

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 82 (1990)
Heft: 10

Artikel: Internationale Bodensee-Tiefenvermessung
Autor: Lambert, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939841>

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: 10.02.2026

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

Tabelle 2. Vergleich von Silicafume (SF) mit Zement (PC) und Flugasche (FA).

Eigenschaften	SF	PC	FA
Spez. Gewicht	2,16	3,12–3,15	2,35
Raumgewicht (kg/dm ³)	0,2–0,22	1,40	1,00
spez. Oberfläche (m ² /g)	18–22	0,25–0,50	0,30–0,50
SiO ₂ -Gehalt (%)	88–98	17–25	40–55

Tabelle 3. Silicafume-Technologie: Verbessern der Spritzbetoneigenschaften durch Zusatz von Silicafume (SF) oder modifiziertem Silicafume (PP1) zum Trockengemisch (0/8 mm, 350 kg PC).

Eigenschaften	0-Mischung	10% SF	10% PP1
Druckfestigkeit (N/mm ²) nach 7/28 d	36/44	45/61	70/98
Wasserleitfähigkeit (g/m ² ·h)	0,214	0,080	0,027
Porensättigung: kapillar/insgesamt	15/17,2	15,5/16,4	11,6/12,1

an aus dem Bauwerk genommenen Bohrkernen nachgewiesen. Die Baustelleneinrichtung mit zahlreichen Geräten für Hochdruckwasserstrahlen, Spritzbetonarbeiten (SBS-Spritzautomat, TSV; Panda-Hochdruckdüse für Anmachwasser mit Latex-Zugabe) und Nachbehandlung des Spritzbetons sowie Konstruktionen, Rüstungen und Überdachung kosteten über 3 Mio Schweizerfranken.

Spritzbetontechnologie

Dipl.-Ing. K.-E. v. Eckardstein, Herne, erläuterte «Das Nassspritzverfahren im Dichtstromverfahren mit einem Aluminatbeschleuniger am Beispiel Top-Shot» [8, 9], das einen pumpbaren Beton mit dichtem Gefüge (0/8 bis 0/16 mm, W/Z = 0,50; 4 bis 5 % BE flüssig, Turbo-Injektordüse) voraussetzt. Rückprall (i. M. 10 %) und Staubeentwicklung sind gering und die Einbauleistung hoch (8 m³/h). Ein Einfluss der Zementart ist nicht feststellbar. Mit dem Top-Shot-Verfahren wurden Früh- und Endfestigkeiten auf zahlreichen Tunnelbaustellen zielsicher erreicht und die Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Trockenspritzverfahren nachgewiesen. Dipl. Ing. G. Bächli und Dr. G. Bracher, Zürich, brachten Einzelheiten zur «Silicafume-Technologie im Spritzbeton», die sowohl beim Trockenspritz- wie auch beim Nassspritzverfahren angewendet wird [10], mit Zugabe von Silicafume (SF) (Tabelle 2) zusammen mit Hochleistungsverflüssigern oder Kunststoffen. SF wird als Pulver kompaktiert oder polymermodifiziert (PP1) zum Trockengemisch (Sack- oder Siloware) oder flüssig als Suspension (Slurry) mit einer zusätzlichen Zuteilanlage (Dosierpumpe) wenn nötig zusammen mit BE auf der Baustelle zugegeben. Beim Nassspritzverfahren wird SF dem Beton zugesetzt. SF verbessert die Festigkeit, Dichtigkeit, Haftung und Sulfatbeständigkeit, verringert den Rückprall und kann zusammen mit BE verwendet werden. Durch SF kann man den Festigkeitsabfall infolge BE ausgleichen. Eingegangen wurde auf die Entwicklung von vergütetem Silicafume (PP1) (Tabelle 3) und die Qualitätssteigerung durch Polymerzugabe, wie höheres Wasserrückhaltevermögen, bessere Verarbeitbarkeit, grössere Dichtigkeit, bessere Haftung, geringeres Schwinden, grössere Elastizität usw. BG

Literatur

- [1] Rokahr, R. B.; Lux, K. H.: Einfluss des rheologischen Verhaltens des Spritzbetons auf den Ausbauwiderstand. «Felsbau» 5(1987) 1, S. 11–18.
- [2] Schubert, P.; Marinko, T.: Vortrieb des Karawankentunnels im tektonisch stark beanspruchten Südbabschnitt. «Felsbau» 7(1989) 2, S. 65–68.
- [3] Pöttler, R.: Kennlinien des jungen Spritzbetons., «Felsbau» 8 (1990) (noch nicht abgedruckt).

- [4] Richtlinie Spritzbeton, Teil 1 – Anwendung. Österr. Betonverein, Wien, 1/1989; vgl. «Zement und Beton» 43 (1989) 3, S. 93–120.
- [5] Sommer, H.: Ein neues Verfahren zur Erzielung der Frost-Tausalz-Beständigkeit des Betons (MHK). «Zement und Beton» 22 (1977) 4, S. 124–129, und 28 (1983) 1, S. 34–36.
- [6] Huber, H.: Reparaturen an Talsperren und Kraftwerksbauten. «Zement und Beton» 28 (1983) 1, S. 19–26.
- [7] Prüfung von Festbeton auf Frost- und Frost-Tausalz-Beständigkeit. «Cementbulletin» 54 (1986) 10, S. 1–7.
- [8] Eckardstein, v. K.-E.: Prinzipien des Nassspritzverfahrens – Betontechnologische Grundlagen. «Tiefbau, Strassenbau, Ingenieurbau» 32 (1990) 1, S. 10–13.
- [9] Brux, G.; Linder, R.; Ruffert, G.: Spritzbeton, Spritzmörtel, Spritzputz – Herstellung, Prüfung und Ausführung. Verlagsges. Rudolf Müller, D-5000 Köln 41.
- [10] Bächli, R.: Zusatzmittel für Spritzbeton und Spritzmörtel. Silicafume im Einsatz bei der Bauwerkssanierung. «Schweizer Baublatt» 100 (1989) 47, S. 30–38.

Der Vortragsband ist zu beziehen vom Institut für Baustofflehre und Materialprüfung der Universität Innsbruck, Technikerstrasse 13, A-6020 Innsbruck.

Internationale Bodensee-Tiefenvermessung

Karte im Massstab 1:50000

Besprechung von André Lambert

Tiefenmessungen im Bodensee haben Tradition: Bereits in den Jahren 1825/26 lotete der württembergische Vermessungskommissär Major Joseph v. Gasser an 333 Stellen des Bodensees die Tiefe aus; die entsprechenden Profile sind in einer 1826 herausgegebenen Karte des Bodensees eingetragen.

Während diese Leistung noch in den Bereich «Grundlagenforschung» einzureihen war, wurden gezielte Tiefenmessungen schon im letzten Jahrhundert wegen sehr konkreter praktischer Aufgaben zur planerischen Notwendigkeit: So erfolgte die erste projektbezogene bathymetrische Vermessung des Rheindeltas in den Jahren 1863 bis 1865 im Zusammenhang mit dem Vorhaben, die Rheinmündung zu korrigieren. Seit der Vollendung des Fussacher Durchstichs im Jahre 1900, mit dem die Rheinmündung etwa um 8 km nach Osten verlegt wurde, hat man das «neue» Rheindelta in einem jeweils zehnjährlichen Turnus – zuletzt 1989 – hydrographisch vermessen, um auf diese Weise das Wachstum des Geschiebekegels in kurzen Zeitschritten zu verfolgen. Mit dieser wohl einmaligen Vermessungsserie gehört das Rheindelta in bezug auf seine volumetrische Entwicklung (jährlich rund 3 Mio m³) zu einem der bestbekannten Geschiebekegel.

Mit diesen wiederholten bathymetrischen Aufnahmen wird jeweils im gleichen Zug auch die Topographie in der «östlichen Ecke» des Sees alle zehn Jahre auf den neuesten Stand gebracht. Demgegenüber musste man sich für den übrigen See mit der in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts erstellten Seekarte begnügen, die vom damaligen Eidgenössischen Topographischen Büro gemeinsam mit den badischen Amtsstellen aufgenommen worden war. Sie beruhte auf einem Netz von durchschnittlich 20 Lotungen pro km². Diese Grundlage vermochte jedoch den wachsenden Anforderungen auf die Dauer nicht mehr zu genügen; namentlich für die Beurteilung von Erosionserscheinungen im Flachwasser- und Uferbereich erwies sie sich als zu ungenau. In den Jahren 1983/84 wurde deshalb auf Initiative der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee eine Arbeitsgruppe mit Vertretern aller Anrainer eingesetzt, der die Aufgabe oblag, die Vorgaben, Randbedingungen und Modalitäten einer neuen Tiefenvermessung festzulegen. Die Schweizer Delegation setzte sich aus je

einem Vertreter der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW, ETHZ), der Landeshydrologie und -geologie sowie des Amtes für Umweltschutz des Kantons Thurgau zusammen.

Die grossen saisonalen Wasserstandsschwankungen des Bodensees (bis 3 m) erforderten den kombinierten Einsatz verschiedener Techniken: Bei tiefem Seestand im Winter war die luftphotogrammetrische Erfassung der Flachwasserbereiche vorgesehen, während die hohen Sommerwasserstände für die herkömmliche hydrographische Aufnahme (mit Echolot und Funkortung) zu nutzen waren. Damit sollte eine möglichst grosse Überlappung der beiden Datensätze erreicht werden.

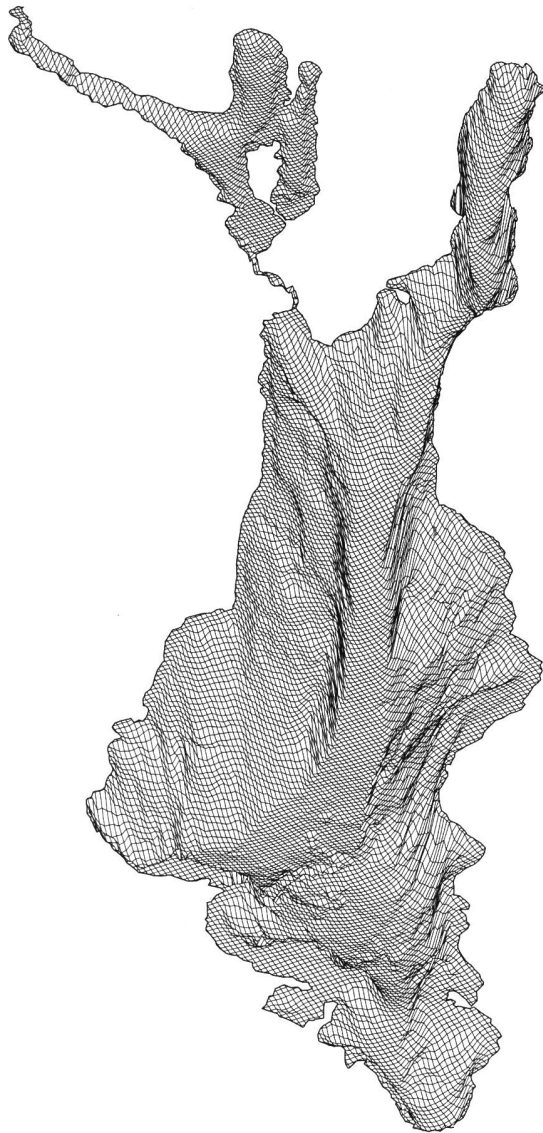
Mit der technischen Projektleitung wurde das Landesvermessungsamt Baden-Württemberg beauftragt. Die hydrographischen Vermessungen erfolgten in den Sommermonaten der Jahre 1986 und 1987 durch eine bundesdeutsche Firma; dabei wurden im Freiwasserbereich pro km² etwa 600 Tiefenwerte ermittelt. Die von der Eidgenössischen Vermessungsdirektion ausgeführten Bildflüge im Flachwasser- und Uferbereich erstreckten sich infolge ungünstiger Bedingungen (Flugwetter, Eis, hoher Wasserstand) über mehrere Etappen bis 1989, wobei annähernd 5000 Hö-

henwerte pro km² photogrammetrisch erfasst wurden. Die beiden Datensätze wurden anschliessend zu einem Digitalen Geländemodell mit insgesamt rund 500 000 Punkten bei einem Gitterpunktabstand von 40 × 40 m verarbeitet (Bild). Auf dieser Datengrundlage entstand schliesslich durch Interpolation das Höhenkurvenbild des Seebeckens. Das Kartenwerk [1] ist beidseitig bedruckt: auf der einen Seite wurde die neue Topographie des Seebeckens (10-m-Höhenlinien) in die geographische Umgebung eingepasst, auf der Rückseite sind besondere Merkmale im Uferbereich mit verschiedenen Signaturen vermerkt (zum Beispiel Böschungen, Mauern, Steganlagen, Schilfgebiete, Gewässer-einläufe usw.).

Wie erwartet, bestätigte die neue Karte die bereits bekannten morphologischen Grundzüge des Sees; sie zeichnet sich aber gegenüber den bisher verfügbaren Karten vor allem durch einen wesentlich grösseren Detaillierungsgrad aus. Besonders erwähnt sei in diesem Zusammenhang eine unterseeische Rinne nördlich des Rheindeltas, die in älteren Kartenwerken, wohl wegen der zu grobmässi- gen Lotung, nicht erfasst wurde. In Analogie zu den bekannten, subaquatisch entstandenen Rinnen in der Verlängerung älterer Rheinmündungsarme bei Altenrhein, erscheint es plausibel, diese Rinne mit dem (nachrömischen) Mündungsarm auf dem Rohrspitz (Lochseen als Relikte!) in Verbindung zu bringen [2].

Das aus der Neuvermessung hervorgegangene Digitale Geländemodell soll nach den Vorstellungen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee auch als Gerüst für eine raumbezogene Datenbank von wasserwirtschaftlich relevanten Messwerten Verwendung finden. Es wird sich allerdings in der Praxis noch weisen müssen, ob alle im Bodensee forschenden Institutionen auch willens sind, aktualisierte Messwerte einer zentral verwalteten Datenbank zur Verfügung zu stellen – von den Problemen der Daten-Qualitätskontrolle und -Konsistenz ganz abgesehen. Ein erster Schritt in diese Richtung wäre eine Synthese der von verschiedenen Institutionen durchgeführten Sedimentuntersuchungen im Bodensee: Auf nunmehr einwandfreier topographischer Grundlage sollte versucht werden, alle auf diesem Gebiet relevanten Ergebnisse von Seismik-Studien (Hochschulen und Erdölindustrie), Kernproben usw. zusammenzufassen und kartographisch darzustellen. Die für die Neuvermessung mit dem 2-Frequenz-Echolot aufgenommenen rund 4000 km Seeprofile könnten diesem Vorhaben gewissermassen als verbindendes Element zugrunde gelegt werden.

Ein letztes Wort: Innerhalb weniger Jahre konnte das Projekt «Tiefenvermessung des Bodensees» in die Wege geleitet und erfolgreich abgeschlossen werden. Es wäre erfreulich, wenn ein analoges Vorhaben im anderen grossen Grenzgewässer, dem Genfersee, realisiert werden könnte. Die Seekarte aus dem Jahre 1886 ist zwar eines der Meisterwerke des grossen Limnologen *F.-A. Forel*; die mit den damals verfügbaren Methoden erreichbare Genauigkeit vermag jedoch heutigen Ansprüchen nicht mehr zu genügen, namentlich dort, wo die Rhone ihr Delta in den See schüttet.



Gitternetzmodell des Bodenseebeckens aufgrund der Neuvermessung 1986–1989 (15fache Überhöhung). Schrägansicht aus etwa 165 km Höhe über dem Brennerpass mit Blickrichtung Nordwest.

[1] Herausgeber: Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee 1990. Druck und Vertrieb: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Postfach 1115, D-7000 Stuttgart.

[2] *Lambert, A.* (1989): Das Rheindelta im See. «Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik» 1/89, 29–32.

Autor der Besprechung: Dr. *André Lambert*, Ziegelhau 19, CH-5400 Baden.