

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 85 (1967)  
**Heft:** 39

**Artikel:** Abdichtung von Ingenieurbauwerken  
**Autor:** Hochstrasser, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-69544>

#### 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>**

zuhalten. Es ist nicht notwendig, dass solche Methoden als Ergebnis je einen einzigen Zahlwert liefern, in welchem die einzelnen Wertungen verschlüsselt enthalten sind. Im Gegenteil: Die Methoden werden nur dann brauchbare Hilfsmittel für das Entwerfen sein, wenn die Teilwertungen und damit auch die Teildifferenzen der Wertungen ablesbar bleiben.

Ich möchte versuchen, hier eine derartige Methode andeutungsweise zu erläutern, wobei ich auf die Betrachtung der Entwurfsstadien selbst sowie auf die sinnvolle Anwendung der Bewertungsmasstäbe nicht eingehen kann. Wir nehmen an, dass wir beim Entwurf einer Aufgabe (zum Beispiel: eines Wohnungsgrundrisses) eine erste Fassung A erreicht haben. Um die Ökonomiecharakteristik dieser Fassung aufzustellen, muss deren Raumangebot nach den ausschlaggebenden Kriterien — welche wir spätestens jetzt festzulegen haben — sowie der erforderliche Aufwand nach geeigneten Maßstäben bewertet und gemessen werden. Die Wertungen und die Messresultate sind alle auf dieselbe Einheit (zum Beispiel: den Benutzerplatz) zu beziehen.

Zunächst bewerten wir das Raumangebot und halten die Wertung in einer einfachen graphischen Darstellung fest (Bild 2). Die Wertung des Raumangebotes soll in quantitativer und in qualitativer Hinsicht geschehen. Die quantitative Wertung wird meistens die Nettonutzfläche betreffen und kann nach den Teilwerten (zum Beispiel: Nettofläche der Verkehrsräume innerhalb des Baues, Nettofläche der eigentlichen Nutzräume innerhalb des Baues, zugehörige Nettonutzfläche im Freiraum) auf einer Axe der graphischen Darstellung aufgetragen werden. Nun erfolgt die Wertung der Qualitäten dieser Quanten. Sowohl die Auswahl der ausschlaggebenden Kriterien (zum Beispiel: Qualität der Nutzungsmöglichkeiten, Qualität der Raumbeziehungen, Qualität der Raumwirkungen) als auch die Wertung selbst (zum Beispiel: mittels Punkten oder Noten) wird weitgehend subjektiv bleiben, wie früher erläutert wurde, darf jedoch nicht unterbleiben. Die erhaltenen Werte können senkrecht zur gewählten Axe über den betreffenden Flächenquanten aufgetragen werden.

Das Messen des Aufwandes wird vor allem hinsichtlich Fertigung und Betrieb des Bauwerkes erfolgen müssen. Damit wir Fertigungsaufwand und Betriebsaufwand zusammenziehen können, errechnen wir nicht den Fertigungsaufwand an sich, sondern die dafür erforderliche Verzinsung. Wie bereits erwähnt, muss auch in vielen Fällen der Aufwand für Umbau- und Demontagevorgänge erfasst werden. Die Messwerte des Aufwandes stellen wir als Zahlwerte neben die graphische Darstellung der Wertung des Raumangebotes oder tragen sie senkrecht zur gewählten Axe unter den betreffenden Flächenquanten auf (Bild 3). Damit haben wir die Ökonomiecharakteristik des Entwurfsstadiums A in leicht lesbarer Art festgehalten.

Nun überarbeiten wir den Entwurf. Wir versuchen, die Qualität des Raumangebotes zu erhöhen oder den erforderlichen Aufwand zu senken, oder wir versuchen beides zu erreichen. Nachdem wir die uns richtig scheinenden Veränderungen — vor allem der Dimensionen und Dispositionen des Projektes — vorgenommen haben, erstellen wir die Ökonomiecharakteristik für diesen Entwurf B. Selbstverständlich sind in beiden Fällen die gleichen Kriterien und die gleichen Bewertungsmasstäbe anzuwenden, und alle Werte sind auf die gleiche Einheit zu beziehen. Die Teilwerte tragen wir in die graphische Darstellung ein (Bild 4). Mittels solcher Methoden kann es gelingen, die schrittweise Veränderung der Ökonomie des Bauwerkes lesbar festzuhalten und damit die wirklich notwendige Betrachtungsweise in die Entwurfsarbeit einzubeziehen.

Zum Schluss möchte ich zusammenfassen: Solange es die Hauptaufgabe der Architekten ist, die Problemstellungen als Ganzes zu erfassen und entsprechende, angemessene Lösungsvorschläge auszuarbeiten, solange gehört Ökonomiebetrachtung als weitere Komponente zum architektonischen Entwerfen. In diesem Sinne hat der junge Architekt eine Denkweise zu erwerben, welche Überblick gewährt und eine Einstellung zu erlangen, welche Verantwortlichkeit für das Ganze genannt werden kann.

Ich bin mir bewusst, dass dieses Bestreben auch Gefahren in sich birgt. Es könnte sein, dass wir einem Dilettantismus verfallen, wenn wir unsere wenigen Einsichten als Wirtschaftswissenschaft verstehen wollten. Und es könnte sein, dass wir bloss utilitaristische Werke hervorbringen, wenn wir die Ökonomiebetrachtung zu einseitig betreiben. Solche Gefahren sind jedoch gebannt, wenn wir willens bleiben, Funktion und Ökonomie, Raum und Kon-

struktion, Gestalt und kulturellen Geist in unseren Werken als Einheit zu sehen, und wenn wir willens bleiben, für den Menschen zu bauen.

Adresse des Verfassers: Prof. W. Jaray, dipl. Arch., 8053 Zürich, Eierbrechtstrasse 16.

## Abdichtung von Ingenieurbauwerken

DK 699.82

Unter diesem Titel ist Band 4 der Schriftenreihe der Bundesfachabteilung Abdichtung gegen Feuchtigkeit erschienen<sup>1)</sup>. Er enthält 3 Vorträge, die an der Tagung vom 4. März 1966 der Bundesfachabteilung Abdichtung gegen Feuchtigkeit im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie gehalten wurden.

### Abdichtungsprobleme beim Bau der Autoparkdecke des Rhein-Neckar-Hochhauses in Mannheim, von Dr.-Ing. Rudolf Haefner.

In vorbildlicher Weise wird das Problem der 5000 m<sup>2</sup> haltenden Parkdecke behandelt. Es wird aufmerksam gemacht auf die Notwendigkeit rechtzeitiger, alle Baueinzelheiten erfassender Planung des befahrbaren Belages, unter Berücksichtigung der bauphysikalischen, stofflichen und konstruktiven Gesichtspunkte. Dargestellt werden die Überlegungen hinsichtlich der Wahl der thermischen und der Wasserisolierung sowie des befahrbaren Betonbelages, Masszeichnungen der ausgeführten konstruktiven Einzelheiten wie Anschlüsse an Dachrand, Schrammbord an Innenhöfe, Aufahrtsrampe, Dilatationsfugen innerhalb der Parkdecke und zwischen letzterer und dem Hochhaus, an die Innenabläufe usw.

Ich hatte kürzlich Gelegenheit, die im Jahre 1964 erstellte Autoparkdecke in Anwesenheit eines Vertreters des Bauherrn zu besichtigen und konnte mich von deren erfolgreicher und äußerst sorgfältiger Ausführung überzeugen. Als einziger äußerlich zu beobachtender Mangel ist mir aufgefallen, dass die 1 cm breiten Fugen der Eisenbetonbelag-Felder entsprechend dem Beschrieb in der Schrift mit bituminöser Fugenvergussmasse, das heißt also heiß vergossen wurden, so dass in der Verkittung infolge Wasserdampf-Einschlüssen Blasen und Poren entstanden sind, welche die Wasserdichtigkeit beeinträchtigen. Der notwendige kompakte, dichte und dauerhafte Fugenverschluss kann nur erzielt werden mit der Methode des Verstemmens der Fugen mit im Wasserbad handwarm gemacht, bituminösem, plastischem Fugenkitt. Der damit verbundene Arbeitsmehraufwand lohnt sich. Für die Dauerhaftigkeit der gesamten Belagskonstruktion über der Eisenbetondecke ist höchst wichtig, dass möglichst wenig Wasser zwischen den befahrbaren Betonbelag und die Wasserisolierung gelangt (sichere Vermeidung von Frostschäden).

Was die Zusammensetzung der Wasserisolierung im vorliegenden Fall betrifft, gebe ich dem System 2 Lagen imprägnierte, beidseitig mitbitumierte Wollfilzdachpappen mittlerer Stärke (300er) und 1 Lage Bitumen-Jutegewebe-Dichtungsbahnen Stärke 3 mm den Vorzug gegenüber den in der Schrift genannten Einlagen von 2 hochfältigfest getränkten 500er Rohfilzpappen und 1 Lage des steifen, die Bitumenschichten vollständig trennenden Kupferriffelbandes von 0,1 mm Stärke. Auch über der Wasserisolierung wäre eine fachgerecht aufgebrachte, 2 cm starke Drainage-Sandschicht besser als die mit der Wasserisolierung verklebte sogenannte Panzerschicht aus 2 Bitumengüssen mit Einkornfeinkies-Einlage.

Für die Dilatationsfugen-Überbrückung bevorzuge ich an Stelle der Kunststoff-Folie die Verwendung eines sogenannten Kunststoff-Fugenbandes in Verbindung mit der Klemmvorrichtung. Bei dieser Disposition wird die Wasserisolierung über die Fuge als leichte Falte, gestützt durch den Wulst des Fugenbandes, ungetrennt durchgeführt — eine Ausführung, die sich seit Jahrzehnten, auch bei Grundwasserdruk, lückenlos bewährt hat.

**Hinweise für Leistungsbeschreibungen von Abdichtungsarbeiten** in den Allgemeinen Technischen Vorschriften (Teil C der VOB) und **Rechtsfragen mit Beispielen aus der Praxis von Abdichtungsarbeiten** von Dir. Heimann.

Diese Hinweise aus der Praxis können sinngemäß verwendet auch für schweizerische Verhältnisse wertvolle Dienste leisten.

<sup>1)</sup> **Abdichtung von Ingenieurbauwerken.** Planung, Leistungsbeschreibung und Ausführung im Hochbau und Schutzraumbau. Band 4 der Schriftenreihe der Bundesfachabteilung *Abdichtung gegen Feuchtigkeit*. Mit Beiträgen von: W. Malchow, E. Braun, R. Haefner, Dir. Heimann, Min.-Rat Leutz und Arch. Dipl.-Ing. Mitzlaff. 96 S. mit zahlreichen Abb. und Tabellen. Wiesbaden 1967, Bauverlag GmbH. Preis kart. 21 DM.

## Schutzraumbau nach dem heutigen Stand der Technik unter besonderer Berücksichtigung der Sicherung gegen eindringendes Wasser, von Ministerialrat Leutz.

Dieser Abschnitt beschreibt in ausführlicher Weise die Voraussetzungen, von denen in Deutschland bei Aufstellung der baulichen Richtlinien in den letzten Jahren ausgegangen worden ist. Dies interessiert besonders den projektierenden Ingenieur, da sich diese Voraussetzungen auf besonders umfassende Erfahrungen in Deutschland stützen können.

Was den Unterabschnitt «Abdichtung von Schutzräumen gegen nicht drückendes und drückendes Wasser» betrifft, bin ich der Meinung, dass eine bituminöse Wasserisolierung ihre Aufgabe bei Beschissung mit konventionellen oder gar atomaren Waffen nur erfüllen kann, wenn dieselbe nicht als sogenannte Aussenisolierung, wie in der Schrift beschrieben, sondern als Innenisolierung, also im Schutz der entsprechend bemessenen und bewehrten, geschlossenen Betonwanne angeordnet ist. Mit der in der Schrift vorgesehenen Lage aus Hartschaum, Sand oder Schlacke vor der Wasserisolierung zur Dämpfung der Flächen-Stossbeanspruchung und einer Gleitschicht aus Kunststoff-Folie zur Verhinderung zu grosser Kraftübertragung aus dem Boden bei Luftstoss-Beanspruchung, geschützt durch eine unverhältnismässig schwach dimensionierte Betonschicht (etwa 10 cm) ist eine Sicherung der Wasserisolierung gegen Beschädigung im Kriegsfalle kaum gewährleistet.

Auch in diesem Teil der Schrift schlägt der Verfasser für die Sicherung des Schutzraumbaus gegen drückendes Wasser die gleiche stoffliche Zusammensetzung der Wasserisolierung vor, wie sie im 1. Teil als Wasserisolierung der Parkdecke beschrieben ist. Diesem Vorschlag kann ich noch weniger beipflichten, weil grundsätzlich für Wasserisolierungen im Boden, die ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, ganz besonders bei drückendem Wasser keine Dichtungsbahnen vom Typ Roh- oder Dachpappen verwendet werden sollten, weil sie nur in beschränktem Masse als wasserdicht gelten können. Singgemäß gilt dies auch für Bitumenschichten unter, zwischen und über den Dichtungsbahnen, die weder im Anstrich- noch im Giessverfahren porefrei hergestellt werden können. Die DIN-Normen-Vorschriften suchen diese Unzulänglichkeiten auszugleichen mit der Bedingung, dass die Wasserisolierung gegen drückendes Wasser durch bauliche Anordnungen einem lückenlos ständigen sogenannten Einpressdruck unterstehen soll. Bei den neuzeitlichen Dispositionen und Baumenthoden ist aber die Erzeugung eines solchen Einpressdruckes in den meisten Fällen nur mit zusätzlichen, aufwendigen Massnahmen und Risiken möglich.

Seit etwa 40 Jahren hat sich in der Schweiz das System der Grundwasserisolierung mit 2 bis 3 Lagen Bitumenjutegewebe-Dichtungsbahnen von je 3 mm Stärke eingebürgert und bei zweckmässiger ingenieur-technischer Gesamtdisposition und fachtechnischer Verlegung lückenlos bewährt – ein System, bei welchem die Erzeugung eines zusätzlichen Einpressdruckes überflüssig ist.

Zusammengefasst bietet diese Schrift aber eine Fülle von Anregungen für den schweizerischen Architekten und Ingenieur, als Hilfe zur Vermeidung von Missgriffen in Projekt und Ausführung.

Paul Hochstrasser, Bauingenieur ETH, SIA, Zürich

## Über die Scherfestigkeit kohäsiver Böden

DK 624.131.439.5

Eine an der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH unter der Leitung der Professoren G. Schnitter und F. Baldazzi ausgearbeitete Dissertation<sup>1)</sup> untersucht die Faktoren, die die Scherfestigkeit von Böden beeinflussen. Sie befasst sich mit drei speziellen Materialien, nämlich mit künstlich aufbereitetem Kalziumkarbonat, welches in der USCS-Bodenklassifikation unter die Silte mit hoher Plastizität (MH) einzuriehen ist, sowie mit Uetliberglehm und Opalit, dem aufbereiteten Opalinuston von Holderbank, welche beide als tonige Silte (CL) zu klassieren sind. Die Ergebnisse der Untersuchungen können aber weitgehend verallgemeinert werden, umso mehr, als auch andere, in der Literatur eingehend beschriebene Versuchsergebnisse, zum Beispiel von Bentonit, Londoner Ton und Ton aus dem Kleinen Belt, mit einbezogen wurden.

<sup>1)</sup> Die Scherfestigkeit dreier kohäsiver Böden in Abhängigkeit vom Lagerungszustand und von der Materialart. Von H. Einstein. Mitteilung Nr. 71 der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH Zürich 1966.

Als Vorbereitung untersucht Dr. Einstein den Schrumpfversuch, den er zur Kontrolle der Homogenität der verwendeten Proben verwendet. Es gelingt ihm dabei, Zusammenhänge zwischen der Schrumpfkurve und verschiedenen anderen erdbaumechanischen Grössen herzustellen, und so wichtige allgemeine Erkenntnisse über das Verhalten der verschiedenen im Boden enthaltenen Arten von Wasser (freies Wasser, Wasser mit geringerer oder festerer Bindung an die Bodenteilchen) abzuleiten. Damit ergeben sich Kriterien für die Klassierung der Böden und insbesondere für das Erkennen strukturempfindlicher Böden, die dazu ermuntern, den Schrumpfversuch vermehrt auch in den praktischen Untersuchungen anzuwenden. Eine weitere Voruntersuchung widmet Dr. Einstein den Vektorkurven der Triaxialversuche. Auch hier findet er wichtige Zusammenhänge, die unter anderem erkennen lassen, ob ein Boden normal konsolidiert oder überkonsolidiert sei, wobei wieder im Einzelnen auf die Art und Beanspruchung des Porenwassers eingegangen wird.

Im Hauptteil der Arbeit wird die durch Triaxialversuche bestimmte Scherfestigkeit der Proben analysiert. Da erfahrungsgemäss der Wassergehalt die massgebende Rolle spielt, stellt Dr. Einstein die Festigkeit in Funktion der Porenziffer dar, wobei sich in doppelt logarithmischer Auftragung gerade Linien ergeben. Daraus leitet er je eine Potenzfunktion für normal und überkonsolidierte Proben ab. Diese Formeln dürfen auch für die Praxis Bedeutung haben, da sie erlauben, aus den einfachen Klassifikationsgrössen, nämlich dem Wassergehalt (aus welchem für gesättigte Böden die Porenziffer bestimmt werden kann), den Atterberggrenzen und dem Anteil < 0,002 mm die Scherfestigkeit wenigstens näherungsweise zu bestimmen. Da sie auf relativ wenigen Versuchen an nur drei Materialien beruhen, dürfte jedoch eine statistische Überprüfung an einem grösseren Probematerial angezeigt sein. Im Hinblick auf die natürlichen Streuungen in Böden und die relativ geringe Genauigkeit, die bei erdstatistischen Berechnungen üblicherweise erreicht wird, wiegt diese Kritik allerdings nicht allzu schwer.

Anschliessend untersucht der Autor die Zusammensetzung der Festigkeit. Die Gesamtfestigkeit setzt sich aus dem effektiven allseitigen Druck  $\sigma'_3$ , der Zugfestigkeit und der Axialfestigkeit zusammen. Dabei sind die ersten beiden Anteile vom Material und der Wirkung der Umgebung, der dritte von der Geschichte, zum Beispiel der Vorbelaufung des Bodens abhängig. Für alle drei Komponenten gibt Einstein Messmethoden an:

— Der allseitige Druck setzt sich aus dem Seitendruck und den Porenwasserspannungen zusammen

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - u .$$

— Die Zugfestigkeit wird gemessen, indem auf den Seitendruck  $O_3$  Druckschwingungen mit einer Frequenz von 50 Hertz aufgebracht werden. Mit elektrischen Druckmesszellen werden die dadurch im Porenwasser erzeugten Schwingungen gemessen. Die Druckamplitude wird so lange gesteigert, bis in der Triaxialzelle ein Unterdruck entsteht. Die Druckdifferenz, um die die Porenwasserspannungsamplitude hinter der aufgeprägten Schwingung herhinkt, entspricht der Zugfestigkeit.

Diese Bestimmungen sind nicht einfach und erfordern ziemlich teure Apparaturen. Sie sind daher von mehr theoretischem Interesse.

— Dagegen kann die Bestimmung der Axialfestigkeit ohne weiteres bei jedem normalen Triaxialversuch ausgeführt werden. Sie geschieht nach dem Vorschlag von Dr. Einstein wie folgt: Unmittelbar nach dem Bruch der Probe wird der Vertikalvorschub abgestellt. Die Probe verformt sich dabei unter der Wirkung des Prüfrings weiter, bis Gleichgewicht zwischen den äusseren Kräften und der Axialfestigkeit erreicht ist. Der Durchmesser des am Ende dieses Entspannungsvorganges gemessenen Mohrschen Kreises entspricht daher der Axialspannung. Wird dieser Kreis konzentrisch in den Bruchkreis eingezeichnet, kann der Berührungsrand der Umhüllenden und damit für jeden Kreis der Reibungswinkel  $\phi'$  direkt bestimmt werden.

Die ausgeführten Versuche zeigen (wie auch verschiedene Autoren am Erdbaukongress in Montreal nachgewiesen haben), dass die Mohrschen Umhüllungskurven nicht gerade, sondern je nach Materialart mehr oder weniger gekrümmte parabelähnliche Kurven sind. Damit ordnen sich die Böden ein in das materialtechnische Bild anderer Baustoffe, wie Stein, Beton usw. Ferner ergibt sich die Folgerung, dass auch Böden eine Maximalfestigkeit aufweisen, die durch Steigerung des allseitigen Druckes nicht mehr vergrössert werden kann. Mit Hilfe des oben beschriebenen Entspannungskreises ist es aber