

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 89 (1971)  
**Heft:** 6: Ausgabe zur Baumaschinenmesse, Basel, 13. bis 21. Februar 1971

**Artikel:** Hohlraum-Ausbildungen in Tragwerken  
**Autor:** Honegger, Heinz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84756>

### 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:** 21.02.2026

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

belastungen usw. Die Anlage wird in vier Ausführungen hergestellt:

- Das einfachste Gerät enthält zwei Druckmesser, einen am Instrumentenbrett und der andere im Blickfeld des Arbeiters bei der Benutzung des Spannwerkzeuges. Diese Instrumente messen den Druck im Hydrauliksystem und zeigen die angebrachte Belastung an. Die Genauigkeit liegt bei  $\pm 5\%$ .
- Die Ausführung mit erhöhter Genauigkeit in der Spannungsmessung ( $\pm 1\%$ ) trägt der Tendenz Rechnung, die am Vorspannstahl angebrachten Spannungen so hoch wie möglich zu wählen. Da man sich dabei nahe an der Zerreissfestigkeit des Materials bewegt, ist eine genaue Messung unerlässlich. Diese wird durch eine Kraftmessdose am hinteren Teil des Spannwerkzeuges und ein batteriebetriebenes Anzeigegerät ermöglicht.
- Die dritte Ausführung umfasst einen netzbetriebenen Belastungsmesser, der mit einer Voreinstellvorrichtung gekoppelt ist. Die erforderliche Belastung wird an einem Digitalanzeigegerät eingestellt. Diese Einrichtung gestattet

das Spannen aller Drähte eines Elementes auf den gleichen Wert. Bei Bedarf kann die vom Werkzeug aufgebrachte Spannung inner Sekunden geändert werden.

- In der vierten Ausführung wird die Anlage durch eine Aufzeichnungsvorrichtung vervollständigt. Diese registriert die den einzelnen Strängen auferlegte Spannung in Funktion der dafür benötigten Zeit. Da die für jeden Spannvorgang aufgewendete Zeit festgehalten wird, kann auch die Arbeit des Bedienungsmannes kontrolliert werden.

Die elektronischen Bausteine sind so konstruiert, dass sie nur in die entsprechende Kontaktleiste des Pumpen- und Regelaggregates eingesteckt zu werden brauchen. Die verwendete Kraftmessdose besteht aus einem Stahlzylinder mit acht Dehnungsmessern und wird mit einem Kabel an den Belastungsmessern angeschlossen. Die Anzeigegeräte geben vollen Skalenausschlag für alle Spannwerkzeuggrößen, wodurch eine gleichbleibende Genauigkeit gewährleistet ist. Die Geräte werden geeicht und das entsprechende Protokoll beigelegt.

## Hohlraum-Ausbildungen in Tragwerken

DK 69.057.5

Von H. Honegger, Bülach

Im Stahlbetonbau finden aus statischen, konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen hohlraumbildende Körper oder Schalenelemente immer mehr Verwendung. Durch solche Hohlraumbildungen werden beträchtliche Betonmassen eingespart, was – durch Gewichtsverminderung – der Tragfähigkeit der Konstruktion zugute kommt. Eine leichtere Tragkonstruktion verringert den Stahlbedarf und wirkt sich zusätzlich noch kostensparend auf Fundamente, Lager, Schalung und Rüstung aus.

Bei Brücken und anderen Tragwerken können solche Hohlräume zusätzlich zur Aufnahme von Entwässerungsrohren und anderen Leitungsarten herangezogen werden. Solche Leitungen müssen leicht zugänglich sein, da sie einer Kontrolle und allfälliger Wartung bedürfen. Damit wird jedoch auch notwendig, dass diese Hohlräume durch Einstieglukten und Durchschlupföffnungen in den Querträgern begehbar werden. Bei solchen Hohlraumbildungen unterscheidet man folgende zwei Arten der Ausführung:

- Geschlossene Verdrängungskörper zur Anwendung bei monolytischem Betoniervorgang (Bild 1)
- Grossflächige U-förmige Schalungselemente zum Verlegen auf eine Aussteifung, die auf einer unteren, vorbetonierte Platte aufgelegt wird (Bild 2).

Bei beiden Ausführungsarten ist es wichtig, dass die Eckausbildungen des Hohlraumes nicht scharfkantig ausgeführt werden, da sonst Kerbspannungen entstehen können. Solche Kerbspannungen können zudem durch Haar-

risse in Verbindung mit der Treibwirkung bei Frostbildung verstärkt werden und somit ernsthafte Gefahren für das Bauwerk darstellen. Auf Grund neuerer Untersuchungen und Feststellungen darf diese Erscheinung bei Brückebauten nicht vernachlässigt werden. Kerbspannungen werden vergleichsweise im Maschinenbau besonders beachtet.

Geschlossene Verdrängungskörper werden bei monolytischem Betoniervorgang den Auftriebskräften und dem Druck des Betons ausgesetzt. Der theoretisch reibunglose Auftrieb ist zum Beispiel bei einem Verdrängungsrohr von 1000 mm Durchmesser und 1000 mm Länge 1,9 MPa bei einem spezifischen Gewicht des Betons von 2,4 t/m<sup>3</sup>. Bei solchen Hohlraumkörpern wurde durch Versuche ermittelt, dass rund 75 % des verdrängten Betongewichtes als Auftrieb wirksam sind, vgl. Bild 3. Erst bei entsprechender Überdeckung in den Scheitellagen wird der Auftrieb verringert, wobei jedoch die Beanspruchung der Seitenflächen der Verdrängungskörper unverändert gross bleibt.

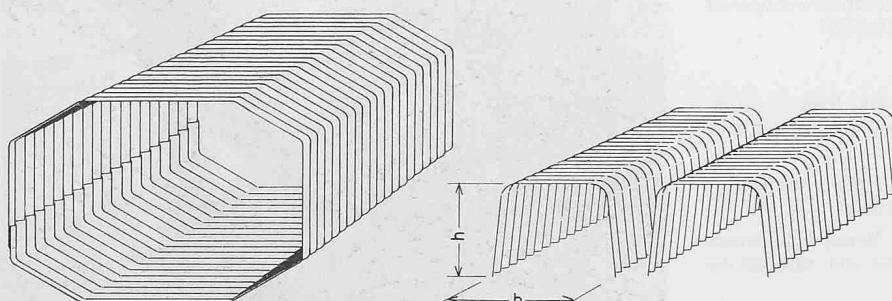


Bild 1. Geschlossener Verdrängungskörper für die Anwendung bei monolytischem Betoniervorgang

Bild 2. Grossflächige U-förmige Schalungselemente zum Verlegen auf vorbetonierte Platten

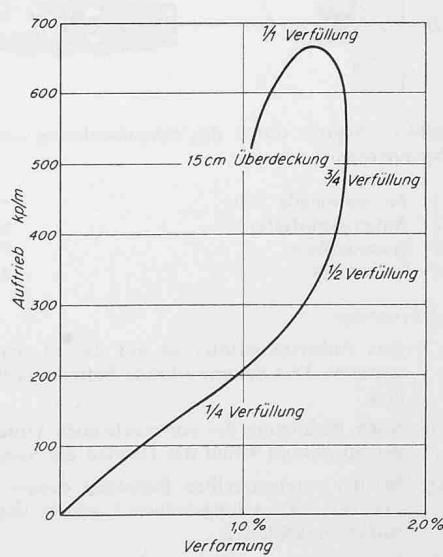


Bild 3. Auftriebskraft und Verformung eines Rohres von 700 mm Durchmesser in Funktion des Verfüllungsgrades

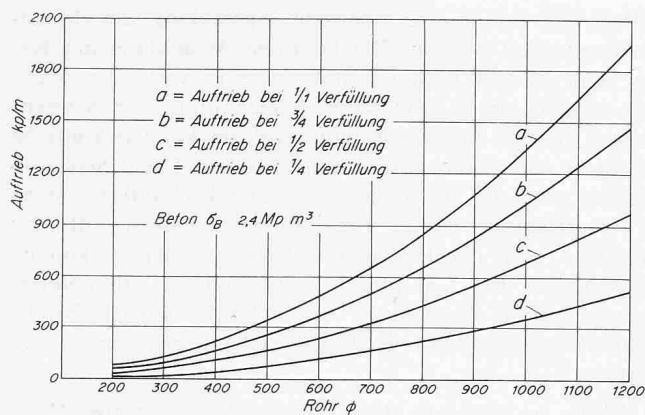


Bild 4. Auftriebswerte von Hohlkörpern mit rundem Querschnitt in Beton von 2,4 t/m<sup>3</sup>

Bei der Verwendung von U-förmigen Schalenelementen auf vorbetonierten Platten entsteht kein Auftrieb. Hingegen muss der Betondruck auf die seitlichen Wände sowie auf die Schalendecke zusätzlich durch Quer- und Vertikalaussteifungen aufgenommen werden (Bild 5). Um ein Verschieben der Hohlrumschalung während des Betoniervorganges zu verhindern, wird diese örtlich befestigt.

Als besonders wirtschaftliche und robuste Lösung kann die verlorene Schalung (WEFA) in Form eines geschickten, dünnwandigen Stahlbleches (0,6 mm dick) bezeichnet werden. Dieses Schalblech kann in jeder beliebigen Form (Rechteck-, Vieleck- und U-Form) mit Eckvouten oder Radien gefertigt werden. Sie kann auch nicht durch Wittringseinflüsse gefährdet werden (Baustellenlagerung im Freien), ist widerstandsfest gegen den rauen Baubetrieb (kratzen, aufreissen) und trittfest für Eisenleger usw. Im Gegensatz zu den verlorenen Holzschalungen besteht hierbei keine Gefahr, dass durch sich bildende Humussäure die Eisen- und Spannglieder angegriffen werden können.

Aus diesem Grunde wird bei besonders kleinen Bauhöhen die verlorene Aussteifung ebenfalls aus Rund- bzw. Moniereisen hergestellt. Bei grösseren Bauhöhen und -breiten kann eine wiedergewinnbare Holzaussteifung eingebaut werden. Durch die Sicken (wellartig) im Schalblech wird die Festigkeit um ein mehrfaches gesteigert (Bild 6), wobei die Materialsäcke eine untergeordnete Rolle spielen. Die Festigkeitseigenschaften dieser Schalungsart gewähren ausreichende Längssteifigkeit und hohe Scheitellasten, ohne dass sich das Schalblech merklich verformt. Durch diese Formtreue wird der Beton im Bereich der Schalung nicht

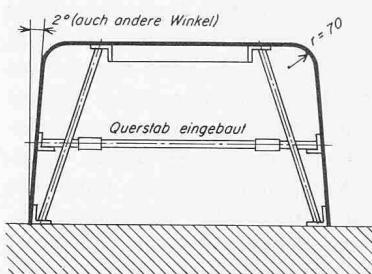


Bild 5. Stahl-Aussteifungssystem «Honet»

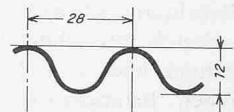


Bild 6. Sickquerschnitt

durch Quell- und Elastizitätswirkungen während des Abbindevorganges gestört. Massgebend für die Standfestigkeit dieser Schalung ist das Trägheitsmoment infolge ihrer Sicken, die bei geringer Blechstärke maximale Festigkeiten ergeben. Da die verlorene Schalung im Bauwerk bleibt, entfallen die sonst aufwendigen Ausschalungskosten.

Eine Korrosion an der Aussenseite (Berührungsfläche Schalblech mit Beton) erfolgt nur bis der Beton abgebunden hat. Sie wird außerdem durch den Luftabschluss und die Basizität des Betons verhindert. Nach dem Abbinden des Betons tritt nach H. Remy (Lehrbuch der anorganischen Chemie, Band I) keine weitere Korrosion auf; das Eisen wird im Gegenteil vor weiterem Verrostung bewahrt. Die Korrosion im Inneren der Stahlblech-Aussparungskörper oder Elemente wird von allfällig eingedrungenem Wasser oder Kondensat in Verbindung mit Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid (aus der eingeschlossenen Luft) bewirkt. Bei einem Aussparungskörper von 1 m<sup>3</sup> Rauminhalt, in dem mindestens 10 ml Wasser eingeschlossen sind, können höchstens 66,5 g Eisen durch Korrosion zerstört werden. Bei einem Überschuss von Wasser bzw. Sauerstoff, d. h. wenn am Ende der Reaktion eine dieser Komponenten noch allein vorhanden ist, tritt Passivierung und keine weitere Korrosion auf.

Bei Nichteinhaltung der erforderlichen Abstände (Rand- und Zwischenabstand) der Auftriebssicherungen sowie bei falscher Verankerungsart können Schadenfälle dadurch entstehen, dass der Verdrängungskörper nach oben «schwimmt» und dadurch die statischen Werte verändert. Besondere Vorsicht ist deshalb bei Befestigung an der

Bild 8 (links). Ausbildung eines schrägen Querschnitts

Bild 9 (rechts). Konische Ausbildung eines Schalungsendes

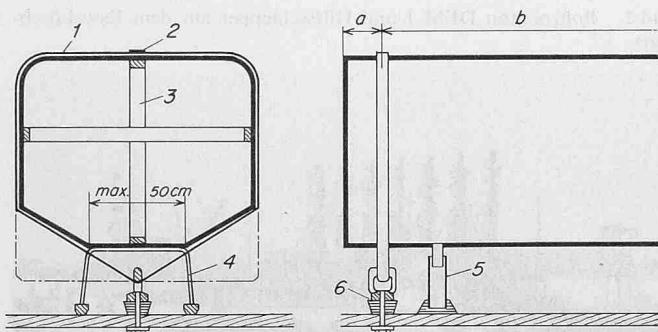
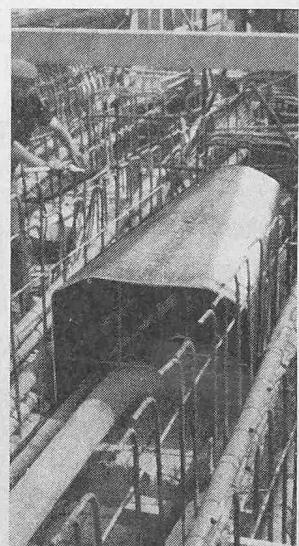
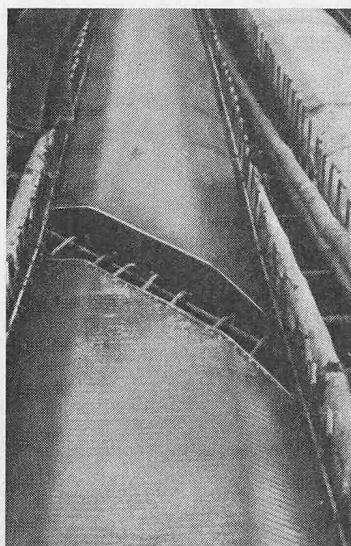


Bild 7. Hohlkörper-Befestigungssystem «Honet». a Randabstand, b Befestigungsabstand

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1 Kistenband           | 5 Entlüftungs- und Entwässerungsstützen |
| 2 Verschlusschnalle    | 6 Verankerungsschnalle                  |
| 3 Kantholz-Aussteifung |   |
| 4 Distanzbügel         |   |



unteren Armierung und bei schichtweisem Betonievorgang gegeben. Die Bauaufsicht muss diesem Vorgang besondere Beachtung schenken. Als sichere Lösung kann das System «*Honet*» bezeichnet werden, da die Körper durch Kistenbänder über eine Verankerungsschnalle und einen verlorenen, betongrauen Distanzkonus durch die untere Schalung verankert werden. Die Verspannung erfolgt durch ein Rundeisen mit Gewinde und Schloss oder Gewindemutter. Vor dem Ausschalen wird das Schloss oder die Gewindemutter mit dem Rundeisen entfernt. Nach dem Ausbau der unteren Schalung werden die kleinen Bohrungen in der Sichtfläche des Distanzkonus mit betongrauen Stopfen verschlossen.

Bei der Ausbildung der Widerlager sind zur Unterbringung der Spannköpfe grössere Betonquerschnitte erforderlich,

die durch eine konische Ausbildung der Innen- schalung erzielt werden. Die konische Ausbildung der Enden kann sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung erfolgen und zwar unter Beibehaltung der Voutenbildung, Bild 9. Bei Verdrängungsrohren können konische Endstücke die gleiche Forderung erfüllen. Diese Schalung gestattet auch die Ausbildung von Durchschlupföffnungen bei Querträgern, wobei tunnelförmige Querschnitte zu empfehlen sind. Die Enden der Hohlkastenstränge können bei schießen Brücken durch entsprechend ausgebildete Deckel geformt werden. In der Schweiz wurden bereits einige Brückenbauten mit diesem Schalungssystem ausgeführt.

Adresse des Verfassers: *Heinz Honegger*, Soligänterstrasse 24, 8180 Bülach.

## Ausbau des Hafens von Milford Haven in Wales für Grosstanker

DK 627.2:629.123.56

### Einleitung

Eines der grössten Hafen-Ausbauprojekte der Welt – das Projekt von Milford Haven in Süd-Wales im Betrag von 12 Mio £ – ist nun weitgehend zu Ende geführt worden. Dieser Ausbau, dessen Kosten vom Milford Haven Conservancy Board und von drei internationalen Ölgesellschaften gedeckt wurden, soll den Hafen bei jeder Gezeit für Grosstanker bis zu 250 000 t, bei manchen sogar für grössere Schiffe benützbar machen.

Die Arbeiten wurden unter der Aufsicht der beratenden Ingenieure des Hafenausschusses (Posford Pavry & Partner, London) in zwei Stufen ausgeführt. In der ersten Stufe, welche 1967 begann, wurde die bestehende Tiefwasser-Schiffahrtsrinne neu ausgerichtet und verbreitert, um Schiffen bis etwa 175 000 t die Einfahrt bei jeder Gezeit zu ermöglichen. Bereits im Februar 1969 wurde mit der zweiten Stufe begonnen, deren Abschluss für Herbst 1970 geplant war. Die zusätzliche Ausweitung und Vertiefung der in der ersten Etappe ausgebesserten Tiefwasserrinne soll Schiffen bis zu rund 19 m Tiefgang (255 000 bis 275 000 t bei voller Fracht) die Möglichkeit geben, bei jeder Gezeit frei zu manövrieren. Grössere Schiffe können den Hafen bei gewissen Tiden ebenfalls benützen.

Der Vertrag für die zweite Etappe im Wert von 5,6 Mio £ wurde mit der Milford Haven Ausbaggerungsgemeinschaft, einer britisch-belgischen Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus folgenden Firmen, abgeschlossen: The Dredging & Construction Co. Ltd., King's Lynn, Norfolk;

K. L. Kalis Sons & Co. Ltd., London; Westminster Dredging Co. Ltd., London; Nash Dredging & Reclamation Co. Ltd., West Byfleet, Surrey; S. A. Enterprises Ackermans & van Haaren, Antwerpen. Der Vertrag sah den Aushub von rund 1 150 000 m<sup>3</sup> Material vor, wovon mehr als 300 000 m<sup>3</sup> Gestein.

Unterkontrahenten für die Bohr- und Sprengarbeiten waren die Demarok International Ltd. und die Rock Fall Co. Ltd., die anfangs Mai 1969 mit der Arbeit begannen. Eine weitere Firma, die Hersent Offshore S. A. aus Frankreich, schloss sich im September 1969 an; sie übernahm von einer selbsthebenden Plattform aus das Bohren und Sprengen des Felsbodens in der meistgefährdeten Hafenzone.

### Die Bohrarbeiten

Je nach Höhe der Flut, welche zwischen 2,5 und über 7 m variieren kann, liegt der Meeresgrund zeitweise bis zu 25 m unter dem Wasserspiegel. Da der zu vertiefende Grund ausserhalb des ruhigen Gewässers lag, erschwerten die oft über 1,5 m hohen Wellen die Bohrarbeiten erheblich. Zeitweise erreichten die Wellen Höhen von mehr als 6 m, so dass in der Einfahrtzone zum Hafen Bohr- und Sprengarbeiten höchstens während 80 bis 90 Tagen ausgeführt werden können.

Um die günstigen Witterungen des Jahres 1969 möglichst auszunützen, wurde sowohl bei Demarok wie auch

Bild 1. Der Bohrponton Seacow XI in Betrieb bei den Vertiefungsarbeiten im Hafen von Milford Haven

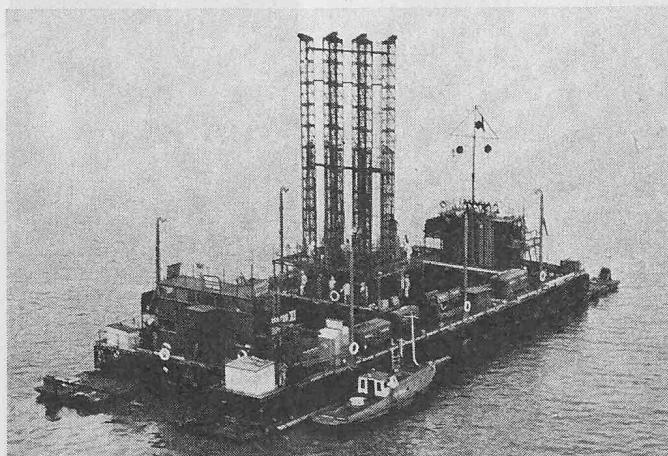


Bild 2. Bohrponton DEM I und Hilfsschlepper auf dem Esso-Löscherplatz

