

# Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins

## **Laufzeit:**

**01.01.2005 – 31.12.2007**

## **Projektleitung:**

**Prof. Dr. Uwe Grünewald /  
Dipl.-Hydr. Sabine Schümberg, BTU Cottbus**

## **Projektbearbeiter:**

**Dipl.-Geol. Steffen Bartl /  
Dr. Matthias Deutsch, BTU Cottbus  
Dipl.-Ing. Silvia Matz, DHI Wasser & Umwelt e. V.  
unter Einbeziehung von Dr. Dieter Fügner, Dresden**

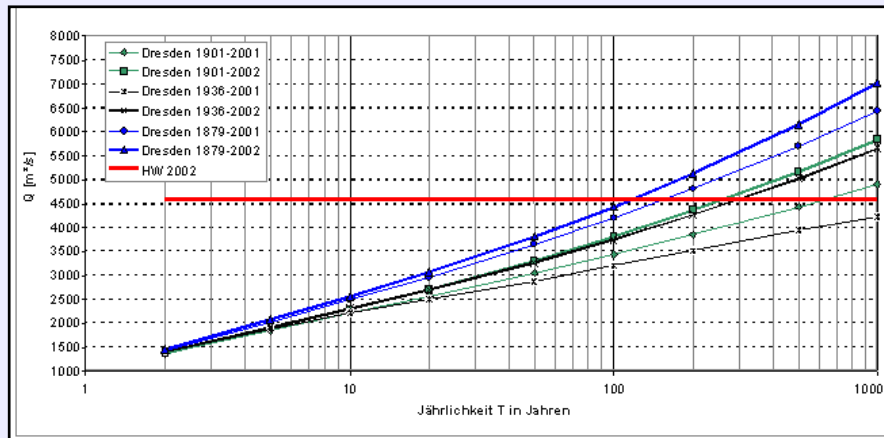
# Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins

## *Kurzvortragsgliederung*

- 1. Projektübersicht**
- 2. Verfahren und Ergebnisse der historischen und hydrologischen Analysen**
- 3. Verfahren und Ergebnisse der hydraulischen Analysen**

# Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins

## Motivation u. a.:



Einfluss der Reihenlänge auf Bemessungswerte  
(IKSE, 2004)

## Projekt-Schwerpunkte

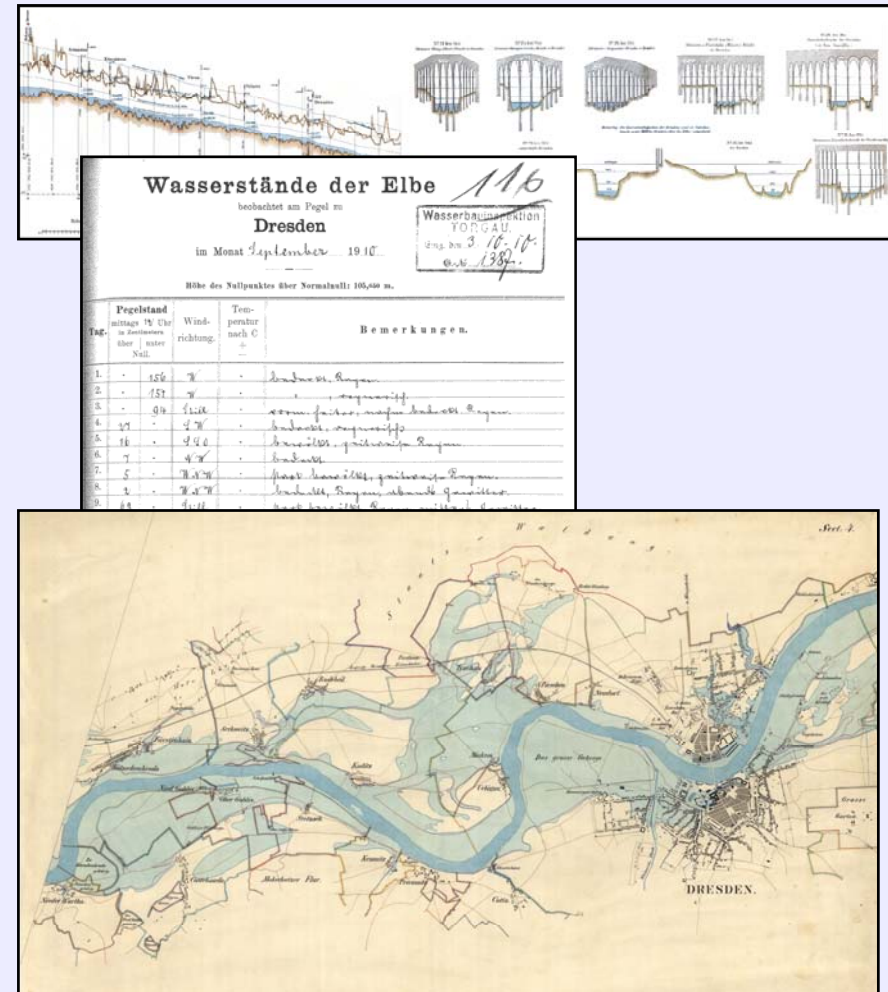
Auswertung  
historischer  
Dokumente

Hydrologische  
Analysen

Hydraulische  
Berechnungen

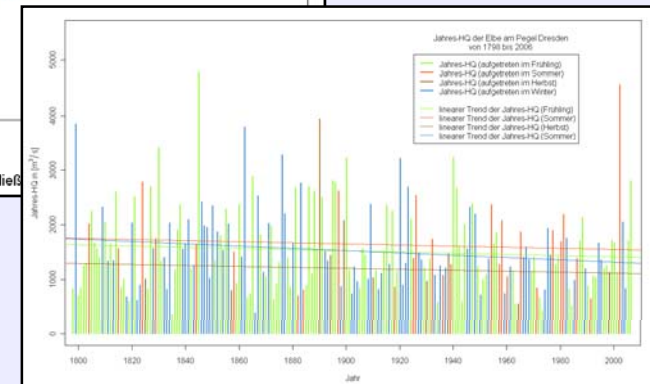
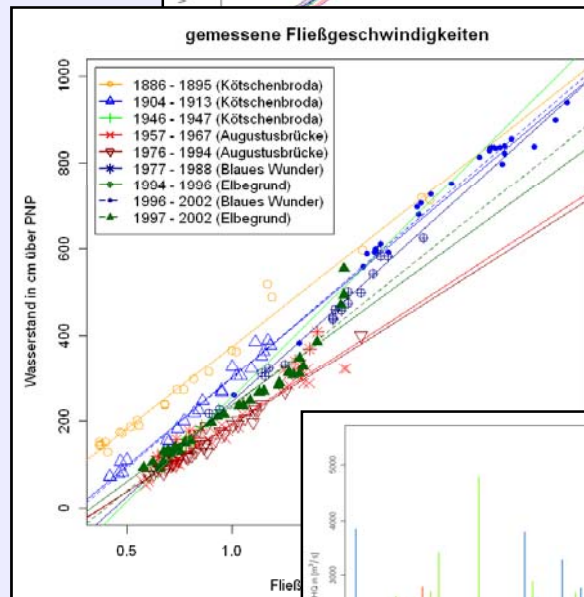
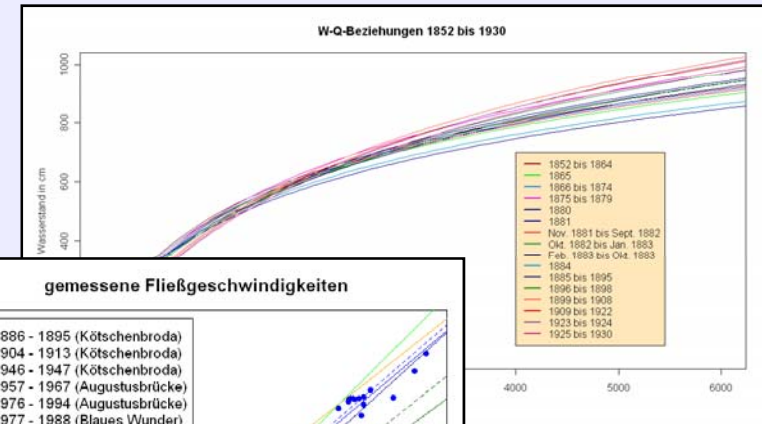
# Auswertung **historischer** Dokumente

- Zusammenstellung **historischer Wasserstände**  
(Tageswerte und Scheitelwerte)
- Auswertung **historischer Abflussmessungen**
- Zusammenstellung **historischer Längs- und Querprofile**
- Auswertung **sonstiger wasserwirtschaftlicher Altunterlagen**
- Dokumentation **historischer Hochwassermarken**



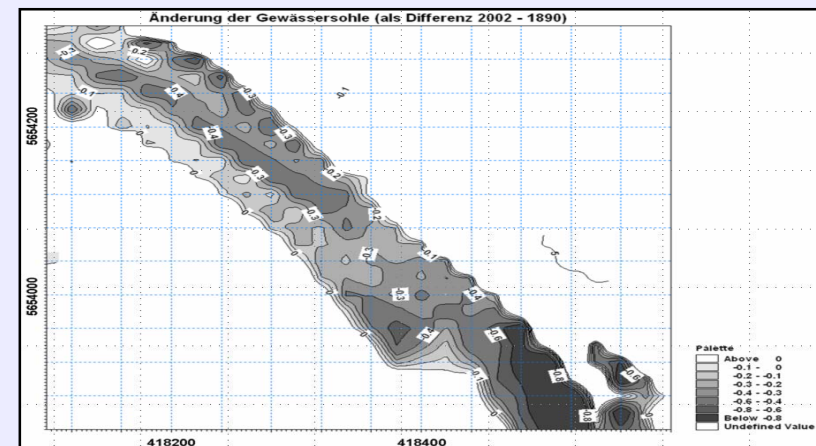
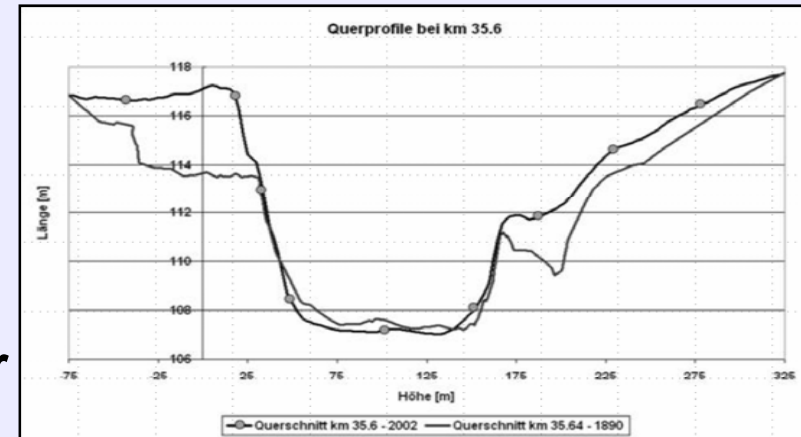
# Hydrologische Analysen

- **kritische Analyse** der Daten des Pegels Dresden
- **Verlängerung der Jahres-HQ-Reihe** auf **209 Jahre** (1798 – 2006)
- **statistische Berechnungen** und Auswertungen
- **Zeitreihenanalysen**
- Ableitung **historischer W-Q-Beziehungen** (1806 – 1929)
- **Überarbeitung** bestehender **W-Q-Beziehungen** ab (1930)

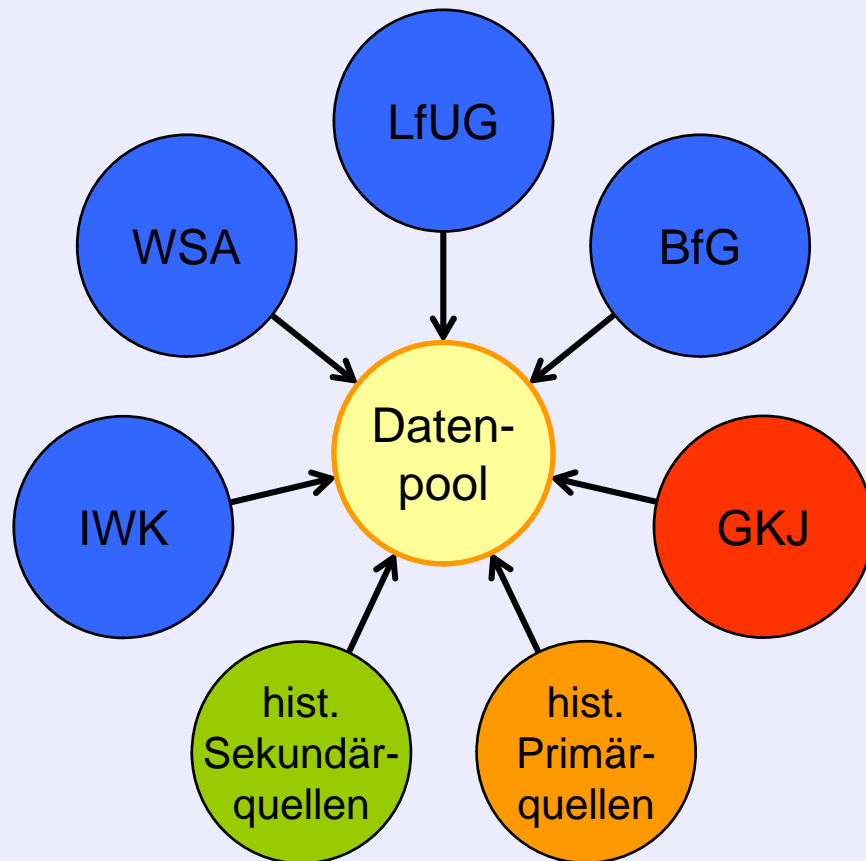


# Hydraulische Berechnungen

- Erstellung eines **1D-Modells** (MIKE 11) von Schöna bis Torgau, für das **Hochwasser 2002**
- **Anpassung** an die Verhältnisse von **1890** unter Einbeziehung **historischer Daten**
- **Vergleich** von **Abflussbedingungen** 1890 und 2002 (z. B. Abflussquerschnitte)
- Ermittlung des **Scheitelabflusses** von **1890** am Pegel Pillnitz und Übertragung auf den Pegel Dresden



# Datengrundlagen



- ...
- existierende Datenreihen
- **Gewässerkundliche Jahrbücher**
- historische Fachliteratur
- Chroniken / Denkschriften / historische Veröffentlichungen
- Pegelbücher / Abflussmessungen
- Vermessungsdokumentationen (Längsschnitte / Querprofile)
- Bauunterlagen, Pläne, Karten (Brücken, Straßen, Flutrinnen, städtische Bebauung...)
- ...

# Einschätzung der Daten des Pegels Dresden

- Qualität der **Wasserstandsdaten** ist **gut**  
aber erweiterbar und im Detail verbesserbar  
(Jahreswerte)
- Qualität der **Abflussdaten** ist **unbefriedigend**  
Erweiterung und Überarbeitung notwendig

# Datenanalyse bezüglich Wasserstände des Pegels Dresden

- gute Übereinstimmung der verschiedenen Wasserstandsreihen
- kaum Widersprüche zu historischen Unterlagen
- aber  
Jahreshöchstwerte von 1852 – 1932  
keine Extrema

Wasserstände der Elbe			
beobachtet am Pegel zu			
Dresden			
im Monat. <u>1857</u>			
Höhe des Nullpunktes über Ostseespiegel: 105,5 m.			
Tag.	Pegelstand Mittags 12 Uhr in Ostseehöhe, über oder unter Null.	Wind- richtung.	Bemerkungen.
1.	11. 11. 11.	SW.	sehr st. Wind, sehr st. Wasser.
2.	12. 12. 12.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
3.	13. 13. 13.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
4.	14. 14. 14.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
5.	15. 15. 15.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
6.	16. 16. 16.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
7.	17. 17. 17.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
8.	18. 18. 18.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
9.	19. 19. 19.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
10.	20. 20. 20.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
11.	21. 21. 21.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
12.	22. 22. 22.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
13.	23. 23. 23.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
14.	24. 24. 24.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
15.	25. 25. 25.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
16.	26. 26. 26.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
17.	27. 27. 27.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
18.	28. 28. 28.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
19.	29. 29. 29.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
20.	30. 30. 30.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
21.	31. 31. 31.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
22.	1. 1. 1.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
23.	2. 2. 2.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
24.	3. 3. 3.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
25.	4. 4. 4.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
26.	5. 5. 5.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
27.	6. 6. 6.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
28.	7. 7. 7.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
29.	8. 8. 8.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
30.	9. 9. 9.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
31.	10. 10. 10.	SW.	stark best. st. Wasser, sehr st. Wind.
Monatsmittel: 14 cm über Null.			
Dresden, am 31. Mai 1857.			

## Datenanalyse bezüglich **Abflüsse** des Pegels Dresden

- Durchflusswerte **bis 1930 nicht durch *W-Q-Beziehungen* eindeutig belegt**
- Durchflusswerte **von 1930 bis 1989 teilweise inkonsistent** zu amtlichen Unterlagen
- **W-Q-Beziehungen** über weite Zeiträume **problematisch**

# Probleme der **W-Q-Beziehungen** des Pegels Dresden

- bis **1930 keine** existent
- bis **1988** nur **Tafeln** (Zuordnungstabellen)
- ab **1989 segmentierte Funktionen**
- **Anpassung** an Messwerte teilweise **nicht optimal**
- **oberer** Bereich sehr **schlecht** belegt

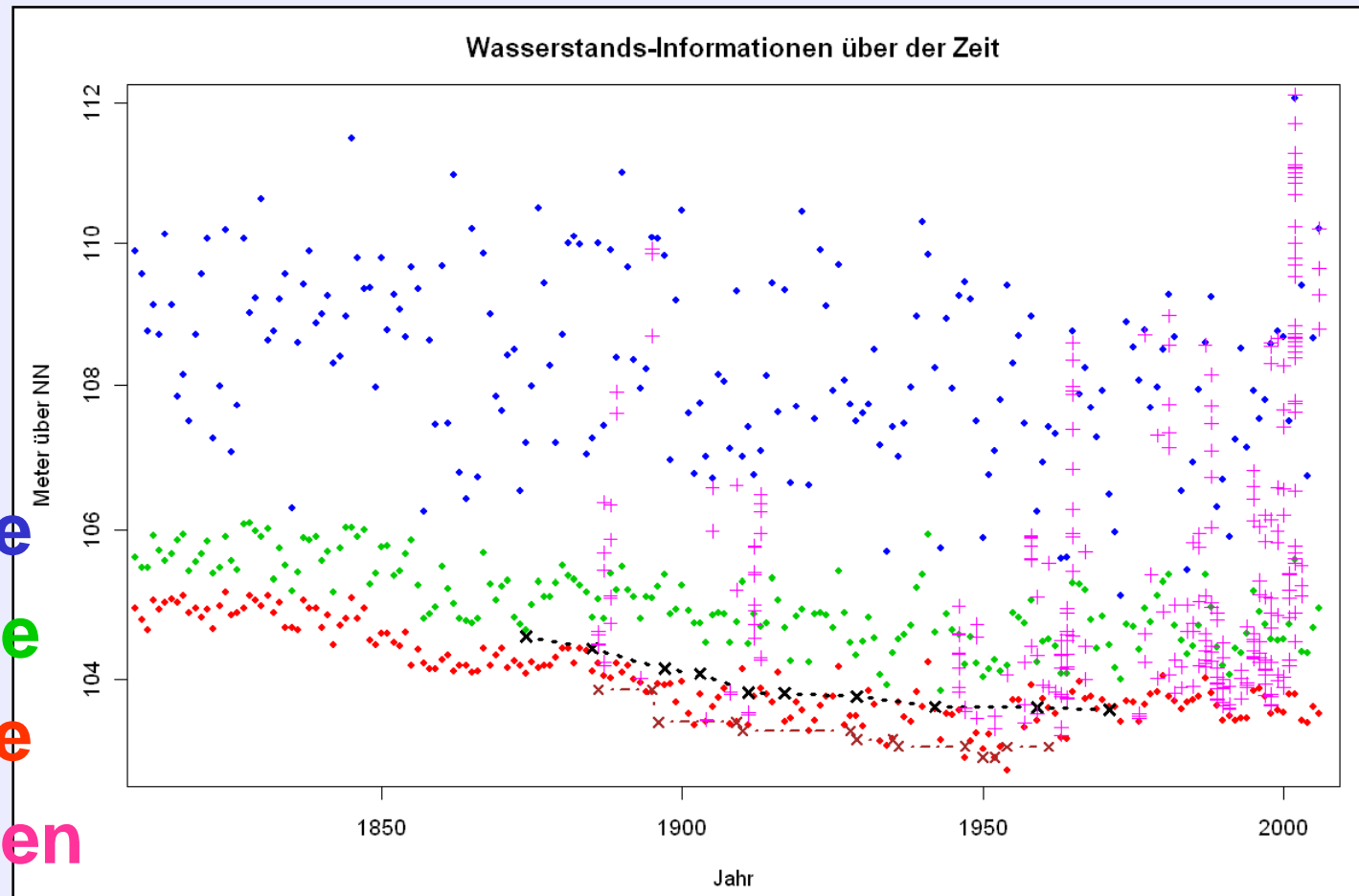
# Ideale W-Q-Beziehungen

- **eine Funktion** für gesamten Wasserstandsbereich
- für **alle Zeiträume** anpassbar
- **kausale** Parameter

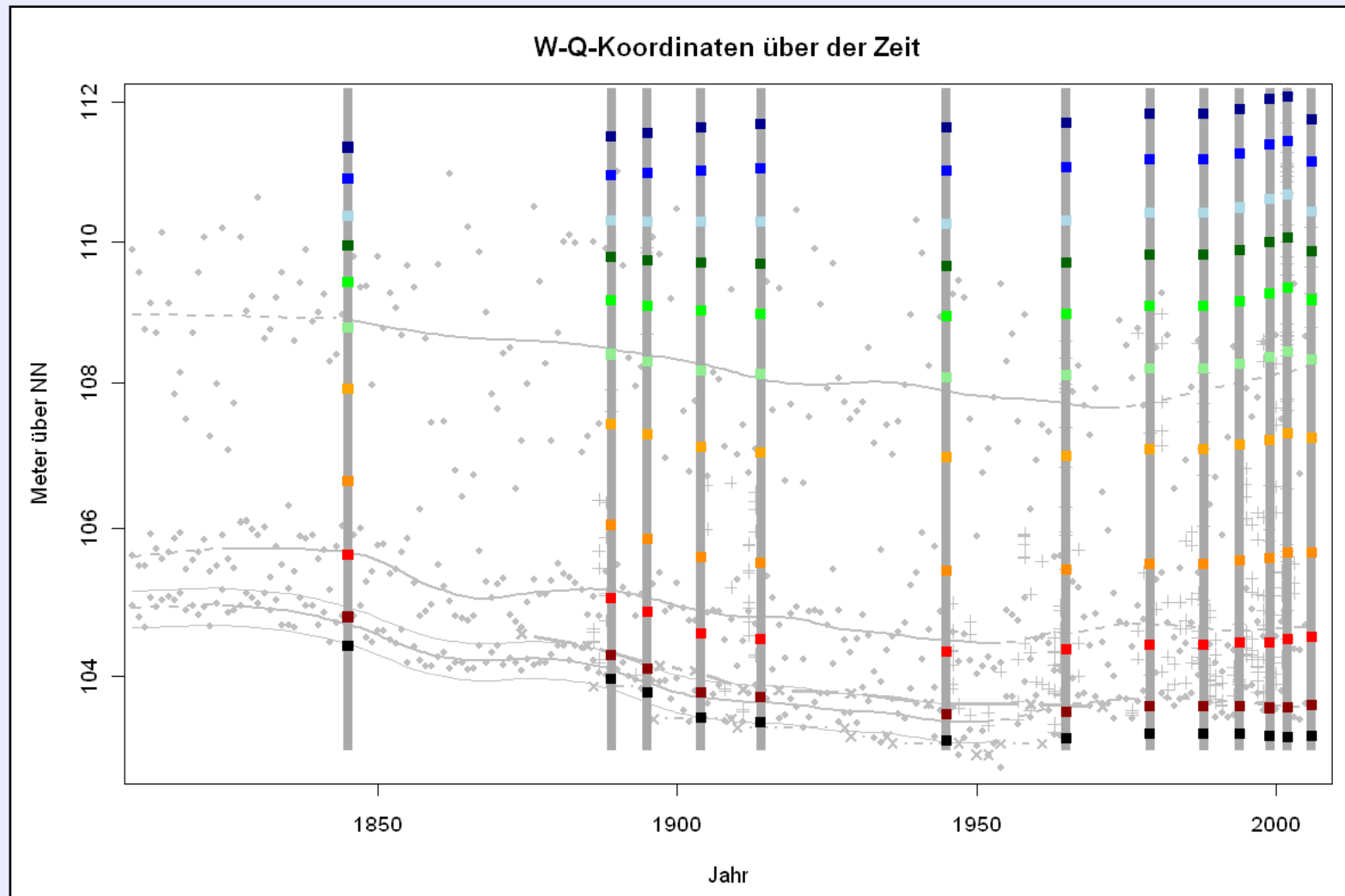
$$Q = e^{\frac{W+a}{b}} - c$$

# Rekonstruktion der W-Q-Beziehungen durch Integration aller verfügbaren Informationen

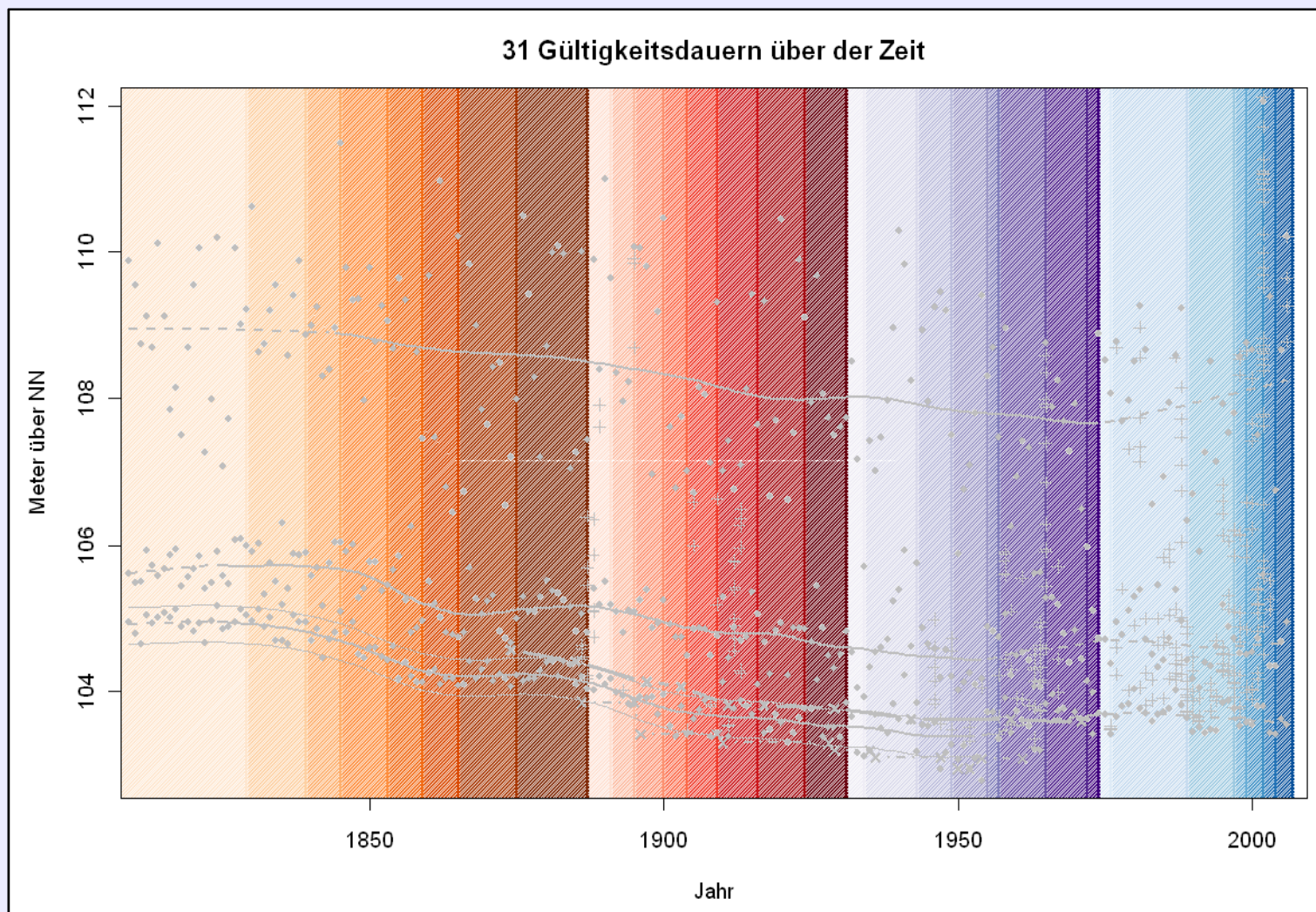
- HW-Werte
- MW-Werte
- NW-Werte
- Messungen
- Spiegelnivellements



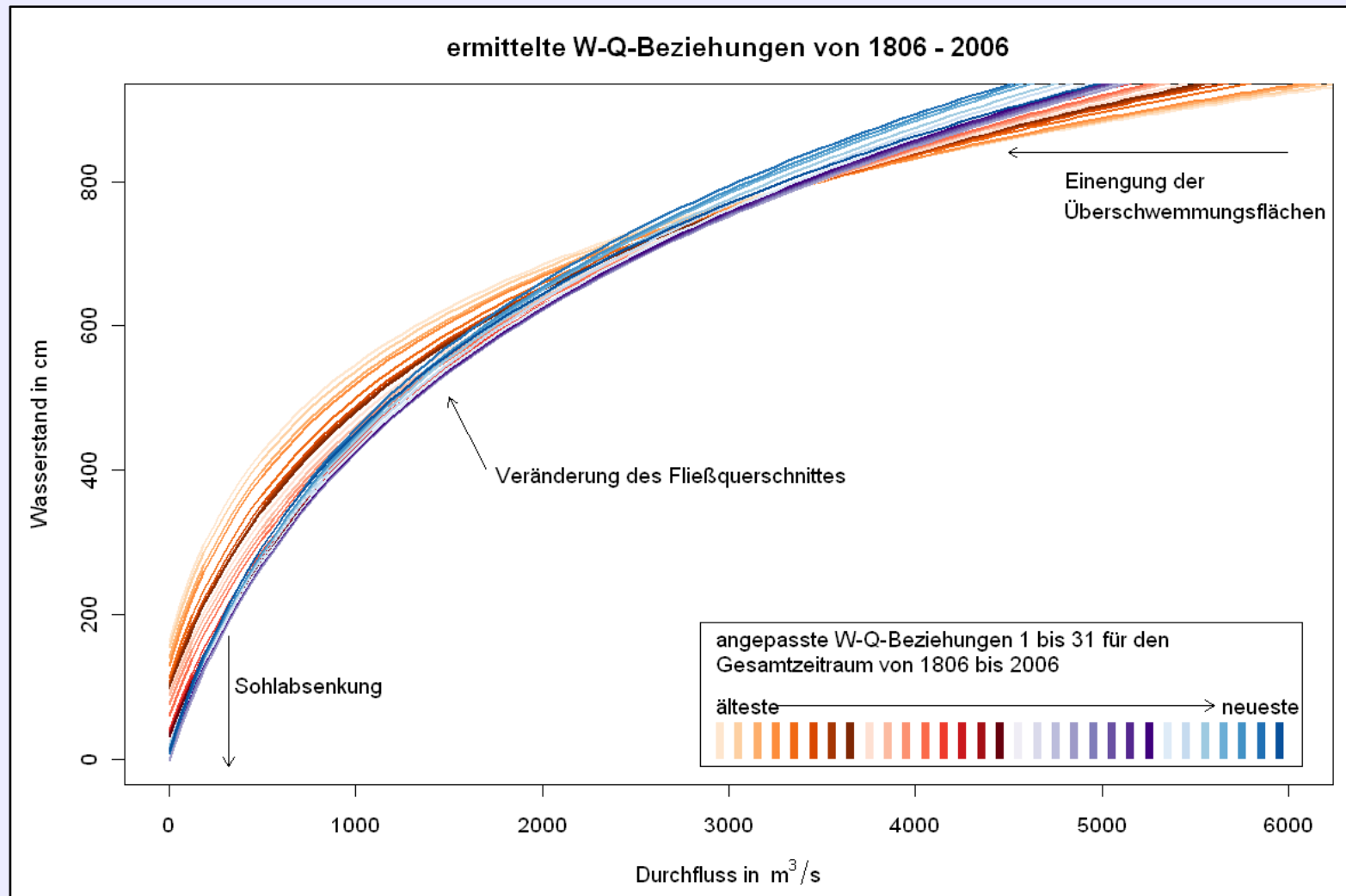
# Prinzip der Ermittlung von **W-Q-Koordinaten** für verschiedene Zeitpunkte



# Gültigkeitsdauern der 31 erstellten W-Q-Beziehungen

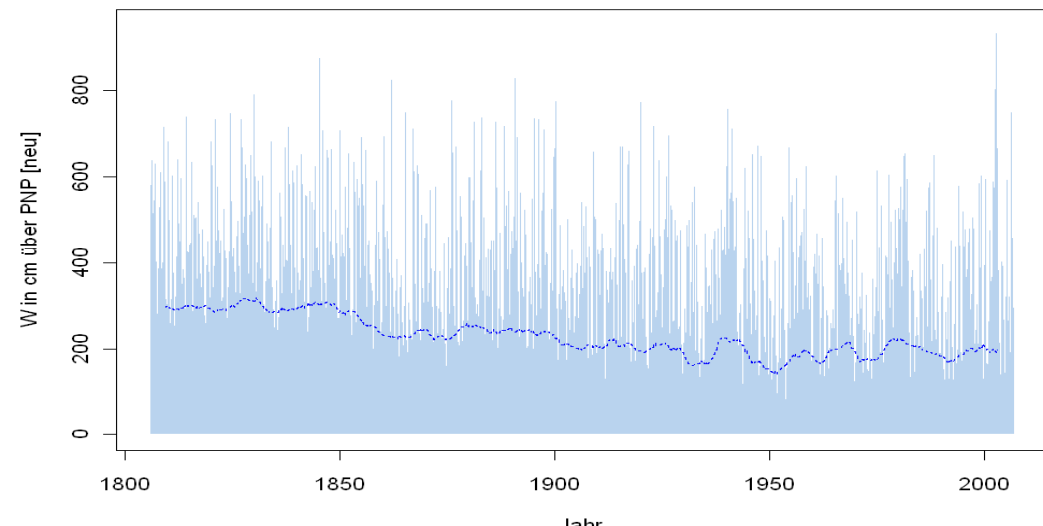
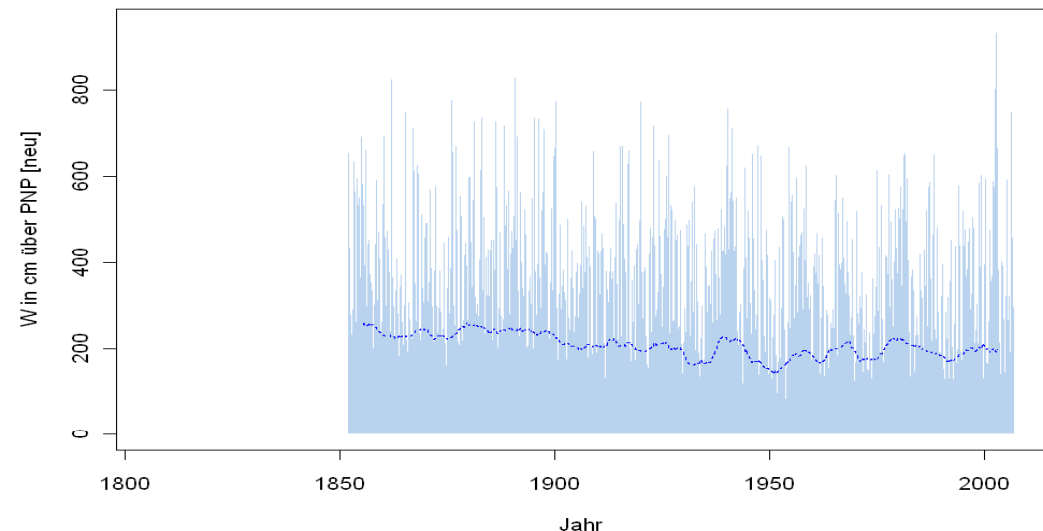


# Ermittelte **W-Q-Beziehungen** des Elbepegels Dresden



# Ergebnisse bezüglich der **Wasserstände** des Pegels Dresden

- **Erweiterung** der Reihen der **W-Tageswerte** lückenlos ab **1806**
- **Erweiterung** der Reihen der **HW-Jahreswerte** lückenlos ab **1798**
- **Erweiterung** der Reihen der **HW-Werte** von Einzelereignissen **von 1501 bis 1798**
- **Überarbeitung** der bestehenden W-Reihen



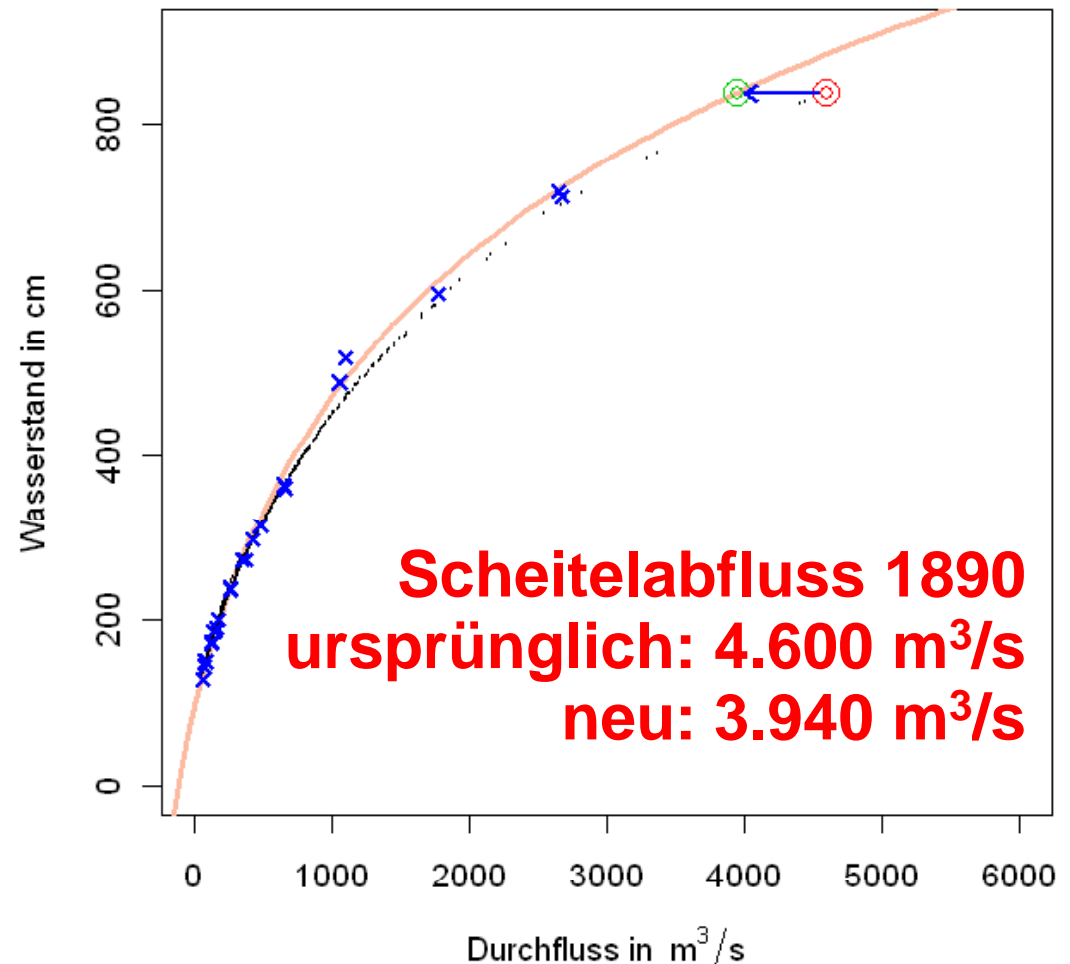
## Ergebnisse bezüglich der **Abflüsse** des Pegels Dresden

- **Erweiterung** der Reihen der **Q-Tageswerte** lückenlos ab **1806**
- **Erweiterung** der Reihen der **HQ-Jahreswerte** lückenlos ab **1798**
- **Erweiterung** der Reihen der **HQ-Werte** von Einzelereignissen **von 1501 bis 1798**
- **Überarbeitung** der bestehenden Q-Reihen

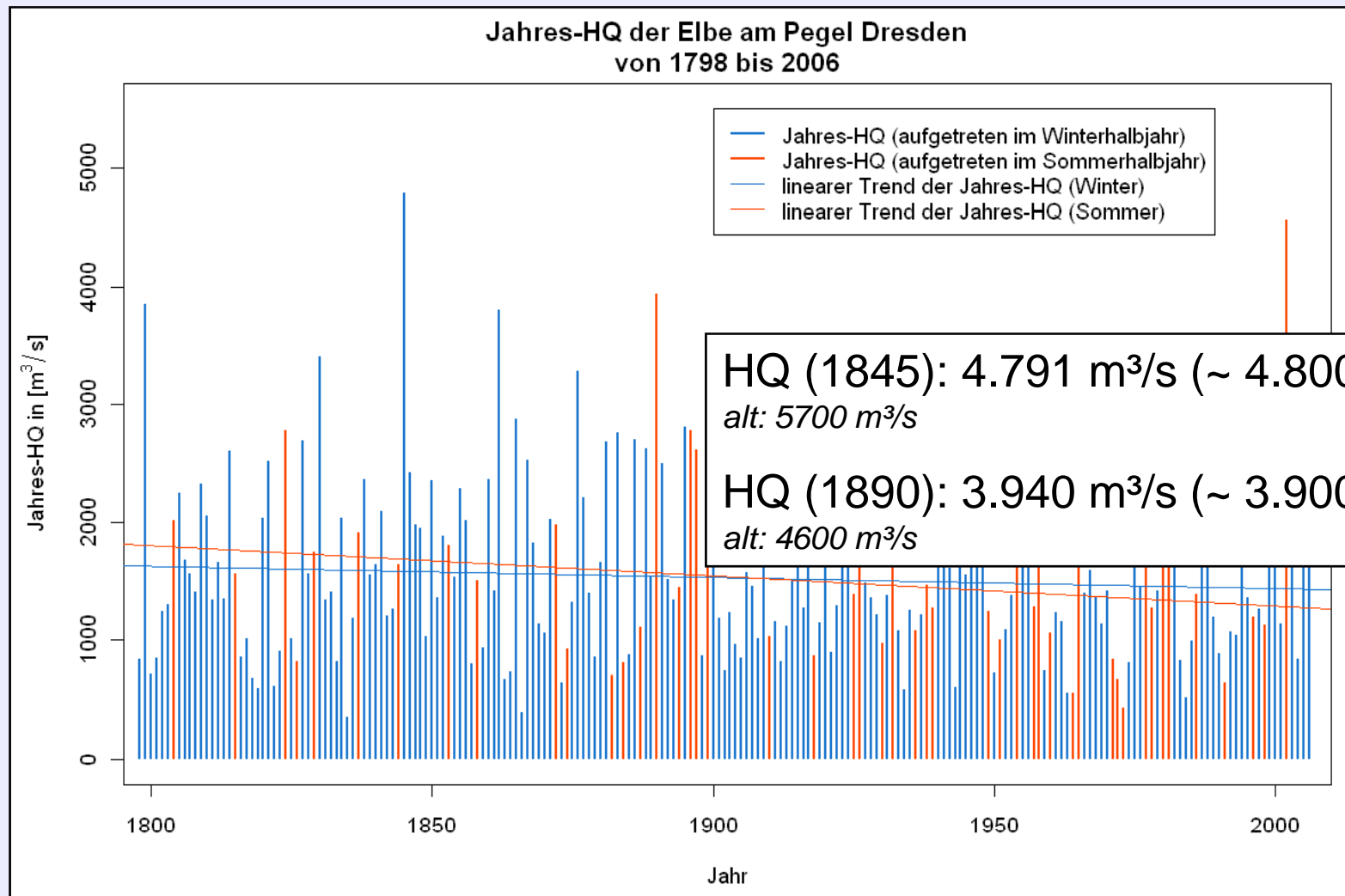
# Ergebnisse bezüglich der **W-Q-Beziehungen** des Pegels Dresden

- **Funktionale** W-Q-Beziehungen
- für den **Gesamtzeitraum** 1806 – 2006
- für den gesamten Wasserstandsbereich
- gleichbleibende 3-parametrische Formel
- **widerspruchsfrei** zu allen Messwerten
- **konsistent** zu historischen, hydraulischen und hydrologischen Überlegungen

W-Q-Beziehung für 1887-1890



# Ergebnisse bezüglich der Jahres-HQ am Pegel Dresden von 1798 bis 2006



# Grundlagen und Zielsetzung der hydraulischen Modellierung

## MIKE 11 Modell-System

### Eigenschaften:

instationär, hydrodynamisch, eindimensional

### Berechnung:

Saint Venant Gleichungen

### Lösungsschema:

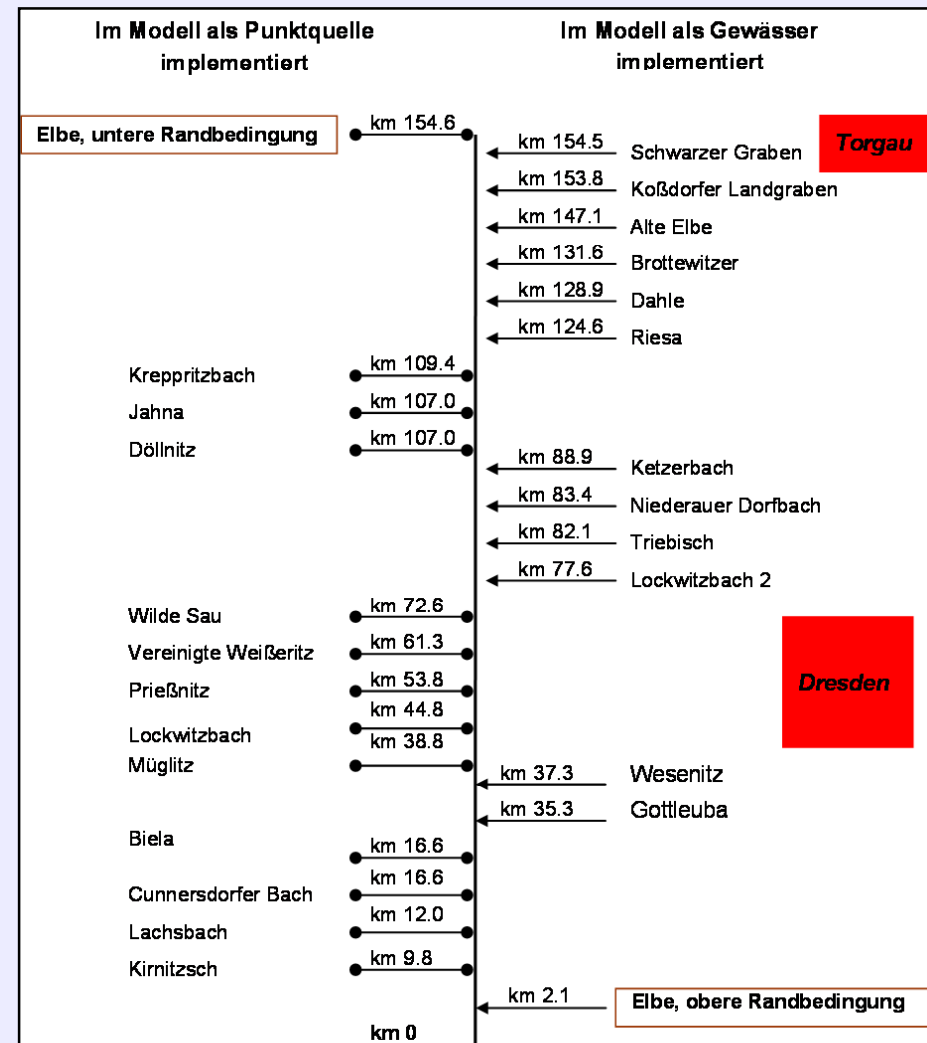
Implizites 6-Punkte Abbot-Ionescu Schema

## Ziele

- Aufbau eines **aktuellen** 1D-Modells der Oberen Elbe zur Modellierung des **2002er** Ereignisses
- Aufbau eines **historischen** 1D-Modells der Oberen Elbe zur Modellierung des **1890er** Ereignisses
- Berechnung verschiedener **Varianten und Szenarien**

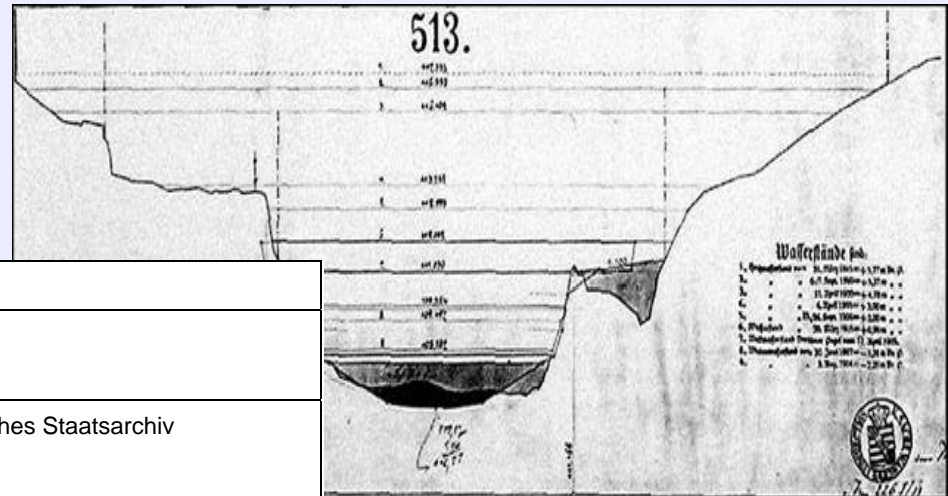
# Modellaufbau des aktuellen Modells 2002

- **Netzwerk:** Gerinnelauf der Elbe, sowie der Nebenflüsse und Überschwemmungsflächen
- **Randbedingungen:** Abflusszeitreihen des Pegels Schöna und der Nebenflüsse
- **Hydrodynamik:** Instationäre Berechnung, Unterteilung der Rauigkeiten der Elbe in Hauptgerinne und Vorländer
- **Querschnitte:** Aktuelle Querschnitte des Gerinnes der Elbe und der Vorländer (BfG) und das DGM 5 für die Nebenflüsse und Überschwemmungsflächen, Brücken der Elbe als Brückenprofile



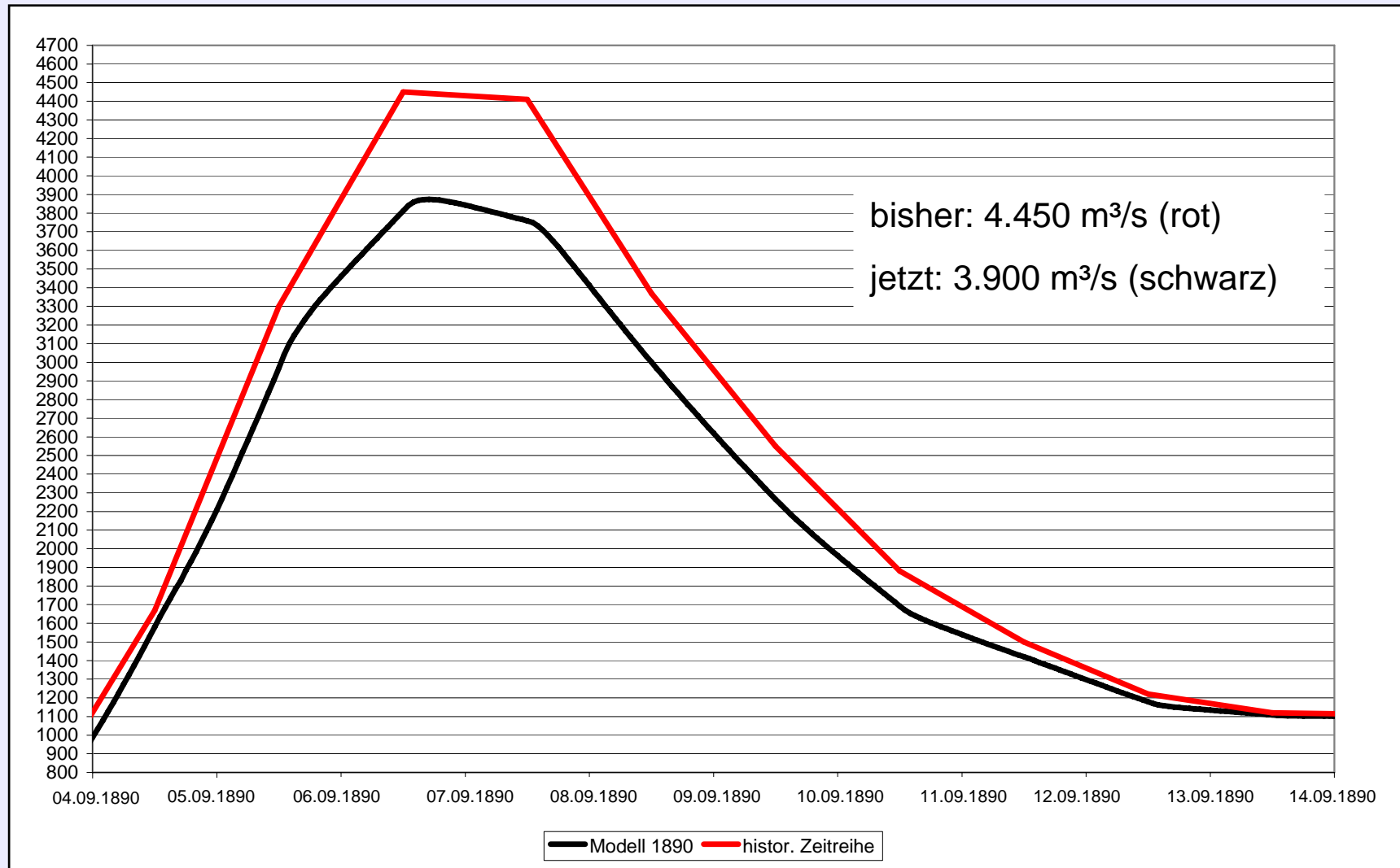
# Modellaufbau des historischen Modells 1890

- **Netzwerk:** Gerinnelauf der Elbe, sowie der Nebenflüsse und Überschwemmungsflächen
- **Randbedingungen:** Abflusszeitreihen des Pegels Pirna
- **Hydrodynamik:** Instationäre Berechnung, Unterteilung der Rauigkeiten der Elbe in Hauptgerinne und Vorländer
- **Querschnitte:** Kilometer 33.3 - 49 historische Querschnitte, Brücken der Elbe aus historischen Unterlagen

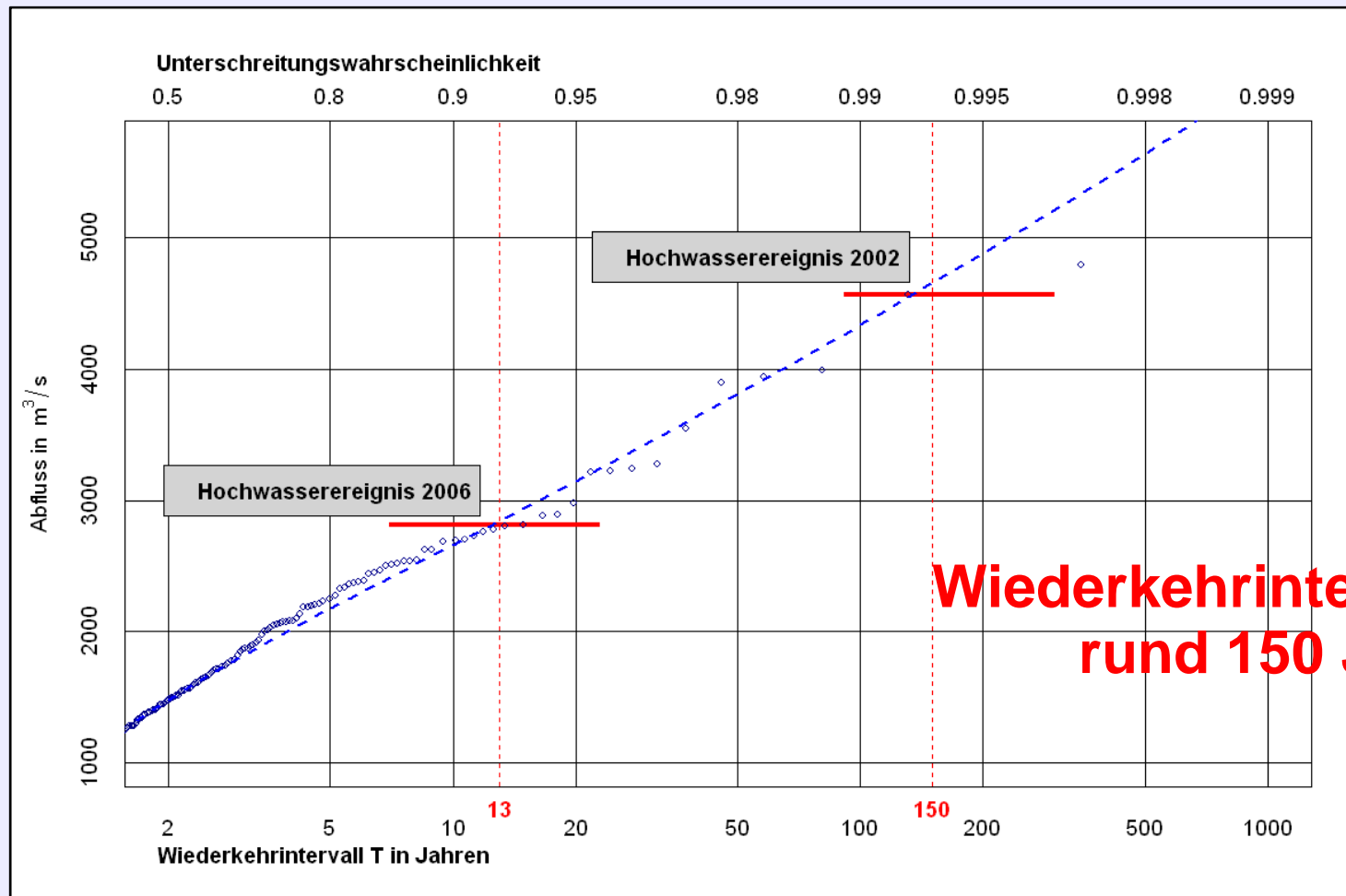


Daten	Jahr	Archiv
Querschnitte der Elbe (km 33.3 – 49.0)	1902, ergänzt bis 1913	WSA DD
Hochufernormierungen (inkl. Fließgeschwindigkeiten und Abflussberechnungen für das Hochwasser 1890 und 1845)	1892 - 1908	Sächsisches Staatsarchiv
Abflussgeschwindigkeitsmessungen und Talwegspeilungen der Elbe	1888	Sächsisches Staatsarchiv
Historische Elbbrücken	1935	WSA DD
Wasserstände	1890	WSA DD und HSA

# Ergebnisse der hydraulischen Modellierung für den **Durchfluss** am Pegel Dresden 1890



# Einordnung der Hochwasser von 2002 und 2006 für die Jahresreihe 1798 bis 2006 (AEV/GEV)



# DWA-Themen-Heft als Beitrag zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins und zur Praxisüberführung

## Verbesserung der Hochwasservorsorge durch die Erschließung und Einbeziehung historischer Informationen – Beispiele und Empfehlungen



### RIMAX Projekte:

- *Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins (BTU Cottbus, DHI, Syke, Förderkennzeichen: 0330686)*
- *Operationelles Hochwassermanagement in großräumigen Extremsituationen am Beispiel der mittleren Elbe (Universität Karlsruhe, Förderkennzeichen: 0330698B)*
- *Xfloods – Analyse historischer Hochwasser für ein integratives Konzept zum vorbeugenden Hochwasserschutz (Universität Freiburg, Förderkennzeichen: 0330685)*

### Autoren:

<b>BARTL, Steffen</b>	<b>Dipl.-Geol., Cottbus</b>	<b>MATZ, Silvia</b>	<b>Dipl.- Geoökol., Syke</b>
<b>BÜRGER, Katrin</b>	<b>Dr., Freiburg</b>	<b>MAYER, Helmut</b>	<b>Prof. Dr., Freiburg</b>
<b>DEUTSCH, Mathias</b>	<b>Dr., Cottbus / Göttingen</b>	<b>MIKOVEC, Robert</b>	<b>Dipl.-Ing., Karlsruhe</b>
<b>DOSTAL, Paul</b>	<b>Dr., Freiburg</b>	<b>POHL, Christian</b>	<b>Dipl.-Ing., Syke</b>
<b>GLASER, Rüdiger</b>	<b>Prof. Dr., Freiburg</b>	<b>SCHÜMBERG, Sabine</b>	<b>Dipl.-Hydr., Cottbus</b>
<b>GRÜNEWALD, Uwe</b>	<b>Prof. Dr., Cottbus</b>	<b>SEIDEL, Jochen</b>	<b>Dr., Freiburg</b>
<b>HELMS, Martin</b>	<b>Dipl.-Hydr., Karlsruhe</b>	<b>SUDHAUS, Dirk</b>	<b>Dr., Freiburg</b>
<b>IMBERY, Florian</b>	<b>Dr., Freiburg</b>		