

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 91 (1999)  
**Heft:** 3-4

**Rubrik:** Mitteilungen

### **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:** 24.12.2025

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

## Persönliches

### Kontinuität des Linthingenieurs

Nach dem Hinschied von Linthingenieur *Peter Meier* werden die technischen Belange der Eidgenössischen Linthverwaltung interimistisch *Markus Jud*, P. Meier & Partner AG, Bauingenieurbüro, Tellstrasse 1, CH-8853 Lachen, übertragen. Somit kann die Kontinuität der Leitung der Eidgenössischen Linthverwaltung gewährleistet werden.

## Verbände

### Arbeitsgemeinschaft Deutsche Wasserwirtschaft

Am 21. Januar 1999 vereinbarten die befreundeten Verbände ATV (Vereinigung für Abwasser, Abfall und Gewässerschutz e.V.), BWK (Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V.), DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) die Errichtung einer «Arbeitsgemeinschaft Deutsche Wasserwirtschaft (ADW)», um ihre regelsetzenden Arbeiten in ein gemeinsames «Regelwerk Deutsche Wasserwirtschaft» zu überführen, ferner die berufliche Bildung zu koordinieren sowie die Interessen der deutschen Wasserwirtschaft national wie international gemeinschaftlich zu vertreten. Diese Arbeitsgemeinschaft soll noch in diesem Jahr ihre Tätigkeit aufnehmen und sich eine Geschäftsordnung geben.

DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.)

### Wahl des neuen Vorsitzenden des DVWK-Landesverbandes Bayern

An einer ausserordentlichen Mitgliederversammlung des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Landesverband Bayern, wurde am 24. Februar 1999 Univ.-Professor Dr.-Ing. *Theodor Strobl*, Ordinarius am Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft der Technischen Universität München zum neuen Vorsitzenden gewählt. Der bisherige Vorsitzende, Direktor i. R. Dipl.-Ing. *Hermann Schiechl*, hat mit Vollendung seines 75. Lebensjahres sein Amt zur Verfügung gestellt.

## Tunnelbau

**Taschenbuch für den Tunnelbau 1999.** Kompendium der Tunnelbautechnologie, Planungshilfe für den Tunnelbau (23. Jahrg.). Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) unter Federführung von Dipl.-Ing. *R. Thiel* und Mitwirkung von Prof. Dr.-Ing. *B. Maidl*, Prof. Dr.-Ing. *W. Wittke* u.a. 432 Seiten (10,5x15,5 cm) mit 151 Bildern, 11 Tabellen und 362 Schrifttumsangaben. Geb., 44 Franken. ISBN 3-7739-0903-9. Bezug: Verlag Glückauf GmbH (VGE), Postfach 185620, D-45206 Essen, Telefax 0049 2054 924 109.

Diese Ausgabe des bewährten Taschenbuches bietet interessante Berichte über aktuelle Entwicklungen und Probleme des Tunnel- und Stollenbaus. Dazu gehören Beiträge über ingenieurgeologische und felsmechanische Voruntersuchungen und Dokumentationen: Behandelt werden die Auffahrung grosser Tunnelquerschnitte im quellenden Gebirge, Bemessung von Tunnelschalen aus Stahlfaserbeton, Instandsetzung und Erhaltung von Verkehrstunneln (Ergänzung mit Stahlfaserspritzbeton nach einem Brand, Austausch von Tübbingern ohne Betriebsunterbrechung), Empfehlungen zur Risikoverteilung in Tunnelbauverträgen und Berechnungen für Untertagedeponien. Weiter wird über den weltweiten Einsatz von Mixschilden und die Entwicklung der Vortriebsmaschinen für den Schildvortrieb im Lockergestein sowie die Optimierung von Stahlbetontübbingern und das Abdichten von Arbeitsfugen im Tunnelbau mit verpressten Injektionsschläuchen berichtet. Dazu gibt es wie bisher Anschriften von Tunnelbaubedarfs- und -beratungsfirmen. Das Taschenbuch für den Tunnelbau 1999 enthält wieder ein Gesamtinhaltsverzeichnis der Jahrgänge 1977 bis 1998 für die einzelnen Hauptabschnitte und ist deshalb ein praktisches Nachschlagewerk für den Tunnelbauer. BG

**Tunnelschalen – Planung, Bemessung und Ausführung.** Dipl.-Ing. *G. Brux*. «Tiefbau» München, 108 (1996) Heft 10, Seiten 648–660 mit 14 Bildern und 4 Tabellen.

Die im Tunnelbau bisher sehr unterschiedlichen Erfahrungen hinsichtlich der Wasserundurchlässigkeit und Qualität von Innenschalen haben in Deutschland zur Gründung des Arbeitsausschusses für Qualitätssicherung für den Innenschalenbau geführt, der 1994 seinen Sachstandsbericht «Stahlbetoninnenschalen im U-Bahn-bau» (vgl. «wasser, energie, luft» 88 [1996] Heft 11/12, Seite 309) fertigte; danach wird die Dichtheit des Tunnels durch den Beton der Stahlbetoninnenschale erreicht, die in festem Verbund mit der Spritzbetonaussenschale hergestellt wird. Es werden die Empfehlungen des Sachstandsberichtes hinsichtlich rissbegrenzender Bewehrung, Betontechnologie, Konstruktion und Bauausführung erläutert.

Der Deutsche Beton-Verein hat 1995/96 Fachtagungen über Planung, Bemessung und Ausführung von Tunnelschalen (vgl. «wasser, energie, luft» 88 [1996] Heft 11/12, Seite 308) durchgeführt, worin auch andere Ausführungsarten für den Tunnelbau behandelt wurden, wie z.B. zweischalige Tunnel mit einer Hautabdichtung zwischen der Aussen- und Innenschale und einschalige Tunnel mit Spritzbeton oder Tübbingern. Darauf wird im vorliegenden Beitrag ausführlich eingegangen, insbesondere auf die Lastabtragung und Gebirgssicherung, biegesteife und biegegewiche Schalen, die Anforderungen an den ein- und zweischaligen Tunnelausbau auch hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Wasserundurchlässigkeit sowie die Ausbildung von Arbeitsfugen und die Abdichtung von Tunneln mit Kunststoffdichtungsbahnen. Wegen des europäischen Verkehrstunnelbaus wird auch die Qualitätssicherung unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit behandelt.

Das 48 Quellen umfassende Literaturverzeichnis wurde nicht mitabgedruckt, kann aber von der Redaktion «Tiefbau», Landsberger Strasse 309, D-80687 München (Fax 0049 89 8897 819 und 829) angefordert werden. BG

### Bauen löst Zukunftsaufgaben – Österreichischer Betontag.

Vorträge zum 34. Betontag, 26./27. April 1996 in Salzburg. 102 Seiten (DIN A4) mit 176 Bildern, 3 Tabellen und 43 Quellen; geheftet, 400 öS zuzüglich Versandkosten. Heft 27/1996 Schriftenreihe des Österreichischen Betonvereins, Karlsgasse 5, A-1040 Wien (Telefax 0043 1 504 1596).

Die 23 Beiträge befassen sich mit Tunnel- und Stollenbauten (12 km langer Trinkwasserstollen in Südspanien, aufgefahren mit einer Tunnelbohrmaschine und ausgekleidet mit rhombischen Betontübbingern; rund 10 km langer Erkundungsstollen am Semmering), Brückenbauwerken (externe Vorspannung, geklebte Bewehrung, tiefe Schlitzwände), Dammbauten (kunststoffbewehrte Dämme auf Pfählen), Kraftwerksbauten (Birecik/Türkei und Donaukraftwerk Freudenau: Planung und Umweltschutz, Bauphasen und Dichtungsmassnahmen), neuen Richtlinien (Innenschalenbeton für Tunnel und Stollen) und Betontechnologie (Hochleistungsbeton, Unterwasserbeton, umweltfreundlicher Spritzbeton usw.). Es werden neue Forschungsergebnisse gebracht und über baupraktische Erfahrungen berichtet. BG

### Geotechnik, Tunnel- und Brückenbau im Raum Klosters.

Mitteilung der Schweizerischen Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik; Frühjahrstagung 16. April 1998 in Davos. 38 Seiten (DIN A4) mit 38 Bildern, 10 Tabellen und 10 Quellen; 1998, geb., 35 Franken. Bezug: Schweizerische Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik (SGBF), ETH Höggerberg, CH-8093 Zürich, Telefax 01/633 10 62.

Im Zusammenhang mit dem Bau des Vereintunnels für die Rhätische Bahn und des Gotschnatunnels für die Umfahrung Klosters werden für den Eisenbahn- und Strassenbau insgesamt über 1,5 Mrd. Franken investiert. Dabei werden Tunnels mit über 20 km Gesamtlänge gebaut. Der Ausbruch und die Sicherung der Tunnels

- in meist schwierigen geologischen Verhältnissen stellen die beteiligten Baufachleute vor interessante und anspruchsvolle Aufgaben, auf die bei der Veranstaltung näher eingegangen wurde, z. B. auf
- Selektionsverfahren für Projektierungs- und Bauaufträge,
  - den Gotschnatunnel (Planung: Geologie und Hydrologie, Betrieb, Lüftung und Umwelt),
  - Aufbereitung und Verwendung des Tunnelausbruchs am Vereina und Gotschna (20 km Eisenbahn- und 4 km Strassentunnel),
  - Stahlfaserbeton (Bemessung, Prüfung, Qualitätssicherung; Richtlinie SIA 162/6) und
  - Spritzbeton (Anwendungen, Erfahrungen, Entwicklung im Untertagebau: Crapteig- und Vereinatunnel; sowie Anwendung und Erfahrungen bei Instandsetzungsarbeiten). BG

**Tunnel Boring Machines – Trends in Design and Construction of Mechanized Tunnelling.** Dr. Harald Wagner, Dr. Alfred Schuller. Internationale Fachtagung 14./15. Dezember 1995 in Hagenberg/Österreich. Vortragsband (engl.): 263 Seiten (18x25,5 cm) mit 90 Bildern, 34 Tabellen und 70 Quellen; 1996/4. Geb., 170 hfl. ISBN 90-5410-811-8. Bezug: A. A. Balkema, Postfach 1675, NL-3000 BR Rotterdam, Telefax 0031 10 413 5947.

- Das von der Geomechanik Center Linz (GCL) und D2 Consult, Linz, gemeinsam mit der American Society of Civil Engineers (ASCE), New York, der weltweit grössten Fachvereinigung für Bauingenieure, und der International Tunneling Association (ITA), Bron CreDEX/F, dem Weltverband der Tunnelbauer, in Österreich veranstaltete internationale Symposium befasste sich mit «Trends für Tunnel-Bohr-Maschinen (TBM)» beim mechanisierten und computerisierten Vortrieb und Ausbau von Tunneln im Gebirge und unter Städten und Meeren. Die 28 Fachvorträge waren geordnet nach:
- Vortrieb und Technologie (Geomechanik und Entscheidungshilfen, 3D-Modelle, neuartige mechanische Vortriebe, Ergebnisse des Eureka-Projektes EU 1079 «Contun» usw.),
  - Automation, Simulation und Qualitätskontrolle (Computergesteuerter Tübbingebau, Eignungsprüfung für Tübbingringe, Belastung nach ENV 1997-1, Einsätze eines TBM-Simulators),
  - Besonderheiten (Grosse TBM-Tunnelbauten in Australien, Dänemark, Frankreich, den USA usw. sowie grosse Tunnelbauprojekte (Alpenbasistunnel in A/CH/F), Tübbingfugen bei hohen Wasserdrücken, TBM-Entwicklungen in Japan usw.) und
  - Tunnelauskleidung mit Tübbing (Fertigung von Tübbing aus Stahlbeton und Stahlfaserbeton, Qualitätssicherung; Tübbingverbindungen und Abdichtung von Tübbingfugen usw.).
- Alle Fachleute, die mit der Projektierung, Bauausführung und -überwachung, Qualitätskontrolle und Finanzierung von TBM-Tunneln und TBM-Stollen zu tun haben, aber auch die TBM-Hersteller und Zulieferer erhalten durch die «Trends» zahlreiche Anregungen. Mit dem TBM-Mini-Roboter der D2 Consult kann man Planung, Projektierung, Analysen und Computer-Automation von TBM simulieren und TBM-Fahrer schulen. BG

## Unwetterschäden

**Unwetterschäden in der Schweiz.** Gerhard Röthlisberger. Bericht WSL 346, 1998, Format A4, 52 Seiten, Preis 14 Franken, Kommissionsverlag Flück-Wirth, Internationale Buchhandlung für Botanik und Naturwissenschaften, CH-9053 Teufen, Fax 071/333 16 64, ISBN 3-905620-69-3.

Eine 25jährige Unwetterstatistik gibt Auskunft über die Wasser- und Rutschungsschäden der Jahre 1972 bis 1996. Seit über 20 Jahren wird sie in der Fachzeitschrift «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» jeweils im ersten Heft des Jahres publiziert. Zusätzlich werden anhand von 122 Hochwassern aus der Zeit von 1401 bis 1996 Schadenbilanzen untersucht, um Trends und Zusammenhänge für die Schweiz herzuleiten. Statistisch ist kaum ein Trend eindeutig nachzuweisen. Hingegen scheint es, dass in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten intensive Ein-Stunden-Niederschläge häufiger geworden sind. Schäden und Schadenpotential heute werden mit früheren Angaben verglichen. GW

## Restwasser

**Ökologisch begründete Mindestwasserführung mittels Halbkugelmethode und Habitat-Prognose-Modell.** DVWK-Fachauschuss «Restwasser», Heft 123, Bonn 1999. 112 Seiten, 2 PC-Disketten, kartoniert, 59 DM. Bezug: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Postfach 14 01 51, D-53056 Bonn, Telefon 0049 228 25 98 400, Fax 0049 228 25 98 421.

Das Buch beschreibt ein Verfahren zur verbesserten Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung im Hinblick auf die Makrozoobenthos-Biozönose. Dies erfolgt auf der Grundlage von quantitativen Prognosen der zu erwartenden Veränderungen des Makrozoobenthos als einem Indikator für den Gewässerzustand. Aspekte bei der Festlegung der Mindestwasserführung, wie zum Beispiel die Einflüsse auf die Fischfauna, die Ufervegetation oder den semiaquatischen Bereich auf die Aue, werden qualitativ berücksichtigt.

Da die sohlennahen Strömungsmuster, die massgeblich die Fliessgewässerbiozönose bestimmen, schwierig zu erfassen sind, wurden in der Vergangenheit Verfahren entwickelt, diese zunächst über einfach zu messende Hilfsmittel zu ermitteln. Hierbei kommen zum Beispiel in Betracht das Abdriftverhalten von standardisierten Halbkugeln gleicher Grösse, jedoch unterschiedlicher Dichte. Die Halbkugel erfasst integrativ die gesamten angreifenden Kräfte. Für die Halbkugel-Methode spricht, dass in Form von Präferenzkurven bereits zahlreiche Verknüpfungen zwischen der dichteabhängigen Halbkugelnummer und gewässerspezifischen Arten bestehen. Bei diesem Verfahren werden in der betreffenden Gewässerstrecke die Verteilungen der jeweils abgedrifteten Halbkugeln bei unterschiedlichen Abflüssen bestimmt. Daraus werden anschliessend über die Präferenzkurven ausgewählter Organismenarten Prognosen für die Populationsentwicklung in Abhängigkeit vom Durchfluss abgeleitet. Diese Prognosen sind die Grundlage für die Festlegung der Mindestwasserführung.

## Geotechnik

**Tracing technique in geohydrology.** Werner Käss. A. A. Balkema Publishers/Rotterdam & Brookfield, 1998. 530 pp., 99 \$.

Le traçage des eaux de surface et des eaux souterraines est devenu une pratique indispensable et incontournable pour l'hydrologue et l'hydrogéologue, dans le but de connaître certains paramètres de l'écoulement et du transport, tels que la vitesse de propagation d'un soluté ou d'une suspension, sa dispersion et son taux de restitution. Il existe un très grand nombre de publications qui traitent de l'utilisation et de l'interprétation des traceurs artificiels, mais c'est la première fois qu'un ouvrage de langue anglaise aborde l'ensemble de ces techniques avec tous les aspects pratiques et théoriques.

En effet, W. Käss a une expérience très riche dans ce domaine, qu'il met ici au service de la communauté scientifique et de tous les praticiens de l'eau. Membre fondateur et très actif depuis plus de trente ans de l'ATH (Association of Tracer Hydrologists), il a su s'entourer de nombreux spécialistes pour rédiger certains chapitres particulièrement difficiles.

Son ouvrage traite de manière exhaustive tous les traceurs conventionnels, tels les traceurs fluorescents ou les sels, mais aborde en détail aussi bien les traceurs radioactifs que ceux en suspension, comme les marqueurs microbiologiques, les spores et les microsphères. La préparation et la réalisation des traçages sont décrites de manière complète, de même que l'interprétation quantitative des résultats. Un important chapitre est consacré encore aux différents exemples des milieux les plus variés de l'hydrologie et de l'hydrogéologie.

Une bibliographie très complète, plus de quarante pages, nous renvoie aux publications les plus importantes parues depuis le début du siècle et un CD, inclus à l'ouvrage, aide à l'évaluation et à la représentation des données de traçage. C'est un traité de réf-

rence, un manuel pratique, qui devrait occuper une place d'honneur dans les bureaux d'hydrologie et d'hydrogéologie ainsi que dans nos instituts universitaires.

Prof. Dr. Imre Müller, Université de Neuchâtel, Centre d'hydrogéologie

**Messen in der Geotechnik '98.** Vortragsband, 19.–20. Februar 1998 TU Braunschweig. 490 Seiten (14,5×21 cm) mit 323 Bildern, 19 Tabellen und 154 Quellen. 1998. Geh., 60 DM. ISBN 3-927610-45-3. Mitteilung des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik der Technischen Universität Braunschweig (IGB-TUBS), Heft 55. Bezug: Technische Universität Braunschweig, Zentralstelle für Weiterbildung, Postfach 3329, D-38023 Braunschweig, Telefax 0049 531 391 4215.

In den 27 Beiträgen im vorliegenden Band wird über den Stand der Messtechnik und über neue Entwicklungen (künftig statt Einzelmessungen vermehrt kontinuierliche Überwachungssysteme) berichtet. Dazu werden zahlreiche Beispiele aus der Praxis gebracht, wie z.B. Qualitätssicherung für tiefe Baugruben (Kraft-, Verformungs- und Sohlhebungsmessungen), Vermessung von Pfahlbohrungen, Schlitzwandlamellen und Düsenstrahlsäulen während der Herstellung, thermische Messungen an Bauwerken des Verkehrswasserbaus zur Ortung von Schwachstellen, Porenwasserdruckentwicklung bei Tonböden (Ödometerversuch), In-situ-Kriechversuche bei Injektionen, Vermessung des 57 km langen Gotthard-Basistunnels, Verformungsmessungen mit optischen Glasfasersensoren und Entwicklung einer Bohrlochmodulsonde.

BG

## Talsperren

**Talsperrenpraxis.** Peter Rissler. 439 Seiten, Format 21,5×15 cm, gebunden, 1999. Bezug: Oldenbourg Verlag, München, 74 Franken, ISBN 3-486-26428-1.

Das Buch widmet sich thematisch dem gesamten Talsperrenwesen und richtet sich an den Betriebsingenieur und den Meister. Es gliedert sich in die Teile I «Nichttechnisches Umfeld», II «Planung, Entwurf und Bau» sowie III «Betrieb». Im Teil II werden die auch für das Betriebspersonal unerlässlichen technischen Grundlagen behandelt.

Ein wesentlicher Teil des Buches beschäftigt sich mit Fragen, welche den Praktiker am Rande der Technik berühren. Stichworte hierzu: rechtliche Grundlagen des Talsperrenbetriebs, Nutzungskonflikte, Organisation des Betriebes, Betriebskosten, Sicherheit von Talsperren, Sicherheitsbericht und vertiefte Überprüfung, Verfügbarkeit, Instandsetzungen und Anpassungen an die allgemein anerkannten Regeln der Technik, Spezialarbeiten, wie Taucherarbeiten und Sprengungen an und in Talsperren, Talsperren als Schwerpunkte der Naherholung, Forst und Fischerei sowie Wasserqualität in Speichern.

**Proceedings of the international symposium on new trends and guidelines on dam safety, Barcelona, Spain, 17–19 June 1998.** Edited by L. Berga, A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1998-12-21, 2 volumes, 1588 pages, 145 \$, 97 £.

The 207 papers in the proceedings of the symposium give a competent and comprehensive summary over the current trends in dam safety aspects. The papers are related to the following topics:

- legislation and guidelines in various countries,
- structural safety of dams,
- monitoring,
- hydrological safety,
- reports of the European Working Groups of ICOLD.

The guidelines and legislation on dam safety are described in detail for most of the European countries. The papers cover all relevant topics in this field. The legislation and experiences gained so far by various countries are described and evaluated. A special emphasis is given to emergency action plans and information sys-

tems of dams and reservoirs. The topic of legislation for dams on borders is also treated. New trends are presented in the field of dam break analyses and risk analyses. Probabilistic approaches and uncertainty assessments of safety-relevant topics should especially be mentioned.

Structural safety issues are published concerning mainly concrete dams and some earth and rock fill dams. Points of interest are the numerical modelling techniques such as non-linear damage models of arch dams or the micro-meso scale modelling of the expansion of concrete and the topic of the ageing of dams with special reference on the expansion of concrete. In this context several case studies of concrete expansion in old gravity dams and the resulting consequences for the safety of the dams were presented.

In the field of monitoring of dams the conference gave insights in new diagnostic tools and developments in remote controlling systems of dams. Especially neural network analysis applied to dam behaviour has to be mentioned as a new developing tool for dam monitoring.

In the field of hydrological safety themes are covered such as flood estimates, free board design, overtopping of rock fill dams and regional flood modelling. Several papers deal with experiences during large floods.

At the end of the proceedings the following reports of the European working groups are published:

- dam legislation in some European countries,
- floods,
- uplift pressures under concrete dams,
- RCC dams,
- internal erosion in European embankment dams,
- geomembranes and geosynthetics as facing materials.

Dr. Bastian Otto, Baden

## Industriemitteilungen

### Regenwassernutzungsanlage

Zur ISH 1999 in Frankfurt stellt die KSB Aktiengesellschaft, Frankenthal, eine neue Generation ihrer Regenwassernutzungsanlagen vor. Diese ist hinsichtlich Akustik, Design und Platzbedarf so konzipiert, dass eine Aufstellung im unmittelbaren Wohnbereich möglich ist. Um die Geräuscentwicklung des Aggregats zu dämpfen, wurde eine Pumpe konstruiert, die mit ihrer Hydraulik in den 15 Liter fassenden Behälter der Anlage hineinragt. Die schwingungsdämpfende Wirkung des Wassers reduziert die Geräuschemission auf 50 dB (A).

Ein Display zeigt alle Betriebszustände und optional den Wasserstand in der Regenwasserzisterne an. Im Automatikbetrieb entnimmt die selbstansaugende Pumpe das Regenwasser aus dem dafür vorgesehenen Speicher. Meldet der dort installierte elektronische Fühler, dass kein Regenwasser mehr verfügbar ist, schaltet die Steuerung automatisch auf eine Versorgung der angeschlossenen Verbrauchsstellen mit Trinkwasser um. Ein manuelles Umschalten auf Trinkwasserbetrieb ist jederzeit möglich.

Die kompakten Abmessungen der steckerfertigen Anlage erlauben selbst bei beengten Platzverhältnissen in kleinen Reihen- oder Einfamilienhäusern die Nutzung des Regenwassers für die Toilettenspülung oder die Waschmaschine. Dazu lässt sich die Anlage sowohl mit unterirdischen Tanks als auch mit im Keller installierten Speichersystemen kombinieren.

KSB Aktiengesellschaft, D-67225 Frankenthal.

### Grundfos Pumpen AG, Fällanden – Umweltschutz und Recycling im Pumpenbau

Grundfos macht die Erfahrung, dass die Kunden sich zunehmend dafür interessieren, welche Werkstoffe die Produkte enthalten und welche Umweltkonsequenzen mit der Installation und dem Einsatz verbunden sind. Entsprechend gross ist das Interesse für den Energieverbrauch der Produkte in der gesamten Einsatzperiode. Die Kunden verlangen konkrete Zusagen dafür, dass eventuellen Problemen bei der Entsorgung von Verpackungen und ausgedienten Produkten Rechnung getragen wird.



### Energieeinsparung

In Heizungsanlagen hängt der Bedarf an Fördermenge von den Schwankungen der Aussentemperatur ab. Ist es draussen sehr kalt, muss die Pumpe grosse Mengen Warmwasser durch das Heizungssystem fördern. Steigt die Aussentemperatur, ist die Menge entsprechend herabzusetzen.

Die Regelung der Pumpenleistung kann durch eingebaute Drehzahlverstellung an der Umwälzpumpe manuell erfolgen. Aber erst durch automatische Regelung erreicht man die laufende Optimierung, indem die Pumpe sich jederzeit der aktuellen Belastung anpasst. Dadurch werden unnötige Verluste in Ventilen und Rohrsystemen vermieden, und der Energieverbrauch lässt sich bis auf die Hälfte des normalen Verbrauchs reduzieren.

### Produktion

Es wurden Produktionsprozesse mit möglichst wenig Abfall und Überschussmaterial gewählt, und durch die Qualitätssicherung blieb der Ausschuss minimal. Das Sortieren sämtlicher Abfälle, Recycling wertvoller Werkstoffe und die Verwendung umweltfreundlicher Verpackungen hat weiter dazu beigetragen, die Umweltbelastung zu reduzieren.

Grundfos wendet jetzt Laserschweissen in der Produktion von Laufeinheiten an für ein neues Programm grosser Umwälzpumpen – und wird das gleiche Verfahren bald bei der Herstellung von Laufeinheiten für grosse Kreiselpumpen einführen. Eine Energiebilanz des gesamten Lebenszyklus zeigt erhebliche Energieeinsparungen durch den Wechsel zum Laserschweissen.

### Massnahmen zur Vereinfachung von Unterhalt und Reparatur

Die neue Pumpenserie zum Abpumpen von Abwasser (AP) ist speziell in Hinblick auf die Vereinfachung der Reinigung und kleinerer Reparaturen konstruiert. Glatte Oberflächen aus rostfreiem Stahl bewirken, dass Abfallpartikel sich nur schwer auf der Oberfläche der Pumpe festsetzen. Eine einfache und logische Verbindung von Motor, Laufeinheit und Pumpenmantel macht den täglichen Einsatz ausserdem unkompliziert und verringert somit auch den Wartungsbedarf.

Grundfos Pumpen AG, Bruggacherstrasse 10, CH-8117 Fällanden, Telefon 01/806 81 11, Fax 01/806 81 15.

### Luft-Wärmepumpe heizt Altbauten ein

Die neue Luft-Wärmepumpe WPL 25 KW unterscheidet sich äusserlich von Geräten früherer Generationen: Trotz dem hohen Leistungsvermögen benötigt sie wenig Platz für die Aufstellung. Die Wärmepumpen sind nicht nur klein in den Abmessungen im unteren Leistungsspektrum, sondern auch im oberen. Durch die Möglichkeit der Innen- und Aussenaufstellung ist die neue WPL gerade für die Modernisierung von Heizungsanlagen im Altbau ideal, beispielsweise für den leichten Austausch gegen alte Ölkessel. Zudem heizt sie nicht nur, sondern bereitet auch das warme Wasser auf.

Statt nur eines Verdichters verwendet man bei der Luft-Wärmepumpe zwei – von denen der eine die doppelte Leistung des anderen aufweist. Der kleine Verdichter für kleine Heizleistungen, der grössere für Übergangszeiten, und beide zusammen decken den Wärmebedarf des Hauses bei tiefen Aussentemperaturen im Winter ab.

Dank des HFCKW- und FKW-freien Kältemittels R 290 ist die neue Wärmepumpe umweltfreundlich. Geregelt wird das Gerät über eine BUS-Leitung vom ebenfalls neuen Wärmepumpen-Manager WPM.

Stiebel Eltron AG, CH-4133 Pratteln, Telefon 061/816 93 33.

## Termine

### Technische Akademie Esslingen, Sarnen

Das Weiterbildungszentrum Sarnen führt folgende Lehrgänge durch:

26. Mai 1999: *Arbeiten unter Spannung, Sicherheitsmassnahmen zur Unfallverhütung bei Arbeiten an unter Spannung stehenden elektrischen Anlagenteilen oder in ihrer Nähe.*

27. Mai 1999: *Die Erteilung einer Schaltberechtigung, ein Leitfaden für Vorgesetzte.*

Weitere Auskünfte erteilt die Technische Akademie Esslingen, Weiterbildungszentrum Sarnen, Industriestrasse 2, CH-6060 Sarnen, Telefon 041/660 37 08, Fax 041/660 56 87.

### Qualitativer Grundwasserschutz bei Bauvorhaben, Bern

Die Tagung des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute wird am 28. Mai 1999 durchgeführt. Weitere Auskünfte erteilt: VSA, Strassburgstrasse 10, Postfach, CH-8026 Zürich, Telefon 01/241 25 85, Fax 01/241 61 29.

### Wald-, Natur- und Gewässerschutzrecht I, Universität Bern

Der Kurs wird vom 1. bis 3. Juni 1999 durchgeführt. Kontaktadresse: Weiterbildung in Ökologie, Koordinationsstelle für Umweltwissenschaften, Chemin du Musée 8, CH-1700 Freiburg, Telefon 026/300 73 42, Fax 026/300 97 28.

### Gemeinde 99, Bern

Die 14. Schweizer Fachmesse für öffentliche Betriebe und Verwaltungen findet vom 1. bis 4. Juni 1999 auf dem Messgelände der BEAbern expo statt. Die im Zweijahresturnus durchgeführte Messe präsentiert auf einer Gesamtfläche von 50 000 m<sup>2</sup>, wovon sich 30 000 m<sup>2</sup> in acht Hallen befinden, ein umfangreiches Angebot an Maschinen, Geräten, Einrichtungen und Dienstleistungen von über 470 Ausstellern.

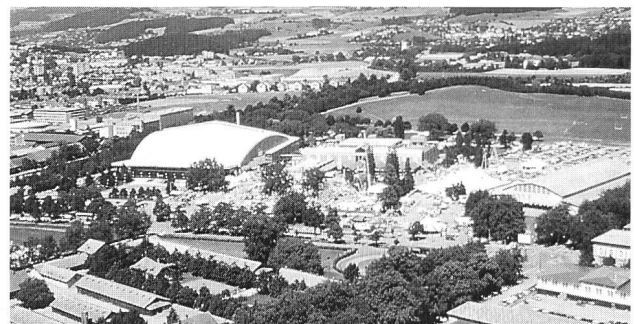
Die Gemeinde ist vom Dienstag, 1. Juni, bis Freitag, 4. Juni, jeweils von 9 bis 17.30 Uhr geöffnet – am Freitag bis 16 Uhr.

### Besondere Veranstaltungen der Gemeinde

Es gehört zur Tradition, dass die Gemeinde mit interessanten Veranstaltungen bereichert wird. Unter anderem finden am Dienstag, 1. Juni, folgende Veranstaltungen zum Thema Energie im Kongresszentrum BEAbern expo statt:

- «Energiestädte gehen neue Wege»; Zeitgemässes kommunales Verkehrsmanagement, Veranstaltung unter dem Patronat des Schweizerischen Gemeindeverbandes, des Schweizerischen Städteverbandes, des Bundesamts für Energie BFE, des Kantons Bern und des Trägervereins Label Energiestadt.
- Verband «e-mobile»: Forum «Saubere Elektrofahrzeuge für die moderne Gemeinde».

Organisation, Auskunft: BEAbern expo, Postfach, Mingerstr. 6, CH-3000 Bern 22, Telefon 031/340 11 11, Telefax 031/340 11 10.



### European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Geotechnical Engineering for Transportation Infrastructure, Amsterdam

The conference will be held from June 7th to 10th, 1999. Enquiries and correspondence: XIIIth ECSMGE-1999 c/o KIVI, Prinsessegracht 23, P.O. Box 30424, 2500 GK The Hague, The Netherlands, telephone 0031 70 3919890, fax 0031 70 3919840, E-mail: congres@kivi.nl.

### Vereinigung für Umweltrecht (VUR), Tagungen

Mittwoch, 9. Juni 1999, in Solothurn: *Das neue Gewässerschutzrecht – Verursacherprinzip und Finanzierung der Abwasserbeseitigung.*

Informationen finden Sie im Internet unter: [www.vur-ade.ch](http://www.vur-ade.ch) oder bei VUR, Postfach 2430, CH-8026 Zürich, Telefon 01/241 76 91, Fax 01/241 79 05, E-mail: [vur.ade@email.ch](mailto:vur.ade@email.ch).

### Fachtagung/Journées d'étude

*Wehranlagen: Sicherheit, Ertüchtigung, Erneuerung  
Exkursion zur Baustelle des Kraftwerks Ruppoldingen*  
Donnerstag/Freitag, 10./11. Juni 1999, Solothurn

Wehranlagen gehören zu den ersten grösseren Bauten, welche von den Pionieren des Wasserkraftwerkbaus Anfang des Jahrhunderts in der Schweiz gebaut wurden. Im Zuge der Neukonzessionierung verschiedener Kraftwerke wurden Sanierungs- und Verstärkungsmassnahmen an einigen der Wehre vorgenommen, um ihre Sicherheit den heutigen Anforderungen anzupassen. An der Vortragsveranstaltung vom 10. Juni 1999 im Landhaus, Solothurn, werden die Sicherheitsaspekte der Wehre im allgemeinen behandelt, und es wird anhand von Beispielen über die Ertüchtigung von bestehenden Wehren berichtet. Die Vortragsveranstaltung wird von einer kleineren Ausstellung von Mess- und Überwachungsinstrumenten begleitet. Zudem wird der Neubau des Wehrs und Kraftwerks Ruppoldingen der Aare-Tessin AG für Elektrizität (Atel), Olten, vorgestellt, welches an der Exkursion vom Freitag, 11. Juni 1999, besucht wird. Im weiteren wird an der Exkursion die Baustelle des seit 1917 in Betrieb stehenden Wasserkraftwerks Gösigen besichtigt, wo ein bedeutender Umbau mit dem Ersatz sämtlicher Turbinen im Gange ist.

Anmeldungen und weitere Auskünfte bei: SNGT, Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung, c/o Bundesamt für Wasserwirtschaft, Ländtstrasse 20, Postfach, CH-2501 Biel, Telefon 032/328 87 25, Fax 032/328 87 12.

*Des barrages mobiles: sécurité, confortement, renouvellement  
Excursion au chantier de l'aménagement Ruppoldingen*  
Jeudi 10 et vendredi 11 juin 1999 à Soleure

Les barrages mobiles font partie des premiers grands ouvrages construits en Suisse au début du siècle par les pionniers des aménagements hydroélectriques. Au cours du renouvellement des concessions de certains aménagements, des mesures de réhabilitation et de confortement ont été prises à quelques-uns des barrages mobiles pour adapter leur sécurité aux exigences actuelles. Les conférences du 10 juin 1999 au Landhaus, Soleure, traiteront des aspects de la sécurité des barrages mobiles en général et des exemples illustreront le confortement de barrages mobiles existants. Les conférences seront accompagnées d'une exposition restreinte d'instruments de mesure et d'auscultation. Finalement, la construction du nouvel ensemble barrage mobile et centrale de Ruppoldingen d'Aar et Tessin SA d'Electricité (Atel), Olten, sera présentée. L'excursion du vendredi 11 juin 1999 conduira à cet aménagement. Lors de l'excursion on pourra visiter encore le chantier de la centrale de Gösigen en service depuis 1917. Des transformations importantes comprenant le remplacement de toutes les turbines y sont en cours.

Inscriptions et renseignements auprès du: CNSGB, Groupe de travail pour l'observation des barrages, c/o Office fédéral de l'économie des eaux, 20, rue du Débarcadère, case postale, CH-2501 Bienne, téléphone 032/328 87 25, fax 032/328 87 12.

### Strommarkt 1999, Schweizer Energieversorger und ihre Kunden, Zürich

Die Tagung findet am 15. und 16. Juni 1999 statt. Themen sind unter anderem: Stufen der Marktöffnung und Zeitplan für das Bundesgesetz; Auswirkungen der Öffnung; Beziehungen zum Ausland; Vertragsbeziehungen als Grundlage für neue Partnerschaften; Kooperation von Stadtwerken; Ökostrom – Nischenmarkt oder Kundenbindung?; Neue Optionen beim Stromeinkauf. Anmeldungen sind erbeten an: Bettina Günther, Telefon 0049 61/96 47 22 701, Fax 0049 61/96 47 22 999, E-mail: [anmeldung@managementcircle.de](mailto:anmeldung@managementcircle.de), MCF Management Circle GmbH, Postfach 56 29, D-65731 Eschborn/TS.

### Fluvial Hydraulics (Gerinne Hydraulik), EPF Lausanne

Der einwöchige Kurs (englisch) beinhaltet: nichtstationärer Abfluss, Feststofftransport, Trübestrome sowie Mischungsvorgänge und wird vom 5. bis 10. Juli 1999 dauern. Weitere Auskünfte erteilt Dr. M. S. Altinakar, Laboratoire de recherches hydrauliques (LRH), CH-1015 Lausanne, Telefon 021/693 32 87, Fax 021/693 67 67, E-mail: [mustafa.altinakar@epfl.ch](mailto:mustafa.altinakar@epfl.ch), web: <http://lrhwww.epfl.ch>.

### XXVIII. IAHR-Kongress, Graz

Die Technische Universität Graz und die Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH führen vom 22. bis 27. August 1999 den IAHR-Kongress «Hydraulic Engineering for Sustainable Water Resources Management at the Turn of the Millennium» durch. Die internationale Tagung wendet sich an alle Fachleute, die sich mit den Themen des Wasserwesens befassen. Hauptthemen sind: Sub-surface hydraulics and engineering; Hydraulic structures; Information technology in Water Resources Management and Modelling; Hydraulic and ecological interactions in a vulnerable environment; Fluvial systems – processes, functions and management. Anfragen und Anmeldung unter: Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Mag. Teresa Reininghaus, Steyergasse 17, A-8010 Graz, Telefon 0043 316/876 1100, Fax 0043 316/876 1404, E-mail: [teresa-reininghaus@joanneum.ac.at](mailto:teresa-reininghaus@joanneum.ac.at).

### 2nd International Week for a Sustainable Energy Future, Basel

Die SUN21 dauert vom 24. bis 28. August 1999. Es wird über Themen wie «Umlenken von Geldströmen» in Richtung Nachhaltigkeit im Energiesektor oder Pensionskassen und moderne Finanzierungsmodelle (Contracting) referiert. Zudem ist ein internationaler Gedanken- und Erfahrungsaustausch von Energieexperten vorgesehen. Eine Begleitausstellung ist in drei Sektoren aufgeteilt, die die drei folgenden Handlungsfelder enthält: Energie besser nutzen; Dienstleistungen im Energiebereich; Erneuerbare Energien. Als Abschluss findet ein SUN21-Energiegipfel und der SUN21-Tag der Jugend statt. Auskünfte erteilt SUN21, Postfach, CH-4010 Basel, Telefon 061/271 03 89, Fax 061/271 10 83, <http://www.sun21.ch>, E-mail: [info21@sun21.ch](mailto:info21@sun21.ch).

### International Congress on Rock Mechanics, Paris

The 9th congress will be held from August 25th to 28th, 1999. Topics are: Applied rock mechanics-safety and control of the environment; coupling mechanical phenomena with thermal, hydraulic and chemical phenomena; Rock dynamics and tectonophysics; Field test and measurements, monitoring. For more information please contact: C.G.S.A./Congres ISRM99, 38, rue Croix des Petits Champs, 75001 Paris, France, téléphone 0033 1 42 61 8106, fax 0033 1 42 61 3562, <http://www.ensmp.fr/ISRM99>.

### Sonderschau «Sauberes Heizen mit Wärmepumpen», Messe Zürich

Die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS ist mit einer Sonderschau an der Schweizerischen Fachmesse für Altbauprodukte Modernisierung vertreten, welche vom 2. bis 6. September 1999 in Zürich stattfindet. Verschiedene Themenschwerpunkte werden die Besucher durch den Stand führen und auch auf Wärmepumpen-Hersteller verweisen, die sich mit einem eigenen Stand an der Messe präsentieren. Weitere Auskünfte erhalten Sie bei: Franz Beyeler, Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS, Informationsstelle, Postfach 298, CH-3000 Bern 16, Telefon 031/352 41 13, Fax 031/352 42 06.

### Pollutec, Paris

Pollutec, le salon international des équipements, des technologies et des services de l'environnement pour l'industrie aura lieu du 21 au 24 septembre 1999 à Paris. Pollutec réunit sur 60 000 m<sup>2</sup>: Eau, Air, Bruit, Déchets, Recyclage, Energie, Analyse – mesure – contrôle, Multiactivités. La participation à ce salon permettra aux entreprises suisses par le biais d'un stand officiel de valoriser leur savoir faire et d'accroître leur notoriété. Informations par: Chambre de Commerce Suisse en France, 10, rue des Messageries, F-75010 Paris.

### European Geothermal Conference, Basel '99

The conference will be held from September 28th to 30th, 1999. Topics of the Conference are: Country overviews; Geothermal development in Central and Eastern Europe; Hydrogeothermics; Hot Dry Rock, New frontiers; Shallow geothermal resources (heat pumps, underground heat storage); Environmental aspects, Sustainability; Political and economic issues, External costs; Case studies; Others: tunnels, mines, technology, history. All correspondence should be directed to: OC Secretary EGC Basel '99, Bureau Inter-Prax, Hans Rickenbacher, Dufourstrasse 87, CH-2502 Biel, E-mail: interprax@bluewin.ch, fax and phone 032/341 45 65.

### Fachtagung «Wasser in der Stadt», Nürnberg

Im Rahmen der Jahresversammlung des DVWK findet vom 6. bis 7. Oktober 1999 eine durch den Landesverband Bayern durchgeführte Fachtagung «Wasser in der Stadt» statt. Informationen erteilt der DVWK-Landesverband Bayern, Edmund-Rumpler-Strasse 7, D-80939 München.

### Hydropower into the next century, Gmunden

Die nächste Tagung und Ausstellung «Hydropower into the next century» wird vom 18. bis 20. Oktober 1999 in Gmunden, Österreich, durchgeführt. Organisiert wird die Veranstaltung durch Hydropower and Dams zusammen mit NetWork Events Ltd. Informationen über die Durchführung erteilt: NetWork Events Ltd, The Old Manor House, Compton, West Sussex, PO18 9EX, UK.

### Hydrogeologische Modelle – Grundlage für numerische Grundwassermodelle, München

Die Fachgruppe Hydrologie des DGG und der DVWK führen ein Seminar über hydrogeologische Modellbildung als Grundlage für die Grundwassermodellrechnung durch. Die Veranstaltung findet statt am 21. und 22. Oktober 1999 in München. Auskunft erteilt: Prof. Dr. S. Wohnlich, Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie, Universität München, Luisenstrasse 37, D-80333 München.

### Möglichkeiten der Hochwasservorhersage, Zürich

Die Fachtagung findet am 23. November 1999 statt und richtet sich vor allem an Führungskräfte und Entscheidungsträger auf kommunaler, kantonaler und eidgenössischer Ebene, welche innerhalb von Krisenstäben mit dem Thema «Hochwasser» konfrontiert werden. Informationen sind erhältlich bei Meteodat GmbH, «Hochwasser-Tagung», Technoparkstrasse 1, CH-8005 Zürich, Fax 01/445 34 24.

### Empa, St. Gallen

Folgende Kurse werden durchgeführt:

23./24. November 1999: Zweitägskurs *Einführung eines Umweltmanagementsystems (UMS) nach ISO 14001*.

18. Mai bzw. 9. Dezember 1999: *Risiko und Sicherheit in ISO 14001*.

28. Oktober und 19. November 1999: Zweitägskurs *Produkt- und Betriebsökobilanzen; Gradmesser der Umweltleistung nach ISO 14001?* (Das Seminar wird in Zusammenarbeit mit der Sinum GmbH durchgeführt).

Weitere Auskünfte erteilt Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Frau M. Forlin, Telefon 071/274 74 46, Fax 071/274 77 88, Lerchenfeldstrasse 5, Postfach 755, CH-9014 St. Gallen.

### Transdisciplinarity: Joint Problem-Solving among Science, Technology and Society, Zurich

The conference will be held at the Swiss Federal Institute of Technology in Zurich on February 27th, 28th, 29th and March 1st, 2000. Topics are: Problems requiring transdisciplinary research; Success stories and example of transdisciplinary research; Tools for successful transdisciplinary research; Ideas for creative methods of problem identification, research and problem-solving. For further

information please contact: Transdisciplinarity Conference Secretariat, Swiss Priority Programme Environment, Länggassstrasse 23, CH-3012 Berne, phone 031/302 55 77, fax 031/302 55 20, E-mail: transdisciplinarity@snf.ch, Internet: <http://www.snf.ch/transdisciplinarity/home.html>

## Denksportaufgaben

### Lösung zum 47. Problem: Fontäne von Genf

Bei der Fontäne von Genf wird ein Wasserstrahl mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 200 km/h senkrecht hochgeschleudert. Der Strahl erreicht – laut Beobachtung – eine Höhe von 140 Metern (Heft 9/10, 1998, S. 264). Ohne Wirkung des Luftwiderstandes würde der Wasserstrahl noch höher hinaufschliessen. Die Gesamthöhe des Strahles lässt sich berechnen, indem man die Bewegungsgleichung eines Wassertropfens ansetzt. Wir nehmen hier an, dass sich der Strahl so weit in seine Wasserteilchen auflöst, dass seine Form durch die Flugbahn eines repräsentativen Wassertropfens dargestellt werden kann. Die Flugbahn wird durch die Wegkomponenten  $x$  und  $y$  beschrieben, die den horizontalen bzw. vertikalen Abstand von der Düse der Fontäne bezeichnen. (Den Abstand zwischen Düse und Seeoberfläche vernachlässigen wir.) Auf seinem Flug ist der Wassertropfen der Gewichtskraft  $F_G$ , dem Luftwiderstand  $F_W$  und der Auftriebskraft  $F_A$  ausgesetzt. Werden die letzten beiden vernachlässigt, gilt

$$m \, dv/dt = -mg \text{ bzw. nach Integration } v = v_0 - gt. \quad (1)$$

Dabei bezeichnen  $v$  die Vertikalgeschwindigkeit,  $v_0$  die Anfangsgeschwindigkeit und  $m$  die Masse des Wassertropfens;  $t$  steht für die Zeit und  $g$  für die Erdbeschleunigung. Der höchste Punkt, d. h. der Umkehrpunkt für den Wassertropfen ist erreicht, wenn  $v = 0$  wird. Nach der obigen Gleichung trifft dies beim Zeitpunkt  $t_h = v_0/g$  zu. Mit  $v_0 = 200\,000/3600$  m/s und  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup> erhält man  $t_h = 5,66$  s.

Die momentane Höhenlage  $y(t)$  des Wassertropfens ergibt sich aus (1):

$$dy/dt = v = v_0 - gt \text{ bzw. nach Integration } y = v_0 t - gt^2/2. \quad (2)$$

Dieser Abstand von der Seeoberfläche wird maximal bei  $t = t_h$ . Setzt man den oben für  $t_h$  gefundenen Wert in (2) ein, ergibt sich die vom Tropfen maximal erreichbare Höhe:

$$y_h = v_0^2/(2g) = 157,3 \text{ m.} \quad (3)$$

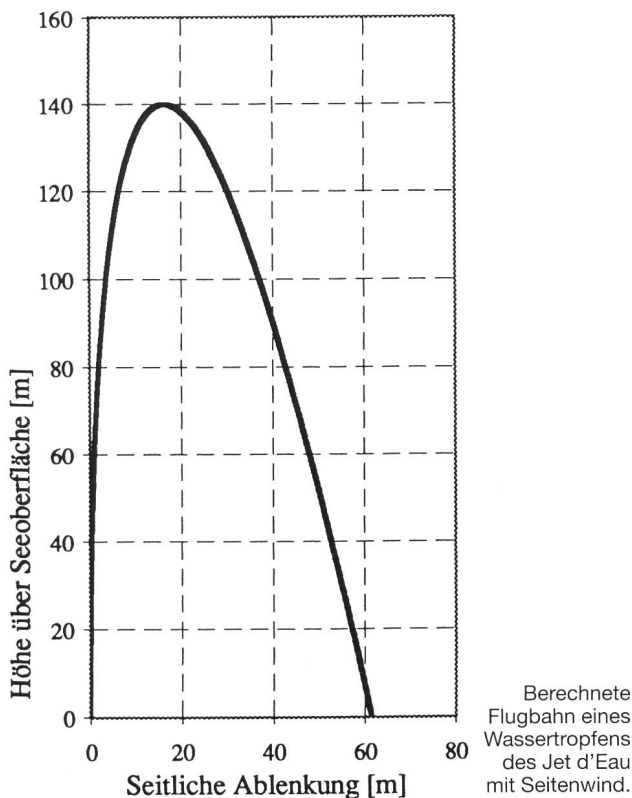
Dies ist die gesuchte theoretische Gesamthöhe des Strahles. Durch den Luftwiderstand wird die Strahlhöhe aber in Wirklichkeit auf 140 m reduziert. Dies bedeutet eine Verminderung um 11,0 %.

Im zweiten Teil des 47. Problems wird gefragt, wie weit der Strahl abgelenkt wird, wenn ein konstanter Seitenwind mit der horizontalen Windgeschwindigkeit  $w = 40$  m/s weht. Diese Aufgabe ist schwieriger zu lösen. Zunächst stellt sich die Frage, welche Kraft der Seitenwind auf den Wassertropfen ausübt. Hier kommt die Theorie über angeströmte Körper zum Zuge. Da aber nichts Genaueres über die Grösse der Wassertropfen bekannt ist, versuchen wir die notwendigen Parameter aus dem ersten Teil der Aufgabe herzuleiten. Der Strömungswiderstand (hier Luftwiderstand) wird allgemein in der Form  $F_W = \beta v^2$  angesetzt. (Im Parameter  $\beta$  ist ein Widerstandsbeiwert, die Dichte des Mediums und die Projektionsfläche des angeströmten Körpers, senkrecht zur Strömungsrichtung, enthalten. Darauf wollen wir hier aber nicht im Detail eingehen.) Wird nun der Luftwiderstand in der Bewegungsgleichung (1) berücksichtigt, gilt für den hochgeschleuderten Wassertropfen die Beziehung

$$m \, dv/dt = -mg - \beta v^2 \text{ bzw.} \quad (4)$$

$$dv/dt = -g - bv^2, \text{ mit } b = \beta/m.$$

Aufgrund der Angabe, dass das Wasser effektiv bis 140 m hochfliegt, lässt sich der vorerst unbekannte Parameter  $b$  wertmässig bestimmen. Dazu ist die Differentialgleichung (4) zu lösen. Allerdings ist der analytische Lösungsweg etwas mühsam. Hingegen lässt sich mit einem Mikrocomputer leicht eine numerische Lösung berechnen. Dabei gilt es den Wert des Parameters  $b$  so anzupassen, dass die Maximalhöhe der berechneten Flugbahn des Wassertropfens 140 m beträgt. Nach diesem Verfahren kommt man auf



den Parameterwert  $b = 0,00083 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ . Somit erfährt der durch die Luft fliegende repräsentative Wassertropfen eine vertikale Strömungswiderstandskraft von  $F_w = 0,00083 \text{ mv}^2$ . Sie wirkt der Bewegungsrichtung entgegen. (Für die Fallbewegung ist in (4) das Vorzeichen vor der Widerstandskraft  $\beta v^2$  zu ändern.) Im weiteren resultiert aus der numerischen Lösung, dass der Wassertropfen unter Berücksichtigung des Luftwiderstandes den höchsten Punkt bei  $t = 5,2 \text{ s}$  erreicht und bei  $t = 10,7 \text{ s}$  wieder auf der Wasseroberfläche aufschlägt.

Nun zum Einfluss des Seitenwindes. Durch diesen wird der Wassertropfen mit einer konstanten Geschwindigkeit von  $w = 40 \text{ m/s}$  angeströmt. Die horizontal wirkende Kraft verursacht eine horizontale Bewegungskomponente des Tropfens;  $x$  bezeichnet den entsprechenden horizontalen Weg,  $u$  die Horizontalgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit des Seitenwindes, relativ zur Horizontalbewegung des Tropfens, ist  $w_r = w - u$ . Die vom Wind erzeugte Strömungskraft, die horizontal auf den Tropfen wirkt, beträgt demnach  $F_{w,r} = \beta(w-u)^2 = bm(w-u)^2$ . Dabei wird angenommen, dass der oben aus der Vertikalbewegung abgeleitete Widerstandsparameter  $b = 0,00083$  auch für die vom Seitenwind verursachte Strömungskraft zutrifft. Für die horizontale Bewegungskomponente des Wassertropfens gilt dann die Gleichung:

$$m \frac{du}{dt} = bm(w-u)^2 \text{ bzw. } \frac{du}{dt} = b(w-u)^2. \quad (5)$$

Mit den Anfangsbedingungen  $u = 0$  und  $x = 0$  für  $t = 0$  (Austritt des Tropfens aus der Düse) erhält man für die horizontale Bewegung die Lösung

$$x(t) = wt - \ln(1+bwt)/b. \quad (6)$$

Natürlich kann man die Gleichung (5) auch numerisch integrieren. Nach  $10,7 \text{ s}$ , wenn der hochgeschleuderte Wassertropfen wieder auf die Seeoberfläche zurückfällt, ist  $x = 61,5 \text{ m}$ . Durch den starken Seitenwind wird also der Strahl um gut 60 Meter abgelenkt. Die graphische Darstellung zeigt die aus den Gleichungen (4) und (5) berechnete Flugbahn des Wassertropfens. Wir nehmen an, dass diese einigermaßen die Form des Strahles repräsentiert. Natürlich kann es sich angesichts der komplexen Strömungsvorgänge nur um eine Näherungslösung handeln. Vielleicht sind Sie – sehr geehrte Leserinnen und Leser – aufgrund anderer Strömungsansätze nicht zum gleichen Ergebnis gekommen.

Es freut uns, dass sich einige Leser eingehend mit dem Problem des Jet d'Eau befasst haben. Herr Philipp Huwyler aus Monthey hat die theoretische Höhe des Strahles hergeleitet und kommt ebenfalls auf  $157 \text{ m}$ . Was den Einfluss des Seitenwindes betrifft, hat er aufgrund seines Wassertropfen-Modells eine wesentlich geringere Ablenkung berechnet. Allerdings bestehen bei der Wahl der Widerstandsbeiwerte erhebliche Unsicherheiten. Herr Walter Giezendanner aus Bern weist darauf hin, dass der reale Jet d'Eau wohl erheblich vom Bild einer berechneten theoretischen Wassertropfen-Flugbahn abweichen wird.

Sie finden seinen Kommentar anschliessend:

«Zuerst einige Ergänzungen zu Ihrer Darstellung. In Genf sind zwei Hochleistungsmotoren installiert, welche zusammen  $500 \text{ l/s}$  fördern und je ca.  $500 \text{ kW}$  Leistung aufweisen. Schon bei Windgeschwindigkeiten von über  $15 \text{ km/h}$  ( $= 4,2 \text{ m/s}$ ) wird der 'jet d'eau' in Genf abgestellt, um die Anwohner und den Verkehr nicht zu stören (entspricht Windstärke 3 auf der Beaufort-Skala = 'petite brise'). Die von Ihnen angesprochene Windstärke von  $40 \text{ m/s}$  entspricht laut Beaufort einem 'ouragan', oder der höchsten Skalaeinteilung, nämlich 12 ( $> 118 \text{ km/h}$ ,  $> 32,7 \text{ m/s}$ ,  $> 64 \text{ nodes}$ .)

Ob die Modellvorstellung vom Strahl als Bündel von vielen Wassertropfen zutrifft, wage ich zu bezweifeln. Beim Beobachten stellt man fest, dass sich das Wasser, insbesondere bei Seitenwind, in feinen Tröpfchen vom Strahl löst. Einmal separiert, wird das Wassertropfenchen sozusagen vom Wind mitgetragen und ist nicht mehr Bestandteil eines zurückfallenden Strahls. Diese Loslösung vom Strahl hängt in erster Linie von den Grenzschichteigenschaften (Turbulenzen und Lufteintrag) im Wasserstrahl und der ihn umgebenden Luft ab. Diese wiederum sind Funktion der 'Vorgeschichte' des Strahls (Düse), aber auch der Strahlhöhe und -dicke (Vollstrahl oder Hohlstrahl) und vielleicht auch der atmosphärischen Bedingungen.

Ich bin deshalb gespannt auf die Resultate, welche die Theoretiker des 'Wassertropfenmodells' erhalten. Wir haben seinerzeit bei der Projektierung des Jets von Jeddah ( $H = 250 \text{ m}$ ) empirische Abschätzungen über den Einfluss des Windes der Jets von Genf und Fountain Hill (Arizona) gemacht und die folgenden Werte erhalten (Bild 1):

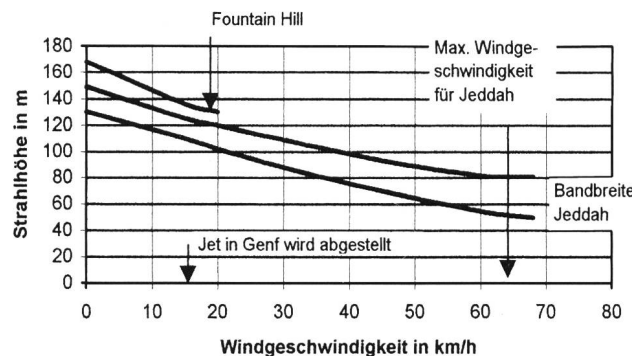


Bild 1. Annahmen für Seitenwindeinfluss auf Strahlhöhe.

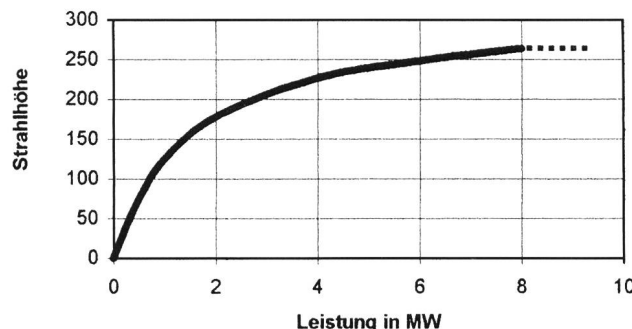


Bild 2. Annahmen für die Abhängigkeit der Strahlhöhe von der Pumpenleistung.



Interessant ist die Tatsache, dass für Jeddah mit nicht einmal der doppelten Höhe (250 m) etwa achtmal mehr Leistung als in Genf benötigt wird.

Die Motoren in Jeddah bauen einen Druck im Zubringersystem vor der Düse von ca. 540 m WS auf. (Die Anlage gleicht also einem mittleren Hochdruckkraftwerk im Wallis.) Es scheint fast, dass die zu erreichende Strahlhöhe durch eine Asymptote (siehe Bild 2) begrenzt ist. Die dicke Kurve widerspiegelt die Unsicherheit und die mögliche Streuung infolge verschiedener Randbedingungen (Qualität der Düse usw.)»  
*Walter Giezendanner*

Wenn wir die Feststellung von Herrn Giezendanner, wonach ein Teil der Wassertröpfchen vom Winde sozusagen weggetragen wird (mit einer Geschwindigkeit  $\leq w$ ), berücksichtigen, so dürfte die oben bezeichnete Flugbahn etwa die minimale Ablenkung des Strahles darstellen. Ein beträchtlicher Teil des hochgeschleuderten Wassers dürfte weiter abgelenkt werden.

Für zusätzliche Kommentare und interessante Lösungsansätze halten wir unsere Spalte gerne offen.

Mit freundlichen Grüßen Ihr

*Dr. Ferdinand Wasservogel*

Wie kann aus dem wortkargen Dialog zwischen dem Schiffskapitän Bär und seinen zwei Offizieren auf die Belegung der beiden Hafenbecken geschlossen werden (Heft 1/2, 1999, Seite 38)? Einfach und auf anschauliche Weise findet man die Lösung, wenn man sich die verschiedenen Möglichkeiten aufschreibt, wie die Becken mit Schiffszahlen von 0 bis 4 belegt sein könnten. Dies ist in der nachstehenden Tabelle ausgeführt. Jede Zeile stellt eine der möglichen Belegungen dar. In der 3. Kolonne ist das Produkt der Schiffszahlen, in der 4. Kolonne die Summe dargestellt. Nun kann man die Überlegungen der Offiziere nachvollziehen.

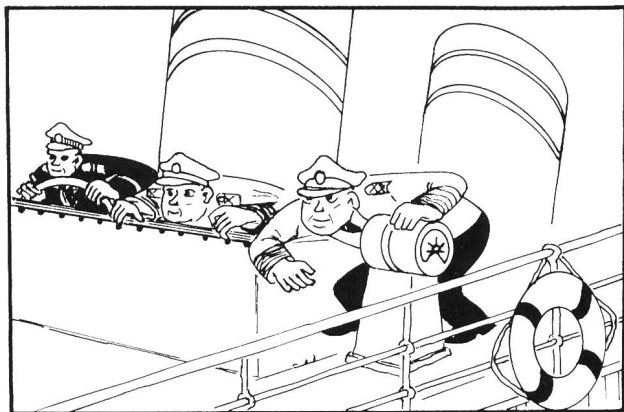
Offizier Hirsch kennt das Produkt; er kann aber die Antwort offensichtlich nicht geben, weil das Produkt mehrmals vorkommt. Also können beide Offiziere alle Möglichkeiten streichen, wo das gleiche Produkt nur einmal vorkommt (siehe Kolonne 3).

Offizier Wolf kennt die Summe; er kann aber die Antwort nicht geben, weil offensichtlich die Summe mehrfach vorkommt. Also können beide Offiziere alle verbleibenden Möglichkeiten streichen, wo die gleiche Summe nur einmal vorkommt (Kolonne 4).

Es verbleiben also noch zwei mögliche Belegungen. Hirsch kennt das Produkt, es ist entweder 0 oder 4.

Im ersten Fall lautet die Belegung 0–4, im zweiten Fall 2–2.

**Lösung zum 48. Problem: Intelligenztest auf hoher See**



48. Problem: Intelligenztest auf hoher See.

Belegung	Produkt	Summe
0 0	0	<del>0</del>
0 1	0	<del>1</del>
0 2	0	<del>2</del>
0 3	0	<del>3</del>
0 4	0	4
1 1	<del>1</del>	<del>2</del>
1 2	<del>2</del>	<del>3</del>
1 3	<del>3</del>	<del>4</del>
1 4	4	5
2 2	4	4
2 3	<del>6</del>	<del>5</del>
2 4	<del>8</del>	<del>6</del>
3 3	<del>9</del>	<del>6</del>
3 4	<del>12</del>	<del>7</del>
4 4	<del>16</del>	<del>8</del>

Wir danken für die Antworten unserer Leser *Walter Uehli*, Valens, und *Markus Federer*, Dietikon, die der Logik der Schiffsoffiziere auf die Spur gekommen sind.

Mit freundlichen Grüßen  
 Ihr Dr. Ferdinand Wasservogel

**wasser**  
**energie**  
 eau  
**énergie**  
 air **luft**

Schweizerische Fachzeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Gewässerschutz, Wasserversorgung, Bewässerung und Entwässerung, Seenregulierung, Hochwasserschutz, Binnenschifffahrt, Energiewirtschaft, Lufthygiene.

Revue suisse spécialisée traitant de la législation sur l'utilisation des eaux, des constructions hydrauliques, de la mise en valeur des forces hydrauliques, de la protection des eaux, de l'irrigation et du drainage, de la régularisation de lacs, des corrections de cours d'eau et des endiguements de torrents, de la navigation intérieure, de l'économie énergétique et de l'hygiène de l'air.

Gegründet 1908. Vor 1976 «Wasser- und Energiewirtschaft», avant 1976 «Cours d'eau et énergie»

**Redaktion:** Georg Weber, dipl. Ing. ETH, Direktor des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes; **Redaktionssekretariat:** Susanne Dorrer

ISSN 0377-905X

**Verlag und Administration:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3A, CH-5401 Baden, Telefon 056/222 50 69, Fax 056/221 10 83, Postcheckkonto Zürich: 80-32217-0, «wasser, energie, luft», Mehrwertsteuer-Nummer: 351 932

**Inseratenverwaltung:** Senger Media AG, Postfach, CH-8032 Zürich, Telefon 01/251 35 75, Fax 01/251 35 38  
 CH-1004 Lausanne, Pré-du-Marché 23, tél. 021/647 78 28, fax 021/647 02 80

**Druck:** buag Grafisches Unternehmen AG, Täferstrasse 14, 5405 Baden-Dättwil, Telefon 056/484 54 54, Fax 056/493 05 28

«wasser, energie, luft» ist offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV) und seiner Gruppen: Reussverband, Associazione Ticinese di Economia delle Acque, Verband Aare-Rheinwerke, Linth-Limmatverband, Rheinverband, Aargauischer Wasserwirtschaftsverband und des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren.

Jahresabonnement Fr. 120.– (zuzüglich 2 % MWST), für das Ausland Fr. 140.–

Einzelpreis Heft 3/4-1999 Fr. 25.– zuzüglich Porto und 2% MWST (Einzelpreis variierend je nach Umfang)