

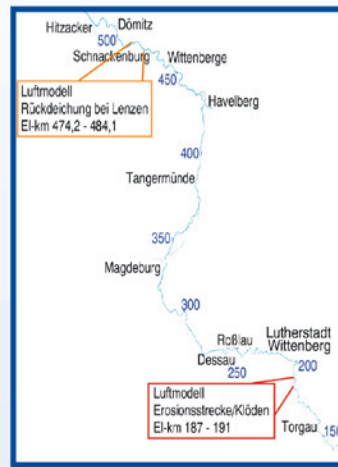


Luftmodelle an der Elbe

Untersuchung von Hochwassern - Vorstellung von Modellmethode und Modellen

An der Elbe werden aus verschiedenen Gründen in unterschiedlichen Stromabschnitten Veränderungen der Strömungs- und Feststofftransportverhältnisse hauptsächlich bei kleinen Hochwasserereignissen angestrebt:

- Ökologische Gründe (u.a. gewünschte häufigere Ausuferung, Auwaldinitiation, stärkere Durchströmung der Vorländer, Deichrückverlegung),
- Verringerung der langfristigen und großräumigen Eintiefung der Flusssohle (Erosion).



Die klein- und großräumige Wirkung von entsprechenden Maßnahmen werden in der BAW an verschiedenen Modellen untersucht. Aerodynamische (Luft-) Modelle dienen dabei (gekoppelt mit eindimensionalen hydro-numerischen Modellen) zur Erhebung der räumlichen Strömungsparameter für einen mittelgroßen Flussabschnitt (bis etwa 10 km Länge). Berücksichtigt werden bei den Untersuchungen am Luftmodell Maßnahmen, die mit Veränderung der Geometrie und der Rauheit (u.a. Deichrückverlegung, Flutrinne, Modifikation der Regelbauwerke, Auwaldentwicklung) einher gehen.

Modellparameter:

Modell	Erosionsstrecke "Klöden"	Rückdeichung "Lenzen"
Fluss-km	187-191	474,2-484,1
Modelierte Länge	4 km	9,9 km
Modellfläche	6 x 4 m ²	9 x 3 m ²
Modellmaterial	Gips, lackiert	Gips mit Körundrauheit, lackiert
	Feste Sohle	Feste Sohle mit Geschiebekoffer
Mittlere Tiefe	Gesamte Modelltiefe (modellierend): Bett: 32 (19) mm Vorland: 12 (7) mm	Gesamte Modelltiefe (modellierend): 35 (21) mm 12 (7) mm
Länge	1 : 500	1 : 1000
Höhe	1 : 250	1 : 500
Zusätzliche Überhöhung	Variabel, Zusätzliche Überhöhung: 40% der Gesamtmodelltiefe	
Aufgabe	Erosionsentwässerung	Deichrückverlegung
Durchfluss	Q ₀ und Q ₂₀ 1200 m ³ /s u. 2400 m ³ /s	Q ₀ und Q ₂₀ 1800 m ³ /s u. 2300 m ³ /s

Was sind aerodynamische oder Luftmodelle für flussbauliche Untersuchungen ?

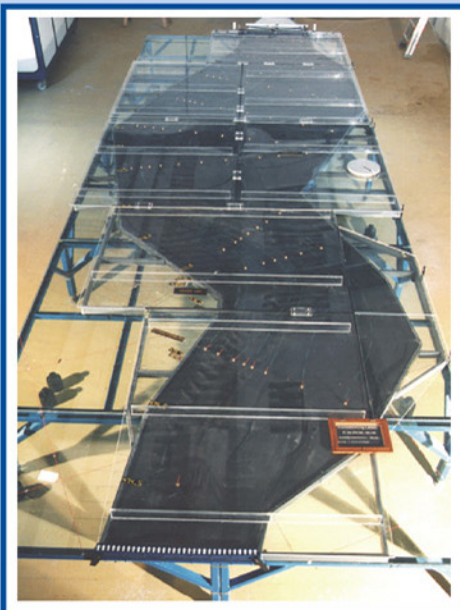
Analogiemodelle, bei denen das strömende Medium Wasser in der Natur durch Luft im Modell ersetzt wird. Das freie Wasserspiegelniveau der Naturströmung wird durch eine Abdeckung simuliert, damit die Modellströmung unter Druck erfolgen kann.

	Luftmodell aerodynamisches Modell	Wassermodell hydraulisches Modell
Strömungsmedium	Luft	Wasser
Strömung	Druckströmung	Freispiegelströmung
Wesentliche Ähnlichkeitskriterien	Eu (Euler), Re	Fr, Re
Längenmaßstab	1:150 bis 1:2000	1:15 bis 1:200
Modellgeschwindigkeit	bis 50 m/s (10 bis 30 m/s)	bis 1 m/s (0,05 bis 0,5 m/s)

Modellaufbau



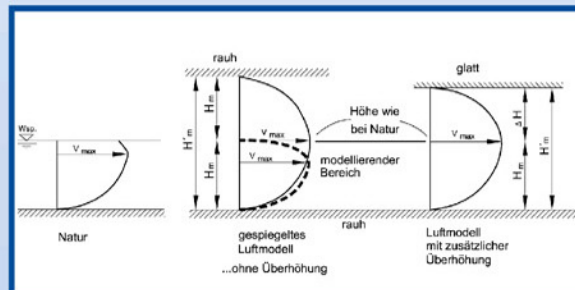
Modellierung der Geländetopographie:
Ausgießen der Geometriestreifen mit Formgips zwischen Querprofillehren, Bühnen als separate Gipsformen ausgeführt.



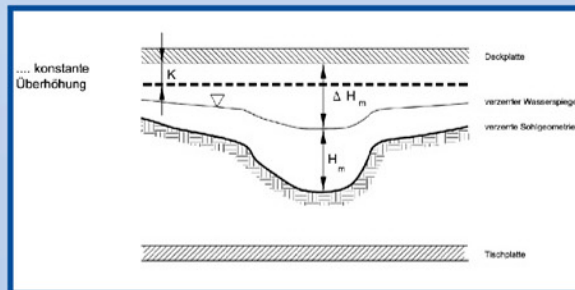
Blick auf das Modell Lenzen

Die Geometrie wird mit Gipsandgemisch auf den Glasplatten der Modellische zwischen der Umrandung modelliert und mit einem matten Anstrich versehen. Das Modell ist mit Acrylglasplatten abgedeckt. Die Luft wird mit einem Ventilator durch das Modell gesaugt. Die Kalibrierung des Modells erfolgt über Variation der Oberflächerauhheit.

Verfahren zur naturähnlichen Modellierung der vertikalen Geschwindigkeitsverteilung :

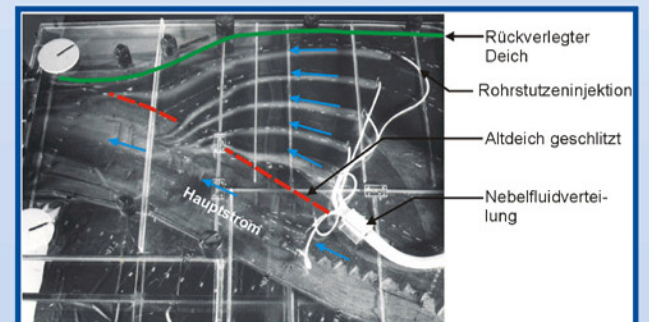


Die Reibung an der Grenzfläche Luft - Deckplatte im aerodynamischen Modell ist größer als die an der Grenzfläche Wasser - Luft in der Natur. Durch eine zusätzliche Überhöhung kann in Abhängigkeit von Sohl- und Deckplattenrauheit, eine naturähnliche vertikale Geschwindigkeitsverteilung erreicht werden.

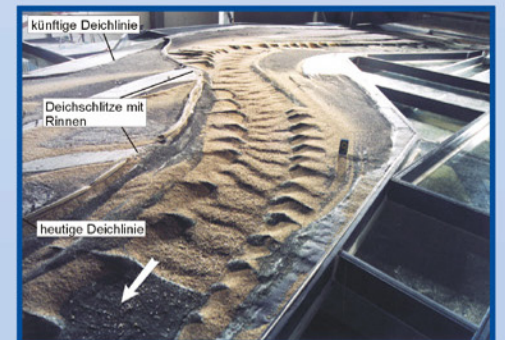


Querschnitt eines Luftmodells mit konstanter bzw. variabler Überhöhung. Letztere wird vor allem bei Luftmodellen mit gegliederten Querschnitten eingesetzt, wo eine konstante Überhöhung zu einem zu großen Durchflussanteil der flachen Gebiete führen würde.

Luftmodell Lenzen



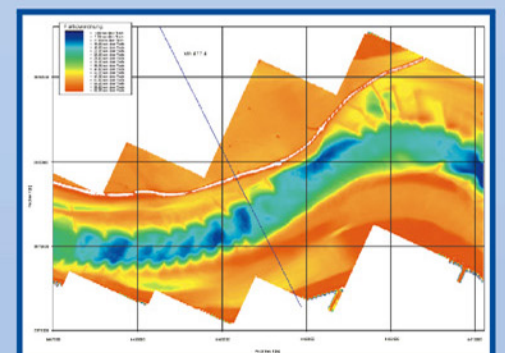
Strömungssichtbarmachung mit Nebelinjektion



Luftmodell mit "Geschiebekoffer" zur Untersuchung der Auswirkungen der Deichrückverlegung auf den Geschiebetransport und die Flussbettmorphologie. Das bewegliche Sohlmaterial ist Sand.

Welche Parameter können in Luftmodellen ermittelt werden ?

Parameter	Messmethode
Druckgefälle als Kriterium für das Wasserspiegelgefälle	statische Drucksonden mit Druckaufnehmer
Punktueller Fließgeschwindigkeit (Größe und ggf. Richtung)	Hitzdrahtanemometer bzw. Staudrucksonden, Laser-Doppler-Velocimetry
Flächenhafte Erfassung der Strömungsrichtung (und ggf. Größe)	Nebelfluid, Anstrichmethode, Particle Image Velocimetry, Hochgeschwindigkeitsvideometrie
Durchfluss	Gesamtdurchflussmessung mit verschiedenen Methoden



Weiterverarbeitung der mit einem Laserabstandsmesser aufgenommenen Topographie: Hier Geländemodell des Nullzustandes im Bereich des "Geschiebekoffers"