

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 118 (2000)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Orientierter Bohrlochscanner: neuartiges Verfahren zur In-situ-Dokumentation und Trennflächenanalyse von Bohrlochprofilen  
**Autor:** Frei, Walter / Keller, Lorenz / Brauch, Klaus  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79934>

### **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:** 01.04.2025

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

galt für die Verstärkung unzähliger Eisenbahnbrücken und gilt - in Ergänzung zur architektonischen Kompetenz - auch bei der Erhaltung historischer Bauwerke. Es ist deshalb nicht einzusehen, warum heute unzählige, teure, praktisch nutzlose Sonden in neue (sofern richtig geplant und gebaut) dauerhafte Bauwerke eingebaut werden und warum unzählige Tagungen mit Schwerpunkt Zustandserfassung und Zustandsbeurteilung durchgeführt werden, die oft nur verwirren und die leider von den wichtigen konstruktiven Aspekten ablenken.

Adresse des Verfassers:

Christian Menn, Prof. Dr. sc. techn., Dr.-Ing. E.h.,  
Plantaweg 21, 7000 Chur

#### Literatur

- [1]  
Figi H.: Erhaltung der N13-Brücken im Kanton Graubünden. SIA-Dokumentation D 0129, Zürich 1996
- [2]  
Keller T.: Dauerhaftigkeit von Stahlbetontragwerken. IBK-Bericht Nr. 184, ETH Zürich, Birkhäuser Verlag, Basel 1991
- [3]  
Menn C.: Ermittlung und Beurteilung der Bewehrungskorrosion. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 16/17, 1998
- [4]  
Flückiger D. et al.: Chloride im Beton. VSS-Bericht Nr. 520, VSS-Verlag, Zürich 1996
- [5]  
Schnetzler H., Menn C.: Vorspannung ohne Verbund. VSS-Bericht Nr. 525, VSS-Verlag, Zürich 1996

- [6]  
Brenni P. et al.: Verbindung von altem und neuem Beton. IBK-Bericht Nr. 193, ETH Zürich, Birkhäuser Verlag, Basel 1992
- [7]  
Kägi J.: Spritzbeton, Anwendung und Erfahrungen bei Instandsetzungsarbeiten. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 19, 1998
- [8]  
Figi H.: Rehabilitation of the Salginatobel Bridge. SEI Volume No. 1, IABSE, Zürich 2000
- [9]  
Schmalz P., Malvic B.: Korrosionsbekämpfung im Stahlbeton durch Inhibitoren auf MFP-Basis. SIA-Dokumentation D 099, Zürich 1993

Walter Frei, Lorenz Keller, Schwerzenbach, Klaus Brauch, D-Heitersheim

## Orientierter Bohrlochscanner

### Neuartiges Verfahren zur In-situ-Dokumentation und -Trennflächenanalyse von Bohrlochprofilen

**Zur Dokumentation auch geneigter Bohrungen kann die digitale, orientierte Bohrlochkamera eingesetzt werden, die auf einfache Art die Herstellung eines virtuellen Bohrkerns in einer Echtfarbdarstellung ermöglicht und von allen Standard-Softwarepaketen lesbar ist. Gefügemessungen wie Einfallen, Richtung und Öffnungsweite von Klüften usw. können interaktiv am Bildschirm vorgenommen werden. Auf der Grundlage dieser Daten können dann statistische Auswertungen erfolgen.**

Geotechnische Untersuchungen stützen sich zu einem erheblichen Teil auf Bohrungen und deren Beschreibung. Zur kostengünstigen, schnellen und objektiven Dokumentation sowie zur Bestimmung der Raumlage von Trennflächen wurde der digitale Bohrlochscanner entwickelt.

#### Die Sonde

Der orientierte, optische Bohrlochscanner liefert einen virtuellen, drehbaren Bohrkern in Echtfarben zur Dokumentation des Gesteins sowie zur qualitativen und quantitativen Erfassung und Bewertung des kompletten Trennflächeninventars. Dazu gehören Einfallen und Streichen von Schichtung, Schieferung und Klüf-

tung sowie die Erfassung kleintektonischer Störungsmuster und Strukturanomalien. Die Befahrung kann in teilweise oder ganz offenen Bohrungen durchgeführt werden. In sehr instabilen, geneigten oder horizontalen Bohrlöchern besteht die Möglichkeit, im Schutz des Bohrgestänges die Aufnahme zu tätigen. Der optimale Bohrdurchmesser beträgt zwischen 80 und etwa 350 mm. Das Bohrloch kann ganz oder teilweise mit klarem Wasser geflutet sein.

Das Messsystem besteht aus der Sonde und drei unabhängigen Softwaremodulen. Die zentrale Einheit bildet der Scanner, der im Kopf der Sonde steckt. Er erfasst digital die gesamte Bohrlochwandung. Mit einer Geschwindigkeit von bis zu vier Meter pro Minute können an einem Messtag inklusive Installation problemlos mehrere hundert Meter Bohrlochwand hochauflösend (Auflösung unter 0,5 mm) und in Farbe gescannt werden. Die gescannten Bilder werden online im Messwagen optisch überprüft. Die Bildparameter Helligkeit, Kontrast, Farbverteilung usw. können in Echtzeit gesteuert werden (Modul 1). Dieses Vorgehen bietet den Vorteil einer ständigen Qualitätskontrolle. Die Bilddaten werden mit der Tiefenangabe versehen und in der Richtung orientiert auf der Festplatte in einem gängigen Dateiformat (BMP, JPG o.ä.) gespeichert.

#### Auswertung

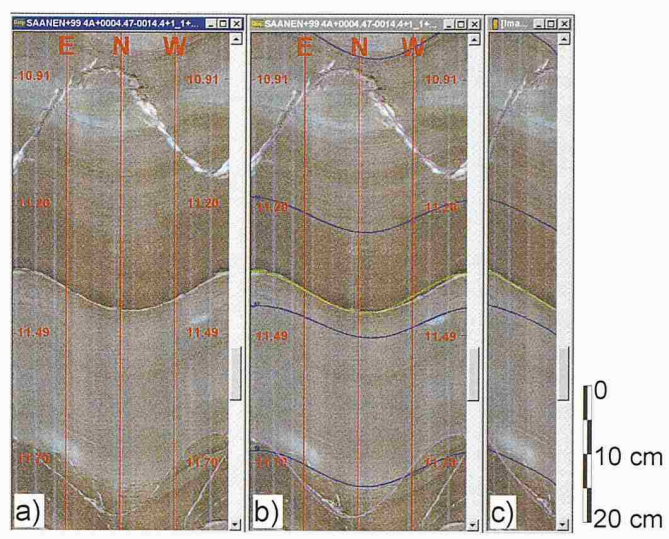
Das zweite Modul ermöglicht das nachträgliche Betrachten der Bilder. Dazu werden diese zu einem beliebig dreh- und senkbaren virtuellen Bohrkern oder einer virtuellen Bohrlochwandung zusammengefügt (Bild 1, 2). Der virtuelle Bohrkern vereinfacht die optische Beurteilung der Qualität des Bohrlochs und vermittelt einen Eindruck über die räumliche Lage der einzelnen Schicht- und Klufflächen. Diese Beurteilung ist auf jedem Standard-PC mit CD-Laufwerk durchführbar. Die Digitalisierung des Gefüges (Modul 3) erfolgt am Bildschirmarbeitsplatz auf einem beliebigen Computer mit Windows NT. Schichtung, Schieferung und Klüftung werden in verschiedene Gruppen eingeteilt und dann in ihrer Richtung und Grösse (z.B. Klufföffnung) eingemessen (Bild 2b und c). Die dazu erstellten Statistiken lassen sich separat je Kategorie erstellen. Die Berichterstattung besteht aus der Abbildung der Bohrwand. Dazu kommen Pol-Diagramme (Bild 3), Kluffrosen, RQD-Index und Tabellen sowohl einzelner Systeme als auch der summierten Datenmenge. Rund 1000 m Bohrung finden auf einer CD-ROM Platz.

Weitergehende Gefüge-Auswertungen wie Errechnung der Kluffrichtungen in einer hypothetischen Tunnelachse usw. können auf der Basis dieser Daten ebenfalls durchgeführt werden.



1  
Die digitale Aufnahme einer Bohrlochwand in einem Kalkstein. In der Bildmitte schneidet eine fast senkrecht stehende Störung das Bohrloch

2  
a) 360°-Ausschnitt einer Bohrlochwand im Sandstein.  
b) Interpretierte Schichtung (rosa: Kluft, blau: Schichtung, grün: Schichtfuge).  
c) Der gleiche Ausschnitt wie b), hier als virtueller Bohrkern

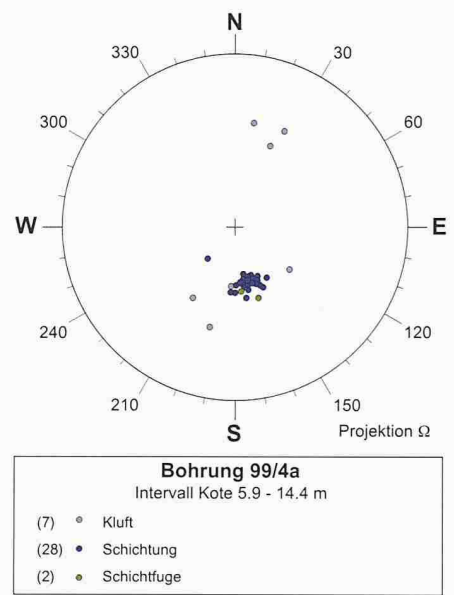


**Vorteile**

- Einfache, optische Dokumentation und Archivierung von Bohrlochprofilen
- Das umständliche Fotografieren von Bohrkernen entfällt
- Die aufwendige und teure Gewinnung von orientierten Kernen kann vielfach ersetzt werden
- Bohrkern können nachträglich orientiert werden
- Kernlager lassen sich in vielen Fällen drastisch reduzieren
- Bei destruktiven Bohrverfahren wird ein virtueller Bohrkern aufgenommen
- Die Neigung des Bohrlochs wird automatisch mitregistriert
- Geringe Standzeiten der Bohrung für den Scanvorgang
- Auf jedem Standard-PC ist eine Begutachtung und Bearbeitung möglich
- Die Bilder können z.B. für die Berichterstattung in gängige Grafikprogramme wie CorelDraw usw. importiert werden
- Beurteilung, Erfassung und Einmessen des tektonischen Inventars ist jederzeit, auch noch Jahre nach der Messung, möglich.

**Zusammenfassung**

Der orientierte Bohrlochscanner bietet eine kostengünstige Ergänzung oder Alternative zur Kernentnahme. Im Bohrloch wird mit einer digitalen Kamera die gesamte Bohrlochwand gefilmt. Die Bild-daten werden zusammen mit Angaben zu Tiefe, Azimut und Vertikalität als Grundlage für die später erfolgende Auswertung gespeichert. Der virtuelle Bohrkern kann kopiert werden, um die Daten einer



3  
Beispiel eines Pol-Diagramms mit verschiedenen Trennflächensystemen

ganzen Projektgruppe in gleicher Qualität zur Verfügung zu stellen. Mit dem neuartigen Verfahren lässt sich in vielen Fällen die aufwendige und teure Gewinnung von orientierten Kernen sowie die Lagerung der Kerne mit ihren hohen Folgekosten stark vermindern oder gar vermeiden.

Adresse der Verfasser:  
Walter Frei, dipl. Natw. ETH, Lorenz Keller, dipl. Natw. ETH, GeoExpert AG, Bahnhofstrasse 35, 8603 Schwerzenbach, Klaus Brauch, Diplomgeologe, Terra tec, Am Sulzbach 52, D-79423 Heitersheim