

ALAMO (Alarmmodell) – ein Fließzeitmodell für die Elbe

Dr. Stephan Mai

Referat M1 (Hydrometrie u. gewässerkundliche Begutachtung)

Abteilung M (Quantitative Gewässerkunde)

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

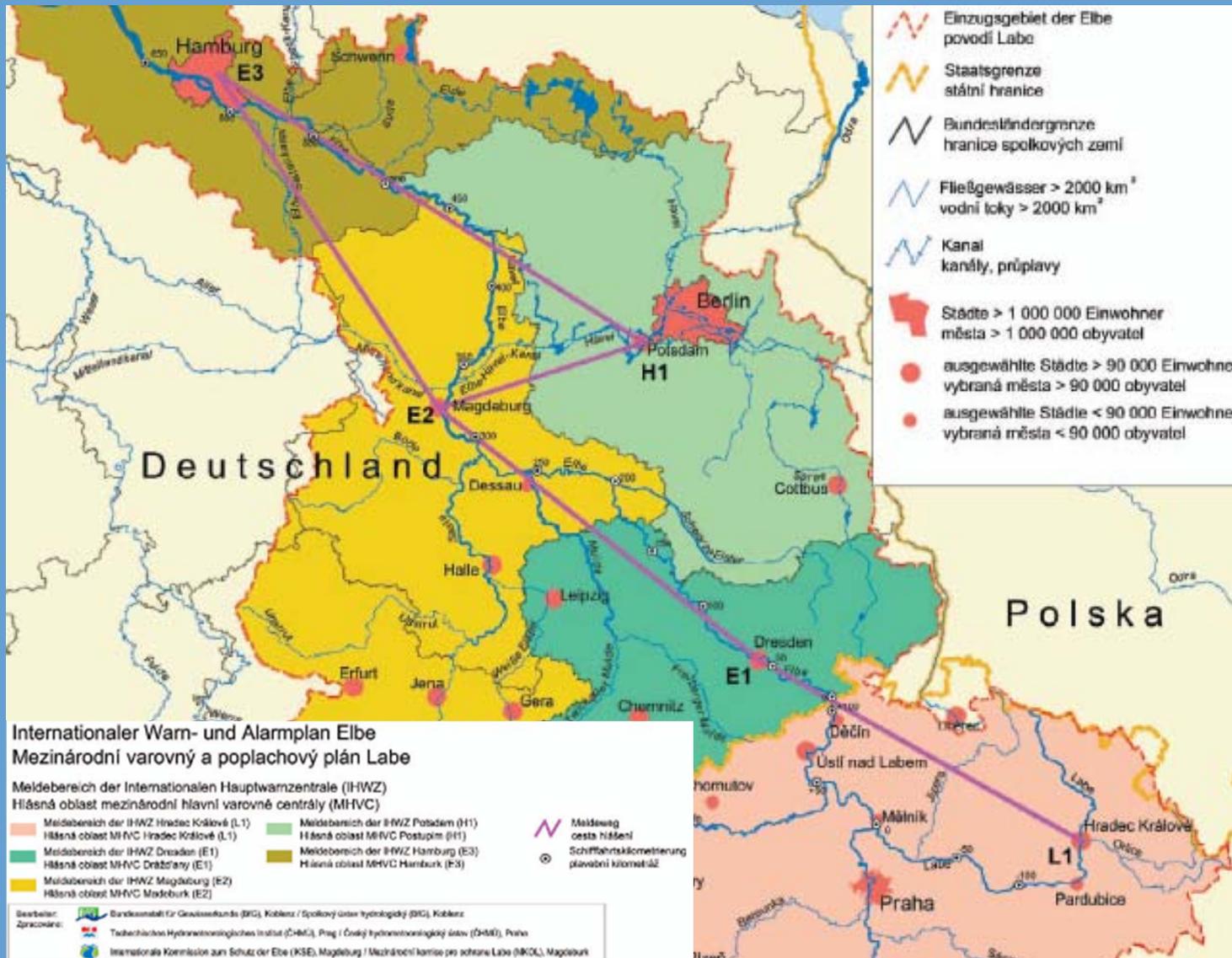
Arbeitstreffen der

IKSR, SAPA, EG „Fließzeitenmodell und dessen Weiterentwicklung“

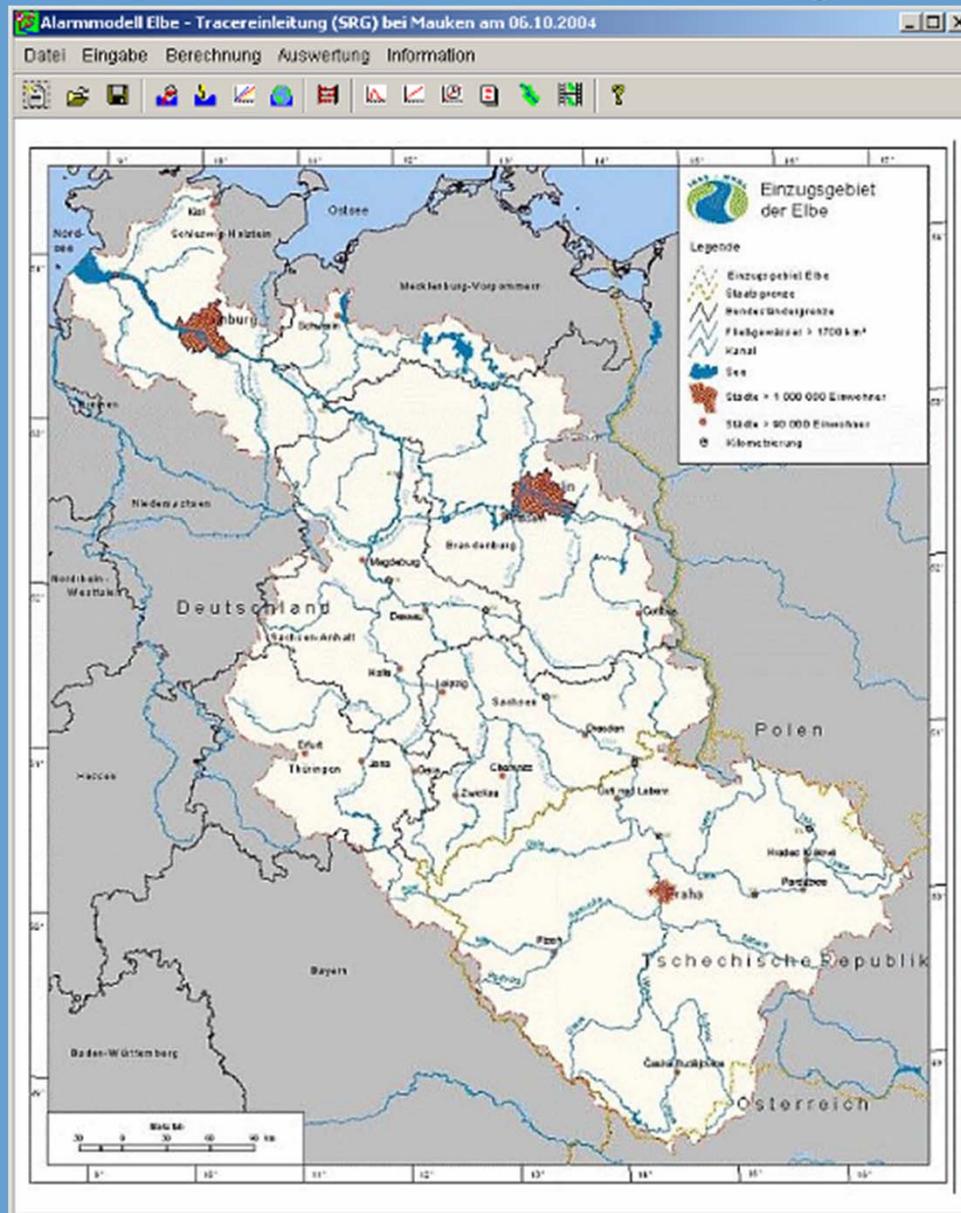
Bonn, 04.03.2016

1. Grundlage der operationellen Schadstofftransportmodellierung

Organisatorischer Rahmen / Meldewege



2. Operationelle Modellierung von Fließgewässereinträgen



➤ Anforderungen

einfaches Modell (bedienerfreundlich)

lauffähig auf PC

geringe Laufzeit
(quasi sofortige Ergebnisse)

➤ Realisierung ► ALAMO

eindimensionales numerisches Modell

empirische Formulierung von
Dispersion und Quervermischung

➤ Erfordernis

Kalibrierung der Dispersions- und
Quervermischungsbeiwerte

➤ Tracereexperimente

3. Physikalische Grundlagen der Modellierung

Differentialgl.
für den
Hauptstrom:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \dots$$

$$\dots \epsilon D_S (c - s) - k c$$

Differentialgl.
für die
Stillwasserzone:

$$\frac{\partial s}{\partial t} = D_S (c - s) - k s$$

- c: Schadstoffkonzentration (Hauptstrom)
- v: Fließgeschwindigkeit (Hauptstrom)
- D_L : Diffusions-/Dispersionskoeffizient
- s: Schadstoffkonzentration (Stillwasserzone)
- D_S : Austauschkoeffizient
- ϵ : Flächenverhältnis Stillwasserzone / Hauptstrom
- k: Abbaukoeffizient

➤ Erweitertes Taylormodell

Prozesse:

Advektion

Diffusion/ Dispersion

Abbau

➤ 1.5-dimensionaler Ansatz

Austausch zwischen
Hauptstrom und
Stillwasserzonen

Kein Transport
in Stillwasserzonen

➤ Kalibrierung nötig für

Koeffizienten D_L , D_S

4. Tracer-Experimente zur Modellkalibrierung



- **Versuchsübersicht**
- **Instrumentierung**
- **Ergebnisse**

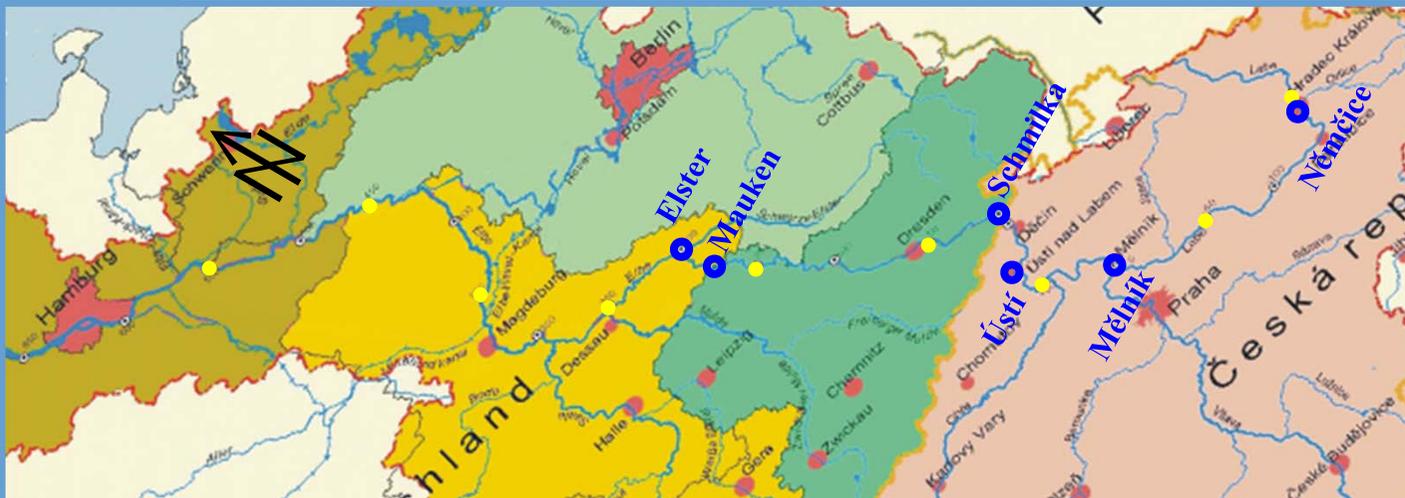
4. Tracer-Experimente zur Modellkalibrierung

Datum	Ort der Tracer-einleitung	Station [km]	Menge an Tracer [kg]	Abfluß Q [m³/s]	MNQ [m³/s]	MHQ [m³/s]	Referenz
29/11/99	Němčice	-249,2	2,0	16	12	309	Dostál et al.
02/05/05	Němčice	-249,2	8,0	52	12	309	
26/04/99	Mělník	-104,8	24,0	255	76	1324	Dostál et al.
30/11/97	Ústí	-37,0	12,1	130	91	1430	Dostál et al.
15/07/97	Schmilka	4,1	33,5	330	102	1480	Hanisch et al.
29/03/01	Schmilka	4,1	75,8	912	102	1480	Hanisch et al.
06/10/04	Mauken	184,5	20,0	136	114	1380	
11/10/99	Elster	200,4	26,0	160	130	1490	Hanisch et al.
27/10/98	Elster	200,4	26,4	265	130	1490	Hanisch et al.

➤ **Versuchsübersicht**

➤ **Instrumentierung**

➤ **Ergebnisse**



Tracer-Einleitung

▶ an verschiedenen Orten entlang der Elbe

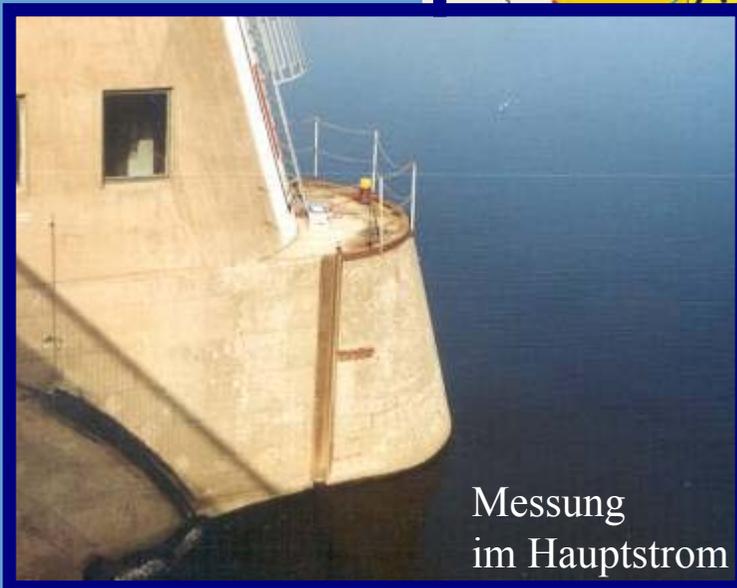
▶ bei verschiedenen Abflußbedingungen Q mit $MNQ < Q < MHQ$

4. Tracer-Experimente zur Modellkalibrierung

auf den Tracer SRG
angepaßte Fluorimeter

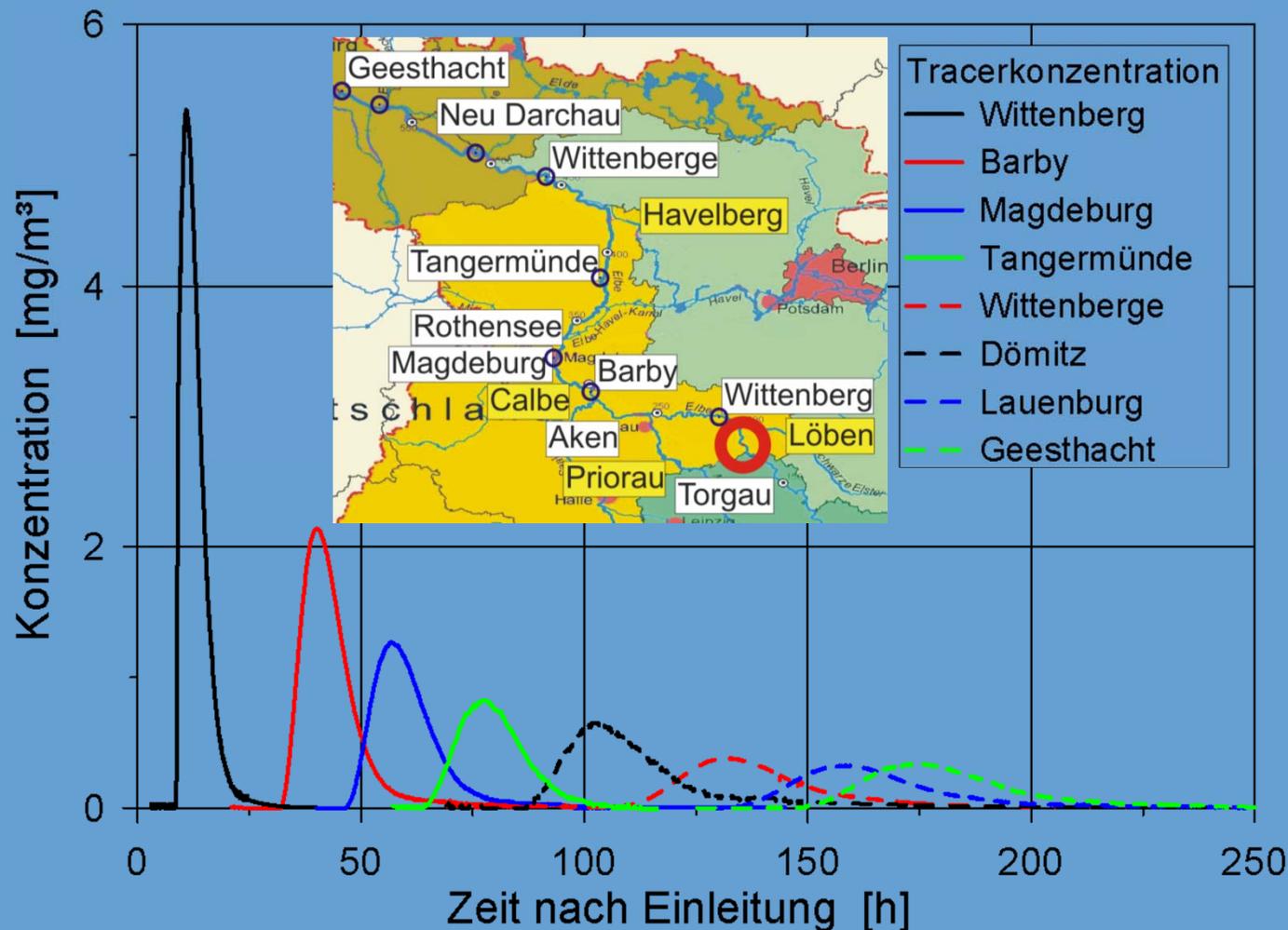


- **Versuchsübersicht**
- **Instrumentierung**
- **Ergebnisse**



4. Tracer-Experimente zur Modellkalibrierung

Zeitreihe der gemessenen Tracerkonzentration
in der Elbe (Abfluß $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$)



➤ **Versuchsübersicht**

➤ **Instrumentierung**

➤ **Ergebnisse**

Versuchsauswertung
hinsichtlich:

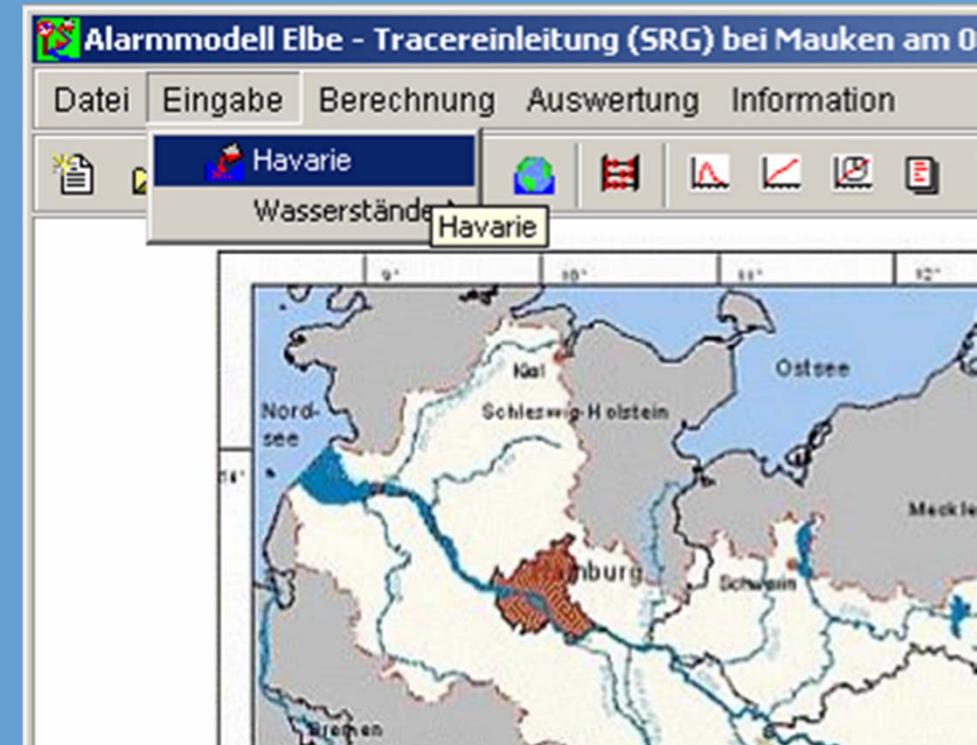
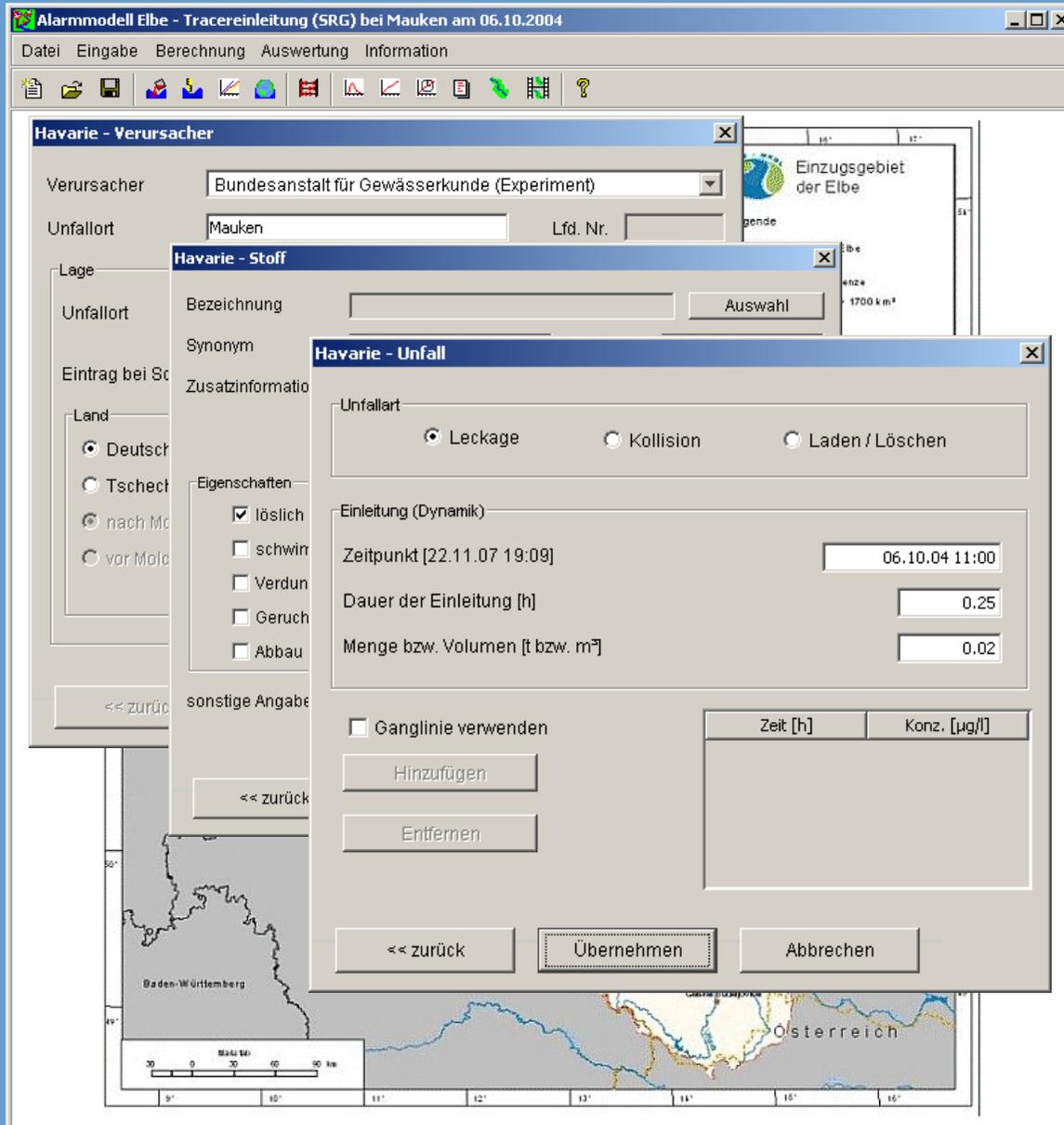
▶ **Laufzeit**

Start des Tracerdurchgangs
Maximum des Tracerdurchgangs
Ende des Tracerdurchgangs

▶ **Maximalkonzentration der
Tracerwolke**

im Hauptstrom
in der Stillwasserzone

5. Modellkalibrierung und -anwendung



➤ Eingabe der Havarie

Verursacher und Ort
Schadstoff
Zeitpunkt und Menge

5. Modellkalibrierung und -anwendung

Alarmmodell Elbe - Tracereinleitung (SRG) bei Mauken am 06.10.2004

Datei Eingabe Berechnung Auswertung Information

Alarmmodell Elbe

WWW - Download

Kontrollfenster

km	Zufluß	Stationsbezeichnung	Telefonnummer	Eingabeart	Wert
-284.1	<input type="checkbox"/>	Jaroměř	-	Abfluß [m³/s]	6.032
-263.8	<input checked="" type="checkbox"/>	Týniště	-	Abfluß [m³/s]	13.06
-249.2	<input type="checkbox"/>	Němčice	-	Abfluß [m³/s]	32.108
-220.1	<input type="checkbox"/>	Přelouč	-	Abfluß [m³/s]	37.453
-176.4	<input checked="" type="checkbox"/>	Saný	-	Abfluß [m³/s]	1.143
-164.2	<input type="checkbox"/>	Nymburk	-	Abfluß [m³/s]	0.0
-137.7	<input checked="" type="checkbox"/>	Předměřice	-	Abfluß [m³/s]	16.299
-133.7	<input type="checkbox"/>	Brandýs	-	Abfluß [m³/s]	58.712
-105.9	<input checked="" type="checkbox"/>	Vraňany	-	Abfluß [m³/s]	62.52
-105.4	<input type="checkbox"/>	Mělník	00420/206/627648	Abfluß [m³/s]	122.15
-61.4	<input checked="" type="checkbox"/>	Louny	-	Abfluß [m³/s]	17.78
-35.3	<input type="checkbox"/>	Ústí	00420/47/5210457	Abfluß [m³/s]	150.0
-10.4	<input type="checkbox"/>	Děčín	00420/412/514390	Abfluß [m³/s]	152.8
2.1	<input type="checkbox"/>	Schöna	035028/19429	Pegelstand [cm]	144.0
55.6	<input type="checkbox"/>	Dresden	0351/19429	Pegelstand [cm]	125.0
154.6	<input type="checkbox"/>	Torgau	03421/19429	Pegelstand [cm]	127.0
198.5	<input checked="" type="checkbox"/>	Löben	035389/82226	Pegelstand [cm]	0.0

Übernehmen Abbrechen

Alarmmodell Elbe - Tracereinleitung (SRG) bei Mauken am 06.10.2004

Datei Eingabe Berechnung Auswertung Information

Havarie

Wasserstände

WWW - Abruf

Standardituationen

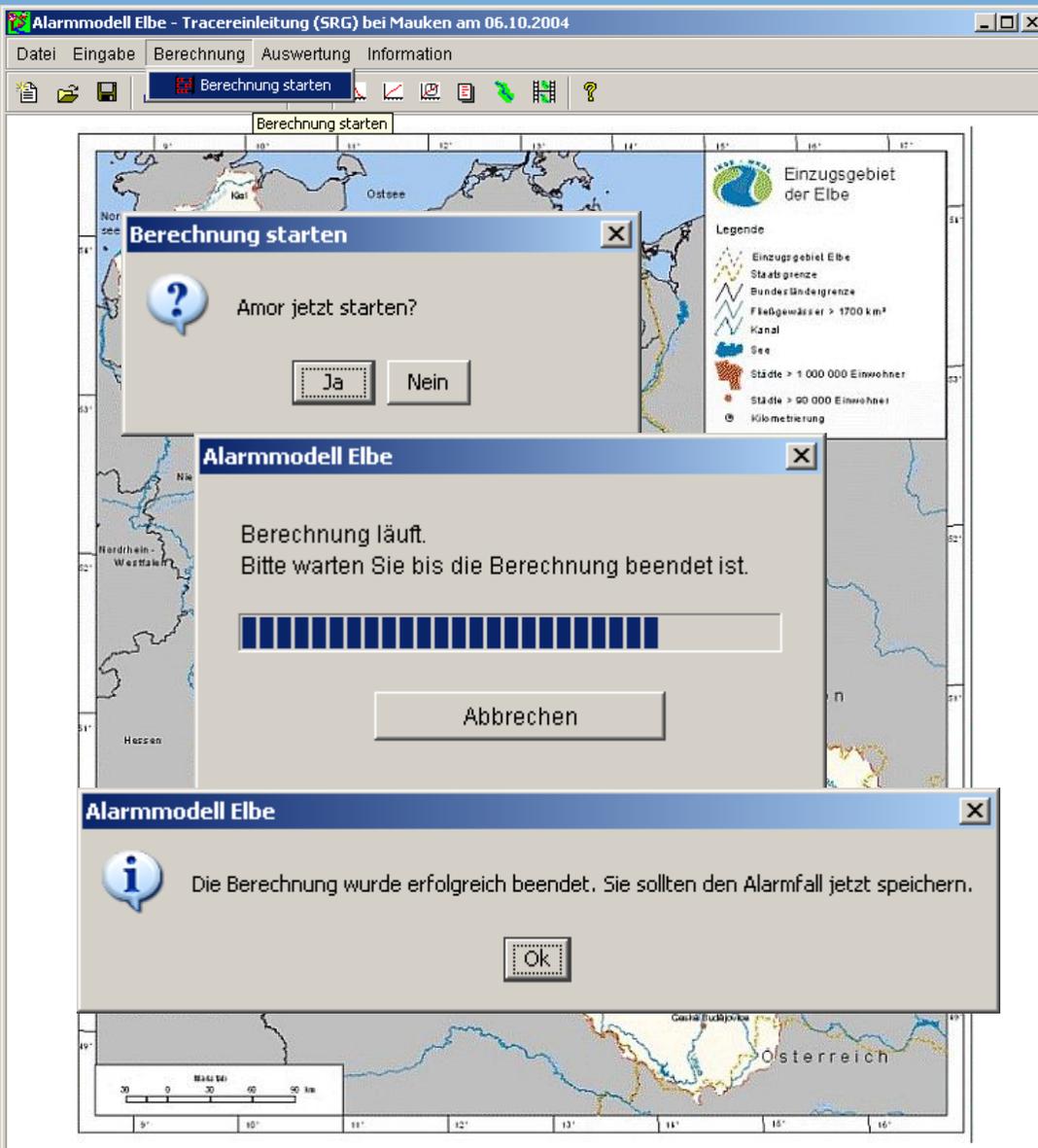
WWW - Abruf

Handeingabe

➤ Vorgabe der
aktuellen Abflusssituation

Abfluss
Wasserstand u. Abflusskurve

5. Modellkalibrierung und -anwendung

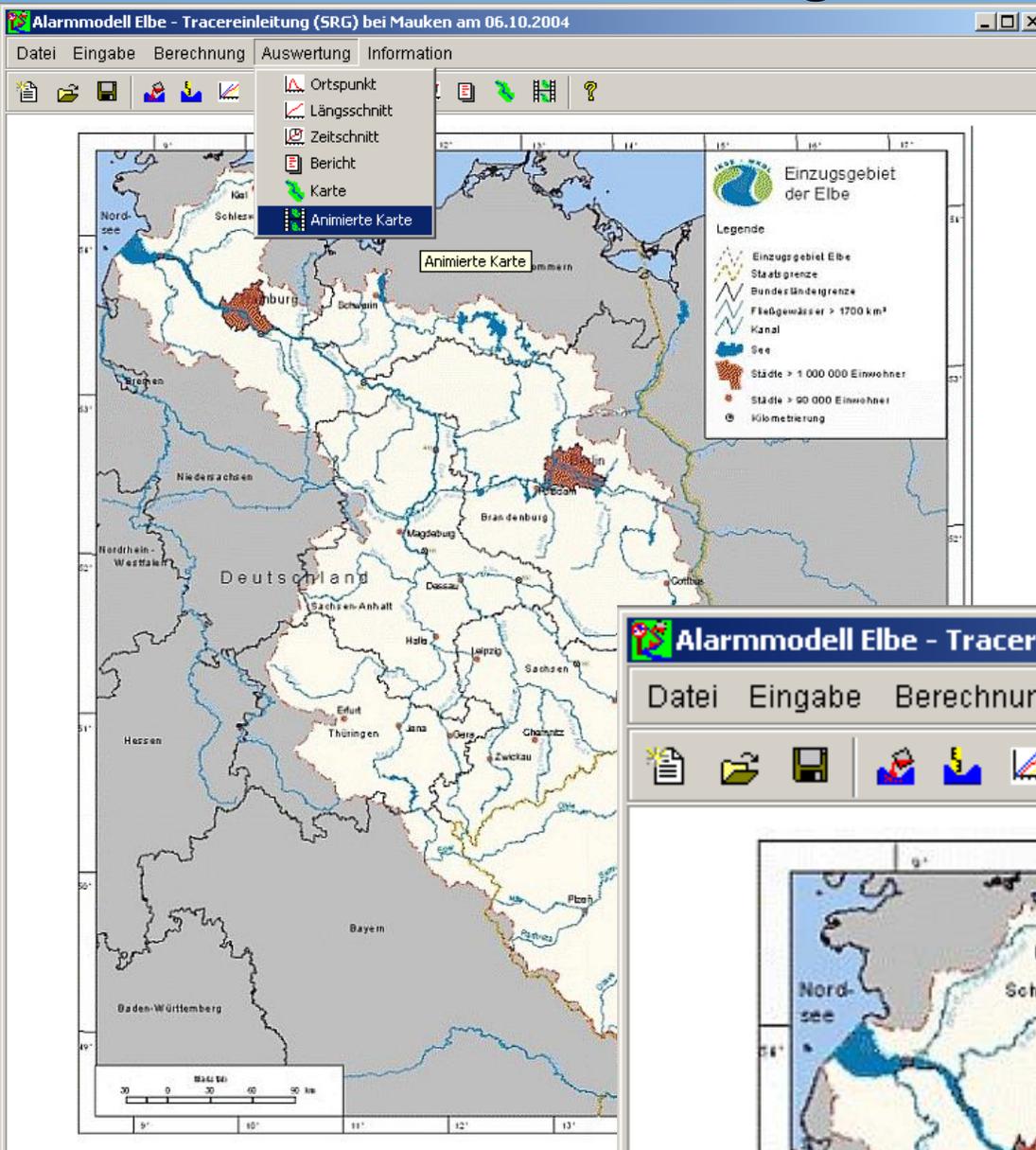


➤ Berechnung des
Schadstofftransports

5. Modellkalibrierung und -anwendung

Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit



5. Modellkalibrierung und -anwendung



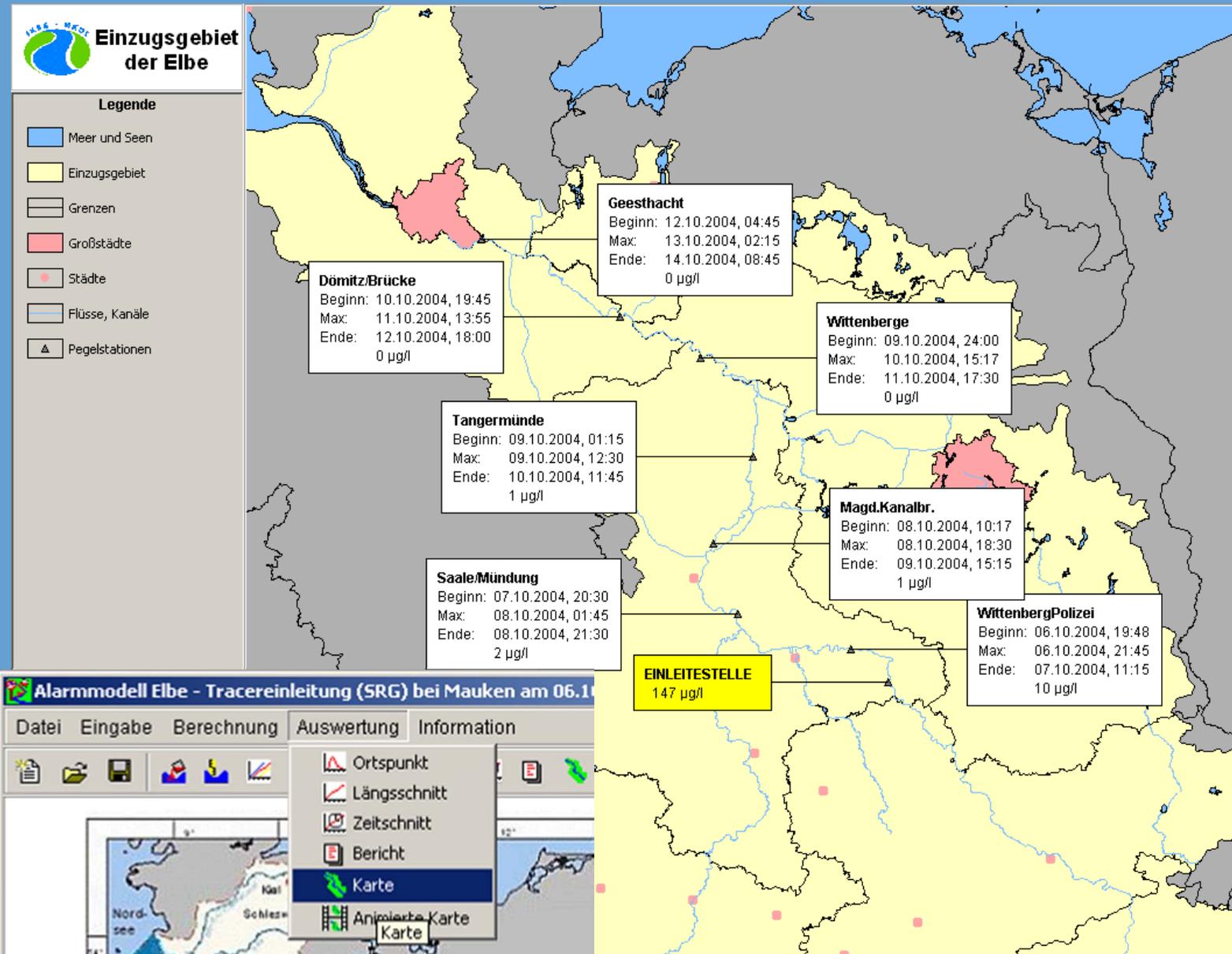
Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

5. Modellkalibrierung und -anwendung

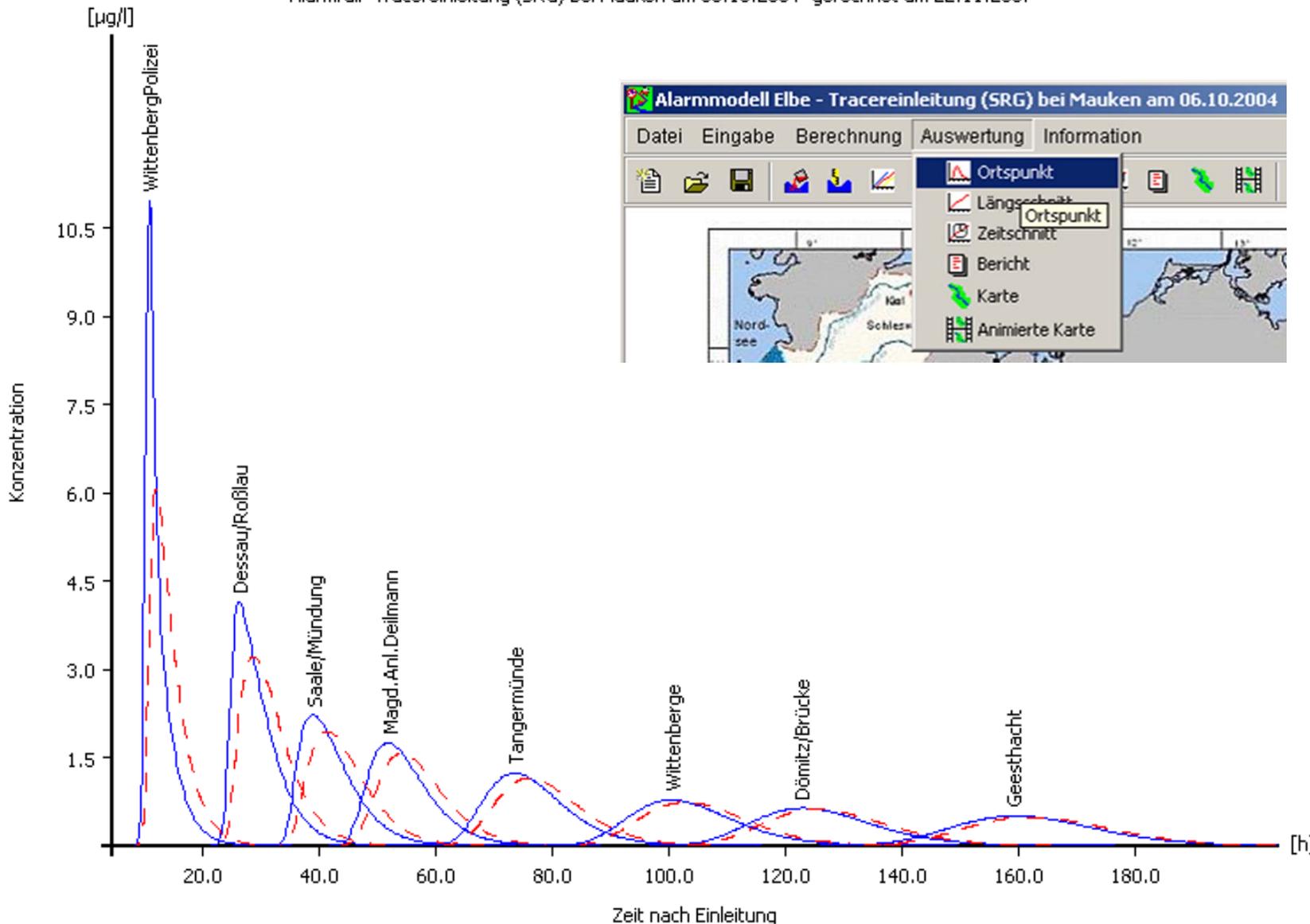
Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit



5. Modellkalibrierung und -anwendung

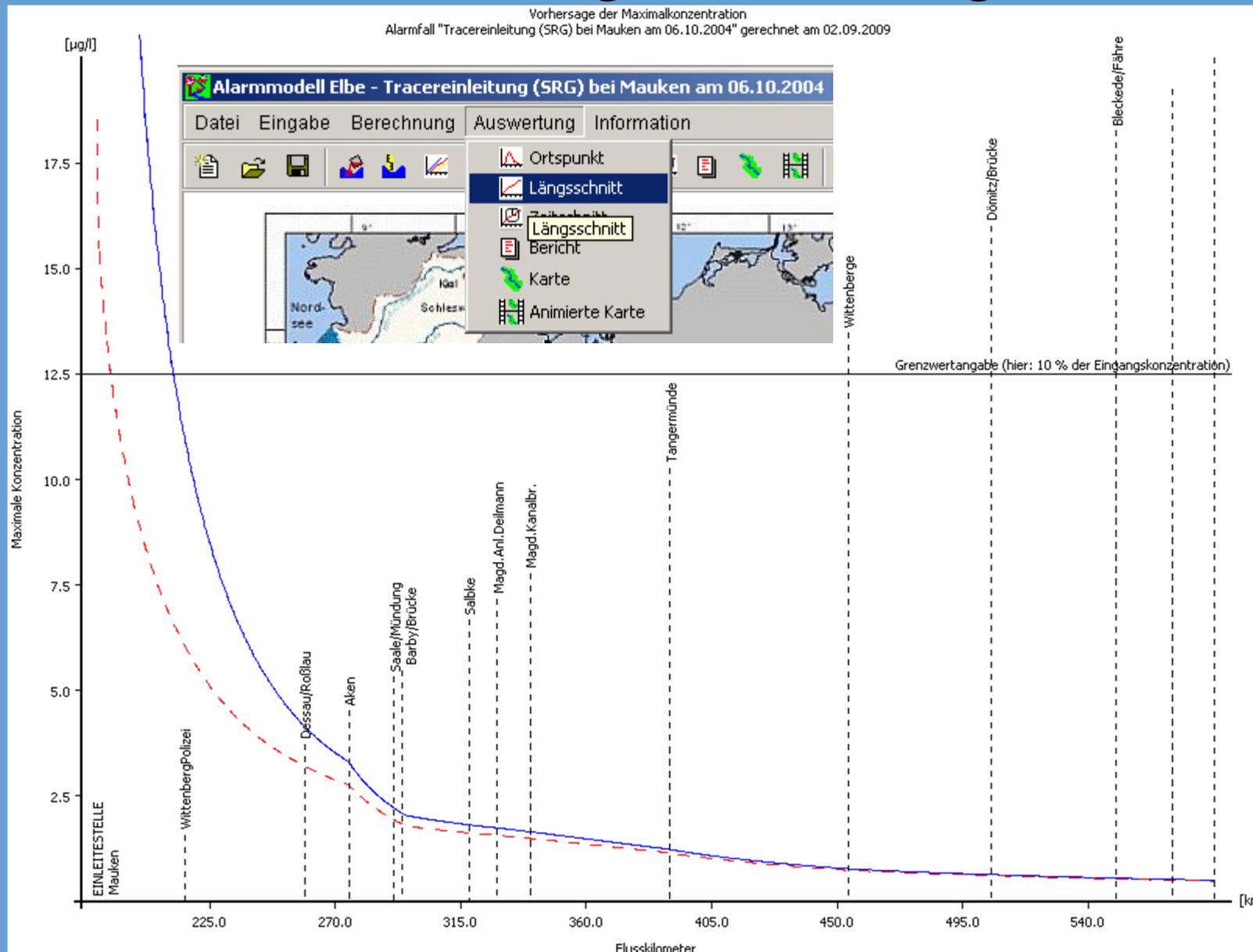
Konzentrationsganglinien an ausgewählten Orten
Alarmfall "Tracereinleitung (SRG) bei Mauken am 06.10.2004" gerechnet am 22.11.2007



Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- **Ganglinien der Schadstoffkonzentration**
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

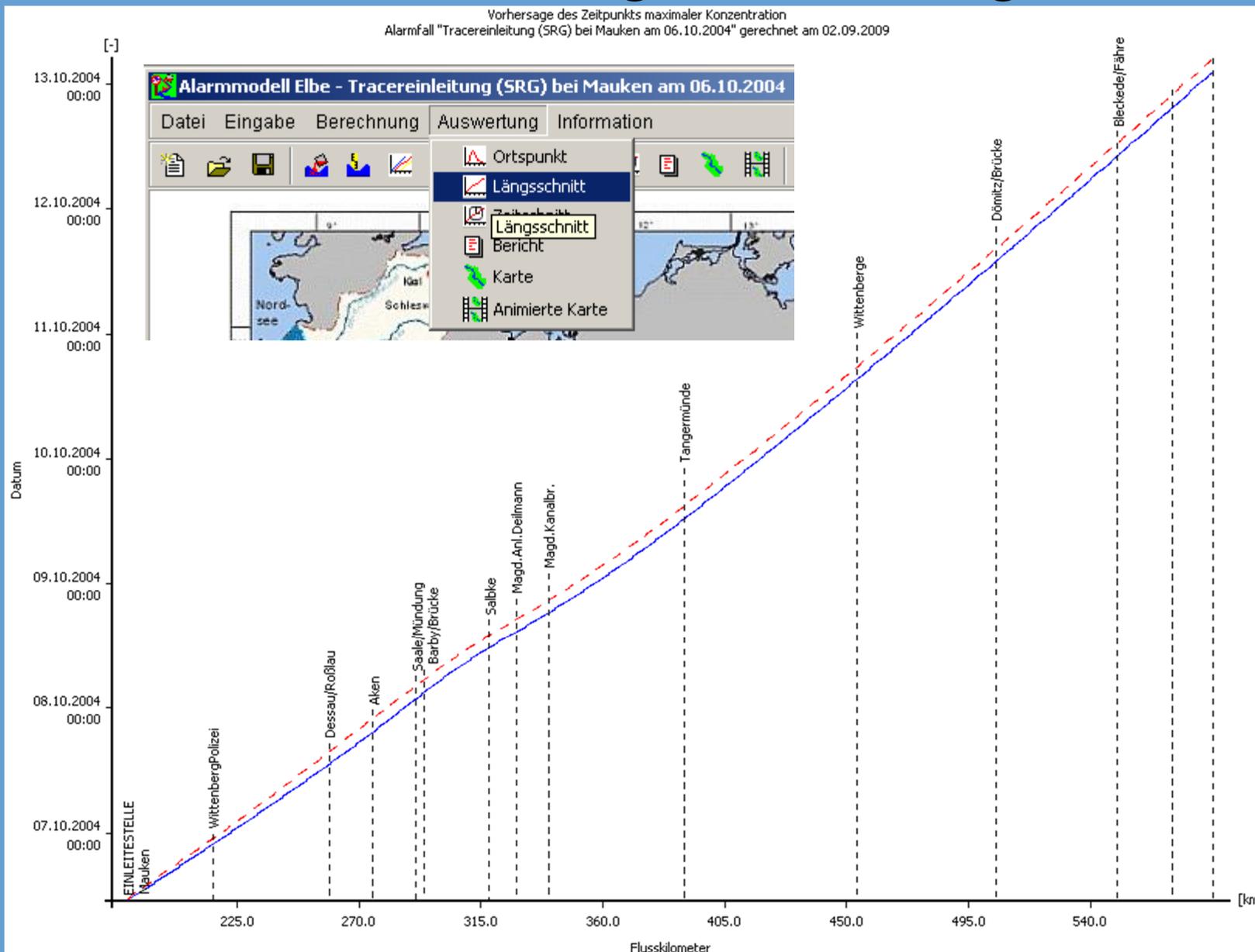
5. Modellkalibrierung und -anwendung



Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- **Maximalkonzentration**
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

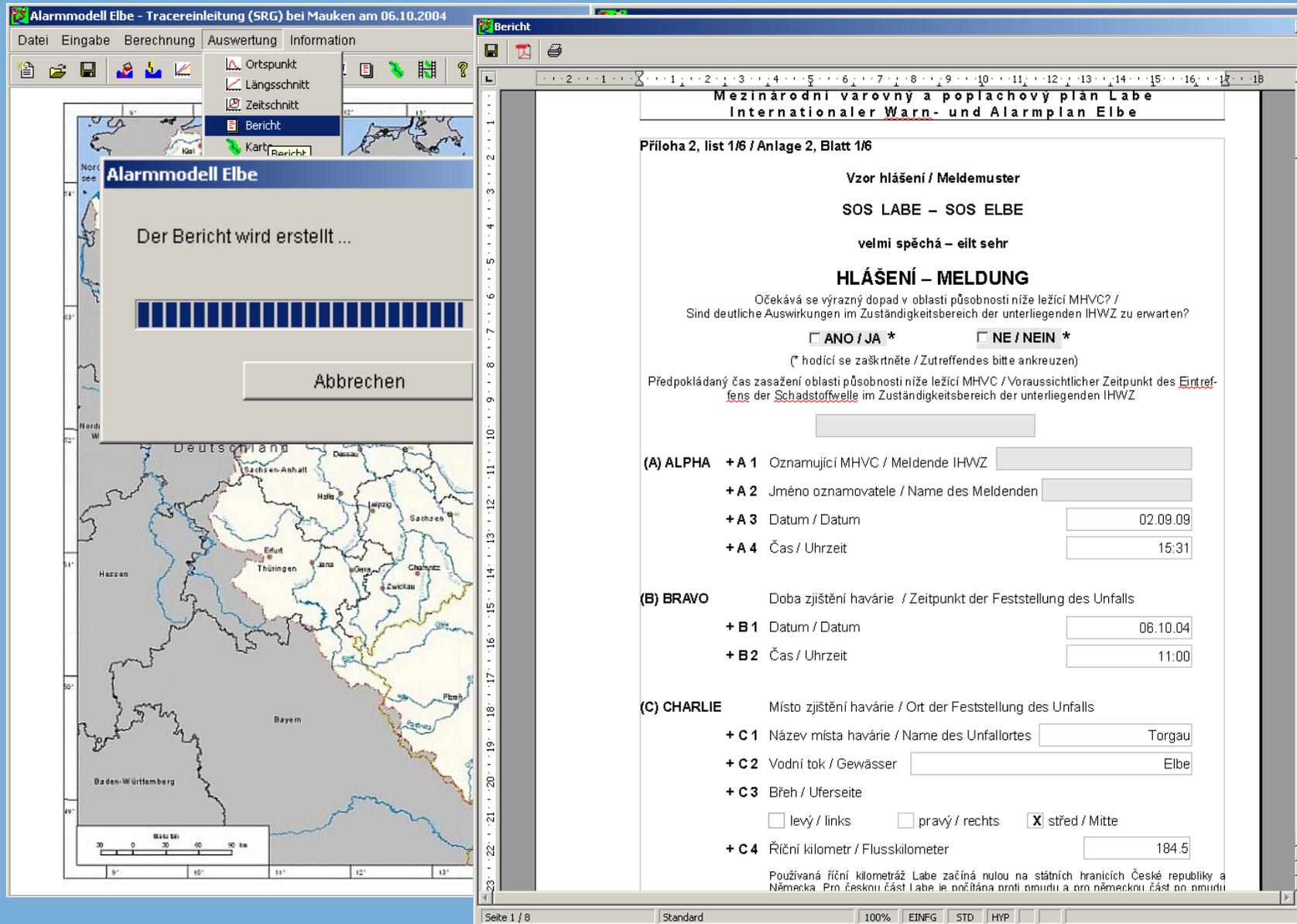
5. Modellkalibrierung und -anwendung



Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

5. Modellkalibrierung und -anwendung



The screenshot shows two windows from the ALAMO software. The left window, titled 'Alarmmodell Elbe - Tracereinleitung (SRG) bei Mauken am 06.10.2004', displays a map of the Elbe river basin with a progress bar and the text 'Der Bericht wird erstellt ...'. The right window, titled 'Bericht', shows a form for 'Mezinárodní varovný a poplachový plán Labe' (International Alarm Plan Elbe). The form includes fields for reporting details and incident information.

Mezinárodní varovný a poplachový plán Labe
Internationaler Warn- und Alarmplan Elbe

Příloha 2, list 1/6 / Anlage 2, Blatt 1/6

Vzor hlášení / Meldemuster
SOS LABE – SOS ELBE
velmi spěchá – eilt sehr

HLÁŠENÍ – MELDUNG
 Očekává se výrazný dopad v oblasti působnosti níže ležící MHVC? /
 Sind deutliche Auswirkungen im Zuständigkeitsbereich der unterliegenden IHWZ zu erwarten?
 ANO / JA * NE / NEIN *
 (* hodící se zaškrtněte / Zutreffendes bitte ankreuzen)

Předpokládaný čas zasažení oblasti působnosti níže ležící MHVC / Voraussichtlicher Zeitpunkt des Eintreffens der Schadstoffwelle im Zuständigkeitsbereich der unterliegenden IHWZ

(A) ALPHA + A 1 Oznamující MHVC / Meldende IHWZ []
 + A 2 Jméno oznamovatele / Name des Meldenden []
 + A 3 Datum / Datum [02.09.09]
 + A 4 Čas / Uhrzeit [15:31]

(B) BRAVO Doba zjištění havárie / Zeitpunkt der Feststellung des Unfalls
 + B 1 Datum / Datum [06.10.04]
 + B 2 Čas / Uhrzeit [11:00]

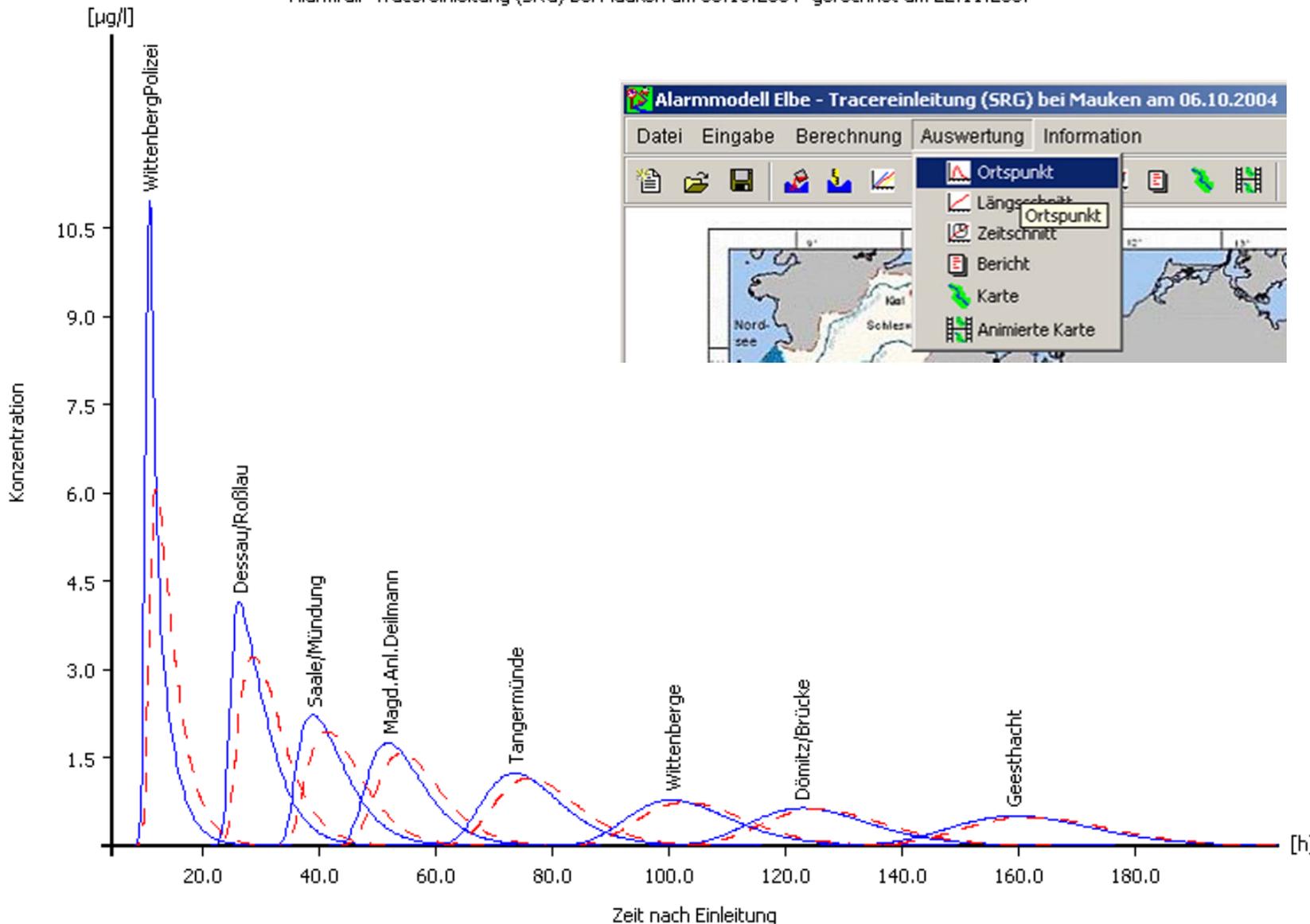
(C) CHARLIE Místo zjištění havárie / Ort der Feststellung des Unfalls
 + C 1 Název místa havárie / Name des Unfallortes [Torgau]
 + C 2 Vodní tok / Gewässer [Elbe]
 + C 3 Břeh / Uferseite
 levý / links pravý / rechts střed / Mitte
 + C 4 Říční kilometr / Flusskilometer [184,5]

Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- Ganglinien der Schadstoffkonzentration
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

5. Modellkalibrierung und -anwendung

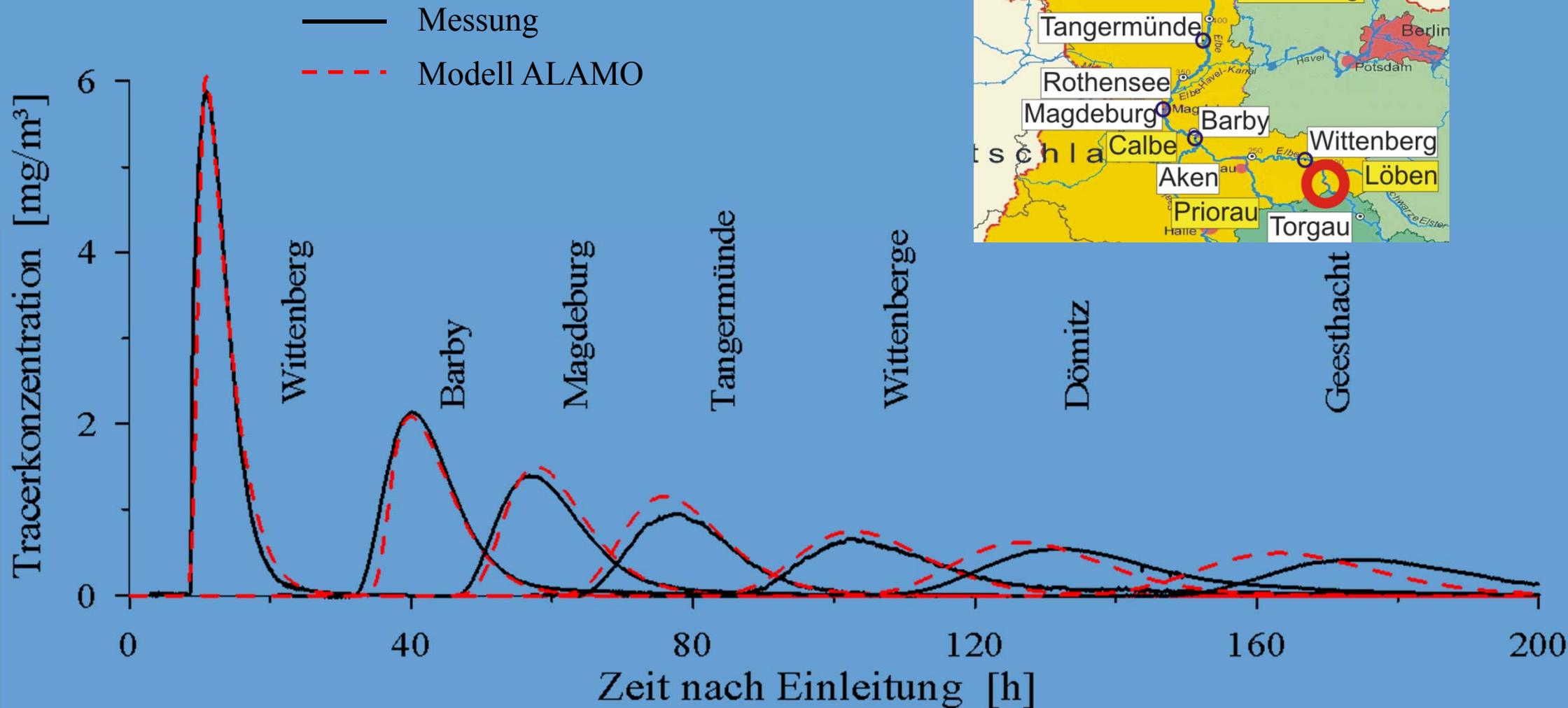
Konzentrationsganglinien an ausgewählten Orten
Alarmfall "Tracereinleitung (SRG) bei Mauken am 06.10.2004" gerechnet am 22.11.2007



Darstellung der Ergebnisse

- Animation des Schadstofftransports im Fluss
- Kartendarstellung des Schadstofftransports
- **Ganglinien der Schadstoffkonzentration**
- Maximalkonzentration
- Eintrittszeit
- Warnmeldung
- Verteilung der Konzentration nach vorgegebener Zeit

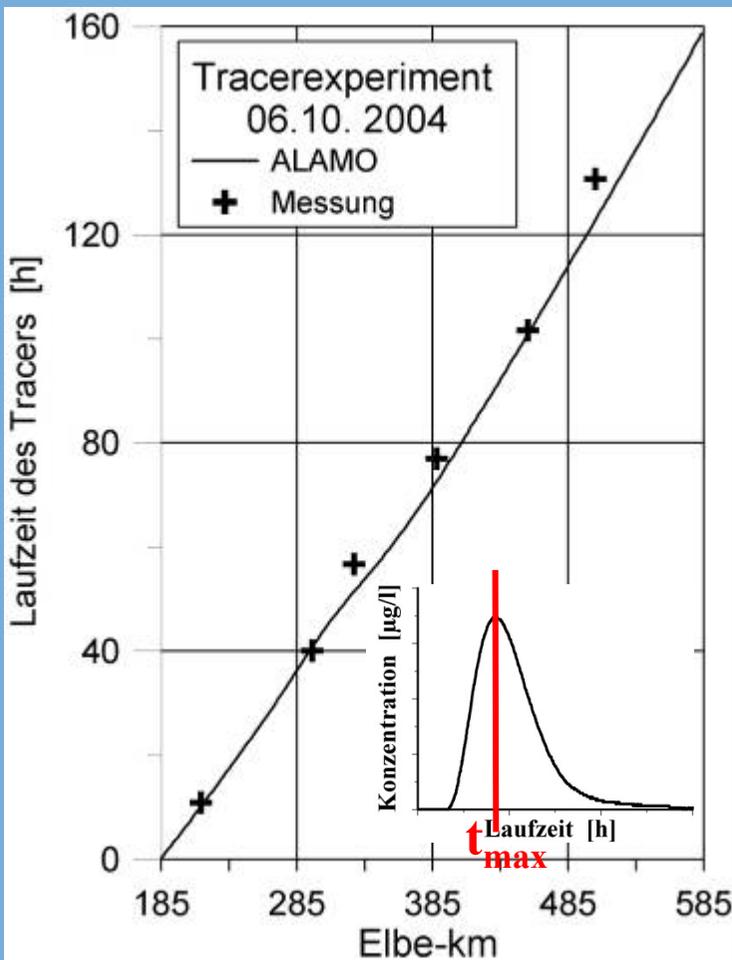
5. Modellkalibrierung Modell versus Messung - Übersicht



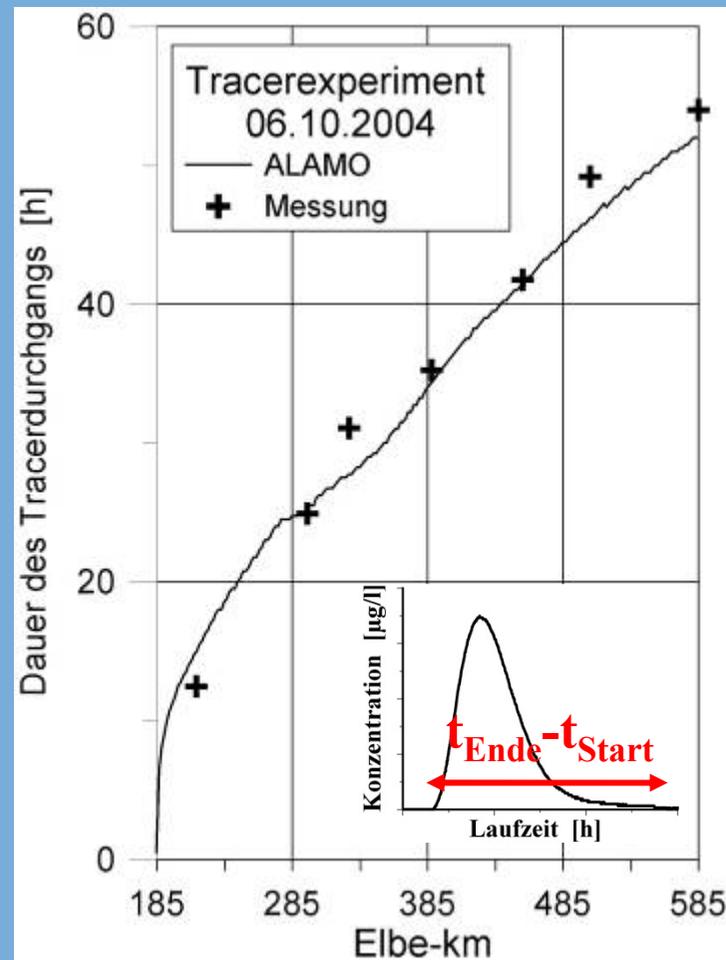
5. Modellkalibrierung

Modell versus Messung – Betrachtung der Teilprozesse

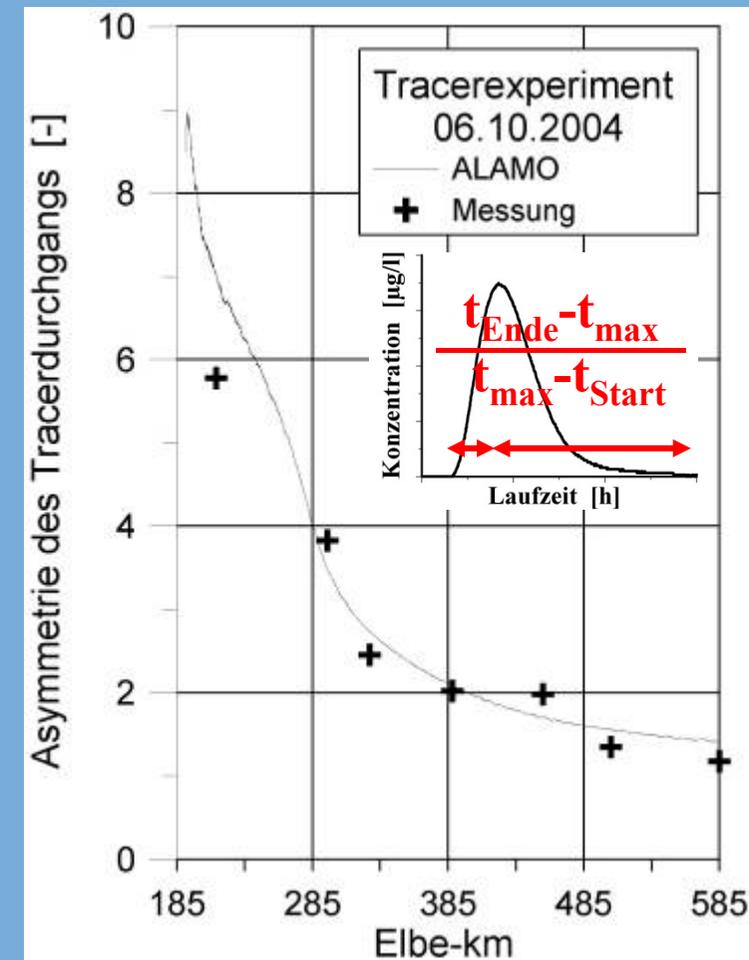
Advektion



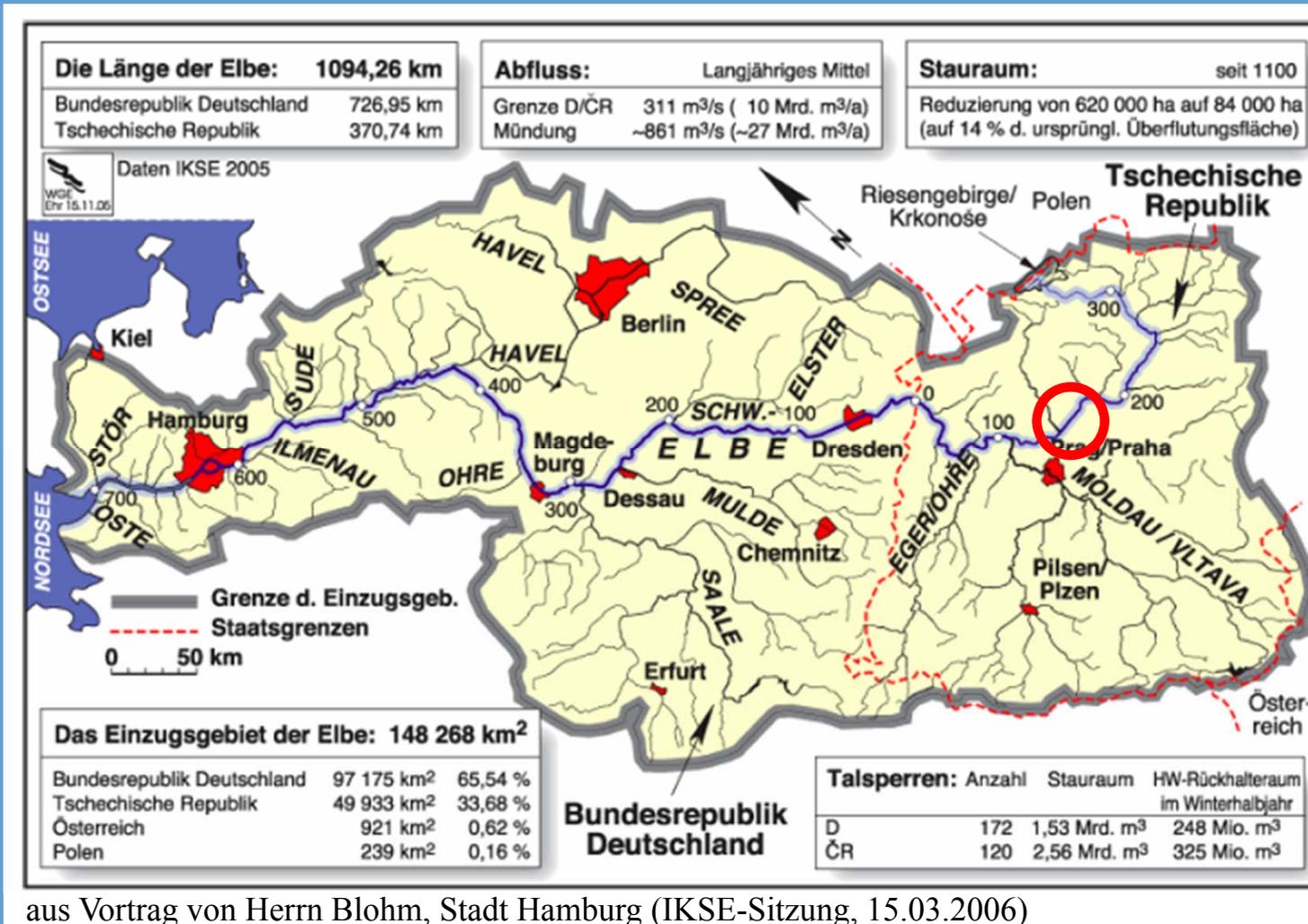
Dispersion



Quervermischung



6. Modellverifizierung Modellanwendung bei einem Schadstoffunfall



➤ Gewässer- verunreinigung

Stoff: Cyanid

Ort: Nymburk

Zeit: 09.01.2006

Konz.: >500 µg/l

Menge: > 100 kg

Verursacher: LZ Draslovka

erste Warnung: 16.01.2006

➤ Problem

keine genaue Information
über Einleitung

6. Modellverifizierung

Modellanwendung bei einem Schadstoffunfall



➤ Gewässer- verunreinigung

Stoff: Cyanid

Ort: Nymburk

Zeit: 09.01.2006

Konz.: >500 µg/l

Menge: > 100 kg

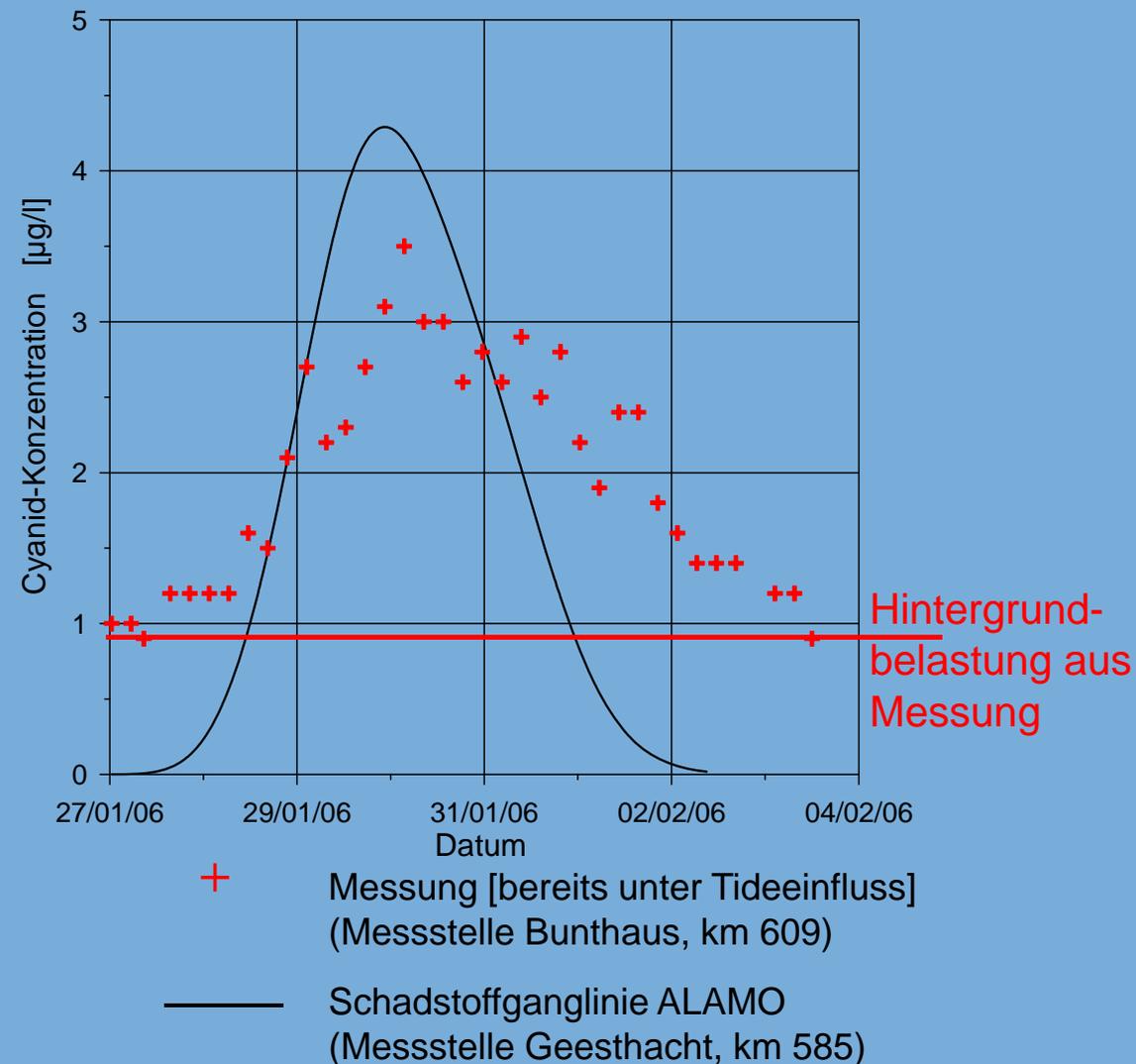
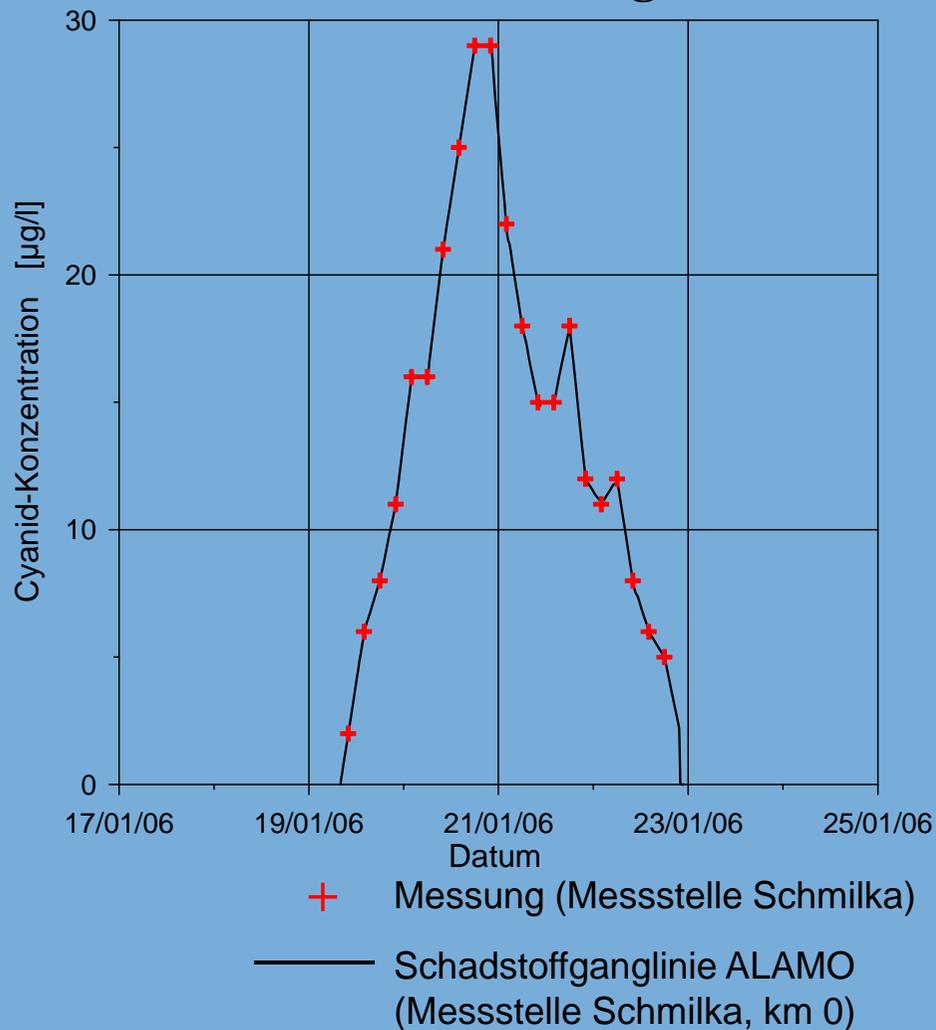
Verursacher: LZ Draslovka

erste Warnung: 16.01.2006

➤ Problem

keine genaue Information
über Einleitung

6. Modellverifizierung Modellanwendung bei einem Schadstoffunfall



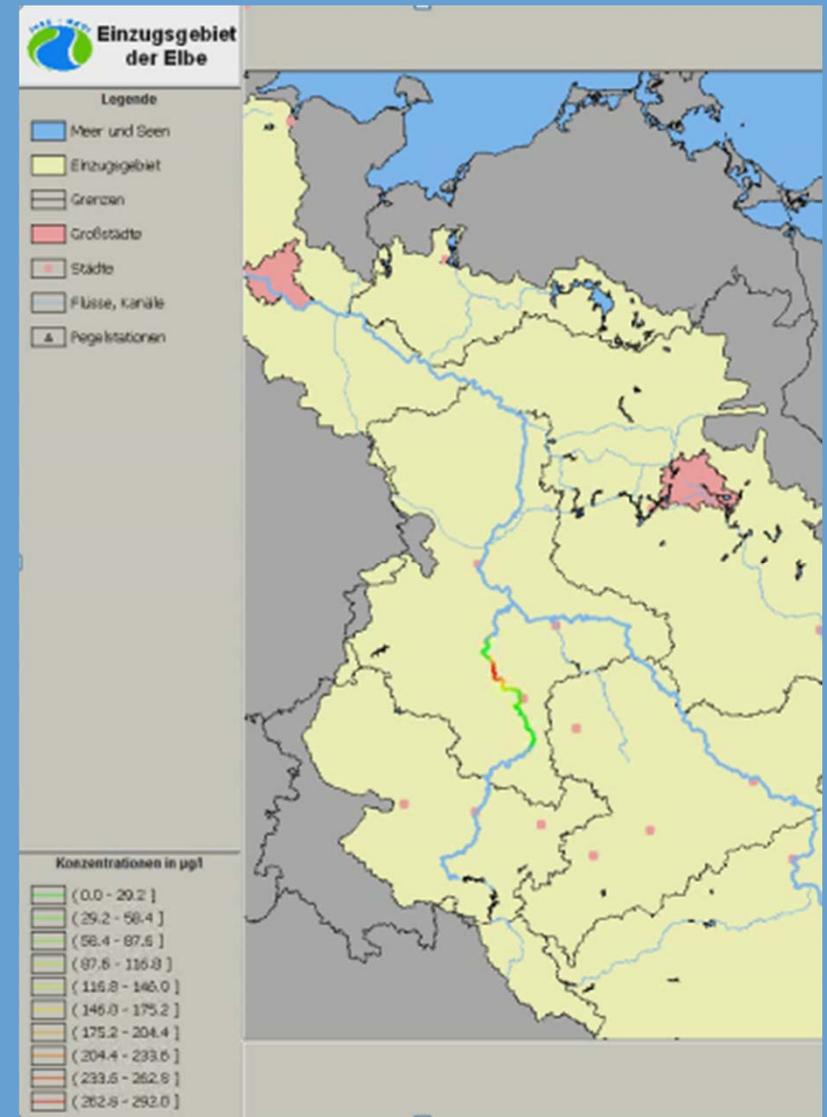
➤ gute Wiedergabe der Laufzeit des Schadstoffs

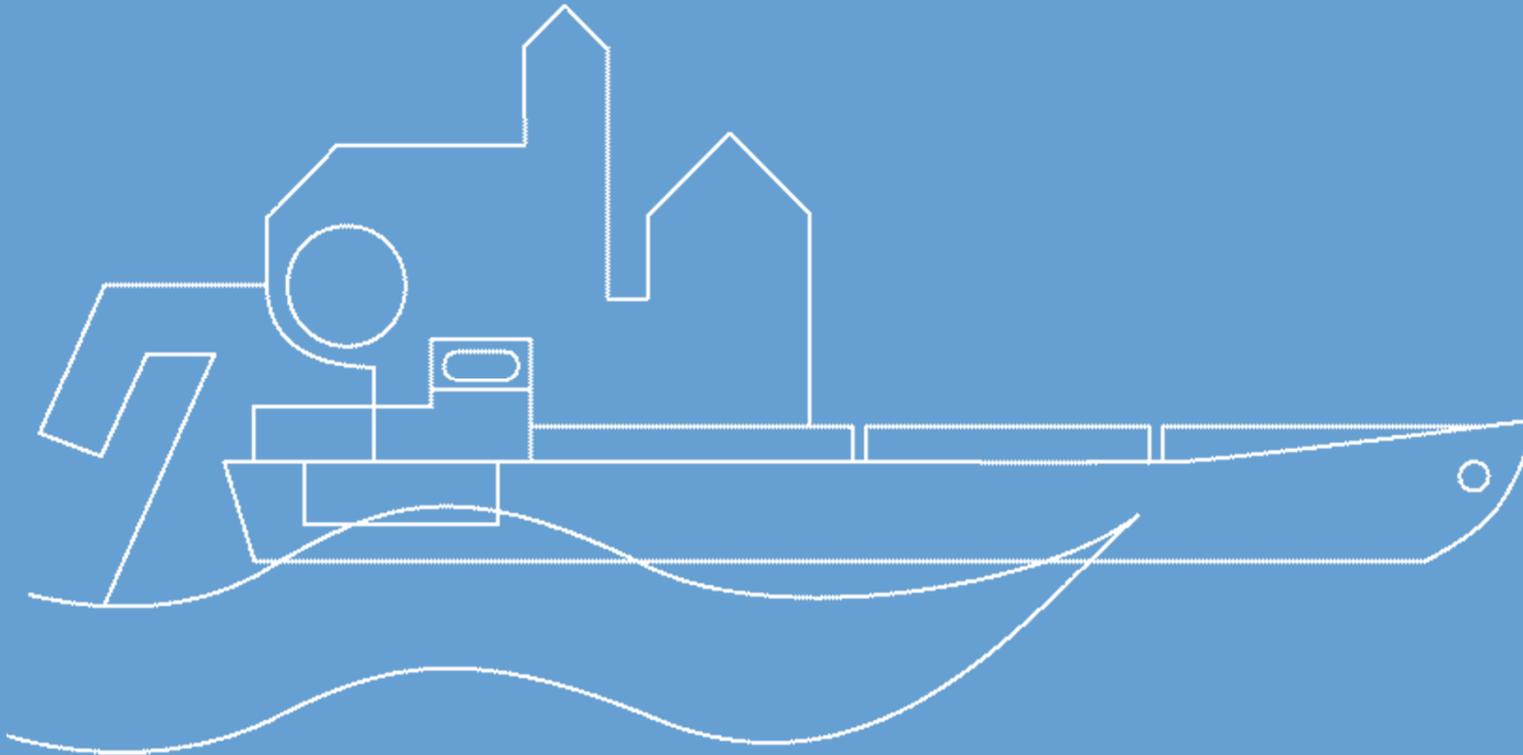
7. Zusammenfassung

- **ALAMO ist das Schadstofftransportmodell für die Elbe.**
- **ALAMO ist ein 1,5-dimensionales Modell.**
- **ALAMO ist einfaches und leicht nutzen.**
- **Eingangsdaten der Modellierung sind von einem https-Server abrufbar. Sie können jedoch auch direkt per Handeingabe vorgegeben werden**
- **ALAMO unterstützt bei der Erstellung der Alarmmeldung.**

Ausblick:

- **ALAMO wird zurzeit auf die Nebenflüsse Saale und Moldau erweitert.**





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