

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 87 (1989)

**Heft:** 1: Lebensraum Bodensee = L'espace vital du lac de Constance

**Artikel:** Tiefenvermessung des Bodensees

**Autor:** Schärpf, K. / Braun, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234022>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 20.02.2025

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

## Tiefenvermessung des Bodensees

K. Schärpf, E. Braun

Die letzte Tiefenvermessung aus dem 19. Jahrhundert genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr. Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee hat eine neue Tiefenvermessung des gesamten Bodensees beschlossen. Um den gesamten See zu erfassen, wird im Freiwasserbereich ein Vermessungsschiff eingesetzt, während im Flachwasserbereich die Luftbildmessung zur Anwendung kommt. Als Ergebnis werden ein digitales Höhenmodell und Karten in verschiedenen Massstäben erstellt.

*Le dernier sondage effectué au 19ème siècle ne répond plus aux exigences actuelles. La commission internationale pour la protection des eaux du lac de Constance a décidé un nouveau sondage entier du lac. Pour cette opération un bateau-sonde est mis-en-œuvre dans la zone des eaux libres, dans la zone de la plateforme ces mesures sont effectuées par photographies aériennes. En conclusion seront établies un modèle digital du terrain et des cartes de différentes échelles.*

### 1. Anlass

Wasserwirtschaftliche Massnahmen an einem so bedeutenden Binnengewässer wie dem Bodensee setzen geeignete Planungsunterlagen voraus. Genaue Kenntnisse des Wasservolumens, insbesondere aber des Bodenreliefs, sind wesentliche Grundlagen für wasserwirtschaftliches und wasserrechtliches Handeln sowie für limnologische Untersuchungen. So sind z.B. Mengenbestimmungen von Stoffen in Abhängigkeit vom Wasservolumen, Schadstoffablagerungen und strömungsdynamische Untersuchungen zur Beurteilung des Wasseraustausches und der Verfrachtungsvorgänge im See nach Auffassung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee auf genaue Grundlagenvermessungen angewiesen.

Bis heute bilden die Ergebnisse der letzten Tiefenvermessung des gesamten Bodensees Ende des 19. Jahrhunderts die Grundlage für alle qualitativen und quantitativen wissenschaftlichen Untersuchungen des Bodensees. Sie genügen den heutigen Anforderungen nicht mehr. Ihr besonderer Mangel ist in der nicht genügenden Erfassung der Tiefenlinien im Uferbereich bis zu einer Wassertiefe von 20 m zu sehen. Nicht zuletzt ist auch die Erfassung von Uferveränderungen natürlicher und künstlicher Art von Bedeutung.

### 2. Anforderungen

Selbstverständliche Voraussetzung für die Tiefenvermessung des Bodensees ist die Auswahl geeigneter Messverfahren, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Ein ausreichend dichtes Punktnetz zur Erfassung des Bodenreliefs und gegebenenfalls auch kleinräumiger Strukturen muss dabei definiert werden. Die Einbin-

dung späterer Verdichtungsmessungen muss jederzeit möglich sein. Die Tiefenvermessung muss die Grundlage für vielfältige digitale Auswertungen in der Zukunft bilden und insbesondere die differenzierte Verknüpfung zwischen früheren und neueren Datenbeständen aus der Seeüberwachung ermöglichen.

Um allen Anforderungen genügen zu können, wurde bestimmt, die Ergebnisse der Tiefenvermessungen, unabhängig von der jeweiligen Messmethode, in einem digitalen Geländemodell zusammenzufassen.

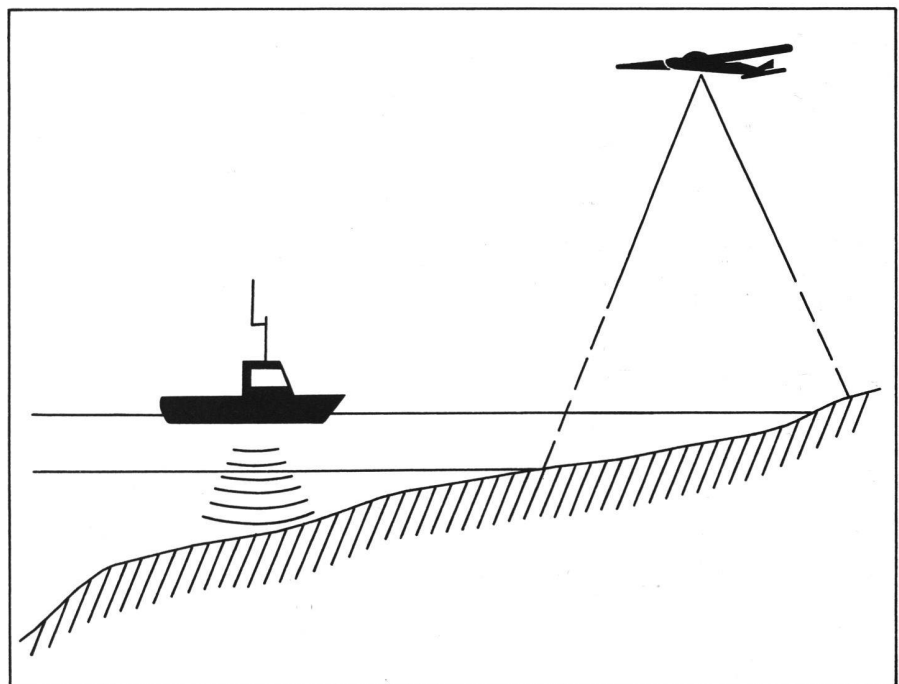


Abb. 1: Im Freiwasserbereich wird bei hohem Wasserstand ein Vermessungsschiff eingesetzt, während im Flachwasserbereich bei niedrigem Wasserstand die Luftbildmessung zur Anwendung kommt.

### 3. Gesamtvermessung

#### 3.1 Durchführung

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee hat im Mai 1984 beschlossen, eine Tiefenvermessung des gesamten Bodensees durchzuführen. Mit der technischen Projektleitung wurde das Landesvermessungsamt Baden-Württemberg beauftragt. Die Verfasser haben die entsprechenden Arbeiten übernommen. Gleichzeitig wurde eine begleitende Arbeitsgruppe eingerichtet, der Vertreter der Anliegerstaaten angehören und deren Vorsitz abwechselnd von den Sachverständigen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee, den Herren Dr. Schweizer (Bern) und Illert (Langenargen) geführt wird.

#### 3.2 Gesamtvermessung

Als einheitliche geodätische Bezugssysteme wurden für die Lage das deutsche Gauss-Krüger-Meridianstreifensystem mit dem Bezugsmeridian von 9° und für die Höhenangaben die deutschen Höhen über Normalnull (NN) festgelegt. Die unterschiedlichen Höhenhorizonte der Seeanlieger sind nach Mallaun und Lindner (1983) abgeglichen. Die dort angegebenen Unterschiede der verschiedenen Länderhorizonte treffen für den Bereich des Bodensees mit ausreichender Genauigkeit zu. Die Umrechnung der Festpunkte des schweizerischen und österreichischen Netzes in das Gauss-Krüger-System ist aufgrund vorhandener identischer Punkte ohne weiteres möglich.

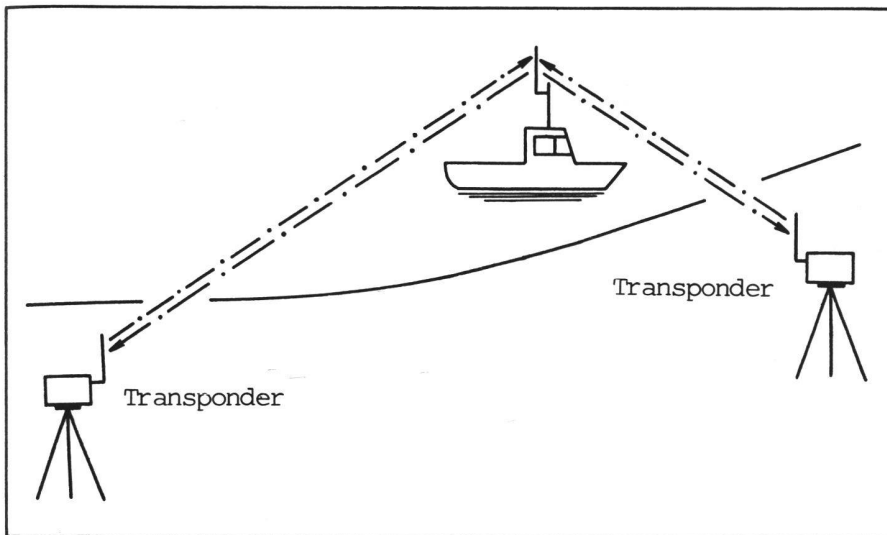


Abb. 2: Die Positionierung des Messschiffes erfolgt durch ein Funkortungssystem.

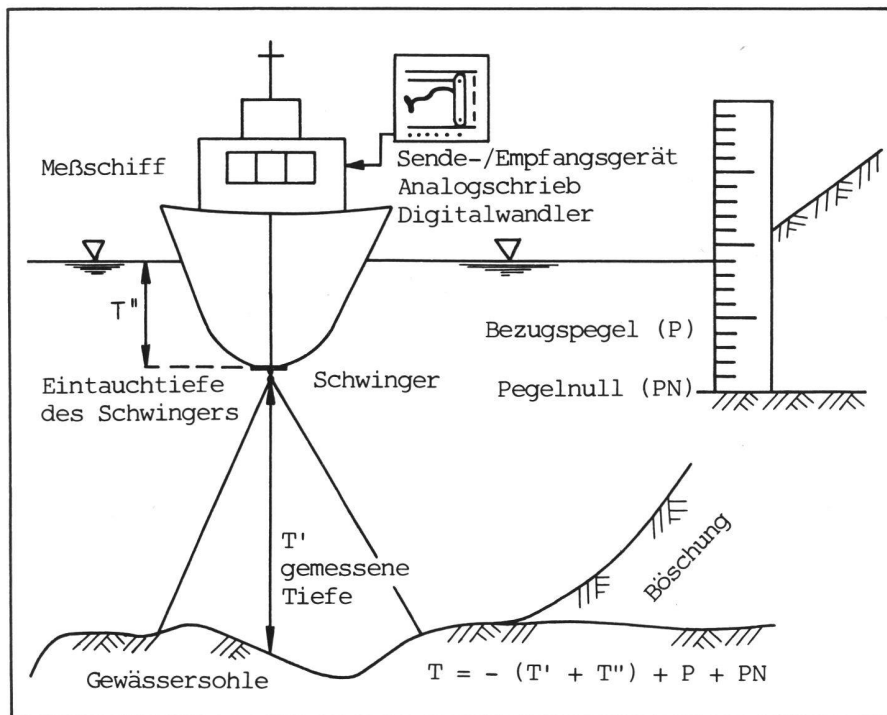


Abb. 3: Bei der Echolotmessung wird die Tiefe aus der Laufzeit von Hin- und Rückweg eines Ultraschallimpulses gemessen.

Die vermessungstechnischen Möglichkeiten lassen nicht zu, die Gesamtvermessung mit der gleichen Vermessungsmethode durchzuführen. Im Freiwasserbereich wird ein Vermessungsschiff eingesetzt, während im Flachwasserbereich die Luftbildmessung zur Anwendung kommt. Es ist dabei sicherzustellen, dass die Verbindung dieser Messungen möglich ist und keine Lücken verbleiben.

### 3.3 Freiwasserbereich

Der Freiwasserbereich soll mit modernen Verfahren der Gewässervermessung hydrographisch erfasst werden.

Die Positionierung des Messschiffes erfolgt durch ein Funkortungssystem. Vom Messschiff aus werden dabei die Entfernungen zu mindestens zwei koordinierten Landstationen durch Laufzeitmessungen aus Hin- und Rückweg ermittelt. Hierzu wurden 112 Transponderstandpunkte rings um den Bodensee erkundet und eingemessen.

Das Prinzip der Echolotmessung besteht darin, dass von einem Schwinger erzeugte Ultraschallimpulse durch das Medium Wasser laufen, bis sie von einer Grenzschicht zwischen zwei Medien unterschiedlicher Dichte (Gewässergrund)

reflektiert und durch den Schwinger wieder empfangen werden. Aus der Laufzeit von Hin- und Rückweg wird die Tiefe ermittelt. Eine Vielzahl von Einflussfaktoren wie z.B. die Wassertemperatur, der Salzgehalt des Wassers und die Hangneigungskorrektur sind zu berücksichtigen.

Bei der Bodenseetiefenvermessung fährt das Vermessungsschiff Profile im Abstand von 200 m, die senkrecht zu vorgegebenen Achsen stehen und erfasst dabei alle 10 m mit dem Echolot die Tiefe. Endgültige Tiefenwerte können aus gleichzeitig durchgeführten Pegelablesungen abgeleitet werden. Die Wahl des Profilabstandes von 200 m wurde zunächst auch aus Kostengründen getroffen. Für Bereiche mit sehr bewegtem Relief des Seebodens waren Verdichtungsmessungen von vornherein nicht auszuschließen.

Um eine möglichst grosse Fläche durch die hydrographischen Vermessungen erfassen zu können, mussten die Arbeiten bei möglichst hohem Wasserstand durchgeführt werden.

Den Auftrag für die hydrographischen Messungen erhielt die Firma Geodata Service, Olpe-Biegensee (vgl. Beitrag von A. Rose).

### 3.4. Flachwasserbereich

Im Flachwasserbereich wird der bei Niedrigwasser trockenliegende Seeboden photogrammetrisch erfasst. Der Bildflug wurde an die Eidgenössische Vermessungsdirektion Bern vergeben (vgl. Beitrag von R. Hübscher).

Vorangehende Signalisierungen bzw. nachträgliche Passpunkteinmessungen führen die Anliegerstaaten jeweils in Eigenleistung durch (vgl. Beitrag von H.J. Peter). Dabei ist sehr lästig, dass die vor allem in den extremen Flachwasserbereichen (z.B. im Bereich der Reichenau) notwendige Signalisierung nunmehr über mehrere Jahre hinweg aufrecht erhalten werden musste.

Die photogrammetrische Auswertung erfolgt ebenfalls in Eigenleistung der Anliegerstaaten. Entsprechend einem festgelegten Leistungsprofil ist der Seeboden stereophotogrammetrisch so auszumessen, dass nach Möglichkeit das für das digitale Höhenmodell vorgesehene Raster unmittelbar gemessen wird und nicht mehr interpoliert werden muss. Zudem müssen topographische Linien und Bruchkanten (z.B. Mauern, Böschungen, Wassereinflüsse, Schilfgebiete usw.) aufgemessen werden. Die so ermittelten Daten sind auf maschinenlesbaren Datenträgern zu erfassen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Digitales Höhenmodell

Als Endergebnis der Tiefenvermessung des Bodensees entsteht ein digitales Höhenmodell des Seebodens. Zur Berech-

nung des Höhenmodells müssen Daten der Echolotung und der photogrammetrischen Auswertung zusammengeführt und die gemessenen Höhen in ein regelmässiges Gitter von 40 m x 40 m durch Interpolation umgerechnet werden. Im Flachwasserbereich ist erforderlichenfalls der Gitterabstand zu verdichten. Bruchkanten und topographische Linien werden unabhängig vom regelmässigen Gitter in das Höhenmodell aufgenommen. Die geodätischen Grundlagen für das Höhenmodell sind Gauss-Krüger-Koordinaten im 9°-Meridianstreifen und Höhen über NN.

## 4.2 Karten

Als weiteres Ergebnis der Tiefenvermessung werden Karten des Seebodens in verschiedenen Massstäben hergestellt. Nach Erstellung des digitalen Höhenmodells können hierfür die Höhenlinien automatisch gezeichnet werden.

## 5. Stand der Arbeiten

### 5.1 Freiwasser

Die hydrographische Vermessung (Echolotung) der Freiwasserzone ist – einschliesslich notwendiger Verdichtungs-messungen – vollständig abgeschlossen. Für jeden gemessenen Punkt liegen mit den notwendigen Korrekturen versehene und von groben Fehlern bereinigte Koordinatentripel auf Magnetband vor.

### 5.2 Flachwasser

Ausser dem im März 1986 stattgefundenen Bildflug über das nördliche Seeufer von Ludwigshafen bis zur Grenze Österreich/Schweiz konnte bisher kein Bildflug mehr stattfinden. Die geforderten Bedingungen, ausreichend niedriger Wasserstand, klarer Himmel und schnee- und eisfreier Boden, sind seither nicht mehr gleichzeitig eingetreten. Die photogrammetrischen Auswertungen sind für den bisher beflogenen Teil weitgehend abgeschlossen. Sobald weitere Bildflüge vorliegen, wird die zugehörige photogrammetrische Auswertung sofort in Angriff genommen.

### 5.3 Erste Überprüfungen

Eine endgültige Überprüfung der Messungen ist nicht vor der Erstellung des digitalen Höhenmodells möglich. Erste Überprüfungen ergaben, dass die tatsächlich aufgetretenen Fehler mit den theoretisch zu erwartenden Fehlern von z.B. 0,5 m in der grössten Seetiefe von 250 m grössenordnungsmässig übereinstimmen.

Nach den ersten photogrammetrischen Auswertungen wurden auch stichprobenweise Untersuchungen vorgenommen inwieweit die Messungen aus der Echolotung und der Photogrammetrie übereinstimmen. Dabei zeigte sich, dass die Diffe-

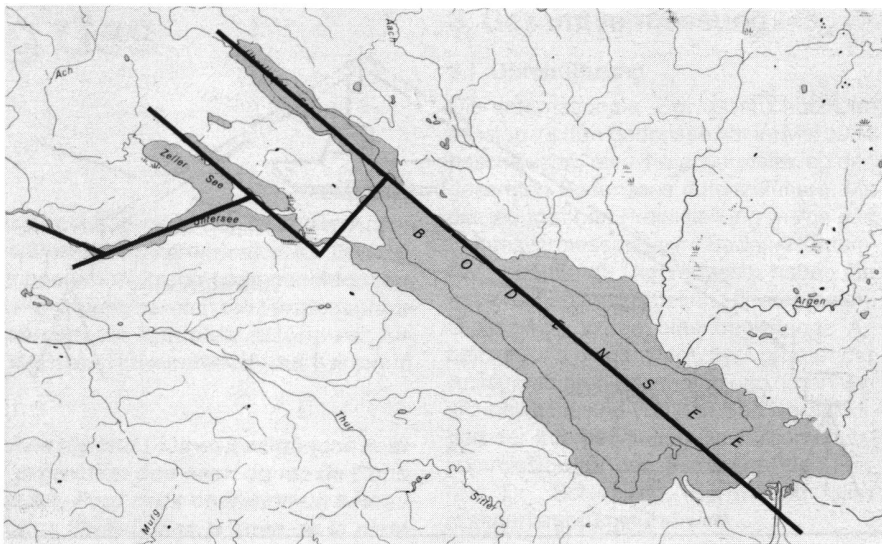


Abb. 4: Das Vermessungsschiff fährt auf Profilen, die senkrecht zu diesen vorgegebenen Achsen stehen.

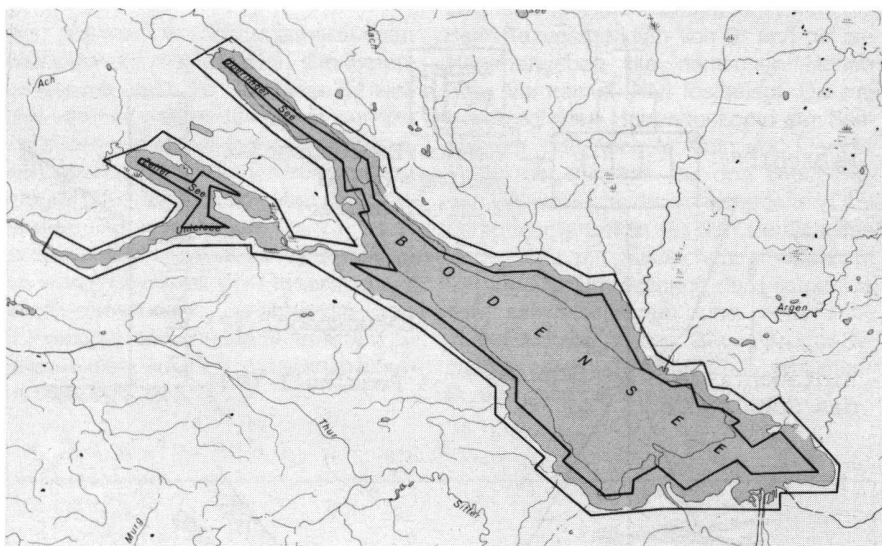


Abb. 5: Bildflugplan für die Erfassung des Flachwasserbereiches.

renzen kleiner waren als die für diesen Bereich zu erwartenden theoretischen Fehler von 5 – 10 cm aus beiden Messmethoden. Es ist also abzusehen, dass die Ergebnisse beider Messmethoden ohne Probleme zusammengefügt werden können.

### 5.4 Weitere Durchführung

Nach Durchführung des noch ausstehenden Bildflugs sind die restlichen photogrammetrischen Auswertungen zu erledigen. Erst wenn die Daten dieser Auswertungen vorliegen können das digitale Höhenmodell errechnet und danach die Karten gezeichnet werden.

Wenn – so hoffen wir alle – der Bildflug im Winter 88/89 durchgeführt werden kann, ist mit dem vollständigen Abschluss der Bodenseetiefenvermessung im Jahre 1990 zu rechnen.

#### Literatur:

Mallaun, O.: Bodensee-Handbuch. Neu bearbeitete Auflage von 1983 durch Lindner, T.R., Rosengarten Verlag, Konstanz.

Meiswinkel, H.G. u.a.: Jahresbericht der Bundesanstalt für Gewässerkunde 1980, Teil I Geodätische Arbeiten der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz 1981, I/S. 16 bis I/38.

Adresse der Verfasser:  
Dipl.-Ing. Klaus Schärpf  
und Dipl.-Ing. Eberhard Braun  
Landesvermessungsamt Baden-  
Württemberg  
Büchsenstrasse 54  
D-7000 Stuttgart 1