden; die Baukosten erreichen 300 Mill. Lire. Unsere Abbildungen zeigen den Bauzustand vom Herbst 1928. W. J.

### Die Verwendung der Maag-Zahnradgetriebe.

Seitdem es gelungen ist, Verzahnungen mit einer Präzision herzustellen, die allen Anforderungen in Bezug auf Umfangsgeschwindigkeit der Räder und spezifische Zahnpressung gewachsen ist, findet das Zahnradgetriebe in steigendem Masse Verwendung zur Kraftübertragung auf allen Gebieten der Technik. Eines seiner wichtigsten Anwendungsgebiete als Drehzahlverminderer ist wohl der raschlaufende Turbogenerator kleiner bis mittlerer Grösse, mit Turbinendrehzahlen von 4000 bis 10 000 Uml/min, während die Generatoren nur mit 1000 bis 3000 Uml/min laufen. Ein solches Getriebe zeigt Abbildung 1. Die selbe Getriebegattung wird umgekehrt zur Drehzahlerhöhung bei Turbokompressoren benutzt (Abb. 2). Hier kommen Ritzel-drehzahlen bis zu 20 000 Uml/min und mehr in Betracht.

Die Uebertragung grosser Leistungen bei so hohen Geschwindigkeiten erfordert natürlich einen kinematisch vollkommen richtigen Eingriff der Verzahnungen, damit die Umfangsgeschwindigkeiten der Teilkreise in jedem Moment genau übereinstimmen. Dadurch sind den zulässigen Fehlern von Zahnteilung und Profil enge Grenzen gezogen. Das

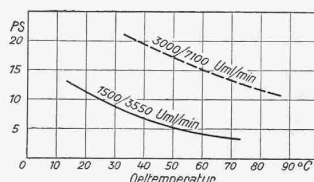


Abb. 8. Leerlaufverluste des Getriebes nach Abb. 7 bei verschiedenen Oeltemperaturen.

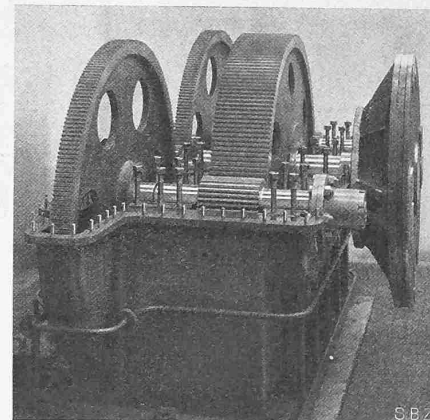


Abb. 4. Maag-Reduktionsgetriebe mit nachgiebiger Kupplung für Zentralantrieb einer Zementmühle, 450 PS, Übersetzung von 785 auf 18 Uml/min.

Getriebe Abb. 2 hat 97/70 Zähne und macht 2980/4130 Uml/min. Wäre hier z. B. an einem Zahn eine positive Profilabweichung von  $\frac{1}{100}$  mm vorhanden, die sich über  $\frac{1}{8}$  des aktiven Zahnprofils

erstreckte, dergestalt, dass Ritzel und Rad eine konstante Beschleunigung bzw. Verzögerung erfahren würden, so ergäbe dieser Fehler einen zusätzlichen Zahndruck von 20 300 kg, das ist das 7,8fache der normalen Belastung. Wenn auch infolge der Elastizität der Zähne und des auf ihnen haftenden Oelfilms dieser Wert nicht voll erreicht wird, so wäre doch ein heftiger Schlag die Folge, der ausser störendem Geräusch Vibrationen von Getriebegehäuse und Wellen erzeugt. Es leuchtet ein, dass bei derartigen Getrieben die eben noch zulässigen Fehler an zwei aufeinander folgenden Zähnen nur einen geringen Bruchteil von  $\frac{1}{100}$  mm betragen dürfen.

Jeder neu eingreifende, theoretisch genaue Zahn würde naturgemäss einen ähnlichen Stoss verursachen, weil die schon im Eingriff befindlichen Zähne infolge der Belastung etwas durchgebogen sind und die treibende Verzahnung um diesen Betrag voreilt. Damit der neue Zahn arbeitet, muss er ebenfalls durchgebogen werden. Um dies möglichst stossfrei zu erreichen, ist eine bestimmte parabel-förmige Abweichung des Zahnprofils von der theoretisch gegebenen Form notwendig. Es handelt sich dabei aber um so kleine Beträge, dass deren Berücksichtigung erst einen Sinn hatte, nachdem die Erzeugung der genauen Grundform gelungen war.

Die Summation einer Anzahl positiver Teilungsfehler zulässiger Grösse, die sich über eine Reihe von Zähnen erstrecken, ergibt wohl einen grösseren periodischen Fehler, ohne dass hierdurch der Massenbeschleunigungsdruck zu hoch würde. Infolge der eingetretenen Voreilung des getriebenen Rades und darauffolgender Zurückführung durch