

# Internationale Bodensee-Tiefenvermessung

Autor(en): **Lambert, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **82 (1990)**

Heft 10

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939841>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 <sup>3</sup> )	0,2–0,22	1,40	1,00
spez. Oberfläche (m <sup>2</sup> /g)	18–22	0,25–0,50	0,30–0,50
SiO <sub>2</sub> -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 <sup>2</sup> ) nach 7/28 d	36/44	45/61	70/98
Wasserleitfähigkeit (g/m <sup>2</sup> ·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 m<sup>3</sup>/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 – Beton-technologische 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.

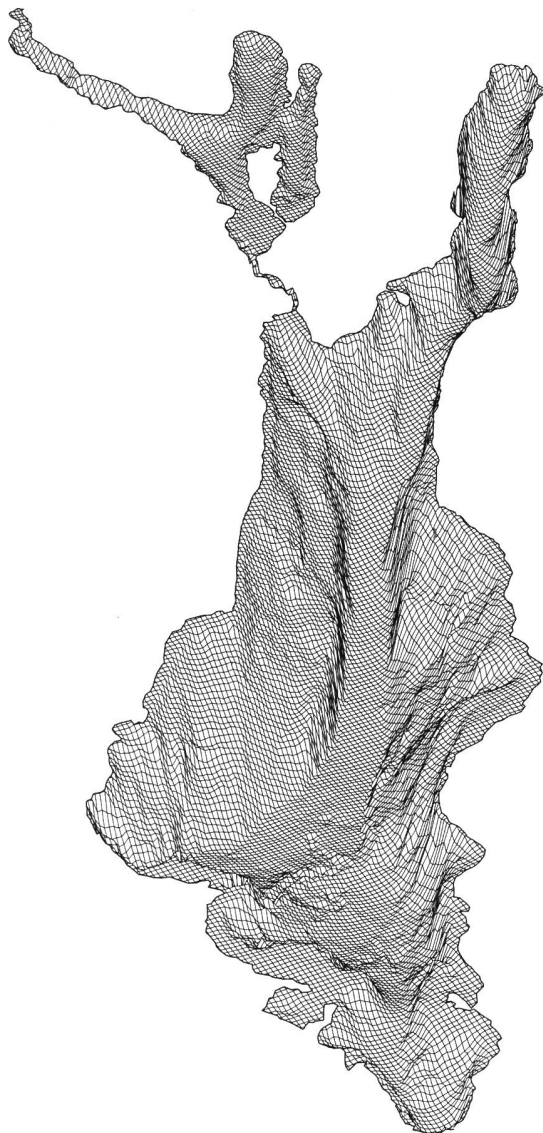
Während diese Leistung noch in den Bereich «Grundlagenforschung» einzureihen war, wurden gezielte Tiefenmessungen schon im letzten Jahrhundert wegen sehr konkreter praktischer Aufgaben zur planerischen Notwendigkeit: So erfolgte die erste projektbezogene bathymetrische Vermessung des Rheindeltas in den 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 m<sup>3</sup>) zu einem der bestbekanntesten 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 km<sup>2</sup>. 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 km<sup>2</sup> 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-



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

henwerte pro km<sup>2</sup> 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 grobmaschigen 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.

[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.