Wasserstollen bei Bormio : Einsatzerfahrungen mit Teleskopschildmaschine

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **94 (2002)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939624

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

chung zeigt nun, dass sich die Wassertröpfchen im Rhythmus dieser Frequenz verformen und dadurch eine akustische Emission bewirken. Diese periodische Verformung konnte als Ursache der 100-Hz-Lärmemission identifiziert werden.

Beschaffenheit der Oberfläche beeinflusst den Lärm

Mit ihren Experimenten überprüften die ETH-Forscher auch die Oberflächenbeschaffenheit der Leitungen, die einen Einfluss auf die Verteilung und Form der Tropfen und damit auf die Lärmemission hat. Solange die Leitung durch starken Regen ständig benetzt wird, lässt sich der Lärm kaum reduzieren. Sobald der Niederschlag aufhört, verringert sich die Lärmintensität umso schneller, je rascher die einzelnen Wassertropfen verschwinden. Eine hydrophile Beschichtung der Leitung unterstützt dies ganz entscheidend. Eine geeignete Oberflächenstruktur fördert den Wasserabfluss zusätzlich.

Hoffnung für lärmgeplagte Anwohner

Das Summen in der 100-Hz-Frequenz empfinden Anwohner von Hochspannungsleitungen als besonders unangenehm. Vor allem nachts wird das Summen vielerorts zur Hauptlärmquelle und kann zulässige Grenzwerte überschreiten. Netzwerkbetreiber sind deshalb an neuen Techniken, die den Lärm verringern können, interessiert. Die neuen Erkenntnisse über die Ursache des Lärms müssten es ermöglichen, brauchbare Verfahren zur Lärmreduktion zu entwickeln. Auch das Nachrüsten älterer Hochspannungsleitungen sollte technisch möglich und wirtschaftlich tragbar werden. Ein ausführlicher Bericht über diese Untersuchungen, die deutsche und österreichische Elektrizitätswerke finanziell unterstützt haben, erschien im österreichischen e&i (Elektrotechnik und Informationstechnik, Springer, Wien).

Anschrift der Verfasser
Hans-Jürg Weber und Dr. *Timm Hans Teich*, High Voltage Laboratory, ETH-Zürich, CH-8092 Zürich.

Wasserstollen bei Bormio – Einsatzerfahrungen mit Teleskopschildmaschine

Für einen rund 15 km langen Wasser-Überleitungsstollen mit 3,04 m Innendurchmesser in den norditalienischen Alpen ist eine Doppelschild-TBM mit 3,60 m Bohrdurchmesser im Einsatz. Es wird über die Anforderungen an die Konstruktion einer der kleinsten TBM und den Nachläufer, die Baustellenlogistik, den Regelbetrieb und erste Erfahrungen einschliesslich besonderer Situationen, wie Festsitzen der TBM, sowie bisherige Erkenntnisse berichtet.

Projekt und Baugrund

In den norditalienischen Alpen nahe der Grenze zur Schweiz soll bei Bormio ein neuer Wasserstollen, der Nuovo Canale Viola, zur Fassung und Wasserüberleitung der Gebirgsbäche Verva, Viola, Minestra, Foscagno und Cadangola in den bestehenden Speicher Lago di Cancano gebaut werden. Der 15,1 km lange Freispiegelstollen in etwa 1930 m Meereshöhe erhält eine einschalige Tübbingauskleidung mit 3,04 m Innendurchmesser; seine Längssneigung beträgt im Mittel 0,5 % mit 1,72 % maximalem Gefälle. Er wird steigend vom tief liegenden Stollenende beim Auslass am Lago di Cancano aus maschinell aufgefahren. Die fünf Bach- und Flussläufe werden über Sperren und Einleitungsbauwerke gefasst und anschliessend über kurze Stollen und Schächte in den Hauptstollen eingeleitet. Dieser wird bei der Wassereinleitung Viola blind im Berg enden bzw. beginnen. Bauherr ist die Azienda Energetica Municipale (A.E.M.), Mailand. Projektierung, Planung und örtliche Bauleitung des Bauherrn sind dem Ingenieurbüro Lombardi SA übertragen und die Bauausführung der Val Viola S.c.a.r.l., einer Arbeitsgemeinschaft aus Impregilo SpA und Baresel AG.

Beim geologischen Längsschnitt unterscheidet man tunnelbautechnisch drei Abschnitte: von 0 bis rund 1500 m bei max. 800 m Überlagerung Kalk- und Dolomitgestein (bis 170 MPa Druckfestigkeit) und Wasserzutritten bis zu 20 l/s; von 1500 bis 8600 m der schwierigste Bereich in vorwiegend Phyllit mit Mergel-, Kalk- und Quarziteinschlüssen (1 – 76 MPa); ab 8600 bis 15100 m vorwiegend im Gneis- und Glimmerschiefer.

Tunnelvortriebssystem

Die Ausschreibung des Bauherrn schrieb allen Bietern folgende geometrischen Randbedingungen vor: 15,1 km Stollenlänge, 3,60 m Bohrdurchmesser, 1,10 m Tübbingringlänge und 150 m min. Kurvenhalbmesser ohne Vortrieb. Gefordert war eine Hartgesteins-Doppelschildmaschine, die bei günstiger Geologie eine Entkopplung von Vortrieb und Tübbingring-Einbau ermöglicht. Gleichzeitig ist bei schlechten Gebirgsverhältnissen, d.h. wenn die klassische Gripperverspannung versagt, der Vorschub mit Abstützung auf die Tübbingringe möglich. Diese rückwärtige Abstützung (Einfachschild-Betriebsweise) soll beim Canale Val Viola auch dann eingesetzt werden können, wenn anstelle des geschlossenen Tübbingrings nur auf den Sohltübbing abgestützt werden kann. Damit hält sich der Bauherr die Option offen, im letzten Abschnitt (4,5 km) bei Antreffen der erwarteten guten Gebirgsverhältnisse auf den vollständig geschlossenen Tübbingausbau verzichten zu können. Weitere vorgegebene technische Maschinenkennwerte waren: 1100 kW Antriebsleistung des Bohrkopfes, variable Bohrkopfdrehzahl, 6000 kN Verpresskraft des Bohrkopfes, 1500 kNm Drehmoment, 28000 kN Gesamtvorschubkraft, 4000 kN/m^2 spezifischer Gripperanpressdruck, wahlweise Bohrkopfbestückung mit Diskenmeissel und Schälmesser, Vorausbohreinrichtung für Erkundungs- und Injektionsbohrungen sowie Verpresseinrichtung zur Schildschmierung. Die sich im Einsatz befindende TBM des Herstellers Wirth Typ SM 366 E/TS erfüllt alle diese genannten Bedingungen.

Die zugehörige Nachlaufausrüstung für Gleisbetrieb ist so ausgelegt, dass eine Zugeinheit für jeweils drei Vortriebszyklen je 1,10 m sowohl die Tübbingelemente und Gleisbaumaterialien zuführen als auch den anfallenden Felsausbruch zum Portal abfördern kann. Der Ausbruch wird von einer Rotationskippe über eine Bandanlage in ein Bunkersilo gefördert und von dort über Lkw zur Deponie abtransportiert. Die erforderlichen 68000 Tübbinge (5/Ring) werden in einem Fertigteilwerk, 70 km von der Baustelle entfernt, hergestellt.

Vortrieb und besondere Situationen

Mit der vorhandenen Installation war man im Zweischichtbetrieb (2×9 h) in der Lage, die vorgegebene Tagesleistung von im Mittel 30 m Stollen zu erbringen. Bis 2075 m wurde

der Vortrieb in Kalk- und Dolomitgestein ausgeführt, dann (rund 600 m weiter als vorausgesagt) der Übergang zu phyllitischem Gestein, dessen Verhalten bei 2138 m zum Festsitzen der TBM führte. Die Zeitspanne vom Gesteinsabbau am Bohrkopf bis zum Schildende mit Einbau des Tübbingringes beträgt 6 bis 10 Stunden. In dieser Zeit füllte das Gebirge den Ringspalt aus dem Überschnitt vollständig aus und baute den Gebirgsdruck auf den Schild bis zur Blockade der TBM auf. Das ereignete sich in 2505 m noch einmal, ohne dass man die Verschlechterung des Gebirges vorher erkennen konnte.

Erkenntnisse

Aus dem bisherigen Bauablauf lässt sich die Forderung nach kurzer Bauzeit, somit nach hohen Vortriebsleistungen von einer Doppelschildmaschine durch den zeitgleichen Ablauf von Bohren und Ringeinbau ableiten, wenn vorab eine detaillierte Kenntnis über das zu durchörternde Gebirge und sein Verhalten besteht.

Die im gezeigten Beispiel vorliegende geologische Prognose, die sich auf Erkenntnisse aus Bohrungen in den zu unterfahrenden Tälern, somit den Strecken mit geringer Überlagerung, abstützt und die grossen Zwischenstrecken (90 % der Stollenlänge) nur aus den Erfahrungen ähnlicher Projekte in gleichen geologischen Formationen kennt, ist nicht dazu geeignet, einen Hochleistungsvortrieb mit einer Doppelschildmaschine zu projektieren. Hierzu sind qualitative und quantitative Erkenntnisse über den gesamten Trassenverlauf nötig, insbesondere muss das Konvergenzverhalten des Gebirges bekannt sein. Ist dies nicht der Fall, so ist eine kurz bauende Einfachschildmaschine – zwar mit geringerer Einzeltagesleistung, am Ende aber doch mit einer kürzeren Gesamtbauzeit – die risikoärmere Variante für beide Vertragspartner eines Tunnelbauvorhabens. *BG*

Literatur

Höfle, H.: Wasserstollen bei Bormio – Einsatzerfahrungen mit einer Teleskopschildmaschine. 6. Internationales Symposium Tunnelbau (bauma 2001 (München, 2.–8. April), S. 169 – 174.

International Conference on Flood Estimation – Bern, 6.–8. März 2002

Simon Scherrer

Ein Brückenschlag Forschung – Praxis

Als Organisationsteam führte das Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) zusammen mit der Gruppe für Hydrologie des Geografischen Instituts der Universität Bern (GIUB) unter der Leitung von Prof. M. Spreafico, PD R. Weingartner und Dr. HP. Hodel vom 6. bis 8. März 2002 eine wissenschaftliche Tagung zum Themenbereich Hochwasserabschätzung durch. Schwerpunkte bildeten neue Techniken zur Messung von Abflüssen, Regionalisierung und Niederschlag-Abfluss-Modellierung als Grundlage für Hochwasserabschätzung, Extremwertstatistik sowie Prozessuntersuchungen zur Hochwasserentstehung. Anlässlich einer halbtägigen Exkursion rund um den Thunersee wurde die Hydrologie «handfest». Den aus 40 Ländern angereisten 280 Fachleuten aus Forschung und Praxis wurde Einblick in das Forschungsgebiet «Spissibach» des GIUB gegeben, Aspekte des Hochwassermanagements beim Thunerseehochstand von 1999 gezeigt und eine Demonstration verschiedener Methoden der Abflussmessung geboten. Die Tagung verstand sich als Brückenschlag zwischen Forschung und Praxis. Diese Idee wurde mit einer Übersicht von Methoden zur Hochwasserabschätzung in den Rhein-Anliegerstaaten (Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes IKHR) am Ende der Tagung abgerundet. Ebenfalls vorgestellt wurde eine Arbeitshilfe zur Hochwasserabschätzung in der Praxis, welche im Sommer 2002 gemeinsam von BWG und GIUB herausgegeben wird.

Abflussbestimmung an Fliessgewässern

Da der Abfluss in Bächen oder Flüssen nach wie vor nur indirekt über eine Wasserstand-Abfluss-Beziehung ermittelt werden kann, stellten zwei Forschungsteams aus der Schweiz Ansätze vor, wie anhand fotogrammetrischer Auswertungen von im Wasser treibenden Stoffen ein Geschwindigkeitsprofil ermittelt und mit Hilfe von Modellen der tatsächliche Abfluss im Gewässer hergeleitet werden kann. Beide Ansätze sind vielversprechend, stehen aber noch in der Entwicklungsphase. Sie stellen eine interessante Alternative zu den bei Hochwasser oft schwierigen Geschwindigkeitsmessungen mit dem Messflügel dar.

Regionalisierung von Hochwasserabflüssen

Durch Übertragungsfunktionen werden Hochwasserabflüsse aus Einzugsgebieten mit Abflussmessungen in Gebiete ohne Messungen übertragen (Regionalisierung). Solche Verfahren stützen sich einerseits auf topografische Parameter der Einzugsgebiete (Fläche, Höhe, Form) oder beziehen andererseits spezifischere Angaben über Niederschläge, Böden, Waldanteil, Geologie, Gerinnelänge usw. in die Betrachtung ein. All diese Ansätze weisen bei den ermittelten Hochwasserabflüssen einen grossen Streubereich auf. Anlässlich der Tagung wurde u.a. ein Ansatz zur Verbesserung der Verfahren mittels Satellitendaten vorgestellt. Dabei sollen Regionen ähnlicher Abflussbereitschaft erkannt und der Feuchtezustand von Einzugsgebieten vor Hochwasserereignissen klassifiziert werden.

Geografische Informationssysteme (GIS) werden oft als Werkzeug der Informationsanalyse und zur Entwicklung neuer Regionalisierungsansätze eingesetzt. Ein Forschungsteam aus Deutschland wies auf Aspekte der räumlichen Heterogenität von Gebietseigenschaften hin, die Einfluss auf die Abflussbildungsprozesse nehmen und damit die Regionalisierung erschweren.

Hochwasserabschätzung mit Niederschlag-Abfluss-Modellen

Eine Mehrzahl der Vorträge war der Berechnung von Hochwasserabflüssen mit Hilfe von Niederschlag-Abfluss-Modellen (NAM) gewidmet. Anwendungen von unterschiedlich komplexen NAM (Blackbox bis physikalisch basierte Modelle) in verschiedenen Skalenbereichen wurden vorgestellt, aber auch ältere Modelle in leicht veränderter Aufmachung gaben ein Comeback. Die Vielzahl der sog. physikalisch basierten Modelle bezieht ihre Parameter aus leicht verfügbaren Quellen wie Topografie, Landnutzung und Bodeninformationen. Die meist gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Abflüssen – vor allem im Bereich «normales» Hochwasser – könnte beim Publikum