Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 106 (1988)
Heft: 6

Artikel: Hydromechanik an der ETH Zürich
Autor: Bühler, Johannes / Gyr, Albert / Müller, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85631

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: 16.07.2025

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

Hydromechanik an der ETH Zürich

Einleitung

Vor zwanzig Jahren hat sich die ETH Zürich entschlossen, die Abteilung für Bauwesen (Abt. II) und die Abteilung

VON JOHANNES BÜHLER,
ALBERT GYR,
ANDREAS MÜLLER UND
FRITZ STAUFFER,
ZÜRICH

für Kulturtechnik und Vermessungswesen (Abt. VIII) auf den Hönggerberg zu verlegen. Der Schulrat hat dabei die damalige Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAWE) aufgeteilt in eine Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAM), welche am alten Standort verblieb, ein Institut für Grundbau und Bodenmechanik (IGB) und ein Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft (IHW), welches zusammen mit den anderen Instituten des Bauwesens auf den Hönggerberg verlegt werden sollten. Im Dezember 1970 hat das IHW provisorische Räume an der Tannerstrasse bezogen und ist 1976 in die Neubauten auf den Hönggerberg umgezogen, wo das Institut erstmals eigene Labors einrichten konnte (Bild 1).

Die Gruppe Siedlungswasserwirtschaft, welche von Prof. E. Trüeb betreut wird, führt die Studenten der höheren Semester in die Probleme der Wasserversorgung, der Kanalisationstechnik und der Abwasserreinigung ein. Im folgenden werden wir uns mit den Aufgaben und den Arbeiten der Hydromechanik-Gruppe von Prof. *T. Dracos* befassen, welcher von Anfang an Themen und Arbeitsmethoden entscheidend geprägt hat.

Unterricht und Forschung

Zwei Grundlagenfächer, welche beide von Prof. Dracos gelesen werden, geben den Studenten der Abteilungen II und VIII einen Einstieg in die wasserbaulichen Fächer. Die Vorlesung Hydraulik führt in die Strömungsmechanik der natürlichen Gewässer und ihre technische Anwendung im Ingenieurwesen ein. Die Vorlesung Hydrologie vermittelt konzeptionelle Modelle und legt die Grundlagen für die statistische Beschreibung des natürlichen Wasserhaushaltes. Diese Vorlesungen werden ergänzt durch Spezialvorlesungen in Grundwasserhydraulik und instationären Strömungen sowie durch ein hydraulisches Praktikum.

Auch in der Forschung werden, gleich wie im Unterricht, grundlegende Fragen von Strömungen in natürlichen Gewässern untersucht. Die Arbeiten lassen sich unter dem Stichwort «Transport- und Mischvorgänge» zusammenfassen. Wie wichtig diese Vorgänge im Grundwasser, in Flüssen und Seen sind, ist erkannt worden, bevor sie im Rahmen unserer Umweltsorgen besondere Aktualität gewonnen haben. Die Versuche werden so gestaltet, dass die wesentlichen Merkmale in einfachen Strömungssituationen beobachtet und mit modernen Messmethoden erfasst werden können.

Grundwasser

Im Anschluss an Untersuchungen der Ölausbreitung in Grundwasserträgern wurde erkannt, welch wichtige Rolle die ungesättigte Zone oberhalb des Grundwasserspiegels in der Dynamik eines Grundwasserträgers spielt. Überraschend kurze Reaktionszeiten des Grundwasserspiegels konnten im Experiment nachgebildet und verstanden werden.

Natürlich geschichtete Kiesböden (Bild 2), wie sie in jeder Kiesgrube im Schnitt beobachtet werden können, entziehen sich einer einfachen Beschreibung durch Theorien, die von einer homogenen Durchlässigkeit ausgehen. Diese Inhomogenitäten stochastisch zu beschreiben und die sich ergebenden Transportprozesse zu studieren, bilden eine faszinierende Aufgabe. Die experimentellen Arbeiten im Labor und im Feld führen zur Entwicklung von numerischen Modellen, welche die natürlichen Vorgänge nachbilden.

Gerinneströmungen

Beobachtet man die Bewegungen in fliessenden Gewässern, so ist die Rolle der Turbulenz für Transport- und Mischprozesse offensichtlich. Eine genauere Analyse dieser scheinbar chaotischen Vorgänge zeigt, dass die Bewegungen immer wieder ähnlich ablaufen und mit der Bildung von Wirbeln verbunden sind (Bild 3). Das Studium solcher Wirbelstrukturen erlaubt es, den intermittenten Charakter etwa des Impulstransportes zu beschreiben. Es erlaubt, Phänomene wie die Widerstandserniedrigung durch Polymere zu erklären und auch die Wechselwirkung von Bettformen und der Strömung in sedimentführenden Gewässern zu verstehen.

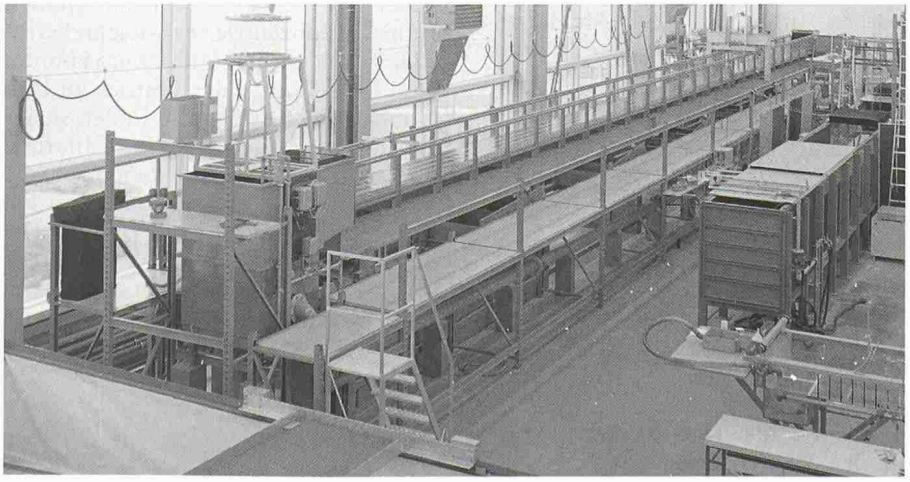
Strömungen in stehenden Gewässern

Strömungen in unseren Seen sind wesentlich durch die Dichteunterschiede bestimmt und werden vor allem durch den Wind und die Zuflüsse erzeugt. Die Schichtung im See entscheidet, wie sich das zufliessende Wasser auf Grund seiner Temperatur und seines Feststoffgehaltes ausbreitet, durchmischt und einschichtet (Bild 4). Die Vielfalt dieser Einmischvorgänge, welche den Anfangsimpuls verteilen und die anfänglichen Dichteunterschiede verringern, ist immer wieder überraschend. Auf Grund von experimentellen Ergebnissen und theoretischen Annahmen werden Modelle entwickelt, die es dem Ingenieur erlauben, entsprechende Mischprozesse zu berechnen.

Forschungsanlagen

Die Schaffung der neuen Laborien des IHW auf dem Hönggerberg ermöglichte es, die Forschungsanlagen entsprechend diesem Konzept zu entwerfen und aufzubauen. Für die Messung der gesuchten Strömungsparameter ist je

Bild 1. Versuchsanlagen des Institutes für Hydromechanik und Wasserwirtschaft in der Bauhalle der ETH Hönggerberg



nach Problemstellung eine grosse zeitliche Auflösung erforderlich oder die Versuche erstrecken sich über mehrere Tage oder Wochen. Beide Aufgaben können leicht mit digitaler Datenerfassung über Prozessrechner gelöst werden. Bereits 1971 wurde mit dem Aufbau einer Rechenanlage für das Labor begonnen, welche beim Umzug auf den Hönggerberg erweitert und allen Instituten des Bauwesens zur Verfügung gestellt wurde. Diese Zusammenarbeit war eine grosse Hilfe für alle Beteiligten.

Die Strömungsanlagen sind mit modernen elektronischen Messeinrichtungen ausgerüstet. Im Grundwasserlabor wird der Wassergehalt des Porenraums mit kernphysikalischen Methoden und die Schadstoffausbreitung mit einem System von Leitfähigkeitssonden bestimmt. Strömungsgeschwindigkeiten werden optisch über den Dopplereffekt von gestreutem Laserlicht gemessen. Ein System von 128 Thermistoren erlaubt es, Temperaturfelder abzutasten. Grosser Wert wird auf gleichzeitige Sichtbarmachung der Strömung gelegt. Zur Zeit wird daran gearbeitet, Strömungsfelder mit Hilfe von Schwebeteilchen zu erfassen, deren Bewegung mit Hilfe von digitaler Bildverarbeitung bestimmt wird.

Die Vielfalt dieser Probleme und Messmethoden spiegelt sich auch in der multidisziplinären Zusammensetzung des Kaders.

Internationale Ausstrahlung

Für eine kleine spezialisierte Forschungsgruppe ist der Austausch von Ideen, Methoden und Ergebnissen unerlässlich. Neben Konferenzen werden auch erfolgreich Fortbildungskurse organisiert und es hat sich gezeigt, dass sich auch in Zürich Kurse in Englisch bewähren, da sie eine internationale Beteiligung von Dozenten ermöglichen und Teilnehmer ausserhalb des deutschen Sprachraums anziehen. Wir freuen uns, dass unser Institut regelmässig von Gastdozenten aus dem Ausland für Studienaufenthalte gewählt wird, und Mitglieder des Instituts werden regelmässig von ausländischen Hochschulen eingeladen. Viele der ausländischen Autoren dieser Festschrift waren für längere Zeit bei uns zu Gast. Sie stellen sich gerne mit uns in die Reihen der Gratulanten.

Adresse der Verfasser: Dr. *Johannes Bühler*, Dr. *Albert Gyr*, Dr. *Andreas Müller*, Dr. *Fritz Stauffer*, Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

Bild 2. An der Wand einer Kiesgrube werden die Inhomogenitäten der Grundwasserträger aufgeschlossen (Foto P. Huggenberger)

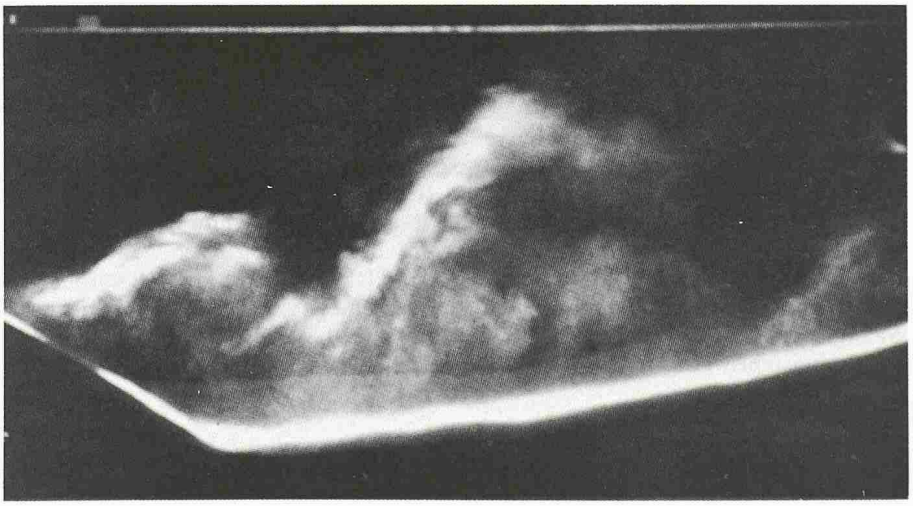


Bild 3. Frühstadium einer aufquellenden Wirbelstruktur, welche aus der Scherschicht im Ablösungsgebiet einer Düne entstanden ist

Bild 4. Wasserstoffblasen zeichnen das Geschwindigkeitsprofil eines Dichtestromes von Salzwasser über einer rauhen Sohle. Die weissen Bänder von Wasserstoffblasen werden durch einen pulsierenden Strom über Elektrolyse an einem senkrechten Draht erzeugt