

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 70 (1952)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Schmiermittel-Untersuchungen mit dem Vierkugel-Apparat  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-59548>

### **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:** 14.03.2025

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

132 kV), neben denen ungefähr 5150 km Leitungen niedriger Spannungen bestehen. Diese werden von den Kraftwerken gespiesen, die in Tabelle 3 genannt sind.

Die Energieerzeugung dieser Kraftwerke belief sich für das Jahr 1949/50 auf 612 Mio kWh, was eine spezifische Produktion pro Kopf der Bevölkerung von 11,3 kWh pro Jahr ergibt. Die prozentuale Verteilung ergibt folgendes Bild: Industrie 69, Bewässerung und Landwirtschaft 11, Hausbeleuchtung und handwerkliche Betriebe 11, öffentliche Beleuchtung 3, Verkehr 4, Verschiedenes 2 %.

Der Cauvery, an welchem die Sperre und das Kraftwerk Mettur erstellt werden, ist ein bedeutender Fluss, der in der Bergkette an der Westküste Indiens entspringt, die Spitze der indischen Halbinsel durchquert und südlich von Pondichéry in den Golf von Bengalen mündet.

Die Talsperre Mettur ist ebenfalls eine Schwergewichtsmauer mit einer Kronenlänge von 1600 m und einer grössten Höhe von 65 m. Ihr Querschnitt ist stark. Die Wasserseite hat einen Anzug, der schrittweise bis auf 1:6 ansteigt, während der Anzug der Talseite allmählich bis 1:1 zunimmt. Ihr Bau erfordert 1 530 000 m<sup>3</sup> Mauerwerk. Die Sperre speichert 3,65 Mrd m<sup>3</sup> nutzbare Wassermenge, die für die Bewässerung und für die Energieproduktion in der am Fuss gelegenen Zentrale verwendet werden können. Dieses Kraftwerk ist mit vier Einheiten ausgerüstet, von welchen jede eine Turbine mit 16 000 PS umfasst, die unter einem Gefälle von 18 bis 49 m arbeitet (Bild 9).

Die erste Etappe dieser Anlage wurde 1937, die zweite 1946 beendet. Jährlich werden zwischen 300 und 350 Mio kWh erzeugt. Der Bau ermöglicht im weiteren, ungefähr 1200 km<sup>2</sup> Land unterhalb der Sperre zu bewässern. Diese Staumauer interessiert vor allem wegen ihren Abmessungen. Sie zeigt keine besonders interessanten Lösungen, es sei denn die der Hochwasserentlastung, welche für eine Abflussmenge von 15 000 m<sup>3</sup>/s dimensioniert ist.

\*

Es wäre leicht, mehrere Dutzend solcher Anlagen von den vielen geplanten und schon im Bau begriffenen zu beschreiben, die ähnlich oder noch bemerkenswerter sind als die zuvor angeführten.

Um die Bedeutung der Anlagen in bezug auf Indien und den Einfluss dieser vorgesehenen Elektrifikation auf das Land richtig erfassen zu können, genügt es, nochmals festzustellen, dass die jährliche Energieproduktion nach der Erfüllung des ganzen Programmes, das heisst in zwanzig bis dreissig Jahren, ungefähr 40 Mrd kWh erreichen wird, was pro Kopf der Bevölkerung umgerechnet etwas mehr als 100 kWh im Jahr ausmachen wird. Diese Zahl weist auf eine bedeutende Zunahme hin, wenn man sie mit der von 12,8 kWh pro Kopf des Jahres 1950 vergleicht. Sie zeigt, welcher Fortschritt noch erreicht werden muss, damit die Elektrifikation Indiens den zahlreichen Möglichkeiten entsprechen kann, die dieses ausgedehnte Land bietet. Fortsetzung folgt

#### Literaturverzeichnis

1. Load Planning in India (The Central Electricity Commission), Bericht Nr. 14, Frage 2, Sitzung WPC, New Delhi, 1951.
2. The use of electrical power by small scale industries in India (The Central Electricity Commission), Bericht Nr. 13, Frage 2, Sitzung WPC, New Delhi, 1951.
3. Rural electrification in Madras State. Department of Electricity, Government of Madras, Bericht Nr. 17, Frage 2, Sitzung WPC, New Delhi 1951.
4. Hydro-electric development in India (The Central Board of Irrigation) Leaflet Nr. 5.
5. New projects for irrigation and power in India, 1950 (The Central Board of Irrigation). Leaflet Nr. 3.
6. Bhakra-Nangal Project (Public Works Department, Punjab).
7. Hirakud Dam Project. Descriptive Note Nr. 3 (The Central Water Power Irrigation and Navigation Commission), New Delhi.
8. Inauguration of the Cauvery-Mettur System (R. Narasimha Ayyangar, Chief Engineer for irrigation).
9. Power Supply in Madras State (Published by the Director of information and Publicity, Government of Madras).

## Schmiermittel-Untersuchungen mit dem Vierkugel-Apparat

DK 621.892.0014

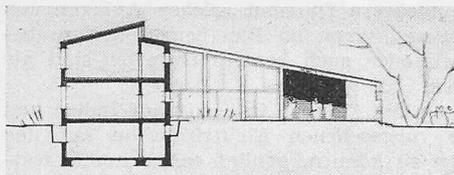
P.-D. Dr. M. Brunner, Sektionschef EMPA Zürich, schilderte anlässlich der Generalversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe vom 23. Nov. 1951 in Luzern einleitend die Vorgänge bei Voll- und besonders bei Teilschmierung sowie die Faktoren, die zur Abnützung führen. Die Notwendigkeit, spezielle, bei Teilschmierungsbedingungen nicht versagende Schmiermittel mit ausgesprochenen Hochdruckeigenschaften anzuwenden, ergab sich vor allem mit der Entwicklung der Hypoidantriebe für Automobile. Die lokal herrschenden hohen Temperaturen und Drucke, denen das Schmiermittel ausgesetzt ist, sind hier wesentlich höher als üblich, so dass gewöhnliche Mineralöle, selbst solche mit milden Zusätzen zur Erhöhung der Schmierfähigkeit, wie Fettsäuren, kolloidaler Graphit usw., völlig versagen. Auch bei andern, scheinbar unter leichteren Bedingungen arbeitenden Schmierstellen können, wenn auch nur vorübergehend und ausnahmsweise, Verhältnisse eintreten, wo zur Verminderung des Verschleisses die Anwendung von Schmiermitteln höherer Schmierfähigkeit geboten erscheint.

Unter den verschiedenen Prüfgeräten zur Ermittlung der Schmierfähigkeit und insbesondere der eigentlichen Hochdruckeigenschaften ist der seinerzeit von den Motoren-Laboratorien der BPM in Delft ausgearbeitete und heute von zahlreichen Prüf-laboratorien angewandte Vierkugelapparat, mit dem auch die vorliegenden Versuche durchgeführt wurden, besonders geeignet. Dieser Apparat arbeitet ausschliesslich bei Hochdruckbedingungen, wo die Viskosität des Schmiermittels keine Rolle mehr spielt und nur durch rasche chemische Reaktion der Hochdruckzusätze mit dem Metall (chromlegierter Kugellagerstahl) ein Schutz vor Anfrassen und Verschweissen herbeigeführt werden kann. Der Vierkugelapparat gestattet, das Ausmass dieses Schutzes zahlenmässig zu erfassen. Dabei ist verständlich, dass die Wirksamkeit schwacher, lediglich am Metall nur leicht adsorbierter schmierfähigkeitsverbessernder Zusätze mit diesem schon von Versuchsbeginn an unter sehr scharfen lokalen Temperatur- und Druckbeanspruchungen arbeitenden Apparat weniger deutlich zum Ausdruck kommt.

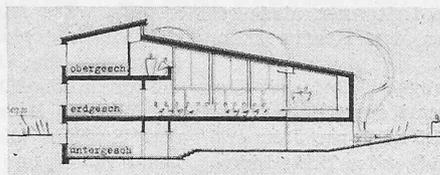
Zur Bewertung der Schmiermittel wird eine Reihe von Einzelversuchen bei steigender Vertikalbelastung durchge-

führt und die mittlere Abnützung der drei eigentlichen Prüfkugeln in Abhängigkeit der Belastung graphisch aufgetragen. Gleichzeitig wird mit Hilfe einer Registriervorrichtung während des Versuches der Verlauf des Reibungskoeffizienten aufgezeichnet. Die so bestimmten Daten lassen folgendes erkennen: Bei sehr geringer Belastung verläuft die Kurve Abnützung/Belastung ungefähr in der Nähe der Hertzkurve für elastische Deformation. Die Abnützung ist dabei praktisch null. Beim Ueberschreiten einer bestimmten Belastung tritt Anfrassen und starke Abnützung ein, die mit zunehmender weiterer Belastung stark ansteigt. Nachher verflacht sich die Kurve wieder, bis bei einer bestimmten Belastung, meist sofort, alle vier Kugeln verschweissen («Verschweissbelastung»). Die aus dem Reibungskoeffizientendiagramm ermittelte Zeit bis zum Anfrassen gibt ein Mass für den Schutz des Schmiermittels gegen Anfrassen, der Gradient und die Ausdehnung des steilen Anstieges der Abnützungskurve ein Mass für die Intensität des Anfrassens. Umgekehrt kann auch nach einem Vorschlag von H. Blok diejenige Belastung als Mass für den Schutz gegen Anfrassen beigezogen werden, bei der die Anfrassverzögerung 2,5 Sekunden beträgt. Ferner kann aus dem RK-Diagramm auch die Zeitdauer des Anfrassens bzw. der darauffolgende Moment des Erholens (starker Rückgang der RK) ersehen werden. Endlich gibt auch die zum sofortigen Verschweissen der Prüfkugeln führende kritische Belastung ein unmittelbares Mass für die Hochdruckeigenschaften («Verschweissbelastung»).

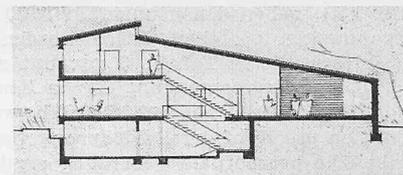
Um eine Grundlage für die Versuche zu gewinnen, wurden vorerst Motoren- und Maschinenöle bekannter Marken geprüft. Hierbei kommen die Unterschiede zwischen über raffinierten und normalen Schmierölen sehr deutlich zum Ausdruck, ebenso auch die Unterschiede zwischen den verschiedenen Motorenölen selbst, frischen und gealterten, ferner solchen, die zur Erhöhung der Schmierfähigkeit bestimmte Zusätze enthalten, wie Rennmotorenöle usw. Eine erhöhte Schmierfähigkeit gegenüber dem Vergleichsöl zeigt sich darin, dass das Anfrassen bei etwas höherer Belastung und weniger rasch erfolgt, ferner dass der Anstieg der Kurve weniger steil und dabei kürzer ist. Typisch für milde Schmierfähigkeitsverbesserer, wie sie z. B. in Rennmotorenölen vor-



Eingangsfassade



Schnitt durch den Saal



Schnitt durch das Foyer, 1:600

liegen, ist, dass sie zwar die Verschweissbelastung nicht oder nicht wesentlich zu erhöhen vermögen, wohl aber die Zeitspanne, bis Anfressen eintritt, wobei der steile Anstieg der Abnutzungskurve mehr in Richtung höherer Belastung verschoben wird.

Aktivere Schmierölzusätze zu Motorenölen bewirken dazu noch eine merkliche Erhöhung der Verschweissbelastung (Grössenordnung 20 bis 100 kg und mehr). Eine bemerkenswerte Wirkung übt in dieser Beziehung der beim Bleibenzinbetrieb von Automotoren in das Schmieröl gelangende, aus Bleiverbindungen bestehende graue Bleischlamm aus. Er kann dem Motorenöl die Schmierfähigkeit und die Hochdruckeigenschaften eines eigentlichen Hypoid-Getriebeöls erteilen, d. h. bei sehr geringer Abnutzung im Gebiete von 100 bis 300 kg erreicht die Verschweissbelastung Werte von über 500 kg. In einigen Fällen liess die Hochdruckwirkung von Ölen mit Zusätzen nach längerem Erwärmen merklich nach, wohl wegen teilweise Verdunsten oder chemischer Veränderung des Zusatzes.

Weitere Versuche befassten sich mit der Wirkung von kolloidalem Graphit, Talk und Molybdänsulfid und von eigentlichen chemisch wirkenden Hochdruckzusätzen, sowie natürlich mit der Prüfung von handelsüblichen fertigen Hypoid-Hochdruck-Getriebeölen. Zweckmässig werden die Prüfungen auf Hochdruckeigenschaften ergänzt durch solche auf korrodierende Wirkung gegenüber den in Frage kommenden Werkstoffen, denn oft wird, wie es sich zeigte, die Hochdruckwirkung leider durch untragbar hohe Korrosion erkauft. Der vorliegende Apparat stellt eine sehr zweckdienliche Ergänzung zu den bereits an der EMPA vorhandenen Schmierölprüfapparaten dar, und damit ist die Beurteilung von Schmierölen auf Verhalten hinsichtlich Schmierfähigkeit unter eigentlichen Hochdruckbedingungen wesentlich zuverlässiger geworden.

## Wettbewerb für ein Kirchgemeindehaus in Kreuzlingen-Emmishofen DK 726.9 (494.314)

Die katholische Kirchgemeinde Kreuzlingen-Emmishofen veranstaltete unter sechs eingeladenen Architekten einen beschränkten Wettbewerb zur Erlangung von Plänen für ein Kirchgemeindehaus. Verlangt waren Religionsunterrichtszimmer für 60 Kinder, Pfarreisaal für Bühne und Nebenräumen (200 Sitzplätze), Garderobe, Volksbibliothek, 6 Vereinsräume, davon 2 im Untergeschoss, Teeküche, Werkstatt, Abwartwohnung (5 Zimmer), Kaplaneiwohnung (6 Zimmer) und allgemeine Nebenräume. Es war zu prüfen, ob ein auf dem Bauplatz befindliches Schwesternhaus erhalten bleiben konnte.

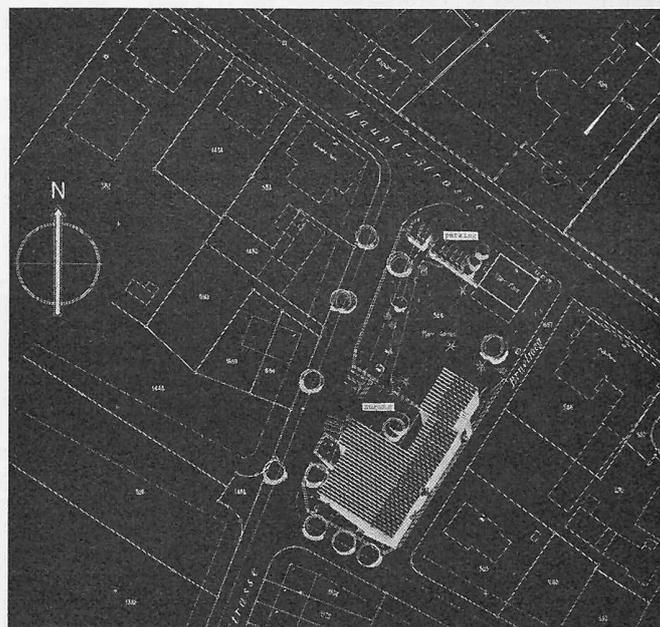
Alle Projekte wurden rechtzeitig eingereicht. Im ersten Rundgang wurden drei Entwürfe ausgeschieden. Die übrigen wurden einer eingehenden Prüfung unterzogen. (Die Beurteilung des 1. Preises veröffentlichen wir bei den Bildern. Red.)

Die Schlussfolgerungen des Preisgerichtes lauten: Das Ergebnis des Wettbewerbes zeigt eindeutig, dass eine wirklich grosszügige, betrieblich zweckmässige und weitblickende Lösung der gestellten Bauaufgaben mit Erhaltung der freien Sicht auf die Kirche und möglicher Wahrung des Pfarrgartens nur unter Abbruch des Schwesternhauses möglich ist. Die ganze Anlage würde noch wesentlich gewinnen, wenn der Brühlweg in seinem südlichen Teil als Strasse aufgehoben und in einen Fussweg umgewandelt werden könnte.

Die Rangfolge und Preisverteilung veröffentlichten wir in Jg. 1951, Nr. 43, S. 611. Das Preisgericht empfiehlt einstimmig, die Weiterbearbeitung der Bauaufgabe dem Verfasser des mit dem 1. Preis ausgezeichneten Projektes zu übertragen.

Das Preisgericht:

Th. Büchel (Obmann), A. Gmür (Pfr.), P. Nisoli,  
K. Fülcher, W. Schregenberger, P. Büchi,  
P. Kleiner (Sekretär).



Lageplan 1:2000

### Projekt Nr. 5.

**Vorteile:** Konzentration auf die untere Hälfte des Grundstückes. Schöne Erhaltung der wertvollen Teile des Pfarrgartens. Ausgezeichnete Entwicklung von der Strasse zum Eingang. Klare Formulierung der Bauaufgabe. Sehr schöne Zugangsverhältnisse vom betonierten Eingangsplatz durch den geräumigen Windfang in die gut dimensionierte, schön belichtete Halle. Saal im Erdgeschoss richtig belichtet und einfach; klar in der Form. Klare Einreihung der weiteren Räume mit hellem Gang und Belichtung auf die Ostseite. Obergeschoss klar, einfach und zweckmässig eingeteilt. Abwartwohnung sehr gut plaziert in ausgezeichneter Verbindung mit Gemeindehaus. Kaplanei schön und zweckmässig eingeteilt, auch wieder in richtiger Verbindung mit übrigen Gebäude. Architektur konsequent modern durchgedacht. In den Verhältnissen gut und leicht.

**Nachteile:** Zuweg durch den Pfarrgarten überflüssig. WC bei Parkplatz Hauptstrasse falsch disponiert. Verlust des Schwesternhauses. Die moderne Architektur ist ein Wagnis auf diesem Platz. Die Haltung des ganzen Projektes könnte in einem umfangreicheren Platze nur gewinnen.

## Der Mensch und seine Ordnung

Schluss von Seite 27 DK 17

### 4. Der Mensch und sein Werk

Die Grundlage des 5. Bandes, zu dem wir nun zurückkehren, ist der Begriff der Freiheit, und zwar derjenigen Freiheit, die Gott dem Menschen als seinem Partner mit der Schöpferkraft schenkt. Nur in dieser Beziehung haben Freiheit und Schöpferkraft einen Sinn. Diese Freiheit besteht zunächst darin, dass der Mensch seine Erlebnisse innerlich verarbeiten und mit der Ganzheit seiner Person vereinigen kann, woraus dann die schöpferische Tat hervorgeht. Treffend sagt Bovet, «dass das Werk, handle es sich im weitesten Sinn um ein technisches Werkzeug oder um einen Gebrauchsgegenstand mit den dazu gehörigen Ornamenten oder um ein eigentliches Kunstwerk, die spezifisch menschliche Art des Handelns darstellt, nämlich eine persönliche, integrierte Stellungnahme zur Welt, die immer ein inneres Bild ausdrückt, ja darin auch immer die Person selbst zum Ausdruck bringt. Damit ist das menschliche Werk aber immer mehr als eine Reaktion zu einem bestimmten Zweck; es ist immer ein Stück Selbstverwirklichung der Person, nämlich Verwirklichung der in ihr gereiften Idee. Und hierin ist das menschliche Werk, so hochtrabend es klingen mag, eine Weiterführung des Schöpfungswerkes Gottes... Bei allem