Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 94 (2002)
Heft: 3-4

Artikel: Schwingende Wassertröpfchen verursachen Lärm
Autor: Weber, Hans-Jürg / Teich, Timm Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939623

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: 14.07.2025

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

Bild 2. Der Terra-Hammer TR 540 rammt mit zwei bis drei Schlägen pro Sekunde und einer Schlagkraft von 2200 Tonnen das Rohr mit Ø 2,5 m Zentimeter für Zentimeter in das Erdreich.

Die Rammplatte wurde eigens für dieses Vorhaben angefertigt, hat einen Durchmesser von 2,5 m und wiegt ca. 4,6 Tonnen.

Im Oktober des Jahres 2001 haben die Bauarbeiten begonnen und wurden bis Ende Februar 2002 abgeschlossen.

Wegen des weichen Untergrundes in diesem Gelände mussten die Masten mit Helikoptern eingeflogen und montiert werden. «Der Helikopter wird Stück für Stück an jeden Platz bringen, wo sie dann direkt verschraubt werden», erklärt Markus Fischer, Gesamtbauleiter der Firma Colenco Power Engineering AG. Neben dem «Super-Puma» wird auch ein russischer Helikopter der Marke «Kamov» eingesetzt werden, da einzelne Teile zu schwer für den Puma sind.

Anschrift des Verfassers
R. Brandenberger, Terra-Generalvertretung in der Schweiz, R. + H. Brandenberger, Müllerweg 7, CH-4800 Zofingen, Telefon 062 751 68 86, Telefax 062 752 14 81, Natel 079 647 50 03.
E-Mail: brazofinge@swissonline.ch
Internet: www.schlagvortriebe.ch

Schwingende Wassertröpfchen verursachen Lärm

Hans-Jürg Weber, Timm Hans Teich

Ein Forscherteam vom Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETH Zürich kann erstmals eine befriedigende Erklärung für das Summen von Hochspannungsleitungen liefern. Hochspannungsleitungen sind so konstruiert, dass sie bei trockenem Wetter geräuscharm sind. Beträchtliche Lärmemissionen treten jedoch bei regnerischem oder feuchtem Wetter auf. Neben Knistern und Prasseln ist es vor allem das Summen mit fixer Frequenz, das intensiv störend wirkt.

Tonale Emission wegen schwingender Wassertröpfchen

Der Zusammenhang zwischen Wasser auf der Leitung und dem deutlich hörbaren Summen wurde klar gezeigt. Die Hypothesen der bisher erschienenen Forschungsarbeiten vermochten nicht zu befriedigen. Deshalb suchten ETH-Forscher nach einer anderen Erklärung und richteten ihre Aufmerksamkeit auf die Schwingungen von Wassertröpfchen. Die Forschergruppe testete die Hypothese der schwingenden Wassertröpfchen an einem Modell unter Laborbedingungen. Dazu besprühten sie einen röhrenförmigen Leiter unter kontrollierten Bedingungen mit Wasser und liessen ihn anschliessend abtrocknen. Die entstehenden Geräusche und die Veränderungen der Wassertröpfchen wurden mit verschiedenen akustischen, elektrischen und optischen Methoden gemessen.

Das charakteristische Summen der Hochspannungsleitungen weist eine Frequenz von 100 Hz auf, das Doppelte der in Europa üblichen Netzfrequenz. Die Untersu-

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