

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111/112 (1938)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Fensterlage, Fensterform und Raumausleuchtung  
**Autor:** Hummel, E.W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49862>

#### **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:** 09.02.2026

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

In den bautechnisch wichtigen Lockergesteinen spielen neben den mineralogenen auch die organogenen Bestandteile, besonders der Humus eine wesentliche Rolle [17].

Konsistenzbestimmungen wie sie etwa von Atterberg eingeführt worden sind, ergeben für die kohärenten Lockergesteine und deren bautechnisches Verhalten eine Reihe sehr wertvoller Hinweise. Sie gestalten die Durchführung rascher Serienuntersuchungen zur Beurteilung der Homogenität einer Ablagerung, wobei die zeitraubenden Durchlässigkeits-, Zusammendrückungs- und Scherversuche nur an einzelnen charakteristischen Typen notwendig sind. Ihr Nachteil liegt darin, dass sie keine unmittelbare Aussage über *ungestörte* Proben ergeben.

Es folgt aus den bisherigen Ausführungen, dass die Erdbau-forschung wie auch die Erdbaupraxis eine schärfere Charakterisierung der inkohärenten, speziell aber der kohärenten Locker-gesteine fordern muss, als es bis vor kurzem üblich war, um die zahlreichen, zu katastrophalen Bauunfällen Veranlassung gebenden Verwechslungen zu vermeiden.

Bei der Erwähnung und Beschreibung speziell der kohärenten Lockergesteine müssen stets mindestens zwei Eigenschaften unterschieden werden, unter denen streng genommen nur bei Berücksichtigung der Petrographie ein Zusammenhang besteht: 1. Kornverteilung: Erdbaulaboratorium exakte Bezeichnung z. B. nach Niggli. 2. Kohäsionsverhältnisse: z. B. Atterberg-Werte, Zusammendrückung. Für eine genauere Klassifikation und Benennung hat sich u. a. in den Erdbaulaboratorien die Kombination der granulometrischen Bezeichnung mit den Atterberg-Werten (eventuell auch der Zusammendrückbarkeit), Durchlässigkeit, Scherfestigkeit eingebürgert (siehe Tabelle 5).

Als weitere Methode der indirekten Bestimmungen der technischen Eigenschaften eines Lockergesteines, die den Vorteil hat, Werte für ungestörte Proben zu geben, wird von der schwedischen geotechnischen Kommission die sog. Kegelprobe vorgeschlagen, bei der die Eindringtiefe eines Kegels von bekanntem Gewicht und Dimensionen in die ungestörte wie auch in die gestörte Probe gemessen wird und die Wassergehalte bestimmt werden, worauf an Hand eines umfangreichen empirischen Materials die geotechnische Prognose gestellt wird [22]. (Schluss folgt)

## Fensterlage, Fensterform und Raumausleuchtung

Von Baumeister E. W. HUMMEL, Jena

Lage und Gestalt der Fensteröffnungen, unendlich verschieden, können auf einige wenige Grundformen zurückgeführt werden. Das Ziel ist, dass bis möglichst weit in den Raum hinein gute Lichtverhältnisse herrschen. Die Gleichmässigkeit der Raumausleuchtung ist bei Tageslicht von geringerer Bedeutung, die Spitzenbeleuchtung in Fensternähe über ein gewisses Mass hinaus — etwa 250 Lux — unwesentlich. Von grossem Einfluss ist die Fensterteilung; weitgehende Aufteilung — etwa bei dreiteiligen Fenstern mit Kämpfer und Kreuzsprossen — lassen das Verhältnis Glasfläche : Fensterfläche nahezu auf 0,5 : 1 zusammenschrumpfen, während bei grossscheibigen Stahlfenstern ein Grösstmass von nutzbarer Lichtfläche erreicht wird (Abb. 1).

Die Ermittlung der Punktbeleuchtungen in vorliegender Untersuchung wurde nach dem Verfahren von W. S. Brown durch-

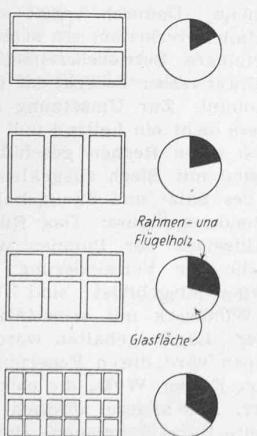


Abb. 1. Verhältnis von Licht- und Schattenfläche für verschiedene Fenster-

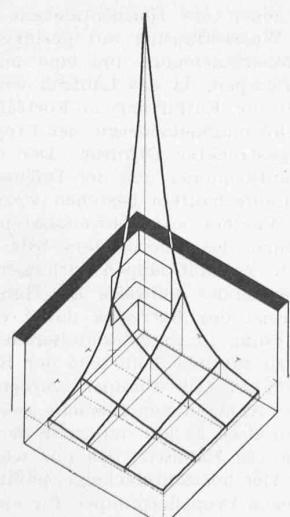


Abb. 3. Eckzimmer: Fensterlage 1

geführt (Abb. 2), als dem für derartige Untersuchungsreihen auch heute noch bestgeeigneten; da man weniger tatsächliche Werte, als Verhältniszahlen innerhalb der jeweiligen Reihe anstrebt.<sup>1)</sup> Berücksichtigt werden: das Verhältnis von Fensterhöhe und Punktabstand zur Aussenkante, Fensterfläche zu Glasfläche, Fensterbreite zu Leibungstiefe, der waagrechte Einfallwinkel des Lichts und die Einschränkung des durch die Höhenlage des Fenstersturzes möglichen Himmelwinkels.

Die Beleuchtungsstärken sind in den Abbildungen 3 und 4 in folgenden Maßstäben eingetragen: Beim Eckzimmer entsprechen 5 fc (1 foot-candle<sup>2</sup>) = 11,9 Lux = 0,50 m, beim Mittelzimmer sind 5 fc = 1,00 m; das Eckzimmer ist 4,50 m × 4,50 m, das Mittelzimmer 4,00 × 5,50 m gross. Nach den Leitsätzen der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft sind folgende Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz nötig:

grobe mittelfeine feine sehr feine Arbeit  
 $20 \div 40$   $40 \div 80$   $75 \div 150$   $150 \div 300$  Lux

Die eingezzeichneten Beleuchtungsstärken setzen eine Außenbeleuchtung von 8300 Lux voraus, was der Beleuchtungsstärke eines hellen Dezembertages um 11 h entspricht; die Internat. Beleuchtungskommission schlägt für derartige Untersuchungen 5000 Lux vor, was einem hellen Dezembertag 9,45 h entspricht.<sup>3)</sup>

Bei Eckzimmern bestehen drei Möglichkeiten der Fensterverteilung, die hinsichtlich der erzielten Raumausleuchtung in Abb. 3 dargestellt sind. Die Abbildungen zeigen die Verteilung der Beleuchtungsstärke, die Kennlinientafel Abb. 5 den Verlauf der waagrechten Beleuchtung in der Raumdiagonale. Beim Eckfenster fällt die Beleuchtungsstärke rasch ab und sinkt schon im ersten Raumdrittel unter die angesetzte 60 Lux-Normale; im Fall 2 ist die Kennlinie weiter ausgezogen, während bei Fall 3, der »alltäglichen« Lösung, Gleichmässigkeit und Helligkeit weit in den Raum hinein gewährleistet sind.

Im zweiten Beispiel (Abb. 4) ist ein Mittelzimmer untersucht, dessen mittiges Fenster bei gleichbleibender Fläche in verschiedenem Breite-Höhen-Verhältnis angesetzt wird, wobei die normale Durchblickhöhe als Mass für die Höhenlage des Fensters

<sup>1)</sup> W. S. Brown, «Some principles governing the proper utilization of the light of day in roof fenestrations» sowie «Practical daylight calculations for vertical windows». Beide: Trans. I. E. S. Vol. XIX bezw. XXI.

<sup>2)</sup> In angelsächsischen Ländern wird die Beleuchtungsstärke in Fusskerzen gemessen, während die Länder des Normalmeters Lichtstrom in Lumen, Lichtstärke in Hefnerkerzen und Beleuchtungsstärke in Lux messen.

<sup>3)</sup> Ausführliches hierzu bei Dr. Ing. H. G. Frühling: «Die Beleuchtung von Innenräumen durch Tageslicht», Berlin 1930.

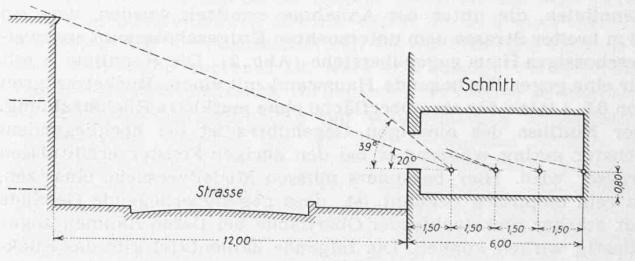
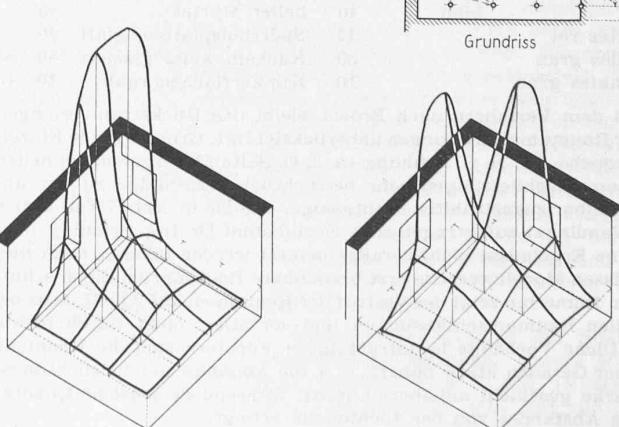


Abb. 2. Verteilung der Messtellen im untersuchten Raum (vergl. Abb. 4, 6 und 7)



## Fensterlage 2

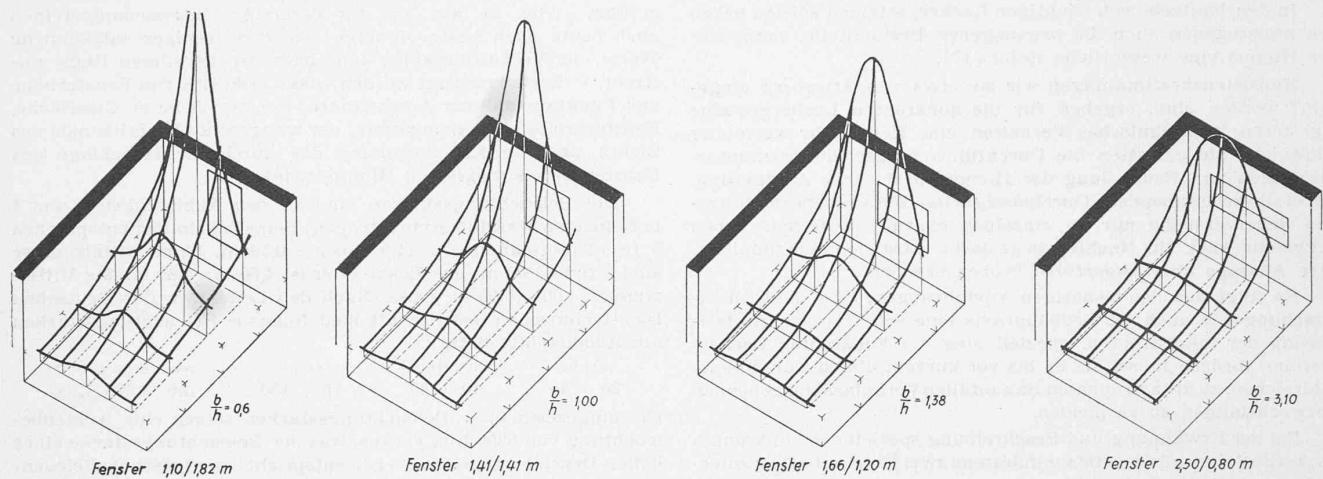


Abb. 4. Mittelzimmer mit fünf verschiedenen Formen und Abmessungen des Fensters

gilt. Die Reihe zeigt das Abnehmen der Spitzenbeleuchtung in Fensternähe-Fenstermitte mit dem Sinken der Fensterhöhe; die Höhenlage des Sturzes ist weniger von Einfluss als die Fensterhöhe an sich. Das scheint den bisher veröffentlichten Untersuchungsergebnissen zu widersprechen, doch ist der Grund darin zu suchen, dass bei diesen nur immer das gleiche Fenster senkrecht verschoben wurde.

Die Gleichmässigkeit der Raumausleuchtung in den geprüften Querschnitten nimmt mit wachsender Fensterbreite zu, was zu erwarten war; doch zeigen die Abbildungen, dass hierbei weniger ein Gewinn an Helligkeit der Raumecken, als ein Verlust in Fenstermitte wirksam ist, auch sinkt die Beleuchtungsstärke an der Rückwand des Zimmers mit fallender Fensterhöhe stark.

Auf der Kennlinientafel Abb. 6 ist das rasche Abnehmen der mittleren Waagrechteleuchtung mit wachsendem Verhältnis Breite : Höhe zu erkennen. Die Untersuchungen wurden unter der Voraussetzung angestellt, dass Sicht bis Horizont vorhanden sei. Gegenüberliegende Gebäude beeinflussen je nach den Umständen die Raumausleuchtung wesentlich.<sup>4)</sup> Abb. 6 zeigt neben der die vorgenannten Verhältnisse darstellenden Kennlinie (für diese sind auch ausschliesslich die Schaubilder gezeichnet) zwei weitere Kennlinien, die unter der Annahme ermittelt wurden, dass an 12 m breiter Strasse dem untersuchten Erdgeschossraum ein zweigeschossiges Haus gegenüberstehe (Abb. 2). Die Kennlinie b gilt für eine gegenüberliegende Hauswand mit einem Rückstrahlgrad von 0,5, Linie c für eine Oberfläche ohne merkbare Rückstrahlung. Der Einfluss des niedrigen Gegenübers ist bei hochliegendem Fenster gering, während er bei den übrigen Fensterverhältnissen grösser wird. Hier besonders müssen Modellversuche einsetzen, da rein empirisch bekannt ist, dass gegenüberliegende Gebäude mit starker rückstrahlender Oberfläche bei tiefen Räumen sogar günstig wirken können. Die folgende Zahlentafel gibt das Rückstrahlvermögen einiger Oberflächen an.

#### Rückstrahlung in Prozenten:

helle Anstriche	gelb	70	Linoleum hell granit	15—20
	seegrün	50	hellgrau	15
	laubgrün	20	weiss	45—50
	blau	40	heller Mörtel	45
sattes rot		15	Sperrholzplatten, glatt	40
helles grau		50	Kacheln weiss glasiert	80—85
dunkles grau		10	Klinkerflächen rauh	10—15

Bei dem Verfahren nach Brown bleibt das Rückstrahlvermögen der Raumumschliessungen unberücksichtigt. Grundlegende Einzelversuche von H. G. Frühling (a. a. O. Seite 32) ergaben bei hellen Raumumschliessungen sehr beträchtliche Zuschläge zu der unmittelbar zugestrahlten Lichtmenge, wie sie in Abb. 7 für Fall 6 (Wandlage) aufgetragen sind. Doch betont Dr. Ing. Frühling, dass seine Ergebnisse nicht verallgemeinert werden können, auch hier müssen Modellversuche erst brauchbare Rechengrundlagen schaffen. Immerhin zeigt der Verlauf der Kennlinien auf Abb. 7, dass bei hellen Raumumschliessungen und vor allem nicht durch dichte seitliche Vorhänge beeinträchtigten Fenstern sich die Kennlinie einer Geraden stark nähert, d. h. die Abnahme der Beleuchtungsstärke geschieht annähernd linear, während sie sonst im Quadrat des Abstandes von der Lichtquelle erfolgt.

<sup>4)</sup> Näheres hierzu bei Büning «Tageslicht im Hochbau», Berlin 1935.

## MITTEILUNGEN

**Aus Vitruv, Ueber die Architektur, Buch X:** «In der berühmten griechischen Stadt Ephesus soll ein hartes, aber gerechtes Gesetz bestanden haben. Der Architekt, der einen Auftrag für einen öffentlichen Bau erhielt, musste nämlich einen Kostenvoranschlag vorlegen. Dieser wurde den Behörden vorgelegt und hierauf musste der Architekt sein ganzes Vermögen als Garantie hinterlegen, bis der Bau fertig war. Wenn der Voranschlag um nicht mehr als 25% überschritten wurde, so bezahlte der Staat die Mehrkosten und der Architekt wurde nicht bestraft. Wenn der Voranschlag um mehr als 25% überschritten wurde, so entnahm man die Mehrkosten dem Vermögen des Architekten. Oh, gäbe doch Gott, dass dieses Gesetz auch bei uns, nicht nur für die öffentlichen, sondern auch für die privaten Bauten gelten würde. Die Unerfahrenen würden sich dann nicht mehr straflos breit machen und nur jene, die mit grosser Gründlichkeit studiert haben, würden sich der Architektur widmen. Die Bauherren würden nicht mehr zu ungeheuren Kosten verleitet, sodass sie manchmal sogar Konkurs machen, und die Architekten würden aus Furcht vor der Strafe ihre Voranschläge sorgfältiger berechnen, sodass die Bauherren mit der vorgesehenen Summe, oder etwas mehr, ihre Bauten fertig stellen könnten.» — So geschrieben im alten Rom, vor 2000 Jahren!

R. A. N.

**Zwei neue Entwässerungs-Pumpwerke im Nildelta** sind in den Jahren 1936/37 von der ägyptischen Regierung unter namhafter Beteiligung der Schweizer Maschinenindustrie erstellt worden. Das Pumpwerk «Serw» in der Nähe von Port Said fordert in den mit dem Meer in Verbindung stehenden Manzala-See und senkt den Wasserspiegel im Zulaufkanal auf etwa 2 m unter Meer ab. Es enthält zwei unter Zwischenschaltung von Stirnrad-Getrieben mit Drehstrommotoren gekuppelte Propellerpumpen, deren jede für eine Fördermenge von 11,0 m<sup>3</sup>/s bei 2,04 m geodätischer Förderhöhe ausgelegt ist. Der Laufstraddurchmesser beträgt 2660 mm. Die Pumpenachsen sind um 45° gegen die Horizontalebene geneigt. Dadurch ergibt sich eine Wasserführung mit geringen Umlenkverlusten, ein schmales Maschinenhaus und eine unmittelbare Betriebsbereitschaft der Pumpen, da das Laufrad vom Unterwasser bedeckt ist und somit die Entlüftung in Fortfall kommt. Zur Umsetzung der Geschwindigkeitsenergie des Propellers dient ein Leitrad und ein langgestreckter Diffusor. Der durch einen Rechen geschützte Einlaufkrümmer und der Diffusor sind mit Blech ausgekleidet, die Laufschaufeln bestehen wegen des Salz- und Sandgehaltes des Wassers aus schweissbarem Sonderstahlguss. Das Rückströmen des Oberwassers beim Stillsetzen der Pumpen wird durch Auslaufklappen verhindert, die zur Verminderung des Widerstandes teilweise als Hohlkörper ausgebildet sind und während des Betriebes durch ein Windwerk mit selbsttätiger Auslösung in annähernd horizontaler Lage gehalten werden. Ein zu rasches Schliessen der Klappen wird durch Federpuffer verhindert. Die Pumpen wurden von Escher Wyss, die elektrischen Anlagen von Siemens geliefert. Das andere, nördlich von Kairo etwa 20 km unterhalb der Delta-Barrage gelegene Pumpwerk «El Rahawi», das nur während der Nilflut arbeitet, enthält vier horizontalachsige, unmittelbar von Dieselmotoren angetriebene Propellerpumpen für eine Fördermenge von je 5,5 m<sup>3</sup>/s und geodätische Förderhöhen von maximal 5,6 m. Hier konnte der grösseren Förderhöhe wegen der Maschinenhausboden nicht

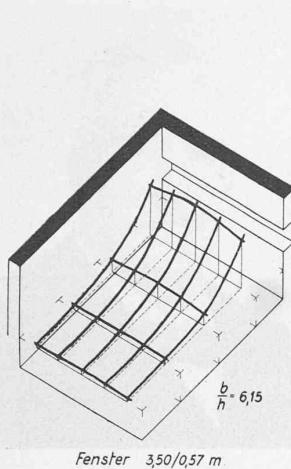


Abb. 4

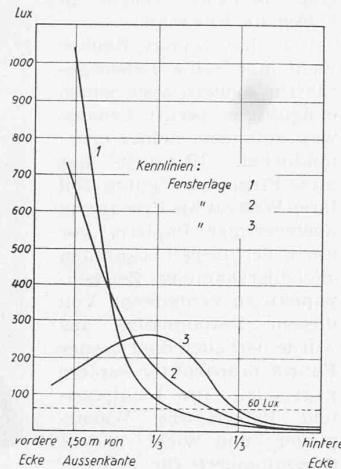


Abb. 5. Kennlinien der Raumbeleuchtung für das Zimmer Abb. 3

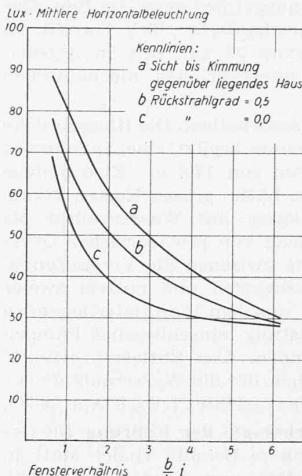


Abb. 6. Kennlinien der Waagrechtbeleuchtung für das Zimmer Abb. 4

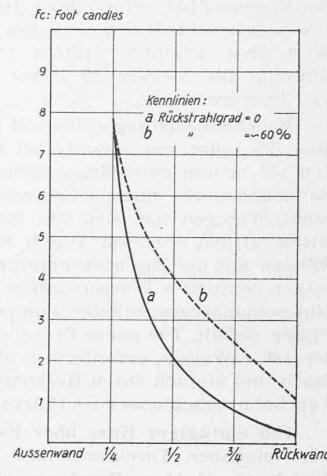


Abb. 7. Einfluss des Lichtrückwurfs durch die gegenüberliegende Hauswand

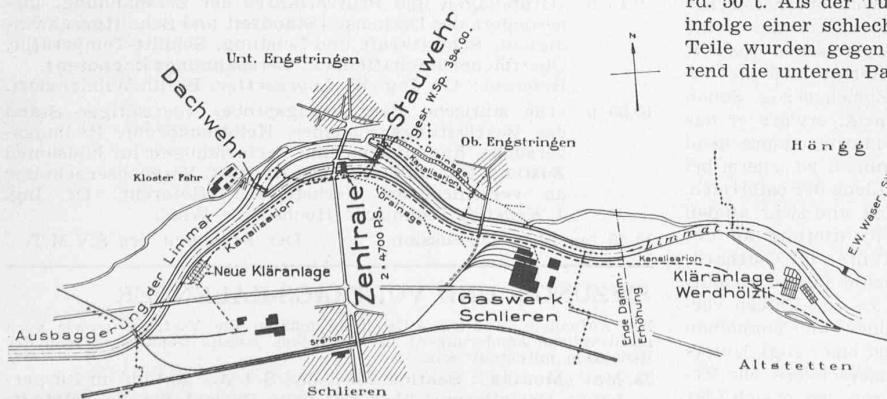
hochwasserfrei gelegt werden, da sonst die Saughöhe der Pumpen zu gross geworden wäre. Daher muss die Luft zur Inbetriebsetzung der Pumpen abgesaugt werden. Die Saugrohre sind deshalb mit einem luftdicht geschweissten Blechmantel ausgekleidet und zum Schutz gegen Sonnenbestrahlung auch im oberen Teil ganz einbetoniert. An das Pumpenleitrad schliesst ein bis zum niedrigsten Oberwasser reichendes Druckrohr an; der darauf folgende Krümmer und der Diffusor wurden aus Beton erstellt. Der Saugrohreinlauf trägt einen Rechen, der Druckrohrauslauf eine Abschlussklappe, ähnlich der Anlage Serw, jedoch mit dem Unterschied, dass kein Gewichtsausgleich vorhanden ist, da zur Verhinderung des Rückwärtslaufens der Pumpen eine rasche, erst gegen das Ende hin durch einen Oelkatarakt abzubremsende Schliessbewegung erreicht werden muss. Die Anpassung der Fördermenge an die stark wechselnden Betriebsverhältnisse erfolgt durch Veränderung der Umlaufzahl. Die Pumpen wurden von Escher Wyss, die Dieselmotoren mit je 480 PS Nennleistung von der Schweiz. Lok.-Fabr. Winterthur ausgeführt. In beiden Anlagen übertrafen die Ergebnisse der Abnahmevereekte die Garantien. Auf die statische Förderhöhe bezogen wurde beim Pumpwerk Serw ein Gesamtwirkungsgrad von über 76 %, einschliesslich Rechen-, Getriebe- und Motorverlusten, und beim Pumpwerk El Rahawi mit Oel mit einem oberen Heizwert von 10 555 Cal ein Brennstoffverbrauch von im Mittel weniger als 196 g/PSh erreicht. Für die auf Grund von Modellversuchen gebauten Pumpen wurden statische Wirkungsgrade von über 86 % ermittelt. («E. W.-Mitteilungen» Nr. 4/1937, sowie «SBZ» Bd. 110, S. 128\*).

**Das projektierte Limmatkraftwerk Schlieren.** Von den wenigen Teilstrecken der Limmat, die noch nicht ausgenutzt sind, ist diejenige zwischen Höngg und Dietikon die bedeutendste. Das Bruttogefälle auf diesem etwa 7 km langen Flussabschnitt beträgt bei mittleren Wasserständen etwa 9 m. Die sehr ausgedehnte Wasserführung der Limmat beträgt heute im Jahresmittel etwa 80 m<sup>3</sup>/sec, das ausnutzbare Nettogefälle im Mittel etwa 8 m, sodass sich eine Kraftanlage von rd. 7500 PS mittlerer Jahresleistung erstellen lässt. Dies ist die grösste Kraftstufe,

die der Kanton Zürich an seinen Binnengewässern noch zu vergeben hat. Nach dem Projekt von Ing. H. Wyss (Zürich), über das er in «Wasser- und Energiewirtschaft» Nr. 12/1937 ausführlichere Angaben macht, würde die Limmat durch ein Stauwehr oberhalb der neuen Strassenbrücke bei Unterengstringen gestaut und in einen kurzen, linksseitigen Durchstich abgeleitet, in dessen obern Drittelpunkt die Zentrale eingebaut wird (s. Abb.). Der Ablauftunnel mündet schon auf der Höhe des Klosters Fahr wieder in die Limmat, also nicht erst am unteren Ende der verfügbaren Gefällstrecke. Statt dessen würde daher das Gefälle bis zum Rückstau Dietikon (rd. 2 m) durch Ausbaggerung der Limmat gewonnen. Am obern Ende der Baggerstrecke, bzw. unmittelbar oberhalb der Kanalausmündung würde ein zweiter Wehrkörper in die Limmat gesetzt, um talauwärts das Flussbett auf der jetzigen Höhe zu fixieren und das Flussbett bis zum oberen Wehr unter Wasser zu halten. Auf diese Weise könnten günstige Vorflutverhältnisse geschaffen werden, und der Eingriff in das Landschaftsbild wäre minim. Bei einer Bausumme von 8,5 Mill. Fr., einer Jahreserzeugung von 45 Mill. kWh und einem Energie-Gestehungspreis von 1,7 Rp./kWh wäre diese Anlage, dicht neben dem Verbrauchszentrum Zürich, wirtschaftlich sehr günstig. Aus dem letztgenannten Grunde eignet sie sich auch besonders als Objekt der Arbeitsbeschaffung. Da das benötigte Gelände zur Zeit noch kaum überbaut ist, wäre eine baldige Verwirklichung des im Konzessionsgesuch vorliegenden Projektes zu begrüßen.

**Unfreiwillige Erprobung von Schweißungen.** In Saxonburg (USA) sollte kürzlich, wie wir dem «Schweizer Archiv» 1938, Nr. 3 entnehmen, ein 215 m hoher Antennenturm aufgestellt werden. Bei der Montage wurden die einzelnen, aus massiven Rundseilen geschweissten Mastabschnitte von gleichzeitig-dreieckigem Querschnitt mit etwa 400 starken Verbindungsbolzen zusammengeschraubt. In der Werkstatt wurden etwa 4400 elektrische Schweißungen ausgeführt. Der durch zwei Gruppen galvanisierter Stahlketten gesicherte Turm hatte einem Wind von 160 km/h aus irgend einer Richtung standzuhalten. Nicht nur an der Basis, sondern auch (zwecks «Sektionalisierung») in der Mitte wies er eine Isolierung durch Doppelkonus auf. Die Hauptstreben bestanden aus Rundstahl von 90 mm Ø; Gesamtgewicht rd. 50 t. Als der Turm etwa 200 m Höhe erreicht hatte, kam er infolge einer schlechten Kabelbefestigung zu Fall. Die obersten Teile wurden gegen 2 m tief in den Boden geschmettert. Während die unteren Partien bis auf ungefähr 60 m steif und intakt blieben, bogten sich die oberen Streben und Querverbindungen zu einem wirren Knäuel zusammen. Aber nicht eine einzige Schweißstelle war zerrissen. Infolge dieser glänzenden Bewährung wurde für den Wiederaufbau des Turms, bis auf eine sorgfältigere Befestigung und Prüfung der Trossen, die nämliche Ausführung vorgesehen.

**Umformermotorwagen der Südafrikanischen Eisenbahnen.** Unsere Mitteilung hierüber vom 7. Mai (S. 248 lfd. Bds.) präzisierend, teilt uns die SLM Winterthur folgendes mit. Bis heute sind vom B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> Typ (Bauart Metropoli-



Uebersichtsplan des Limmat-Kraftwerks Schlieren, Projekt von Ing. H. Wyss, Zürich. — 1 : 40 000