

Erweiterung von ALAMO auf die Elbe-Nebenflüsse Saale und Moldau

Dr. Stephan Mai
Referat M1 (Hydrometrie u. gewässerkundliche Begutachtung)
Abteilung M (Quantitative Gewässerkunde)
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Magdeburg, 05.03.2012

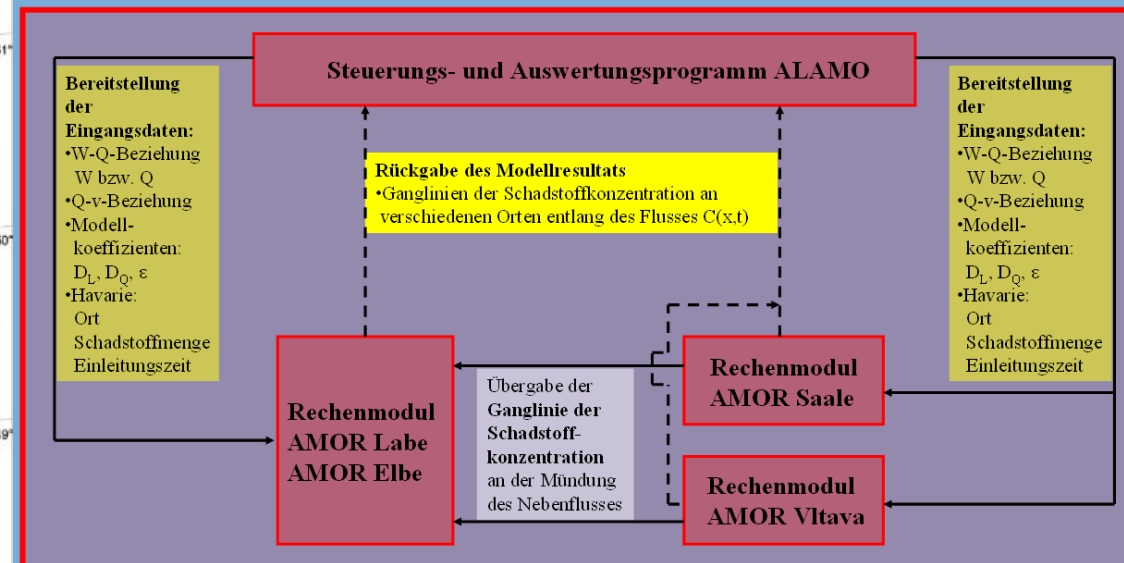
1. Motivation



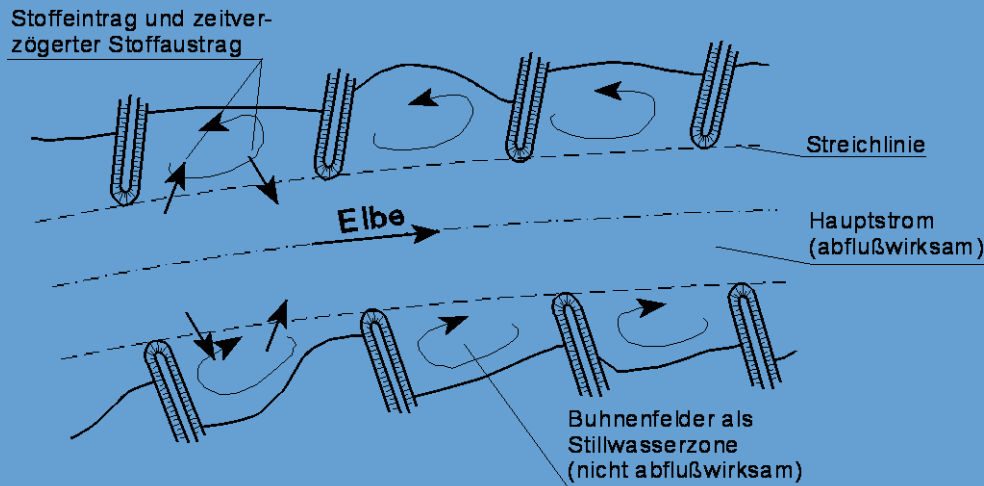
Erweiterung des Alarmmodells Elbe (ALAMO) auf die Nebenflüsse

➤ Moldau

➤ Saale



1. Motivation



Gekoppelte Dgln.
des ALAMO

$$\frac{\partial s}{\partial t} = D_s \left(\frac{\partial^2 s}{\partial x^2} - k s \right)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \varepsilon D_s (c - s) - k c$$

Teilaspekte der Erweiterung auf Nebenflüsse

1. Auswahl der zusätzlich zu verwendenden Pegel
2. Ermittlung und Zusammenstellung der Wasserstand-Abfluss-Beziehungen (W-Q)
3. Ermittlung der Abfluss-Fließgeschwindigkeit-Beziehungen (Q-v)
4. 3 Tracerversuche
(Q-Bereich: MNQ ... MQ ... MHQ)
zur Kalibrierung/ Verifizierung
5. Anpassung der Modellkoeffizienten des Rechenmoduls AMOR
 - Stillwasserzonenanteil ε
 - Längsdispersionskoeffizient D_L
 - Stillwasserzonenaustauschkoeffizient D_s

2. Einleitung des Tracers



➤ Anforderungen an Tracer

- + ökotoxikologisch unbedenklich
- + genotoxikologisch unbedenklich
- + möglichst reaktionsarm (inert)
(geringe Abbaurate)
- + möglichst geringe Anlagerung

➤ Auswahl des Tracers

Sulforhodamin G (SRG)

synonym: Amidorhodamin G oder Acid Red 50

Markierungsmittel	Genotoxizität		Ökotoxizität	
	Salmonella/ Mikrosomentest	zytogenetische Analyse	Fischtest	Daphnien- test
Uranin	-	-	-	k. T. ¹⁾
Eosin gelblich	k. T. ¹⁾	k. T. ¹⁾	-	k. T. ¹⁾
Sulforhodamin B	-	-	-	+
Amidorhodamin G ²⁾	-	-	-	-
Rhodamin WT	+	+	-	-
Rhodamin B	-	+	-	-

Quelle: UBA in Zeitschrift „Hydrogeologie“ 2/97

► Einleitungsgenehmigungen für Saale und Moldau
liegen vor (seit September 2011)



2. Einleitung des Tracers



➤ Einleitung des Tracers

- + Einleitung vom Boot/Schiff oder an einem Wehr
- + Unterstützung der Durchmischung
- + bei Einleitung vom Boot:
möglichst quer über den Fließquerschnitt

➤ erforderliche Tracermenge

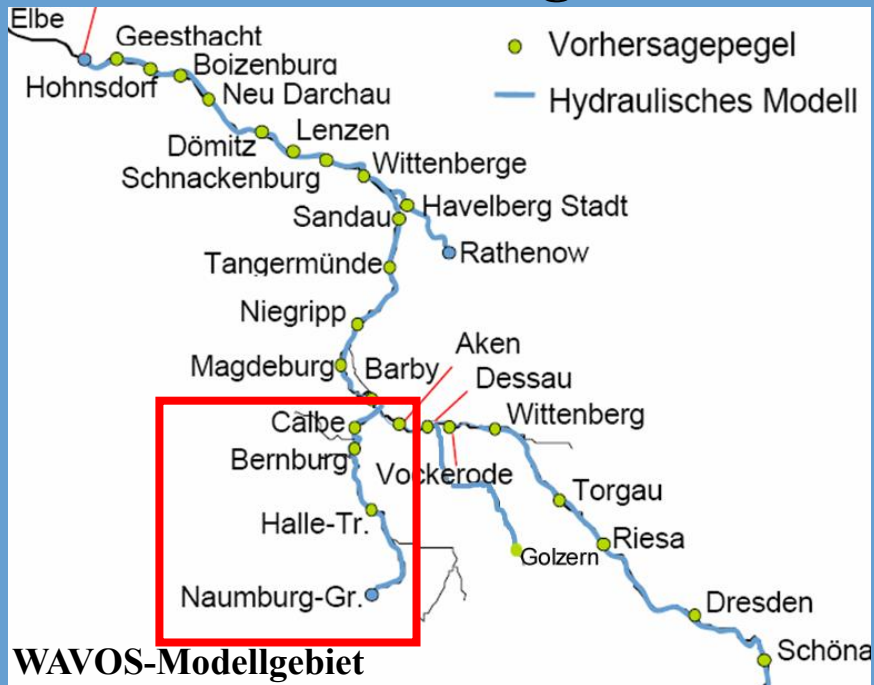
- + typische Abschätzung:

$$m_{\text{Tracer}} = 0,1 \cdot Q_{\text{Fluss}} \quad m_{\text{Tracer}} \text{ in kg, } Q_{\text{Fluss}} \text{ in m}^3/\text{s}$$

- + Pulver d. Tracers wird in Wasser vorgelöst.



2. Einleitung des Tracers



Tracereinleitung in Schmilka (Elbe), 1997

Einleitung des Tracers

➤ an verschiedenen Orten

+ jeweils am oberstromigen Ende des in ALAMO einzubindenden Nebenflusses

Saale: etwa ab Pegel Naumburg (ca. km 164)

Moldau: etwa ab TS Vrané (ca. km 71)

➤ bei unterschiedlichen Abflüssen

+ mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ)

+ mittlerer Abfluss (MQ)

+ mittlerer Hochwasserabfluss (MHQ)

► Die Einleitung wird an der Moldau ohne Bootunterstützung möglich sein.

► Die Einleitung wird an der Saale von einem BfG-eigenen Boot erfolgen.

3. Messung des Tracers

in-situ Fluorimeter



ex-situ Fluorimeter



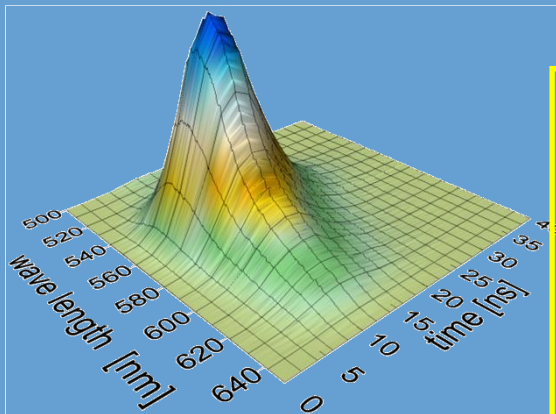
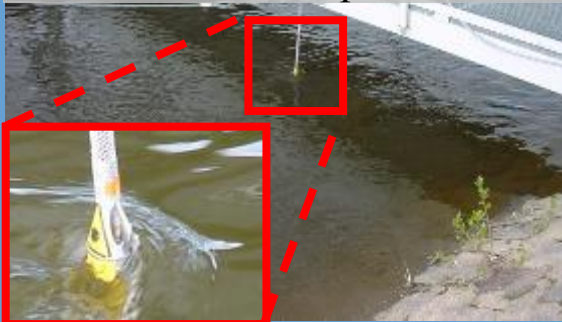
automatischer Probennehmer



Fluoreszenz Spektrometer



in-situ Laser-Fluoreszenz-
Spektrometers



➤Geräteinsatz

- + in-situ Fluorimeter
Gesamtfluoreszenz der Emission
- + ex-situ Fluorimeter
Gesamtfluoreszenz der Emission
- + ex-situ Fluoreszenz-Spektrometer u.
diskontinuierlicher Probennehmer
Fluoreszenzspektrum der Emission
- + in-situ Laser-Fluoreszenz-Spektrometer
Fluoreszenzspektrum der Emission

➤Kalibrierung der Messgeräte

- + Schaffung eines Zusammenhangs
zwischen Fluoreszenz und Konzentration
- + linearer Zusammenhang

- ▶ Die BfG hat 8 in-situ Fluorimeter verfügbar.
(Es werden keine automatischen Probennehmer
eingesetzt)
- ▶ BfG möchte (soweit Boot/Schiff verfügbar)
Querprofile mit dem in-situ Laser-Fluoreszenz-
Spektrometer aufnehmen (nur Saale).

3. Messung des Tracers

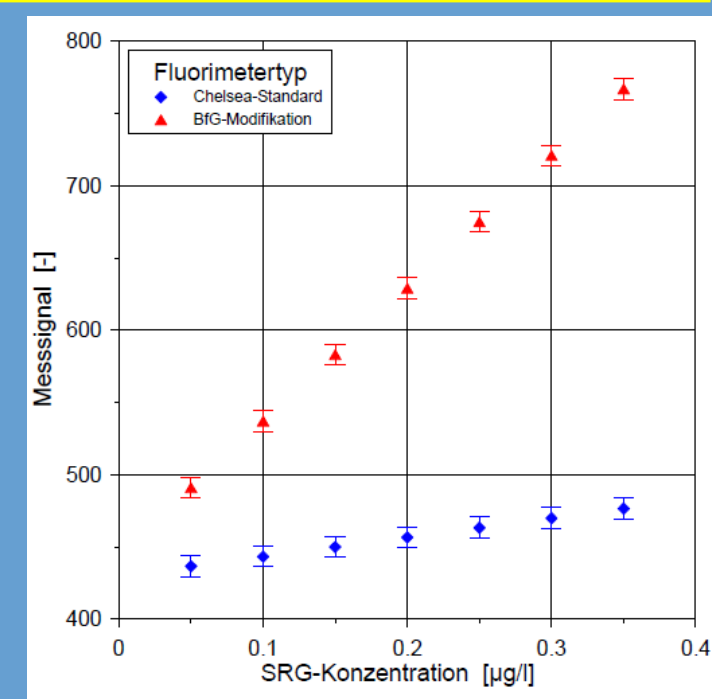
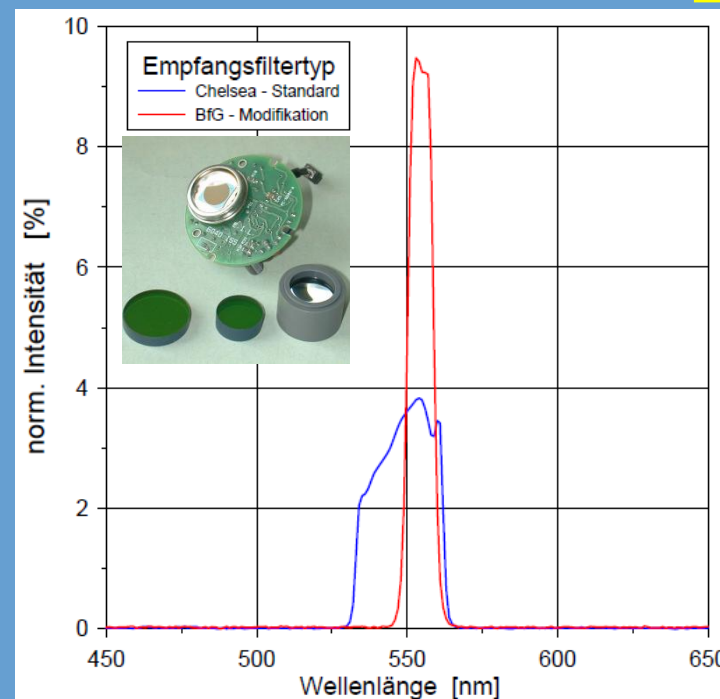
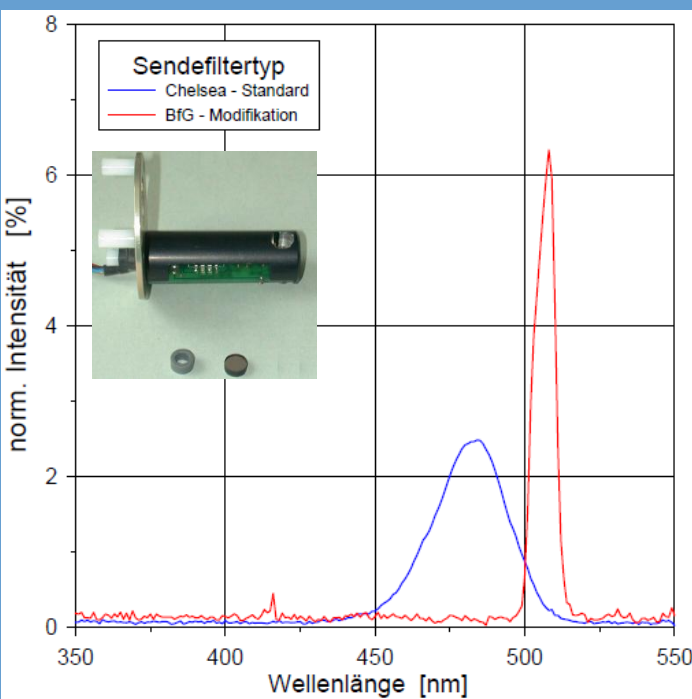
Geräteoptimierung für Tracer

- Anpassung kommerzieller Fluorimeter (hier: Chelsea)
- Anpassung des Anregungslichts (schmalbandiges Anregungsfilter)
- Anpassung des Empfangslichts (schmalbandiges Empfangsfilter)

► Diese Geräte wurden durch BfG für kommende Versuche kalibriert.



Kalibrierung d. in-situ Fluorimeter



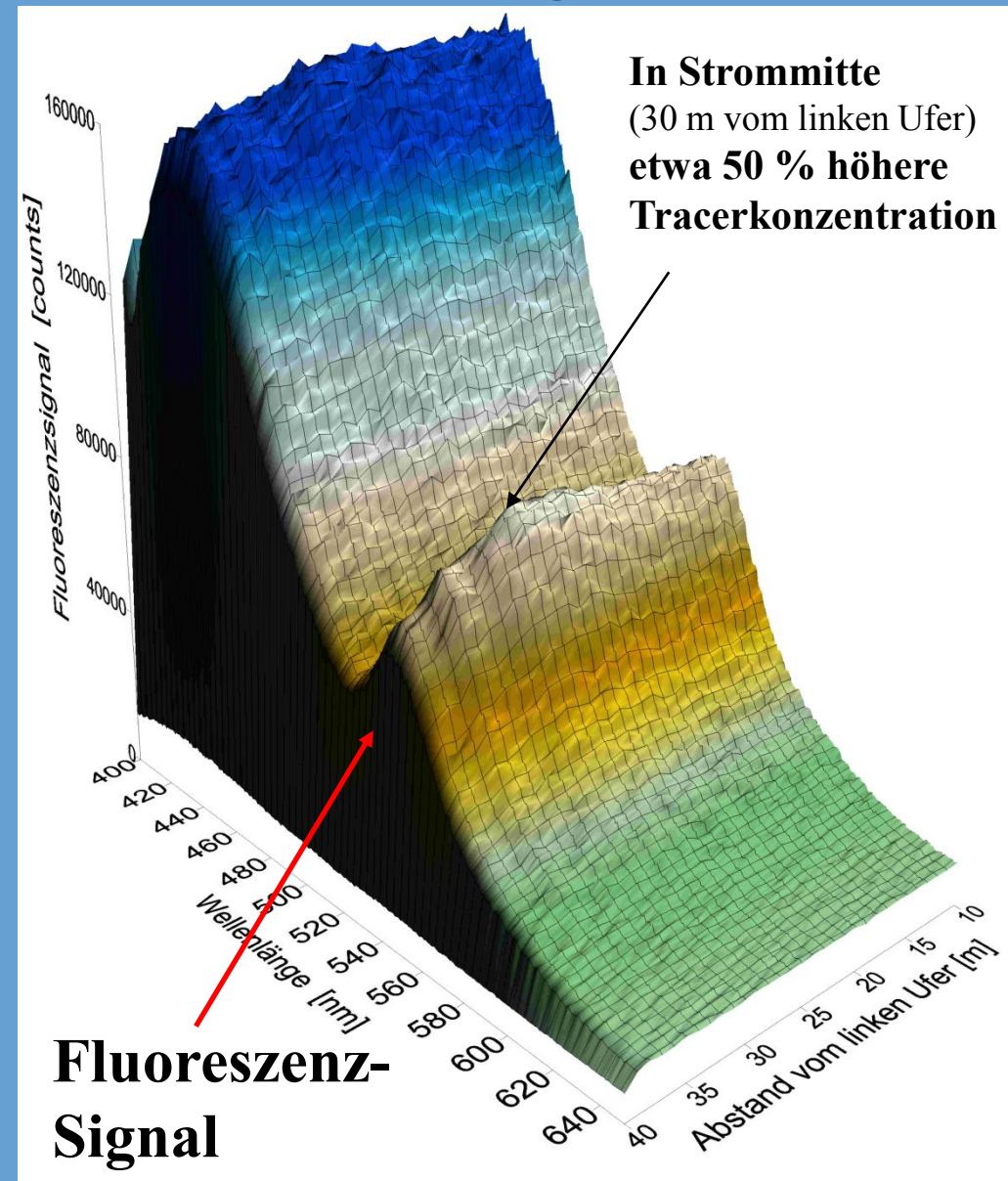
3. Messung des Tracers



Eigenschaften des in-situ-Messsystems

- keine externe Spannungsversorgung nötig
- über GPRS fernabrufbar
(erste Tests zeigen, dass auch in CZ einsetzbar)
- Messbox ist verschließbar
(Diebstahlsicherung erforderlich)
- Messfrequenz: 1 pro Minute

3. Messung des Tracers



- **Laser-Fluoreszenzspektroskopie ermöglicht Aufnahme von Querprofilen der Tracerkonzentration + kurze Ansprechzeit**
 - **Messungen in Strommitte weisen Vorteile auf + größere Tracerkonzentration**
- ▶ Die BfG beabsichtigt, Querprofile der Tracerkonzentration zu nehmen.



4. Tracerversuche an der Moldau – Planung



Einleitung bei Vrané (ca. Moldau-km 71,4)

Zugabe des Tracers in den Zulauf des Kraftwerks
► Erzielen einer guten Durchmischung

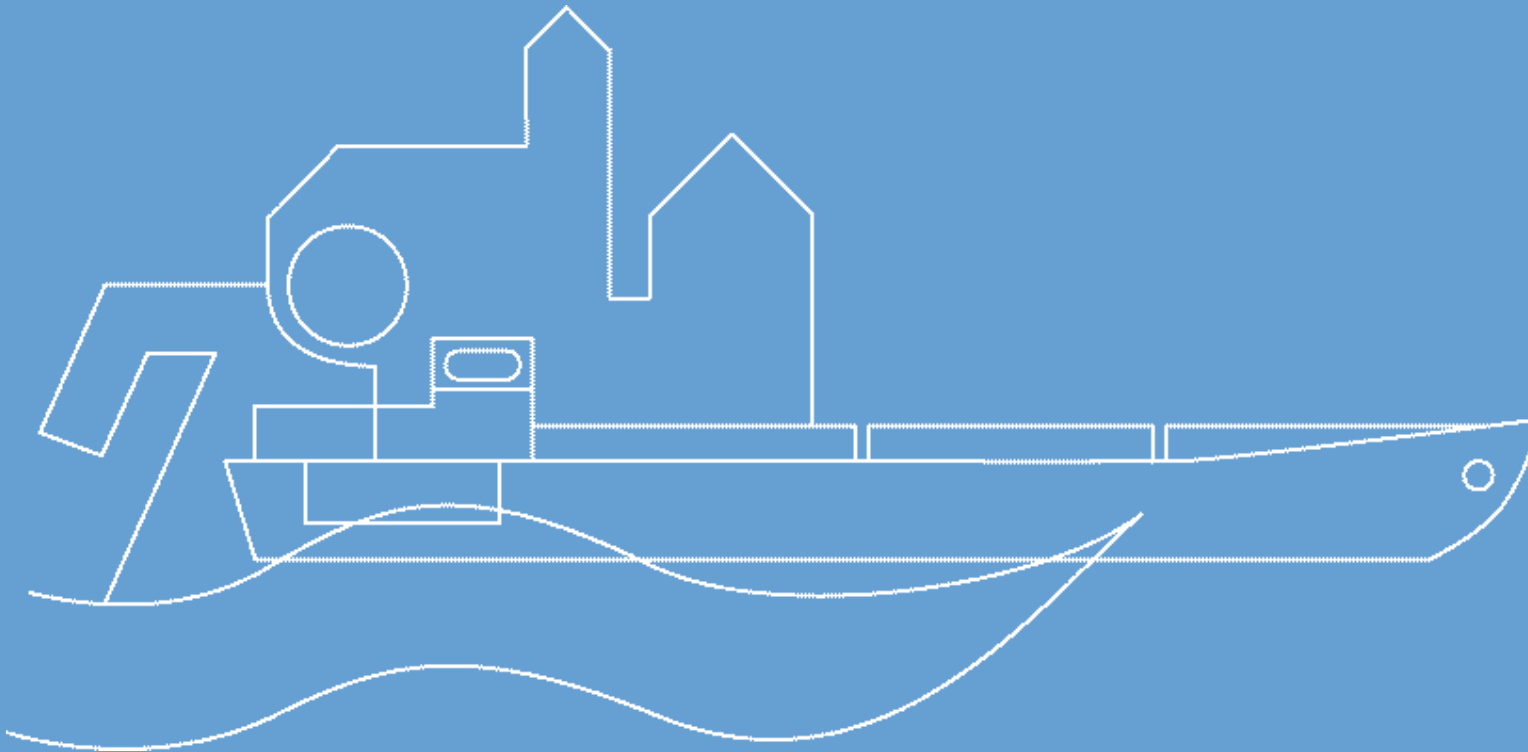


4. Tracerversuche an der Moldau – Planung

Messpositionen

1. Wehr und Schleuse bei Praha-Modrany
2. Wehr und Schleuse bei Praha- ostrov Štvanice
3. Wehr und Schleuse bei Praha- Troja
4. Wehr und Schleuse bei Klecánky
5. Wehr und Schleuse bei Libčice
6. Wehr und Schleuse bei Miřejovice
7. Wehr und Schleuse bei Vraňany
8. Wehr und Schleuse bei Dolní Beřkovice (Labe)





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Stephan Mai (Dipl.-Physiker Dipl.-Bauingenieur)
Quantitative Gewässerkunde (Referat M1: Hydrometrie)
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz

Tel.: 0261/1306-5322, Fax: 0261/1306-5363
E-Mail: mai@bafg.de
www.bafg.de