

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 79 (1987)
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: 22.02.2026

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

fang 1987 aufgerufen, die politischen Entscheide über den Beitritt zu einer Bau- und Betriebsgesellschaft und zum Bau der Ortsnetze zu fällen.

Ebenfalls studiert wird der Anschluss der nördlichen Teile der Agglomeration Zürich an diese Fernwärmeverversorgung. Der Referent konnte auf eindrückliche Weise darlegen, dass die Fernwärmeverversorgung eine realistische und umweltfreundliche Alternative zu den bisherigen Heizsystemen darstellt. Die gegenwärtig tiefen Ölpreise stellen die Wirtschaftlichkeit einer Fernwärmeverversorgung nur kurzfristig

und bei oberflächlicher Betrachtungsweise in Frage. Dank der hohen Preisstabilität der Fernwärme wird diese schon bald wieder konkurrenzfähig sein, besonders dann, wenn auch die bei der Ölheizung notwendigen Umweltschutzinvestitionen in Rechnung gestellt werden.

In der anschliessenden lebhaften Diskussion konnte U. Fischer noch zahlreiche Fragen beantworten, die vor allem das Realisierungsprogramm, die Wirtschaftlichkeit im Hinblick auf die stark schwankenden Erdölpreise sowie den Anschluss weiterer Zürcher Regionen betreffen.

Nekrologie



† Prof. Dr. Armin Weber

Am 30. Dezember 1986 ist Prof. Dr. Armin Weber nach kurzer Krankheit zwei Tage nach seinem 85. Geburtstag gestorben. Er war Professor für Geologie und Tiefbau am Technikum Winterthur (Ingenieurschule Winterthur) und Inhaber eines Ingenieurbüros für Geologie und wasserwirtschaftliche Untersuchungen.

Am 28. Dezember 1901 als Sohn des Geologen Prof. Dr. Julius Weber in Winterthur geboren, verbrachte er dort die Jugend- und Schulzeit. Nach Abschluss seiner Studien als Bauingenieur an der ETH in Zürich arbeitete er zuerst bei der Wasserversorgung Winterthur für die Grundwasserfassungen im Tösstal. Nach 2 Jahren Praxis studierte er an der ETH zusätzlich Geologie und promovierte mit einer Dissertation über die Geologie des Tösstals.

Nach einer Tätigkeit bei der Wasserversorgung von Paris wurde er 1937 Professor für Geologie und tiefbautechnische Fächer am Technikum Winterthur mit einer ¾-Lehrverpflichtung. Dieses nicht «ganz volle» Lehrpensum ermöglichte ihm parallel zur Schule ein eigenes Ingenieurbüro mit einer vielseitigen Gutachter- und Expertentätigkeit zu führen. So blieb er während seiner 30jährigen Lehrtätigkeit eng mit der Praxis verbunden und konnte auch nach seiner Pensionierung in der Schule als Berater tätig bleiben.

Armin Weber war ein begnadeter Lehrer, und die glückliche Verknüpfung mit der Praxis erlaubte ihm, ganze Generationen von Technikern und Ingenieuren in seine Fachgebiete einzuführen. Er verstand es, die jungen Leute selbstlos und mit Begeisterung auf ihre zukünftige Tätigkeit vorzubereiten und ihnen auch zu zeigen, dass Fachwissen allein nicht alles ist. Für ihn war Beruf immer auch Berufung. Er war aber allen auch ein väterlicher Freund, der eine natürliche Wärme ausstrahlte und es verstand, Vertrauen und Sicherheit zu geben.

Armin Weber blieb immer ein einfacher, selbstloser Mensch ohne viele Worte, der sich nie in den Vordergrund stellte. Es war aber für einen ehemaligen Schüler immer ein grosses Erlebnis, wenn man ihn im «sogenannten Ruhestand» getroffen hat und Erinnerungen und Erfahrungen austauschen konnte. Er war für viele ein Vorbild, und sein Wissen und Wirken lebt in seinen Schülern weiter.

Karl Dietlicher

In memoriam Heinrich Bachofner

Der am 7. Januar 1907 geborene Heinrich Bachofner trat am 1. Februar 1932 – in einer Zeit drückender Arbeitslosigkeit – als Aushilfe in die Dienste der Wasserrechtsabteilung des kantonalen Tiefbauamtes, nachdem sich der diplomierte Bauingenieur an verschiedenen Stellen im In- und Ausland Praxis in Eisenbeton und Wasserkraftanlagen erworben hatte. Er wurde mit der Bearbeitung von anspruchsvollen Wasserbauvorhaben wie die Glattvertiefung und die Zürichseeregulierung beauftragt. Während des Zweiten Weltkrieges hatte er sich vor allem mit der Behebung der Schäden der Hochwasserkatastrophe vom 25. August 1939 zu befassen, welche weite Teile des Zürcher Oberlandes verwüstete. Zum leitenden Ingenieur und

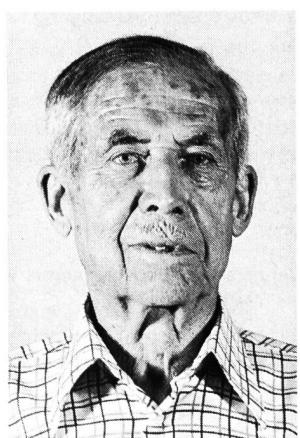
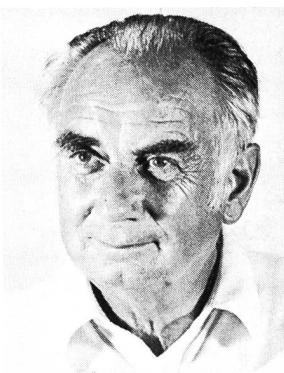
Adjunkten des Abteilungsleiters befördert, befasste er sich hauptsächlich mit Wasserkraftanlagen, Wasserwirtschafts- und Wasserrechtsfragen, der Bewirtschaftung des Grundwassers und mit der Wasserversorgung. Auf den 1. Januar 1963 wählte ihn der Regierungsrat als Vorsteher der Abteilung Wasserbau und Wasserrecht. Fortan nahmen ihn die Probleme des baulichen Gewässerschutzes und die Sicherheit der Tankanlagen stark in Anspruch. Die Einsicht, dass die zunehmende Gewässerverschmutzung mit wirksamen Anlagen bekämpft werden müsse, war im Zürcher Volk vorhanden, aber es galt die richtigen Lösungen zu finden. Hier war Heinrich Bachofner im Element: der ruhige, überlegte Pragmatiker verstand es, gegensätzliche Standpunkte anzunähern und Fachleute wie Politiker zum gemeinsamen Handeln zu veranlassen. Wie heute bei der Luftreinhaltung war man damals beim Aufbau des Gewässerschutzes über die einzuschlagenden Wege alles andere als einig.

Heinrich Bachofner war eine fruchtbare Aufbauphase auf dem Gebiete des Umweltschutzes vergönnt, die er massgeblich mitbeeinflusste, bis er am 30. Juni 1972 in einen äusserst aktiven Ruhestand trat. Kaum einmal fehlte er an Versammlungen von Fachverbänden des Gewässerschutzes und der Wasserwirtschaft, er suchte und fand den Kontakt mit jüngeren Kollegen und blieb so in unserer Mitte bis zu seinem plötzlichen Hinschied am 6. März 1987, wenige Wochen nach seinem 80. Geburtstag, den er in beneidenswerter Frische beim Wintersport im Lugnez verbrachte.

Christoph Maag

In memoriam Heinrich Bachofner

Heinrich Bachofner, geboren am 1. August 1897, ist am 22. März 1987 im 90. Altersjahr gestorben. Er hat dem Kanton Zürich die unwahrscheinlich lange Zeit von 1924 bis 1962 gedient. Nach dem Studium als Bauingenieur absolvierte er seine Praxisjahre beim Ingenieurbüro Meier in Wetzikon und trat dann als Wasserrechtsingenieur eine Stelle beim kantonalen Tiefbauamt an. Auf den 1. August 1931 wählte ihn der Regierungsrat als Ingenieur für Wasserbau, und fortan hatte er sich vor allem mit flussbaulichen Fragen zu befassen. Bald kamen Aufgaben aus dem Sektor Gewässerschutz dazu, wurde doch bereits 1933 im Kanton Zürich ein Gesetz über Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen erlassen. Die vielfältige Tätigkeit von Heinrich Bachofners straff geführter Equipe führte 1937 zur Verselbständigung als eine direkt der Baudirektion unterstellte Abteilung für Wasserbau und Wasserrecht, deren erster Vorsteher er wurde. Der Aufbau des Gewässerschutzes von der Stunde Null an wurde ihm zu einem wichtigen Anliegen, und er ent-



faltete auch eine rege Aufklärungs- und Informationstätigkeit. Es verwundert daher nicht, dass er 1945 angefragt wurde, ob er sich als Direktor der neu geschaffenen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz wählen lassen wolle. Er schlug aber diese Berufung aus und blieb seinem Kanton Zürich treu. Ende 1962 übergab er seine Abteilung dem bisherigen Adjunkten Heinrich Bachofner, der ihm im Tode nur wenige Tage vorausging.

Nebst dem Gewässerschutz als erster Stufe eines umfassenden Umweltschutzes befasste sich Heinrich Bachofner mit allen Fragen der Wasserwirtschaft. Es ist heute kaum mehr vorstellbar, mit welcher Intensität zum Beispiel Schifffahrtsfragen kurz vor und nach dem Zweiten Weltkrieg behandelt wurden, als gar noch die Schiffsbarmachung von Glatt und Limmat ernstzunehmende Themen waren!

Heinrich Bachofner war ein gestrenger, aber gütiger Chef, stets gut vorbereitet auf Verhandlungen. Seine damaligen Mitarbeiter erinnern sich mit Verehrung an ihn. Bis ins hohe Alter interessierte er sich lebhaft für Fachfragen und war ein anregender Gesellschafter im Freundeskreis.

Christoph Maag

Personelles

Kraftwerke Brusio AG, Poschiavo

Der Verwaltungsrat hat an seiner letzten Sitzung beschlossen, *Karl Heiz*, dipl. Ing. Phys. EPFL, als Nachfolger des in absehbarer Zeit in den Ruhestand tretenden Direktors *Markus W. Rickenbach* zu bezeichnen.

Ferner wurde *Nicola Rossi*, Leiter der Liegenschaftenverwaltung, mit Wirkung ab 1. Januar 1987 die Handlungsvollmacht erteilt.

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, EWZ

Hanspeter von Schulthess, dipl. Ing. ETH, Direktor des EWZ, hat den Stadtrat informiert, dass er auf Ende 1987 von der Möglichkeit eines vorverlegten Rücktritts Gebrauch machen möchte.

Österreichischer Wasserwirtschaftsverband

An der Vollversammlung von Ende Januar 1987 traten Änderungen im Präsidium und im Vorstand des ÖWWV ein. Zum neuen Präsidenten wurde Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Werner Biffi, Pro-Rektor der Universität für Bodenkultur, Wien, gewählt. Vizepräsidenten sind Dipl.-Ing. Dr. Walter Kemmerling, Dr. Wolfgang Pircher, Dr. Herbert Spendel, Dr. Werner Lengyel und Dipl.-Ing. E. Wurzer.

Veranstaltungen

Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA)

Die SVA hat sich die Aufgabe gestellt, im Rahmen einer Informationstagung zum Thema «Strahlung im Lichte von Tschernobyl» Klarheit in den Fragenkomplex Strahlendosen, Strahlenwirkung und Strahlenschutz zu bringen. Die Tagung, die am 30. April 1987 im Hotel Nova-Park in Zürich stattfindet, richtet sich an jedermann, der in der Energiediskussion involviert ist, und nicht nur an die Spezialisten. Anmeldungen sind zu richten an: SVA, Postfach 2613, CH-3001 Bern.

Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Kommission

Reinhaltung der Luft

Unter dem Thema «Eine technische, analytische, ökologische und toxikologische Herausforderung» wird vom 5. bis 7. Mai 1987 in Mannheim das Kolloquium durchgeführt. Es ist Aufgabe des Dioxinkolloquiums, die neuesten Ergebnisse zusammenzutragen, zu diskutieren und eine Aussage über die gegenwärtige gesundheitliche Gefährdung des Bürgers durch diese Umweltschadstoffe zu versuchen.

Auskünfte erteilt der Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Abt. Tagungsorganisation, Postfach 1139, D-4000 Düsseldorf 1.

L'eau dans les massifs rocheux et dans les ouvrages souterrains

Sous ce thème la Société suisse de mécaniques des sols et des roches (SSMSR) et le Groupe spécial pour les travaux souterrains de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (GTS) organisent

pour le 7 mai 1987 au Palais des Congrès à Biel une journée d'étude.

Le but de la journée d'étude est d'offrir aux maîtres d'ouvrage, aux projeteurs et aux entrepreneurs l'aperçu le plus complet possible des problèmes qui se posent en relation avec l'eau dans les travaux souterrains et en rocher. En se basant sur ces pratiques, on discutera des solutions ainsi que des possibilités techniques dont on dispose à ce jour.

Renseignements et inscription: Secrétariat de la SSMSR, ETH Hönggerberg, CH-8093 Zürich.

Umweltschutz als Daueraufgabe der Industrie; die neuen Verordnungen

Im Mittelpunkt der Tagung, die für 5. und 6. Mai 1987 geplant ist, stehen Verordnungen zum Umweltschutzgesetz, wie Verordnung über umweltgefährdende Stoffe (1. September 1986), Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (1. April 1987), Verordnung über Schadstoffe im Boden (1. September 1986) sowie Luftreinhalte-Verordnung (1. März 1986). Jede dieser Verordnungen trifft alle Industrie- und Gewerbebetriebe mehr oder weniger. Obwohl der Vollzug der Verordnungen bei den Behörden liegt, ist es Aufgabe von Industrie und Gewerbe, durch eigene Ideen und Massnahmen die in den Verordnungen festgelegten Zielvorgaben zu erreichen.

Der Verein zur Förderung der Wasser- und Lufthygiene/VFWL, unter dem Vorsitz von W. Jauslin, dipl. Ing. ETH, führt die zweitägige Tagung in der Aula der Höheren Technischen Lehranstalt (Ingenieurschule) in Brugg-Windisch durch. Die VFWL-Tagung richtet sich an Industrie und Gewerbe, aber auch an die Behörden und soll mithelfen, die Kenntnisse über die Verordnungen zu vertiefen und Lösungsmöglichkeiten mit Schwerpunkt Reduktion von organischen Substanzen und Lösungsmitteln in der Abluft aufzuzeigen. Die Tagung wird durch eine Ausstellung ergänzt.

Anmeldungen sind zu richten an: Verein zur Förderung der Wasser- und Lufthygiene (VFWL), Spanwidstrasse 3, CH-8006 Zürich.

Kostenvergleichsrechnung

Die Landesgruppe Bayern im DVWK veranstaltet am 21. und 22. Mai 1987 im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft in München ein Fortbildungsseminar über «Kostenvergleichsrechnung». Die zunehmende Bedeutung von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) veranlasst, einige Grundsatzmaterialien zur Anwendung dieses Instrumentariums entwickeln zu lassen. Zur Einarbeitung in die heute zur Verfügung stehenden Methoden bietet der DVWK eine Anpassungsfortbildung an. Das Seminar beschränkt sich bewusst auf die Kostenvergleichsrechnung, das als Standardrüstzeug des Wasserwirtschaftsingenieurs zu betrachtende Grundverfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Das Seminar baut auf folgenden Ausarbeitungen der LAWA-Arbeitsgruppe «Nutzen-Kosten-Untersuchungen in der Wasserwirtschaft» auf: Grundzüge der Nutzen-Kosten-Untersuchungen; Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen; Leitlinien zur Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen in der Wasserwirtschaft.

Interessenten richten ihre Anmeldung an die Landesgruppe Bayern im DVWK, Dom-Pedro-Strasse 19, D-8000 München 19.

Häb Sorg zum Wasser

Vom 15. Mai bis zum 27. Juni 1987 findet in der Eissporthalle Lyss die interkantonale Sonderschau über das Phänomen Wasser statt. Kontaktadresse: Häb Sorg zum Wasser, Postfach 175, CH-3250 Lyss.

Zweite Techtextil

Vom 2. bis 4. Juni 1987 findet in Frankfurt die Techtextil, Internationale Fachmesse für den Markt technischer Textilien und faserverstärkender Materialien statt. Sie wird einen Überblick über den Entwicklungsstand bei Geotextilien geben. Es werden über 250 Aussteller aus 20 Ländern erwartet.

In diesem Bereich spielen Entwicklungen für den Erd- und Wasserbau eine bedeutende Rolle. Das Angebot umfasst Netze für die Damm-, Ufer- und Halden-Rekultivierung; wasser- und gasablei-

tende Zweiwand-Gewirke für den Hang- und Untergrundschutz; Materialien für den Erosionsschutz; mit Beton verfüllbare Matratzenkonstruktionen, Schlauchbarrieren und Kissen für Boden- und Uferbefestigungen sowie Dichtungsmaterial zum Grundwasserschutz, beispielsweise zur Sicherung von Mülldeponien.
Anfragen sind zu richten an die Messe Frankfurt GmbH, Ludwig-Erhard-Anlage 1, D-6000 Frankfurt 1.

L'AGHTM, Association générale de hygiénistes et techniciens municipaux, Paris

Du 15 au 18 juin 1987, le 67e Congrès se déroulera à Nice au Palais des Congrès. Le droit d'inscription donnant droit à toute la documentation des séances de travail est aux visites techniques est de 1400 FF par congressiste.

Pour des renseignements, il faut s'adresser à l'Association générale des hygiénistes et techniciens, 9, rue de Phalsbourg, F-75854 Paris cedex 17.

Tagungen der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) im Jahr 1987

Die Kehrichtsackgebühr. Eine Form der verursachergerechten Gebührenerhebung. Diese Tagung für Gemeindebehörden, kommunale Verantwortliche, Politiker, Vertreter aus Bund und Kanton, Kehrichtzweckverbände und Umweltgruppen findet am Mittwoch, 17. Juni, 9.30 bis 16 Uhr im Hotel Winterthur, Winterthur, statt. Sie wird am Mittwoch, 24. Juni, 9.30 bis 16 Uhr im Hotel Dreitannen, Olten, wiederholt.

Aufgaben und Chancen der Gemeinden in der Luftreinhaltung. Mittwoch, 11. November.

Auskünfte und Tagungsprospekt: VGL-Sekretariat, Schaffhauserstrasse 125, 8057 Zürich, Tel. 01/3629490.

Österreichische Wasserwirtschaftstagung 1987 in Graz

Der Österreichische Wasserwirtschaftsverband veranstaltet die Wasserwirtschaftstagung 1987 vom 15. bis 17. Juni in Graz. Sie ist dem Thema «Zukunftsperspektiven der österreichischen Wasserwirtschaft» gewidmet. Am Montag, 15. Juni, nachmittags und am Dienstag, 16. Juni, stehen Vorträge auf dem Programm. Der Mittwoch, 17. Juni, ist für Fachbesichtigungen reserviert. Auskünfte erteilt der Österreichische Wasserwirtschaftsverband, An der Hüben 4, A-1010 Wien.

Achema 88

Das alle drei Jahre stattfindende Treffen für Chemische Technik und Biotechnologie, 22. Ausstellungstagung, findet in Frankfurt am Main vom 5. bis 11. Juni 1988 statt. Sie spricht vor allem Fachleute an aus dem Bereich der chemischen Technik und der Biotechnologie, insbesondere aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie, der Petrochemie, der Lebensmittelindustrie, der keramischen Industrie und aus allen anderen stoffumwandelnden Industriezweigen, Umweltschutz, Biotechnologie, Meeretechnik, Anwendung der Informatik, Energietechnik und Rohstoffeinsparung sowie Sicherheit. Weitere Auskünfte erteilt Dechema, Organisation Achema, Postfach 970146, D-6000 Frankfurt am Main 97.

Überwachung der Ufer von Stauhaltungen; Massenstürze und Rutschungen

Die Studententagung, organisiert vom Ausschuss für Talsperrenbeobachtung des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren (SNGT), wird am 25. und 26. Juni 1987 in Lugano stattfinden. Anhand aufgetretener Ereignisse und durchgeföhrter Modelluntersuchungen wird gezeigt, was für Auswirkungen ein in einen Stausee niedergehender Massensturz haben kann, wie mit der Überwachung insbesondere durch den Talsperrenwärter solche Gefährdungen erkannt werden können. An ausgewählten Beispielen wird dargestellt, welche Massnahmen getroffen wurden. Im Rahmen dieser Vortragsveranstaltung findet eine Ausstellung von geodätischen Messgeräten statt. Der zweite Tag ist der Exkursion zur Staumauer Malvaglia der Blenio Kraftwerke AG gewidmet. Detailprogramm und weitere Informationen gibt das Bundesamt für Wasserwirtschaft, Postfach 2743, 3001 Bern.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Hauptversammlung 1987

Die Hauptversammlung 1987 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes wurde auf Donnerstag/Freitag, 1./2. Oktober, festgelegt. Sie findet in der Kartause Ittingen im Kanton Thurgau statt. Der erste Tag ist Vorträgen, Besichtigungen und der Hauptversammlung selbst gewidmet. Er wird mit einem gemeinsamen Nachessen abgeschlossen. Am Freitag sind Exkursionen vorgesehen. Wir bitten die Mitglieder und Gäste, sich die Daten vorzumerken.

Denksport

Lösung zum 16. Problem: Feynman und der Rasensprenger

«Sehr geehrter Herr Wasservogel! Die Denksportaufgabe Nr. 16 hat mir wirklich zu denken gegeben. Nachdem ich sowohl beim Rasensprenger als auch bei der „Umkehrung“ des Rasensprengers alle mir bekannten Kräfte eingezeichnet hatte, war es nur noch Einbildung zu glauben, dass bei der Umkehrung keine Bewegung entstehen kann. (Dies glaube ich auch heute noch.) Ich habe mir dann aus Trinkröhrchen ein primitives Modell gebastelt, das des Rätsels Lösung lüften sollte. Beim Reinblasen drehte es sich, beim Ansaugen drehte es sich nicht. Die theoretische Erklärung liess noch lange auf sich warten, bis endlich der zündende Gedanke kam.» Soweit ein Zitat aus der Zuschrift von A. Renold, Sins. Vielleicht haben auch andere Leser die Aufgabe experimentell, allerdings vorsichtiger als Feynman, zu lösen versucht. Auch der Verfasser der Aufgabe, A. Gyr, Zürich, hat sein auf theoretischem Weg erarbeitetes Resultat experimentell bestätigt. Im folgenden geben wir seine Lösung wieder.

Folgende Annahmen werden getroffen: Die Flüssigkeit ist inkompressibel, die Dichte ρ soll sich nicht ändern. Das Rohr weise keine Querschnittsveränderung auf, das heißt, es gelte

$$A_1 = A_2 = A \quad (1)$$

Die Einheitsvektoren e_1 und e_2 stehen senkrecht aufeinander (Bild 1), der Rohrbogen sei also um 90° abgewinkelt. Diese Annahmen ändern an der grundlegenden Fragestellung nach der Drehrichtung des Bogens nichts.

Die Betrachtung wird auf einen Stromfaden bezogen. Auf dieses System angewendet, ergibt der Impulssatz:

$$\mathbf{K} = \rho Q (\mathbf{c}_2 - \mathbf{c}_1), \quad (2)$$

mit $\mathbf{K} = \mathbf{k}_v + \mathbf{k}_o + \mathbf{k}_e$

Dabei bezeichnen \mathbf{k}_v die Volumenkräfte, \mathbf{k}_o bzw. \mathbf{k}_e die Mantel- bzw. die Endflächenkräfte. Q ist der Durchfluss; \mathbf{c}_1 und \mathbf{c}_2 bezeichnen die Geschwindigkeitsvektoren in e_1 - bzw. e_2 -Richtung. Die Volumenkraft \mathbf{k}_v steht senkrecht zur Drehebene (e_1 , e_2) und fällt somit für die Betrachtung des Problems nicht in Betracht.

Mit den Endflächenkräften

$$\mathbf{k}_e = p_1 A e_1 - p_2 A e_2$$

wird die Impulsgleichung (2) reduziert auf

$$\mathbf{k}_o = (\rho c_2^2 A + p_2 A) e_2 - (\rho c_1^2 A + p_1 A) e_1 \quad (3)$$

Ist die Stromröhre durch ein Rohr abgeschlossen, so wirkt auf dieses von innen die Reaktionskraft \mathbf{k}_R

$$\mathbf{k}_R = -\mathbf{k}_o \quad (4)$$

Auf die Außenwelt des Rohres wirkt aber noch ein äußerer Druck. In e_3 -Richtung kompensiert die dazugehörige Druckkraft den \mathbf{k}_v -Term. In der (e_1 , e_2)-Ebene kompensieren sich die Druckkräfte, die nun nach innen gerichtet sind, nur bis auf zwei Projektionsflächen, die den Endflächen entsprechen.

$$\mathbf{k}_{po} = -p_0 A e_1 + p_o A e_2 \quad (5)$$

Die Reaktionskraft \mathbf{k}_w auf die Rohrwand ist somit

$$\mathbf{k}_w = \mathbf{k}_R + \mathbf{k}_{po} = (\rho c_2^2 + p_1 - p_0) A e_1 - (\rho c_1^2 + p_2 - p_0) A e_2 \quad (6)$$

Für die Drehrichtung des S-Rohres ist nur die e_2 -Komponente von \mathbf{k}_w entscheidend:

$$\mathbf{k}_w \cdot e_2 < 0 \text{ oder } \mathbf{k}_w \cdot e_2 > 0? \quad (7)$$

Für positive Werte dreht sich der Arm in e_2 -Richtung, für negative dieser entgegen. Wegen (6) wird

$$\mathbf{k}_w \cdot e_2 = -(\rho c_2^2 + p_2 - p_0) A \quad (8)$$

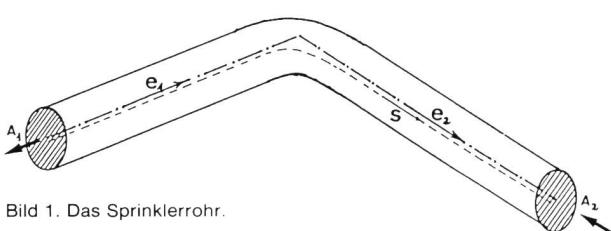


Bild 1. Das Sprinklerrohr.

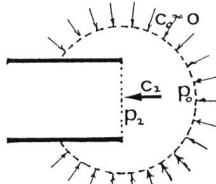


Bild 2a. Stützkraftüberlegung an A_2 .

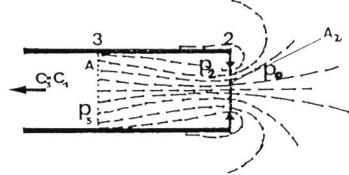


Bild 2b. Effektives Stromlinienbild.

Mit

$$p_2 = p_0 - \frac{c_2^2}{2} \rho \quad (9)$$

berechnet sich die rechte Seite von (8) zu

$$- \rho A \frac{c_2^2}{2}$$

d.h. unabhängig von der Strömungsrichtung ist dieser Term negativ, und das S-Rohr dreht sich rückwärts.

Diese Überlegung wirkt überzeugend, ist aber falsch!

Sie wird hier trotzdem wiedergegeben, weil möglicherweise verschiedene Leser auf diese Lösung gekommen sein könnten. Diese Darstellung lässt es aber auch zu, einige allgemeine Gedanken anzuschliessen. Wo liegt der Fehler? Wenn wir uns nicht verrechnet haben, kann er nur in der Annahme stecken. Die wesentlichste Annahme ist in Gleichung (1) wiedergegeben. Sie ist sicher nicht falsch, denn wir können jederzeit ein Rohr mit gleichem Durchmesser wählen, aber ist A_2 auch der Strömungsquerschnitt? In Bild 2a wird gezeigt, weshalb A_2 nicht A gesetzt werden darf und in Bild 2b das zugehörige Stromlinienbild.

Der Impulsfluss durch A_2 ist $\rho Q c_2 = \rho c_2^2 A_2$. Dieser wird erzeugt durch ein Druckgefälle $(p_0 - p_2)A_2 = \Delta p A_2$.

Mit $\Delta p = \rho \frac{c_2^2}{2}$ erhalten wir somit die Gleichung

$$\rho \frac{c_2^2}{2} A_2 = \rho A_2 c_2^2 \quad (10)$$

die nicht zu erfüllen ist. Die Strömung schnürt ein, wodurch ein Stromlinienbild entsteht, wie es in Bild 2b wiedergegeben ist. Die

Einschnürung kann nicht exakt, aber in guter Näherung als «vena contracta» gegeben werden.

Der Impulsfluss ist gegeben durch

$$(\rho_0 - \rho_2)A = A_2 \rho c_2^2$$

und mit dem Satz von Bernoulli

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{p_2}{p_0} + \frac{1}{2} \frac{c_2^2}{c_0^2}$$

ergibt sich, dass diese Gleichung erfüllt ist für

$$\frac{A_2}{A} = \frac{1}{2} \quad (11)$$

Aus dem Kontrollabschnitt 2 – 3 folgt

$$Ap_2 + \rho c_2^2 A_2 = Ap_3 + \rho c_3^2 A; p_3 = p_2 + \rho \frac{c_2^2}{4} = p_0 - \rho \frac{c_2^2}{4} \quad (12)$$

Gleichung (8) wird jetzt für den Bogen von Schnitt 3 an gerechnet.

$$k_w \cdot e_2 = - (\rho c_3^2 + p_3 - p_0)A = - \left[\rho \frac{c_2^2}{4} + p_0 - \rho \frac{c_2^2}{4} - p_0 \right] A = 0 \quad (13)$$

Der Sprinkler-Arm bleibt in Ruhe!

Nun ist auch klar, weshalb Feynman das Missgeschick geschah. Da sich der Sprinkler nicht oder nur sehr schwach drehte, gab er, um diesen schwachen Effekt zu verstärken, zu viel Druckluft in die Flasche, bis sie eben barst.

Soweit die Lösung von Albert Gyr. Wir danken ihm für die interessante Aufgabe. Von folgenden Lesern haben wir Antworten zu diesem Problem erhalten: G. Classen, Rickenbach, N. Hagen, München, A. Renold, Sins.

Mit freundlichen Grüßen Ihr

F. Wasservogel