

Energieumwandlungsschacht an der Fischwechsellanlage Lehmen

Wasserbauliche Modellversuche

Planer	Ingenieurbüro Dr.-Ing. Rolf-Jürgen Gebler	Bearbeitung	Dipl.-Ing. Lena König, Dipl.- Ing. Philipp Schultz
Auftraggeber	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Koblenz	Koordination:	Dr.-Ing. Frank Seidel

Gemeinde Lehmen

Geographie:

Die Staustufe Lehmen liegt auf Gemarkung der Gemeinde Lehmen. Die Gemeinde hat ca. 1400 Einwohner und gehört der Verbandsgemeinde Rhein-Mosel an. Lehmen liegt in Rheinland-Pfalz am linken Moselufer ca. 19 Kilometer von Koblenz und etwa 31 Kilometer von Cochem entfernt. Am Moselufer entlang verläuft die B 416 an der Gemeinde vorbei.



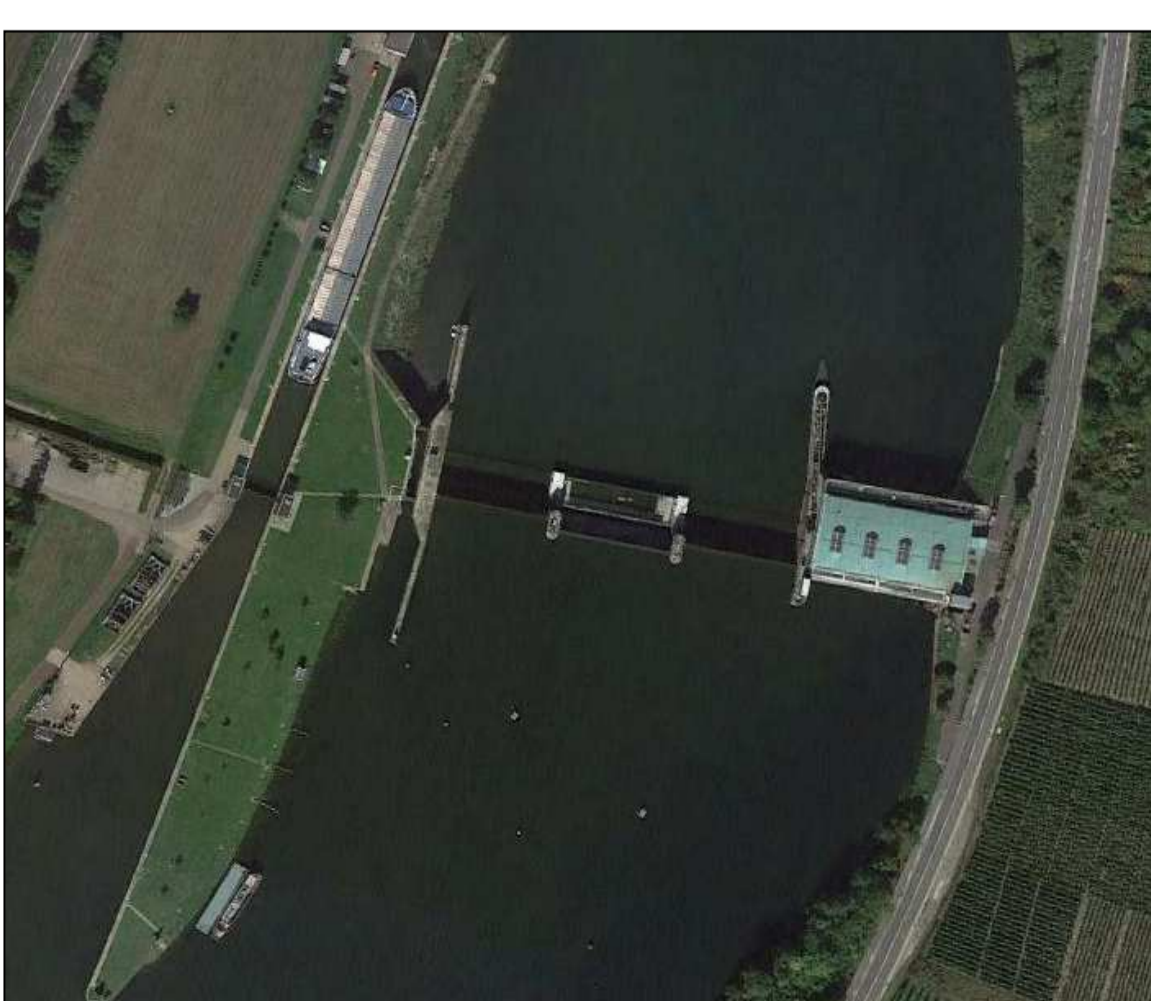
Wikipedia, NordNordWest, Lizenz:CC by-sa-3.0 de



Blick auf die Gemeinde Lehmen; google maps © klausreckler

Staufstufe Lehmen

Die Staustufe Lehmen wurde im Jahr 1964 erbaut und liegt 20 km Oberstrom von Koblenz. Es ist die zweite Staustufe der Mosel nach der Mündung in den Rhein. Die Staustufe, mit einer Fallhöhe von ca. 7,5 m hat eine Schleuse, eine Bootsumtrage, ein Wehr, eine Fischaufstiegsanlage (FAA) und ein Krafthaus. Der Oberwasserstand der Staustufe beträgt 72,70 mNN. Bei Hochwasser wird der Oberwasserstand auf 72,50 mNN reduziert. Das Wasserkraftwerk wird von RWE Power AG betrieben. In der Mosel etwas oberhalb der Staustufe liegt die Reiherschussinsel, ein Vogelschutzgebiet. Geplant ist ein Neubau der Fischwechsellanlage entlang des rechten Moselufers als Ersatz für die alte, nichtfunktionierende Fischaufstiegsanlage. Um die Auffindbarkeit dieser Fischwechsellanlage zu gewährleisten, sind im Unterwasser drei Einstiege geplant. Dazu ist es notwendig im sog. Mündungsbecken vor der Aufteilung auf die drei Einstiege zusätzliches Wasser zugegeben – also eine sog. Zusatzdotation vorzunehmen. Die Zugabe wird so gestaltet, dass ein Einbau einer sog. Dotationsturbine möglich ist.



Luftbild der Staustufe Lehmen
Quelle: Google Maps

Karte der Moselstaufen
nach M. Dörbecker - Eigenes Werk, using
OpenStreetMap data. Lizenziert unter CC BY-SA 2.0



Veranlassung

Bei den Planungen zum Neubau der Fischwechsellanlage Lehmen ergeben sich zwei Untersuchungsvarianten, dadurch dass im Energieumwandlungsschacht der optionale Einbau einer Dotationsturbine vorzusehen ist. In der ersten Planungsvariante erfolgt daher die Dotation mit einer Wassermenge von 4,2 m³/s über den Energieumwandlungsschacht. Bei der zweiten Variante ist die Dotationsturbine bereits eingebaut und es wird die Abströmung des Dotationsbypasses untersucht. Am Übergang zwischen Schachtauslauf und dem Mündungsbecken ist eine Lamellenwand vorgesehen um die Strömung weiter zu vergleichmäßigen. Bei beiden Varianten sollen dort daher bestimmte Vorgaben zu Geschwindigkeit und Anströmung eingehalten werden.

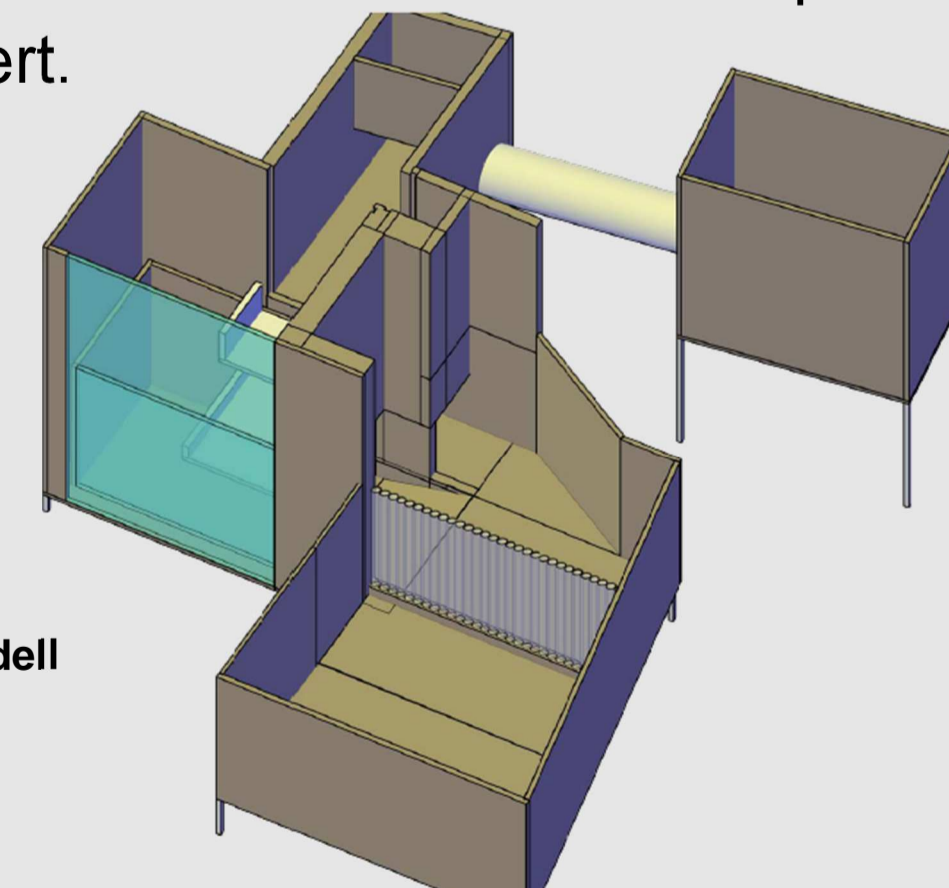
Das Strömungsgeschehen im Mündungsbecken unter der Bedingung einer über den gesamten Lamellenquerschnitt gleichverteilten Geschwindigkeit von 0,4 m/s wurde bereits anhand numerischer Strömungssimulationen untersucht. Der Schacht soll in der weiteren Planungsphase nun in der Form gestaltet werden, dass zu einem späteren Zeitpunkt eine Turbine nachgerüstet werden könnte, und dass sowohl mit als auch ohne Turbine und bei Nutzung des Bypasses die fischbiologischen Randbedingungen von 0,4 m/s in der Lamellenebene eingehalten werden. Vor allem im Szenario ohne Turbine ergibt sich die Problematik, dass die Strömungsenergie der Zusatzdotation (4,2 m³/s, 7,5 m Fallhöhe) im Schacht kontrolliert dissipiert werden muss.

Das Modell

Modellmaßstab: $M = 1:7$

Das physikalische Modell des Energieumwandlungsschachtes wurde nach dem Froude'schen Modellgesetz im Theodor-Rehbock-Laboratorium im Maßstab von 1:7 aufgebaut. Bei diesem Maßstab ist aus Ähnlichkeitsmechanischer Sicht eine belastbare Untersuchung gegeben. Hinsichtlich des Luft-eintrages ergeben sich bei diesem Maßstab leichte Verzerrungen in der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Realmaßstab, diese lassen sich jedoch ggf. durch zusätzliche theoretische Betrachtungen bewerten. Der Zufluss und die Wasserstände im Modell werden über einen computer-gestützten Regelkreis kontrolliert.

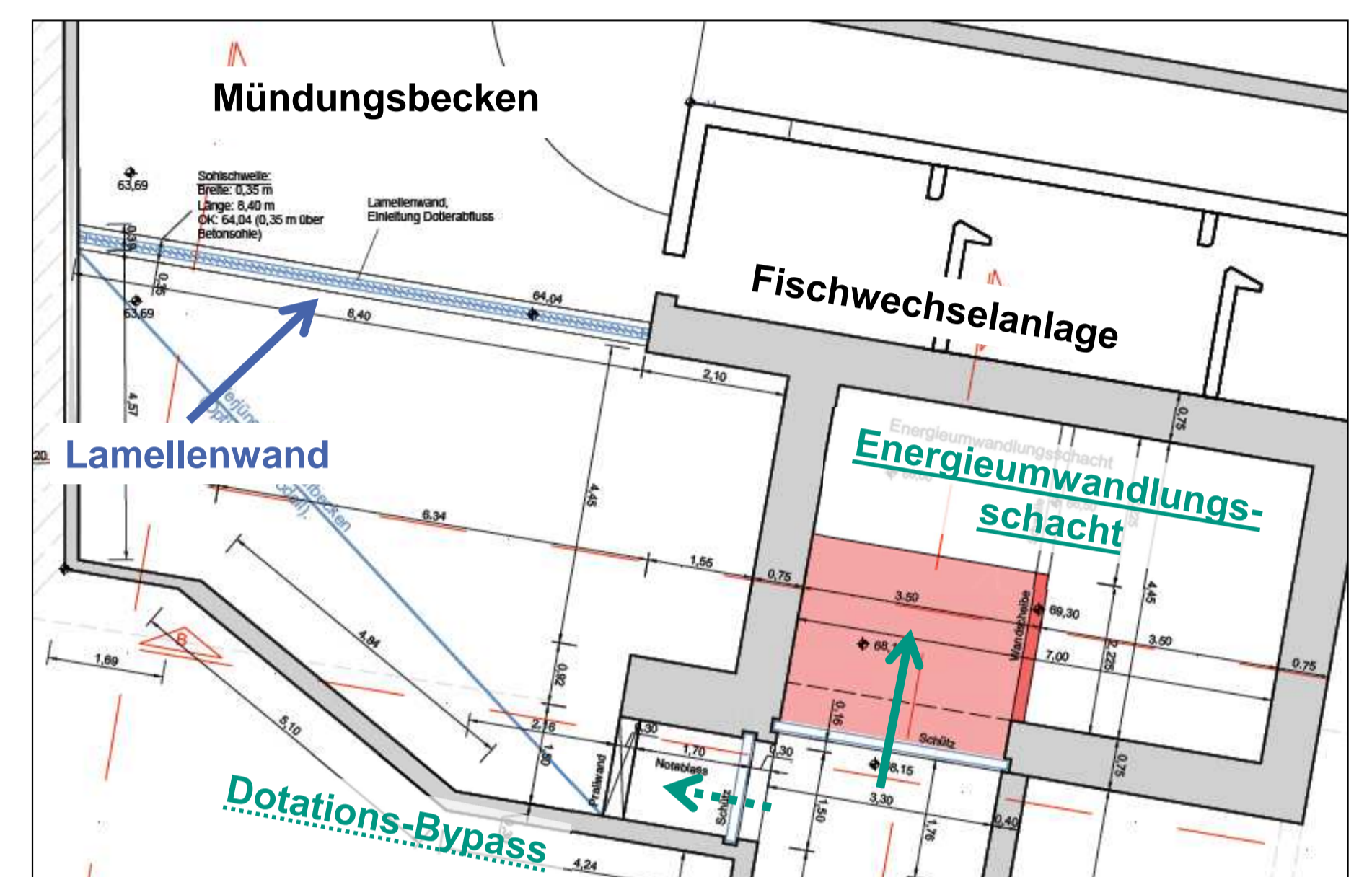
Digital erstelltes 3-D-Modell



Umrechnungsfaktoren nach dem Froude'schen Modellgesetz:

Physikalische Größe	Einheit	1 : L _r	Maßstab 1 : 7
Längen, Breiten, Höhen	m	(L _r) ¹	7
Flächen	m ²	(L _r) ²	49
Volumina	m ³	(L _r) ³	343
Zeiten	s	(L _r) ^{1/2}	2,65
Geschwindigkeiten	m/s	(L _r) ^{1/2}	2,65
Durchflüsse	m³/s	(L _r) ^{5/2}	129,64
Gewichte, Kräfte	N	(L _r) ³	3375
Arbeit, Energie	N*m	(L _r) ⁴	16807

Modellaufbau



Grundriss des Modellbereichs, Pläne: Ingenieurbüro Gebler

Die Bauteile werden bei der modelltechnischen Umsetzung aus Multiplex-Mehrschichtplatten gefertigt. Die Seitenwand des Energieumwandlungsschachtes wird aus Plexiglas erstellt, um einen Einblick in das Strömungsgeschehen zu ermöglichen.



Blick von oben auf das Modell während des Aufbaus. Im Vordergrund links ist der Energieumwandlungsschacht zu sehen

Konzept der Modellversuche

Untersuchungen zur Energieumwandlung

- Bei diesen strömungsmechanischen Untersuchungen wird der Energieumwandlungsschacht hinsichtlich seiner Funktionalität im Szenario ohne Turbine geprüft.
- Das Strömungsgeschehen wird mittels Geschwindigkeitsmesssonden in zwei Messebenen (Auslauf Schacht und Lamellenwand) erfasst und mit Foto- und Videoaufnahmen dokumentiert.
- Es werden drei Varianten der Einbauten zur Energievernichtung untersucht und bewertet. Die Bewertung erfolgt über die Unterwasserstände Q_{30} und Q_{330} .

Untersuchungen zum Dotationsbypass

- Für den Fall, dass über den Schacht keine Dotation erfolgen kann (z.B. Revision der Turbine) wird mittels eines Dotationsbypasses sichergestellt, dass die Dotation in der geforderten Größe erfolgen kann.
- Die Funktionalität des Bypasses wird bezüglich der Strömungsverhältnisse an der Lamellenwand untersucht. Dabei werden zwei Varianten untersucht.