

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 89 (1971)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Öltanks auf dem Meeresboden  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84739>

#### **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:** 03.02.2026

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

1/30 der Hauptspannweite) vermeidet. Die auf die Spannweite bezogene maximale Trägersenkung infolge der Nutzlasten liegt bei Brücken mit Normalbetonplatten bei 1/900 bis 1/1000. Dabei können bei sehr niedrigen Trägern Durchbiegungen von 1/600 der Spannweite auftreten, bei sehr hohen Trägern solche von 1/1200. Man darf also annehmen, dass die dem Steifigkeitsverlust entsprechende Vergrösserung der Durchbiegungen kein gewichtiges Argument gegen die Anwendung von Leichtbeton darstellt. Hier sei auch auf das Problem der Schwingungen verwiesen, für welches das Verhältnis von Steifigkeit zu Masse eine wesentliche Rolle spielt. Da beide Grössen beim Einsatz von Leichtbetonplatten verringert werden, dürfte sich aber das Schwingverhalten nicht wesentlich ändern.

In bezug auf die Mitwirkung der Platte konstatiert man, dass diese bei Leichtbeton keineswegs schlechter ist, da der Einfluss des auf 60% reduzierten Elastizitätsmoduls durch die Verschiebung der Neutralaxe kompensiert wird, deren Abstand von der Profilunterkante sich um 5 bis 10% verkleinert. Die Scheibenspannungen schwanken für Normalbeton bei kleinen Spannweiten um den Mittelwert von 40 bis 50 kg/cm<sup>2</sup>, bei grossen Spannweiten um den Mittelwert von 50 bis 70 kg/cm<sup>2</sup>. Sie erhöhen sich bei Anwendung von Leichtbeton um weniger als 10% und sind somit absolut ungefährlich.

#### 4. Schlussbemerkung

Wie erwähnt, haben alle diese Angaben lediglich für die untersuchte fiktive Brücke einfachster Konzeption Geltung,

und es versteht sich von selbst, dass es dem verantwortlichen Ingenieur überlassen bleibt, von Fall zu Fall die verschiedenen Auswirkungen der Leichtbetonplatte auf das Verbundbauwerk abzuklären. Immerhin steht mit Gewissheit fest, dass für die überwiegende Anzahl der in Betracht kommenden Brücken die angegebenen Resultate zutreffen werden. Diese Ergebnisse aber beweisen nicht nur, dass die Verwendung von Leichtbeton im Verbundbrückenbau technisch möglich ist, sondern sie zeigen auch klar, welche wirtschaftlichen Vorteile damit zu erzielen sind. Noch fehlen zwar eine Reihe von unentbehrlichen Versuchsergebnissen und eindeutige Bemessungsrichtlinien. Es kann jedoch keinen Zweifel darüber geben, dass diese Art von Brückenkonstruktion eine grosse Zukunft vor sich hat.

- [1] Comité Européen du Béton (CEB), Structures en Béton Léger, Bulletin d'information No. 59.
- [2] ACI Committee 213, Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete, ACI Journal, August 1967.
- [3] Prof. Karlhans Wesche, Stoffliche Grundlagen zum Entwurf von Leichtbeton-Konstruktionen, «Beton- und Stahlbetonbau» 11/1967.
- [4] Vorgespannte und vorfabrizierte Brücke in Leca-hade-Beton der Portlandcementwerke AG Olten, «Schweizerische Bauzeitung» 1969, H. 11, S. 193.
- [5] Leca-Beton, Richtlinien der AG Hunziker und Cie, Wildegg.

Adressen der Verfasser: Prof. Dr. J.-C. Badoux, ETH Lausanne, Institut für Stahlbau, und J. Tenucci, Ing. ETHZ, vormals am genannten Institut, heute bei der Techn. Stelle Holderbank, 5113 Holderbank.

DK 621.642.3:665.61

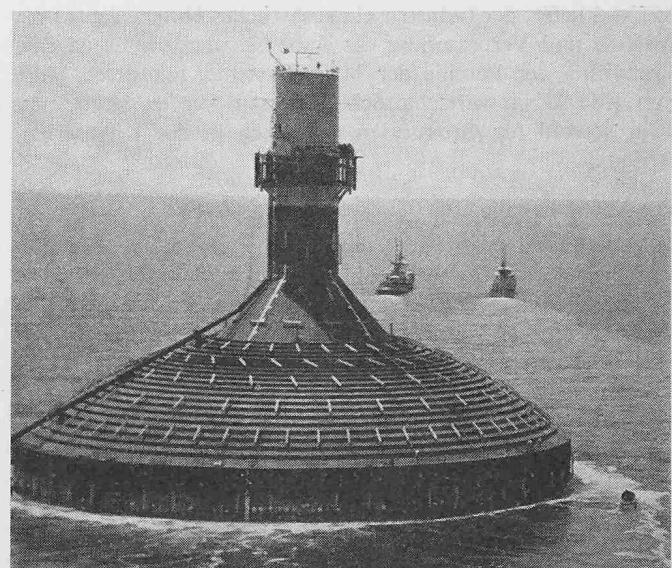
## Öltanks auf dem Meeresboden

Im persischen Golf werden schon seit längerer Zeit Ölfelder unter dem Meeresboden ausgebeutet. Da das geförderte Öl nicht unmittelbar in die ihres Tiefgangs wegen nicht bis an die Küste gelangenden Grosstanker gepumpt werden kann, sind Zwischenlager erforderlich. Eine Firma aus den USA hat in der Folge einen Unterwasserbehälter (Bild 1) konstruiert, der im seichten Wasser des persischen Golfes in ungefähr 110 km Abstand von der Küste in etwa 50 m Tiefe auf den Meeresgrund abgesenkt und verankert wurde. Ein solches Gefäss hat die Form eines Trichters, dessen Ausflussrohr nach oben ragt. Seine Abmessungen betragen über 80 m im Durchmesser und rund 60 m in der Höhe (Bild 2). Doppelwände im Abstand von 1,20 m, mit Beton gefüllt, sowie eine stark versteifte Haube lassen den Behälter gegen Wellengang und Wasserströmungen widerstandsfähig bleiben, und die Korrosion durch das Salzwasser wird durch ein ständig wirkendes anodisches Verfahren neutralisiert. Der 15 000 t schwere Behälter fasst rund 800 000 hl Rohöl. Er besitzt keinen Boden, liegt also mit seinem offenen, durch Rohre verstieften Teil auf dem Meeresgrund und arbeitet nach dem Wasserverdrängungsprinzip. Er ist dauernd gefüllt, sei es mit Öl oder Wasser oder beiden Medien. Beim Einpumpen von Rohöl strömt das Wasser durch Öffnungen in der Seitenwand aus. Eine Vermischung der beiden Flüssigkeiten findet infolge des Unterschiedes im spezifischen Gewicht nicht statt, und die Verunreinigung des Rohöls durch das Salzwasser bleibt unterhalb des tolerierten Grenzwertes.

Die Konstruktion des neuartigen Behälters beruht auf Modellversuchen, die vorgängig im marinetechnischen Zentrum von San Diego durchgeführt wurden. Es handelte sich dabei um die Prüfung von Stabilitäts- und Festigkeitsverhalten des Körpers, sowie das Messen von Kräften, hervorgerufen durch Wellenschlag und Wasserströmung. Diese Versuche bestätigen, dass er an Land gebaut und mit zwei Schleppern an den Einsatzort gezogen werden kann.

Man grub am Strand eine Grube in der Art eines Trockendockes und montierte darin die Tankkonstruktion fixfertig. Anschliessend wurde das Becken geflutet und der Körper mit Pressluft gefüllt, bis er zum Schwimmen kam. Danach zog man ihn in eine zweite tiefere Grube, näher dem Meer, wo sich die beiden Schlepper vorspannten und in 15stündiger Fahrt zum Versenkungsort fuhren. Sowohl während des Überwassertransports als auch in der ersten Phase des Versenkungsvorganges verhielt sich der Behälter äusserst stabil. Erst als die senkrechte Seitenwand untergetaucht war, begann eine Phase der Unstabilität, bei welcher der trichterförmige Körper gelegentlich ins Schwingen kam, durch das teilweise Auftauchen eines Seitenwandteiles sich aber jeweils rasch wieder stabilisierte.

Bild 1. Trichterförmiger Tank unterwegs zum Versenkungsort



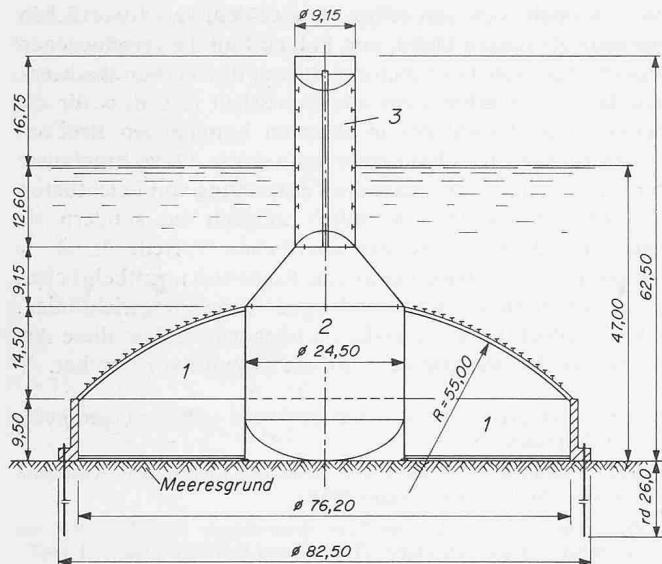


Bild 2. Schnitt durch den Unterwassertank, bestehend aus Hauptbehälter 1, Mittelgefäß 2 (dient zum Absenken im Wasser) und Zusattank 3

Als schliesslich das Auftriebszentrum über den Körperschwerpunkt zu liegen kam, hörte jegliches Schwanken auf. Nach dem vollständigen Ablassen der Luft im Behälterteil 1 (Bild 2) wurde so lange Wasser in das Mittelgefäß 2 gepumpt, bis der Tank auf dem fast horizontalen Meeresboden aufsetzte. Danach mussten nur noch die 30 Hohlpfähle von 90 cm  $\phi$  und 27 m Länge durch den Behälterflansch in die vorgebohrten Löcher im Meeresgrund gerammt werden. Des lockeren Sand- und Siltbodens wegen wurde die erforderliche Verankerung mit Zementmörtel hergestellt, der durch die Hohlpfähle eingeführt wurde und diese mit der Umgebung fest verband; betragen doch die Schubkräfte rund 6000 Mp bei einem Seegang mit 12 m hohen Wogen und einer Frequenz von 105 s, wie er durchschnittlich alle hundert Jahre einmal auftritt.

Die seit Dezember 1969 in Betrieb stehende Anlage hat sich bis heute bewährt und macht das Verlegen von Rohrleitungen zwischen Bohrinseln und Küste, den Bau von Lagerbehältern am Strand sowie das Hin- und Herpumpen des Öles überflüssig. Einzelheiten über Modellversuche, Konstruktion, Montage und Verankerung finden sich in der Augustnummer 1970 der Zeitschrift «Civil Engineering» der ASCE.

## MTM-Systeme zur Arbeitsmessung

DK 658.531.1

MTM (Methods Time Measurement) ist das heute am weitesten verbreitete System vorbestimmter Zeiten. Es dient dem Arbeitsstudium und der Ermittlung der Vorgabezeit für alle Arten manueller Arbeit.

Der erste MTM-Ausbildungskurs in der Schweiz fand im Jahre 1954 in Zürich statt. Die Gründung der Schweizerischen MTM-Vereinigung geht auf das Jahr 1957 zurück. Es sind in ihr die Interessenten am MTM, Unternehmen, Verwaltungen, Institute, Schulen und Einzelpersonen, zusammengeschlossen. Sie ist Mitglied des Internationalen MTM-Direktorates, dem auch die MTM-Vereinigungen von Norwegen, Grossbritannien, Schweden, der Bundesrepublik Deutschland, den Niederlanden, Frankreich, Japan, Finnland, Belgien und den USA angehören.

Vom Internationalen MTM-Direktorat wurde am 11. Juni 1970 beschlossen, dem MTM-3 genannten neuen MTM-System die offizielle Anerkennung auszusprechen. Dieses neue System ist das Ergebnis eines schwedischen Entwicklungsprojektes, welches mit Unterstützung anderer Länder im Internationalen MTM-Direktorat durchgeführt wurde. MTM-3 liefert der Industrie ein zusätzliches Hilfsmittel für die Analyse und Verbesserung der Arbeitsmethoden. Es ist eine Ergänzung der Familie der MTM-Systeme, mit deren Hilfe nun jede Arbeit wirtschaftlich gemessen werden kann, und zwar sowohl für Grossserien wie auch in der Kleinserienfertigung.

### Die MTM-Familie

Die einzelnen Systeme der MTM-Familie sind Bestandteile einer Gesamtheit von Systemen zur Arbeitsmessung. Die Systeme stehen in einer bestimmten Beziehung zueinander und verfügen über gewisse für sie charakteristische Eigenschaften. Mit Hilfe von Anwendungsregeln ist es nun möglich zu entscheiden, welches der Systeme einer bestimmten Aufgabenstellung am besten entspricht. Diese Regeln berücksichtigen die Anforderungen, welche an die Arbeitsmessungen gestellt werden, und die Eigenschaften der Systeme. Die Eigenschaften unterscheiden sich in bezug auf den Zeitaufwand für die Anwendung der Systeme und in bezug auf ihre Fähigkeit, Methoden zu beschreiben, sowie auf die Genauigkeit der mit ihrer

Hilfe ermittelten Vorgabezeiten. Die Familie der Systeme besteht aus MTM-1, MTM-2 und MTM-3.

MTM-1 ist die Grundlage, aus welcher heraus alle anderen Systeme entwickelt wurden. Es befriedigt hohe Ansprüche an die Methodenbeschreibung und die Genauigkeit der Vorgabezeiten, ist aber zeitraubend in seiner Anwendung.

MTM-2 wurde in den Jahren 1963 bis 1965 vom Internationalen MTM-Direktorat entwickelt. Es baut sich auf der Grundlage von MTM-1 auf und beinhaltet die Bewegungsgruppen und Grundbewegungen des MTM-1. Überdies hat es weniger Distanzklassen und Fallarten. Dies bedeutet, dass MTM-2 rascher ist in der Anwendung als MTM-1, dass es aber auf der anderen Seite einen geringeren Grad von Methodenbeschreibung und eine geringere Genauigkeit in der Bestimmung der Vorgabezeiten aufweist.

MTM-3 wurde von 1967 bis 1969 entwickelt. Es baut ebenfalls auf MTM-1 auf, zeichnet sich aber durch weitere Vereinfachung der Grundbewegungen und ihrer Veränderlichen aus. MTM-3 befriedigt das Bedürfnis nach noch rascherer Anwendung in Fällen, wo gröbere Methodenbeschreibung und kleinere Ansprüche an die Genauigkeit der Vorgabezeiten genügen.

Die MTM-3-Normzeitwertkarte enthält die Handbewegungen «Handle»<sup>1)</sup> und «Transport». Diese Bewegungen sind unterteilt in die Fälle A und B, entsprechend dem Aufwand an Kontrolle, und, um den Gegenstand an einen Ort hinzubringen, in die Distanzklassen 15 und 80 cm. Ferner enthält sie zwei Körperbewegungen, «Step» und «Bend and Arise». Diese vier Bewegungen zusammen decken alle manuellen Arbeiten ab, ausgenommen Arbeitsfolgen mit Augenbewegungen wie solche, die beim Ablesen komplizierter Skalen vorkommen.

MTM-3 ist für die Verwendung in der Kleinserienfertigung bestimmt und auch dort, wo die Arbeitsmethoden und die Bewegungsentfernung von Zyklus zu Zyklus stark ändern. Das System eignet sich weder für die Analyse hoch repetitiver Arbeiten noch für die Methodenbeschreibung in der Gross-

<sup>1)</sup> Für die Begriffe der Zeitwertkarte werden noch die englischen Ausdrücke verwendet.