

## Dienstleistungsinformation

Hydraulisches Labor  
UFT-FluidLab

LAB  
0951



**Titelbild:**  
Modellversuche für einen Wirbel-  
fallschacht mit steilem Zulauf und  
zylindrischer Drallkammer.

## 1 Das hydraulische Labor

Unsere Firma betreibt ein eigenes hydraulisches Laboratorium, in dem sich Modell- und Kalibrierversuche durchführen lassen.

Das technisch gut ausgerüstete Labor, siehe Bild 1, hat einen eigenen Wasserkreislauf mit einem Tiefbehälter (1) von ca. 12 m<sup>3</sup> Wasservolumen. Eine Kreiselpumpe (4) entnimmt durch eine Saugleitung (2), in der sich ein hochpräziser Magnetisch-Induktiver Durchflussmesser (MID) (3) befindet, aus diesem Tiefbehälter das Wasser. Die Pumpe wird mit einem drehzahlregulierten Motor (5) angetrieben.

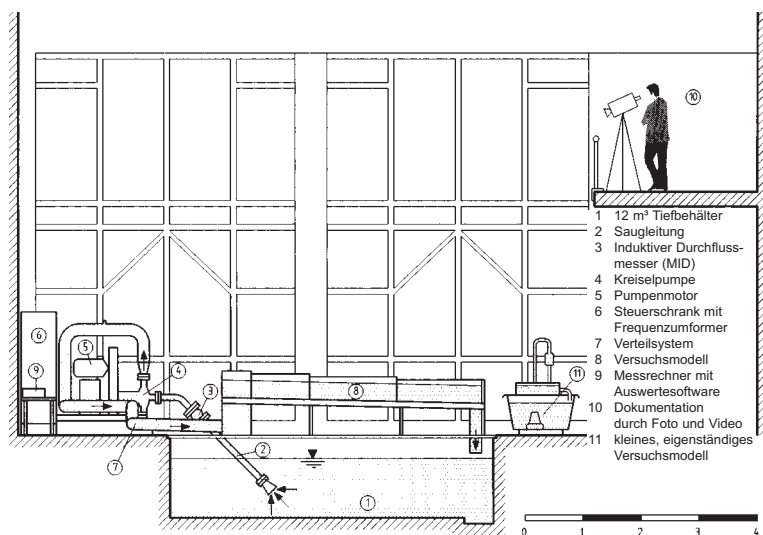
Der Frequenzumformer für die Motorsteuerung befindet sich im Steuerschrank (6). Außerdem befinden sich dort auch die Steuermodule zur Betätigung der Stellantriebe des Verteilsystems, die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) und die Anzeigemodule für den MID. Über das Verteilsystem (7) fließt das Wasser dem Versuchsmodell (8) zu.

Die Messsignale des MID können ausgewertet und die Pumpe über die SPS so gesteuert werden, dass eine Regelung des Durchflusses erfolgt. Damit entfallen die bei älteren Versuchsanlagen üblichen Hochbehälter. Die Pumpe ist zusätzlich auch manuell steuerbar.

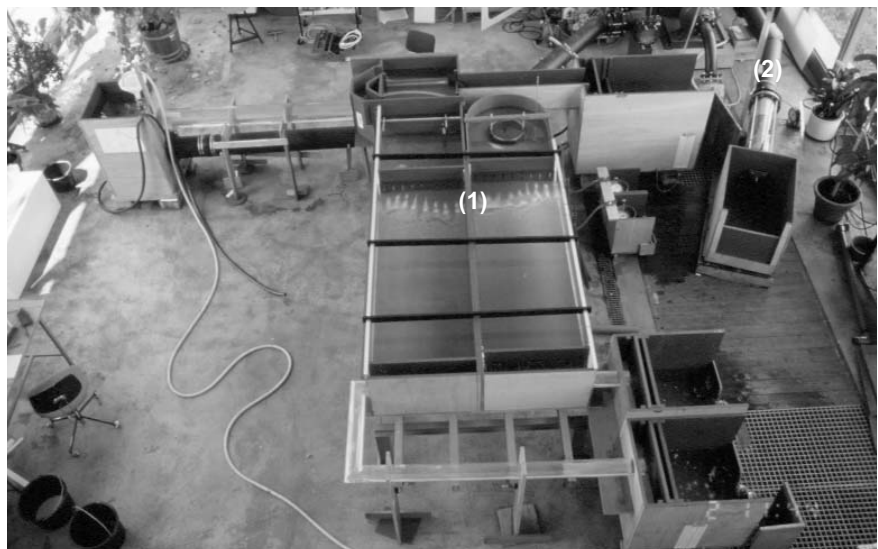
Alle Messsignale, wie Abfluss, Druck und Schieberstellung werden in einem Messrechner elektronisch erfasst und registriert (9). Die Galerie wird sowohl für die Dokumentation mit Foto- und Videokameras (10) als auch für Modelle mit großer Höhenentwicklung genutzt. Neben den größeren Modellen können bei Bedarf auch eigenständige Versuchsmodelle (11) betrieben werden, die über Wasserwannen mit Tauchpumpen und über Schwebekörperdurchflussmesser oder kleine MIDs verfügen. Diese „kleinen Wasserkreisläufe“ können für Mehrphasenströmungsversuche auch mit aufgesalztem Wasser betrieben werden.

### Warum Modellversuche?

Die gebräuchlichsten Wasser- und Abwasserbauwerke lassen sich heute mit den Gesetzen der Hydromechanik, bei Bedarf auch unter Einsatz numerischer Strömungssimulation hinreichend bemessen. Es gibt aber immer wieder Probleme, die eine spezielle Lösung erfordern. Hier stellt sich dann die Frage, ob die hydromechanische Aufgabe vom rechnerischen Aufwand her zu bewältigen ist, z. B. bei Mehr-Phasen-Strömungen von Wasser, Sediment und Schwimmstoff, wie genau und aussagekräftig die Ergebnisse sind, oder ob es nicht kostengünstiger, sicherer, variantenreicher und anschaulicher ist, einen physikalischen Modellversuch im Labor zu machen. Am wasserbaulichen Modell lassen sich alle späteren Betriebszustände simulieren. Auch extreme und seltene Abflussverhältnisse, wie z. B. ein Katastrophenhochwasser, sind am Modell leicht zu untersuchen. Durch Modellversuche können die Entwürfe noch im Planungsstadium anschaulich überprüft und ggf. verbessert werden. Das technische Risiko späterer, teurer Umbaumaßnahmen lässt sich durch Modelluntersuchungen stark vermindern.



**Bild 1:** Schnittzeichnung durch unser hydraulisches Versuchslabor



**Bild 2:** Das hydraulische Labor, Blick von der Galerie.

Modellversuch eines Durchlaufbeckens mit vorgeschaltetem Wirbelabscheider (1) und kundenspezifische Kalibrierung einer Schlauchdrossel (2).

## 2 Ablauf eines Modellversuches

Am Beispiel eines großen Umlenk- und Einlaufbauwerkes mit Notentlastung für eine Kläranlage („Nut Island Headworks“ für die Stadt Boston, USA), siehe Brombach et al., 1993 und Pisano et al., 1999) soll im Folgenden der Ablauf eines Modellversuches geschildert werden.

Ein aus Platzgründen kompliziertes Bauwerk wollte der Kunde durch Modellversuche mit Mehr-Phasen-Strömungen überprüfen. Neben der Optimierung der Hydraulik sollte das Bauwerk so gestaltet werden, dass sich möglichst wenige Feststoffe absetzen und die Schwimmstoffe gleichmäßig auf mehrere Rechen verteilen.

Der erste Schritt war die gemeinsame Festlegung des Modellmaßstabes. Dieser sollte so groß wie nötig sein, wegen der Genauigkeit, und so klein wie möglich, wegen der mit der Größe anwachsenden Kosten.

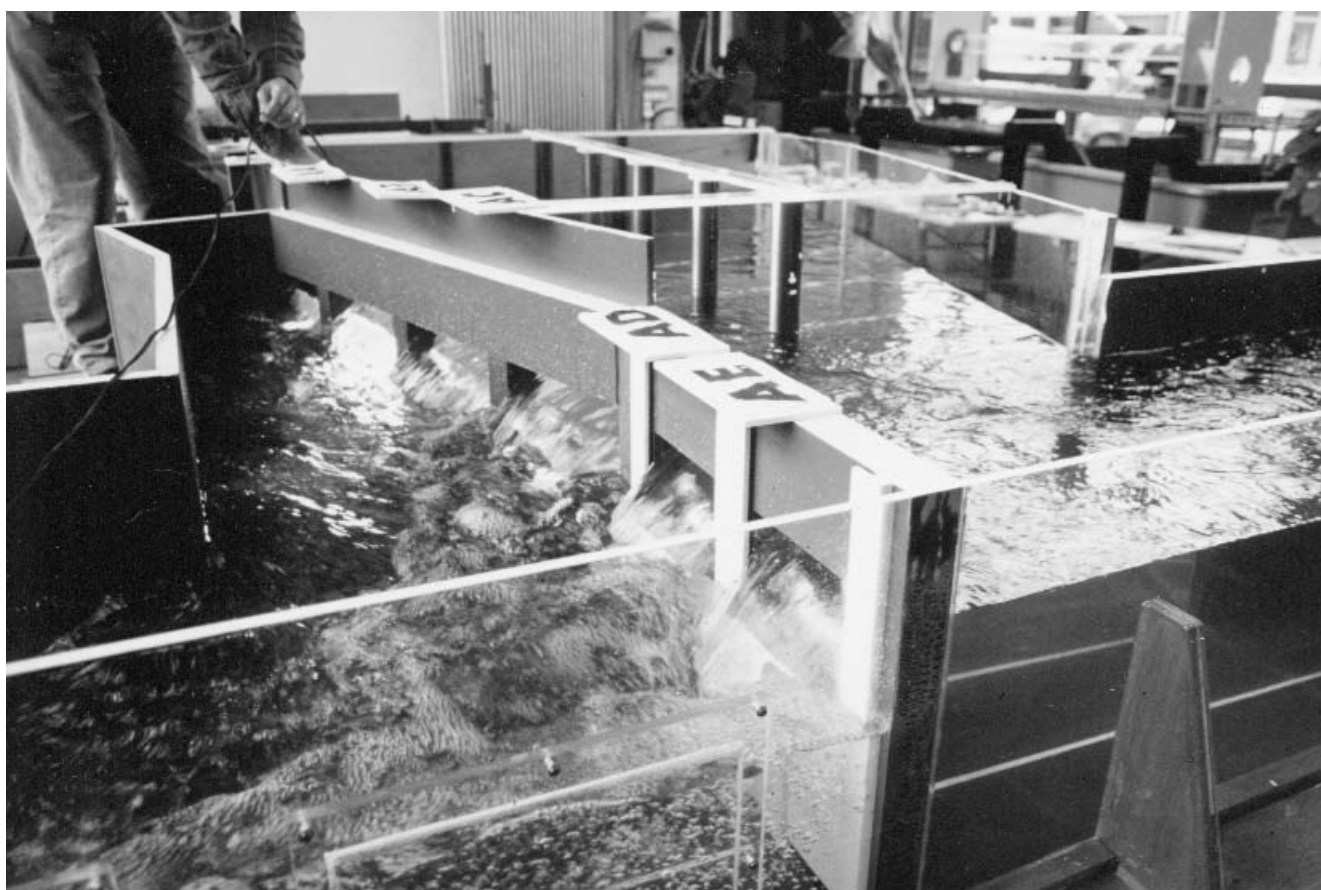
Unsere Modelle werden in der eigenen Werkstatt gebaut. Dabei kommen vor allem die Materialien Metall, Holz, Plexiglas, PVC und Gießharz zum Einsatz. Mit Plexiglas lassen sich in der Natur undurchsichtige Bauteile transparent machen und sonst nicht sichtbare Strömungsvorgänge beobachten. Zur Darstellung von Strömungen benutzen wir verschiedene wasserlösliche Farbstoffe, bis zu zehn verschiedene Kunststoffkörnersorten als Tracer für partikuläre Stoffe mit unterschiedlichem Absetz- oder Aufschwimmverhalten und mit Lämpchen versehene Schwimmkörper. Die fotografischen und videotecnischen Aufnahmen zeigen die Strombahnen der Tracer.

Mit dem nach den Plänen des Kunden gebauten Modell wurden Vorversuche zur hydraulischen und betrieblichen Optimierung des Verteilerbauwerkes durchgeführt. Dem folgte die Ausarbeitung und Überprüfung verschiedener Varianten.

Nach Abschluss der Vorversuche führten wir das Modell dem Kunden vor. Der Kunde konnte alle Betriebszustände seiner eigenen Planung in Augenschein nehmen.

In der Regel erkennt der Auftraggeber die Schwächen und Stärken seines Entwurfes selbst und öffnet sich für Varianten und Modifikationen. In einer oder mehreren Versuchsreihen wird das Modell nach den Wünschen des Kunden modifiziert und zum Schluss gemeinsam abgenommen.

Die Ergebnisse solcher Untersuchungen sind z. B. Wasserspiegellinien, Geschwindigkeitsprofile, Mengenverteilungsdiagramme, fotografische Aufnahmen der Stromlinien und Videos zur Demonstration des Absetzverhaltens. Die Ergebnisse werden im ausführlichen Schlussbericht festgehalten.



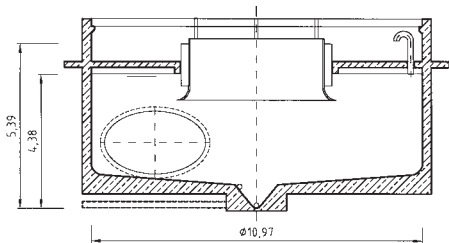
**Bild 3:** Headworks Nut Island, Boston, USA, Mischwasserüberlauf über ein Streichwehr unter Volllast



### 3 Neuentwicklung und Forschung

Das hydraulische Laboratorium wird auch für die Neu- und Weiterentwicklung unserer Produkte und Verfahren genutzt.

Bild 4 zeigt den zu untersuchenden Wirbelabscheider zur Flüssig-Feststoffabtrennung an Regenentlastungen und Bild 5 das Foto des entsprechenden Modells.



**Bild 4:** Original-Wirbelabscheider in Saginaw, Michigan USA. Abmessungen in m, maximaler Durchsatz: 2 830 l/s.

Bei der gutachterlichen Stellungnahme zu Fragen der Regenwasserbehandlung und in der Grundlagenforschung hat unser Labor zahlreiche, in der Fachwelt beachtete Beiträge geliefert.

In den vergangenen Jahren führten wir diverse Forschungsvorhaben zu folgenden Themenstellungen durch:

- Selbstreinigungsverhalten von Regenüberlaufbecken
- Modellierung von Steuerbauwerken für Hochwasserrückhaltebecken
- Entwicklung eines elastischen Überlaufwehres zur selbsttätigen Regulierung von Wasserständen
- Energieabbau nach steilen Kanälen
- Modellierung von Durchflussmessstellen mit asymmetrischem Zulauf
- Feststofftransport im Regenüberlauf
- Hydraulische Modellversuche für Kläranlagen
- Studie zu Planungskonzepten für Regenüberlaufbecken

- Sedimentations- und Remobilisierungsvorgänge im Abwasserkanal
- Bemessung und Entwurf einer Regenwasserbehandlungsanlage mit Wirbelabscheider und nachgeschalteten Durchlaufbecken
- Variantenuntersuchungen für ein Energieumwandlungsbauwerk
- Untersuchung des hydraulischen Verhaltens eines Stufenrechens
- Konzeption und Bemessung von Wirbelfallschächten.

#### Literatur

Brombach, H. et al.(1993): Hydraulische Modellversuche für ein Klärwerk in Boston / USA. In: Wasserwirtschaft 83, Nr. 2, S. 94 bis 99.

Pisano, W.C., Brombach, H., Atoulikian, R. (1999): The Use of Physical Modeling to Enhance Nut Island Headworks Design. In: Civil Engineering Practice, Journal of the Boston Society of Civil Engineers Section / ASCE, Vol. 14 No. 2, pp. 63 - 72.

#### Weitere Informationen:

- Dienstleistungsinformation Kalibrierstand, KAL 0952



**Bild 5:** Modell des Wirbelabscheiders von Bild 4. In dem Sieb werden die Tracer aufgefangen, die die absetzbaren Stoffe simulieren. Modellmaßstab 1:15, maximaler Durchsatz 3,25 l/s.