

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 28

Artikel: Gewässervermessung mit Multilot
Autor: Pfeiffer, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85262>

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: 22.02.2026

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

Gewässervermessung mit Multilot

DK 528.548

Von Ch. Pfeiffer, Winterthur

Im Aufgabenbereich des Geometers nimmt das Vermessen von Gewässern üblicherweise einen kleinen Platz ein. Auch lässt es sich mit den herkömmlichen Mitteln der Landvermessung nur schwer durchführen. Da in unserem Lande wenig derartige Arbeiten vorzunehmen sind, ist es verständlich, dass sich nur wenige Spezialisten mit diesen Problemen beschäftigen. Bisher waren, neben den vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft regelmässig aufgenommenen Pegelprofilen, zur Hauptsache bei den verschiedenen Flusskraftwerken die Konzessionsstrecken periodisch durch Querprofilaufnahmen zu kontrollieren. Dazu kamen die Profilaufnahmen, welche im Zusammenhang mit irgendwelchen Bau-

projekten standen. In neuerer Zeit zeigt sich aber, dass man über die Beschaffenheit unserer Fluss- und Seesohlen ganz allgemein besser unterrichtet sein möchte, sei es im Rahmen der Landes- und Regionalplanung oder im Zusammenhang mit Bauvorhaben. Wir werden ja nicht zuletzt wegen der immer spürbarer werdenden Bodenverknappung vor allem mit Bauten des Transportwesens da und dort vermehrt in und über unsere Gewässer ausweichen müssen. Um aber eine sinnvolle Planung durchführen zu können, sind als Grundlage dazu neben den geologischen Untersuchungen möglichst grossräumige topographische Aufnahmen zu erstellen.

Einleitung

Je grösser die Aufgaben der Seevermessung werden, desto anspruchsvoller wird man in bezug auf die dazu notwendigen Hilfsmittel sein. Früher behaftete man sich mit Messstangen und Drahtloten. Dann ging man zur Verwendung von Echoloten und Echographen über. Immer aber war die Lösung des Problems der Ortsbestimmung des Messschiffes außerordentlich personal- und zeitintensiv. Man benützte Messseile, wo sich solche spannen liessen. Für Seevermessungen musste die Schiffsposition meistens durch Vorwärtseinschneiden bestimmt werden.

Heute bietet die einschlägige Industrie für die Küstenvermessung und für das Vermessen von Hafenanlagen und Schiffahrtskanälen sehr ausgereifte Systeme an. Dies reicht bis zu Anlagen mit computerüberwachten und -gesteuerten Navigationssystemen, mit Bodenkartenschreibern, oder bis zu Einrichtungen, die die gleichzeitige, lückenlose Aufnahme eines 70 m breiten Streifens, also eine flächenmässige Aufnahme, erlauben.

In der Schweiz und im angrenzenden Ausland wird man aber bei Einsätzen auf den verschiedensten Gewässern, welche zudem teilweise recht unzugänglich sind, kaum mit solchen, durchweg an grössere Schiffe gebundene Anlagen arbeiten können. Es bestätigt sich einmal mehr, dass auch in diesem Fall der «typisch schweizerische Kompromiss» nahe liegt. Die Firma Dr. Fahrenholz, Echolote, in Kiel, BRD, konnte uns nun durch Kombination und Modifikation von serienmässigen Geräten unter dem Namen Multilot ein Vermessungssystem schaffen, welches diesen spezifisch schweizerischen Verhältnissen in hohem Masse gerecht wird. Nachfolgend sei diese Anlage etwas näher beschrieben.

Funktionsbeschreibung der Anlage

Es wurde schon erwähnt, dass auch beim Arbeiten mit Echoloten die Ortung des Messschiffes in der Regel grosse Mühe bereitet. Beim Multilot sendet man vom Schiff aus in einem horizontalen, richtbaren Sektor von etwa 200 Grad Ultraschallsignale in regelmässigen Intervallen aus, Bild 1.

Diese werden von zwei Antwortgebern empfangen, die durch in Schwimmkörpern eingebaute Echolote gebildet werden. Die Schwimmkörper setzt man an geeigneten Stellen ins Wasser, verankert sie und misst sie ein, so dass man ihre Koordinaten bestimmen kann. Das vom Schiff kommende Signal gibt jetzt den Antwortgebern den Befehl, ein Antwortsignal auf einer anderen Frequenz auszustrahlen. Dieses Signal wiederum wird auf dem Schiff empfangen. Unter der Voraussetzung, dass die Schallgeschwindigkeit im Wasser konstant sei, kann aus der Zeitdifferenz des ausgehenden und des ankommenden Signals direkt auf die Distanz zum entsprechenden Antwortgeber geschlossen und damit der jeweilige Ort des Schiffes ermittelt werden.

Gleichzeitig sendet man auch Ultraschallsignale, wieder auf einer anderen Frequenz, senkrecht in die Tiefe. Treffen diese auf einen reflexionsfähigen Körper, so kann man das derselben entstehende Echo beim Messschiff ebenfalls empfangen. In der Regel wird das stärkste Echo von der Sohle kommen. Dadurch ist man in der Lage, ebenfalls durch Messen der verstrichenen Zeit, die jeweilige Tiefe zu bestimmen.

Selbstverständlich lassen sich alle diese Messungen eichen. Das ist nötig, weil nicht immer im gleichen Wasser mit derselben Verschmutzung und derselben Temperatur gearbeitet wird und weil die Schallgeschwindigkeit im Wasser von diesen Faktoren abhängig ist. Man erhält somit auf dem Messschiff drei Echos. Diese werden in einem Registriergerät grafisch auf ein gemeinsames Echogramm (Bild 2) aufgezeichnet, wobei durch Markierungslinien die Zuordnung der drei Aufzeichnungen gewährleistet wird.

In Bild 2 ist oben die Vertikallotung aufgezeichnet. Die Nulllinie liegt auf der Höhe des Wasserspiegels. Das Schwinginstrument zum Senden und Empfangen der Ultraschallsignale befindet sich rund 60 cm tiefer, auf der Höhe N₁. Die Sohle kann in den Massstäben 1:100, 1:200 und 1:400 aufgezeichnet werden (der Massstab dieses Echogramms ist 1:100). Bild 2 zeigt dieses auf 1:2,5 verkleinert. Der Abstand der vertikalen Zeitmarken beträgt 10 s.

Zum Zeitpunkt A liest man aus dem Echogramm die Tiefe 13,7 m ab. Massgebend ist dabei der obere Rand des Streifens, der das Sohlenprofil wiedergibt. Dessen unterschiedliche Breite röhrt teils von der Reflektionsart des Bodens, teils von der Verstärkung der Antwortsignale her. Im Zeitabschnitt von F' bis F", also während rund 200 s, wurde durch Umschalten die Tiefenaufzeichnung um 20 cm nach oben verschoben, da die Bandbreite des Echogramms für eine kontinuierliche Aufzeichnung nicht ausreichen würde. Die grösste Tiefe beträgt 28 m (Zeitpunkt C).

Im unteren Teil von Bild 2 geben die beiden Linienzüge h₁ und h₂ die Ergebnisse der Horizontallotung wieder, das sind die momentanen Entferungen von den festen Antwortgebern 1 und 2 im Massstab 1:1000. Massgebend ist der obere

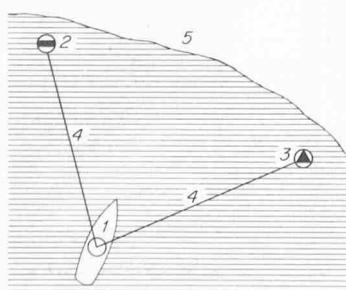


Bild 1. Schema der Gewässervermessung mit Multilot

- 1 Messschiff mit Tiefenlotung
- 2 Erster Antwortgeber
- 3 Zweiter Antwortgeber
- 4 Ultraschall-Distanzmessung
- 5 Ufer

Rand N_2 des horizontalen Streifens, und beim Linienzug h_2 die obere der beiden Linien. Die untere Linie zweckt lediglich, h_2 von h_1 unterscheiden zu können. Es kann in Bereichen von je 250 m gemessen werden. Die Linien h_1 und h_2 liegen zur Hauptache im Bereich 0–250 m. Bei E' springt die Aufzeichnung der Lotung h_2 automatisch auf den Bereich 250–500 m hinüber, um bei E'' , also nach rund 100 s, wieder auf den Nahbereich zurückzukehren. Aus dem Echogramm lassen sich beispielsweise die grössten Entferungen wie folgt ablesen: vom Antwortgeber 1, Punkt C_1 : 210 m, vom Antwortgeber 2, Punkt C_2 : $250 + 57 = 307$ m.

Da man, je nach dem gewünschten Aufzeichnungsmassstab, 2- bis 9mal in der Sekunde lotet, erhält man auch bei guter Fahrt des Messschiffes immer genügend genaue und zuverlässige Messungen. Diese sind während und nach der Messung überprüfbar. Die Messung hängt somit nicht von der Zuverlässigkeit des Schiffsführers oder von Beobachtern ab, wie das bei anderen Methoden der Fall ist, bei denen auf vorgebestimmten Achsen gefahren werden muss. Das Multilot-System arbeitet mit einer zweidimensionalen Ortung, das heisst, das Schiff kann sich für die Messung frei auf dem Wasser bewegen.

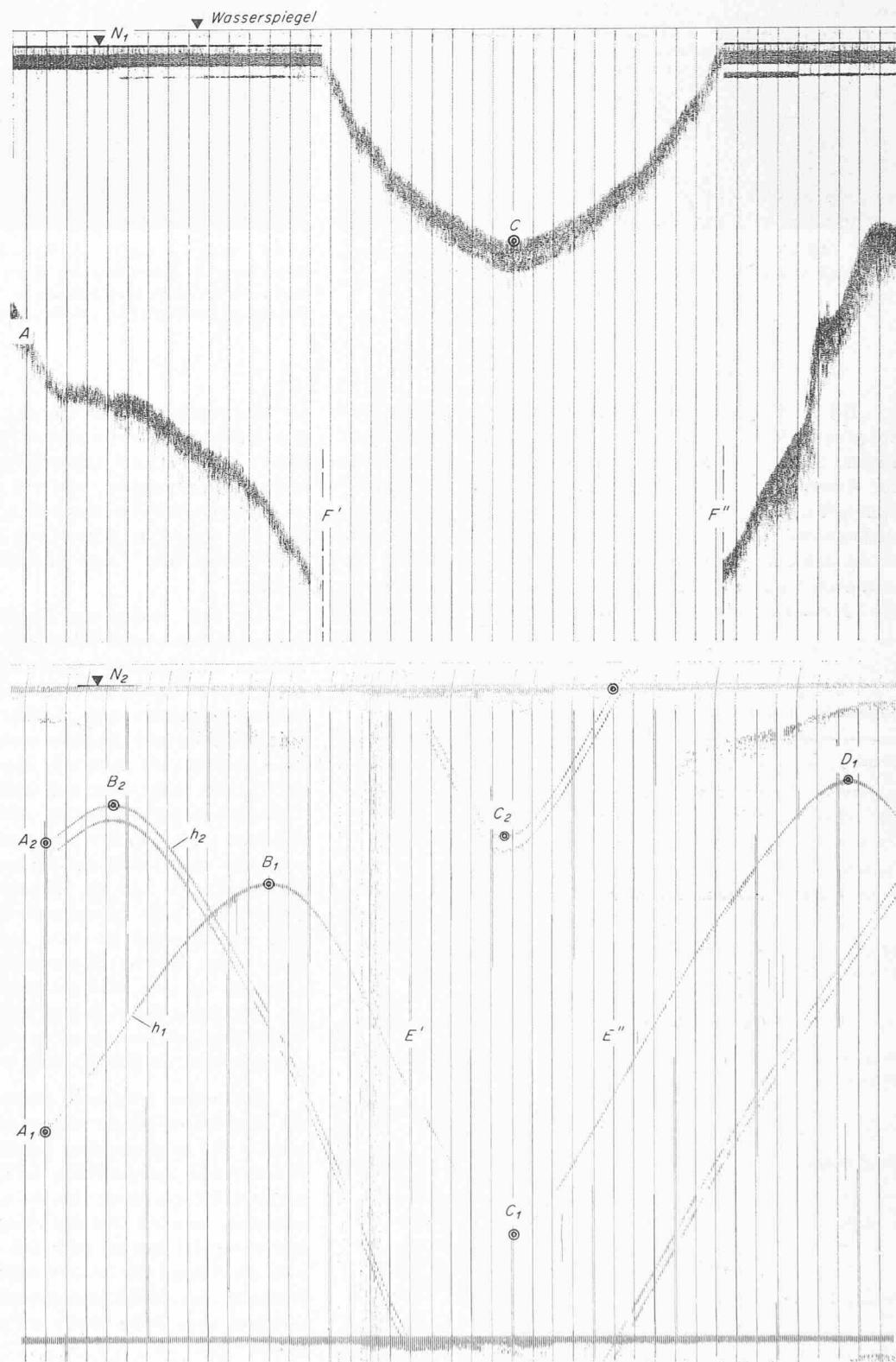


Bild 2. Im Massstab 1:2,5 dargestelltes Original-Echogramm. Oben Tiefenmessung durch Vertikallotung, Original-Massstab 1:100. Unten Entfernungsmessungen durch Horizontallotungen, Original-Massstab 1:1000, N₂ h₁ Entfernung vom Antwortgeber 1; N₂ h₂ Entfernung vom Antwortgeber 2. Abstand der vertikalen Zeitmarken 10 Sekunden. Bezeichnungen im Text



Bild 3. Ansicht des Mess-Schiffes. Man erkennt hinten den Außenbordmotor von 45 PS und die beiden elektrischen Querantriebe

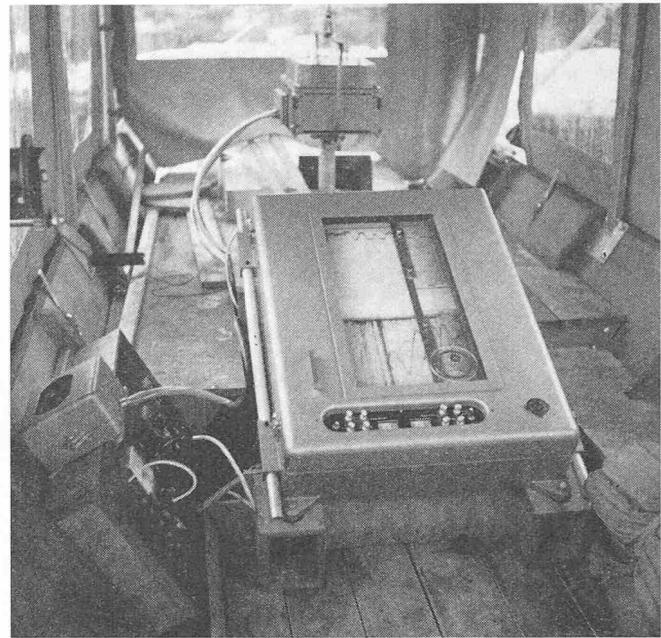


Bild 4. Blick ins Innere des Mess-Schiffes. In der Mitte vorn das Registriergerät, hinter ihm der Kabel-Einführungskasten zur absenkbaren Sende- und Empfangsanlage (Keramik-Schwinger), links die elektrische Schalttafel für das Bordnetz

Bei der Projektierung der Anlage wurde besonderer Wert auf grosse Mobilität gelegt. Dies führte zur Wahl eines relativ kleinen Schiffes. Es kam ein 8-m-Fährboot in Holzbauweise zur Anwendung. Alle Teile der ganzen Einrichtung sind demontierbar, was den Vorteil hat, dass das Schiff auch auf unzugänglichen Seen und Flüssen eingesetzt werden kann. Man denke dabei nur an einen abgesenkten Stausee, wo alle Einsetzungen weit vom Wasser entfernt sind. Der flache Boden des Fährbootes bietet beim Arbeiten in Flüssen Vorteile. Holz

als Baumaterial ist kostengünstig und eignet sich für zukünftige Änderungen besser als Stahl oder Kunststoff. Als Antrieb dienen zwei Benzin-Aussenbordmotoren, ein grösserer für volle Geschwindigkeit und ein kleinerer für Längsanfahrt. Außerdem sind zwei kleine elektrische Querantriebe vorhanden. Für den Schutz gegen die Witterung dient eine demontierbare Kabine. Bild 3 zeigt das Schiff mit seiner wegnehmbaren Kabine.

Die zum Senden und Empfangen der Ultraschallsignale notwendigen Keramik-Schwinger sind in einem Block aus verleimtem Mahagoniholz zusammengebaut. Dieser kann durch einen Schacht im Vorschiff unter dem Schiffsboden in Betriebsstellung gebracht werden. Zusätzlich zu den Echoloten ist ein Drahtlot eingebaut. Es dient einerseits zum Justieren des Tiefen-Echolotes und andererseits kann man damit in Zonen, wo das Echolot nicht oder nur unzuverlässig arbeitet, ebenfalls Tiefenmessungen vornehmen. Allerdings lässt sich das im Unterschied zum Echolot nur punktmässig durchführen, was wiederum heisst, dass das Messschiff jeweils möglichst ruhig stehen soll. Als weiteres Hilfsmittel ist das Schiff mit Funk ausgerüstet. Dabei kommen als Gegenstationen kleine, handliche Sprechfunkgeräte zum Einsatz. Die Stromversorgung wird wegen höherer Betriebssicherheit von Batterien übernommen. Es sind zwei getrennte Stromsysteme vorhanden, um Störungen der Echolote und der Funkanlage durch die Zündanlage des Benzinmotors möglichst zu vermeiden. Bild 4 gibt den Blick ins Schiffssinnere wieder.

Die vorher erwähnten elektrischen Querantriebe werden zur Hauptsache bei der Aufnahme von Flussquerprofilen verwendet. Sie erlauben dem Schiffsführer, das Schiff mit dem Außenborder auf der Höhe der Profilachse zu halten, so dass er das Schiff mit diesen sich auf einer Seite befindenden Querantrieben seitwärts über den Fluss schieben kann. Bei Flüssen mit wenig bis keiner oder mit stark turbulenter Strömung oder bei Flüssen mit Widerwasser am Ufer ist dies die einzige Methode, um schnell und zuverlässig arbeiten zu können, es sei denn, man wolle wieder auf ein Seil als Leitlinie zurückgreifen.

Tabelle 1. Technische Angaben über Multilot

<i>Schiff</i>	Länge	8,0 m	
	grösste Breite	1,8 m	
	Wasserverdrängung bei Vollast	rund 1,8 t	
	max. Tiefgang	rund 0,4 m	
<i>Antriebe</i>	1 Aussenbordmotor	45 PS	
	1 Aussenbordmotor	5 PS	
	2 Querantriebe (elektrisch)	je 2 PS	
<i>Elektr. Versorgung</i>	Aussenbord-Starter, Schiffsbeleuchtungen, Pumpe	12 V =	
	Echolote, Funkverstärker	24 V =	
	Querantrieb	24/36 V =	
<i>Frequenzen der Echolote</i>	Tiefenlot	40 oder 100 kHz	
	Horizontallote		
	Senden beim Schiff	20 kHz	
	Senden bei den Antwortgebern	44 kHz	
<i>Reichweiten</i>	Aufzeichnungs-massstab	max. Tiefe bzw. Distanz	Messungen pro s
Tiefenlot	1:100	85 m	9,0
	1:200	170 m	4,5
	1:400	340 m	2,25
Horizontallot	1:1000	2000 m ¹⁾	3,0

¹⁾ durch die Reichweite der Schallenergie begrenzt, im Mittel 2000-3000 m

Auswertung der Ergebnisse

Für die Auswertung von Echolotaufnahmen werden heute in den meisten Fällen Computer und Plotter (elektronisch gesteuerte Zeichnungsmaschinen) verwendet. Dabei sind zwei Gruppen von Aufnahmen zu unterscheiden, nämlich die mit zwei Antwortgebern für grossflächige Seeaufnahmen und die reinen Profilaufnahmen, bei welchen auf Profilachsen gemessen und aus Zeit- und Kostengründen nur mit *einem* Antwortgeber gearbeitet wird.

Allgemein werden die Echogramme auf einem orthogonalen Koordinatenmessgerät digital ausgewertet. Die Daten werden auf einen Lochstreifen gestanzt. Da diese Arbeit erst nach der Beurteilung der Echogramme auf ihre Glaubwürdigkeit hin vorgenommen wird, kommt das Ablochen von falschen Daten kaum vor. Es gibt allerdings Echolote, welche die Resultate schon während der Messung digital auf einen Lochstreifen abgeben. Man nimmt dabei in Kauf, dass öfters anstelle der gewünschten Wassertiefe andere Werte ausgegeben werden: Es kann sich um Echos von Fischen, Pflanzen, nahegelegenen Mauern und Brückenpfeilern oder um sonstige «Falschmeldungen» handeln. Auch gibt es Fälle, da Echolote keine richtigen Werte ergeben, zum Beispiel bei senkrechten oder beinahe senkrechten Absprüngen der Sohle. Alle diese Unsicherheiten wird man zweckmässigerweise zuerst ausscheiden und erst dann die Resultate auf einen Datenträger bringen. Andernfalls kann man fehlerhafte Daten erst aus diesem Datenträger eliminieren, nachdem die Computerarbeit teilweise geleistet ist. Die Daten der Echolotung werden nun

durch weitere Informationen allgemeiner Art ergänzt. Dazu gehören unter anderem Ortscode, Datum, Wasserspiegelhöhe.

Für die Verarbeitung von Seeaufnahmen wird man jetzt ein Programm zur Auswertung von digitalen Geländemodellen heranziehen. Dies erlaubt das Zeichnen von Niveaulinienplänen, von einzelnen Profilen sowie das Rechnen von mittleren Sohlenkoten bzw. von Kubaturen.

Reine Profilaufnahmen, die mit nur einem Antwortgeber aufgenommen wurden, werden unter Mithilfe von anderen Programmen ausgewertet. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) haben zusammen mit dem Verfasser ein solches Programm geschaffen. Dieses erlaubt, auch Messwerte von Nivellements oder von anderen konventionellen Landvermessungsmethoden ohne Umrechnung in ein einheitliches Koordinatensystem direkt in den Verarbeitungsprozess einzuordnen. Das heisst, man kann zum Beispiel Lattenablesungen von Nivellements direkt verarbeiten oder ergänzende Messungen an einen beliebigen, in der Ausgangsmessung enthaltenen Punkt anschliessen, braucht also die bei dieser ergänzenden Messung abgelesenen Distanzen nicht in das Ursprungssystem umzurechnen. Dieses Programm erlaubt wiederum Massenberechnungen vorzunehmen oder durch einen Plotter Profile fixfertig, mit Titelblatt und Beschriftung, zu zeichnen. Es steht nicht nur für interne Aufgaben der NOK zur Verfügung, auch Dritte können es benützen.

Adresse des Verfassers: *Ch. Pfeiffer, Ingenieurbüro Pfeiffer, Turnerstrasse 1, 8400 Winterthur*

Staubabsauggerät für mechanisiertes Gesteinbohren

DK 622.233

Für das Absaugen des Bohrstaubes hat Atlas Copco eine Ausrüstung auf den Markt gebracht, welche vor allem für grosse Bohrgeräte verwendet wird. Diese ist in zwei Modellen erhältlich: DCE 90 ist für die schweren Atlas-

Copco-Raupenbohrwagen ROC 601 bestimmt. DCE 92 ist dem etwas kleineren, ebenfalls selbstfahrenden Bohrwagen ROC 302 angepasst. Die Modelle unterscheiden sich lediglich in der Schlauchgrösse und der Saugvorrichtung.

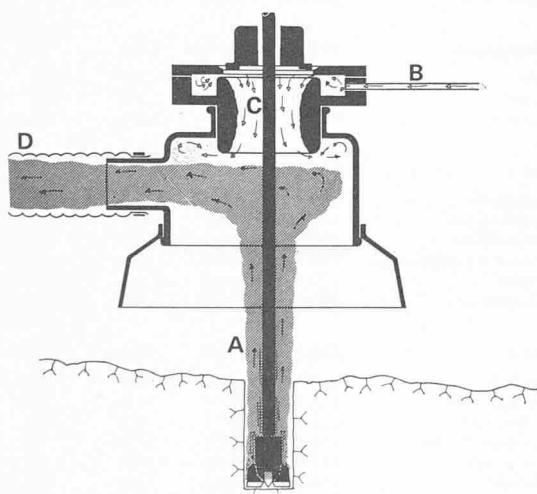


Bild 1. Saugvorrichtung DCE 90. Das Bohrgut, welches vom Bohrloch weggeblasen wird, wird angesaugt (A). Die Saugvorrichtung kommt mit dem Fels nicht in Berührung. Druckluft wird durch den Schlauch B geliefert. Der Ansaugapparat C hält das aufwärtsfliegende Bohrgut auf und verhindert dessen Eindringen in den freien Durchgang des Bohrstahls. Das Bohrgut wird durch einen Schlauch D in die Zyklon-Filteleinheit befördert

Bild 2. Die Ausrüstung für das Absaugen von Staub bei mechanisiertem Gesteinsbohren DCE arbeitet mit Teilkavuum im ganzen System. Sie ist am ROC 601 montiert. Am unteren Ende des Hydraulikarmes ist die Saugvorrichtung sichtbar, mit der der Staub durch einen Schlauch in die Zyklon-Filteleinheit gesaugt und von da in einen Plastiksack befördert wird

