

BMBF-Verbundvorhaben

Veränderung und Management der Risiken extremer Hochwasserereignisse in großen Flussgebieten – am Beispiel der Elbe (VERIS-Elbe)

Dr. Jochen Schanze
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

17. Beratung IKSE AG „Hochwasserschutz“, 28.11.08, Dresden

Inhalt

1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
4. Risikoanalyse ex ante
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



Inhalt

1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
4. Risikoanalyse ex ante
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



Konsortium

Projektpartner

- Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR)
- Technische Universität Dresden (TUD)
 - Institut für Hydrologie und Meteorologie (IHM)
 - Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (IWD)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

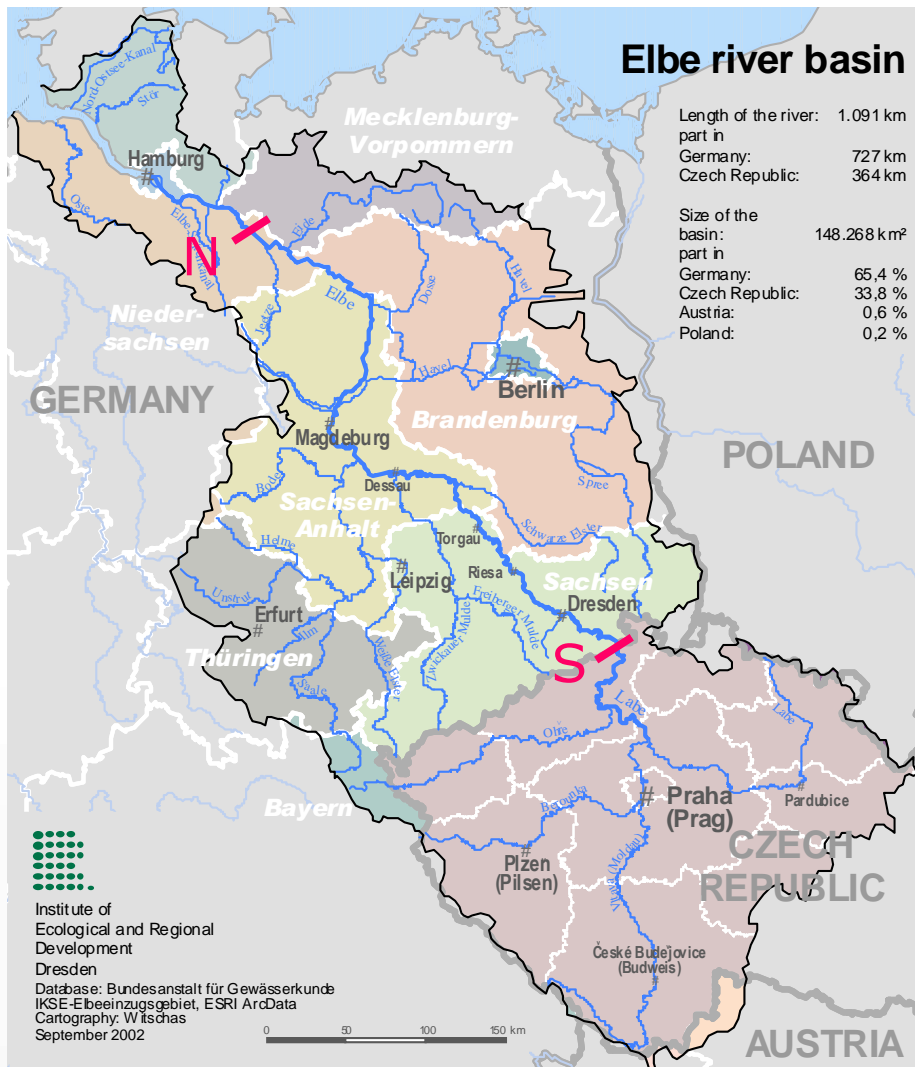
in Zusammenarbeit mit

- European Commission, DG Joint Research Center (JRC)
- PlanEVAL
- Plan + Risk Consult

Kooperationspartner

- Dresden Flood Research Center (D-FRC)
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI)

Untersuchungsgebiet



Elbe-Einzugsgebiet

- ▶ 148.268 km²
(65,4% D, 33,8% CZ,
0,6% A, 0,2% PL)

VERIS-Elbe

Gesamtes EZG

- ▶ LISFLOOD (VERIS-Elbe)
- ▶ Projektion Klimawandel REMO
- ▶ Projektion Klimawandel STAR

Deutscher „Elbeschlauch“

- ▶ Modellsystem VERIS-Elbe

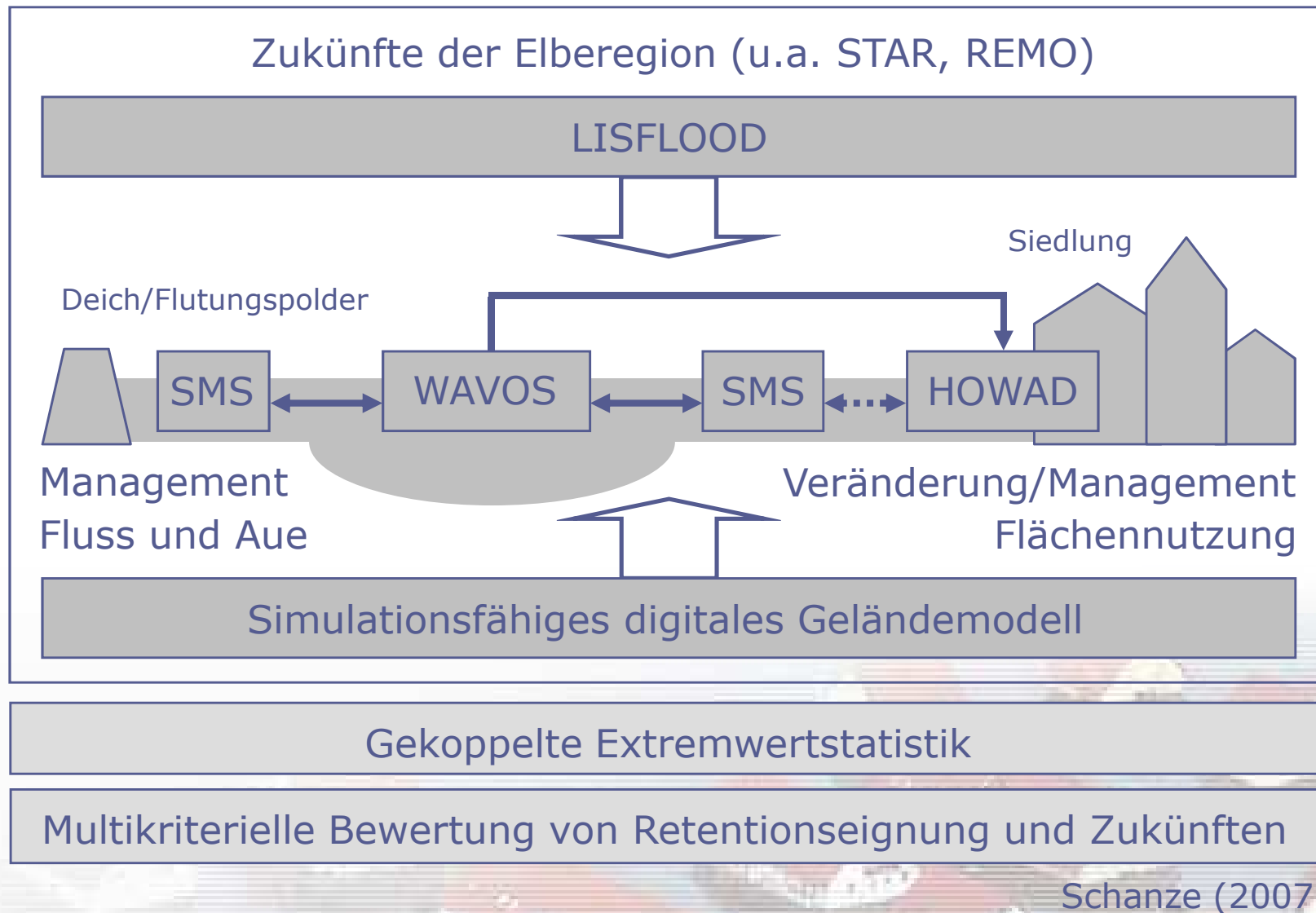
- Pegel Schöna
- Pegel Neu Darchau

Inhalt

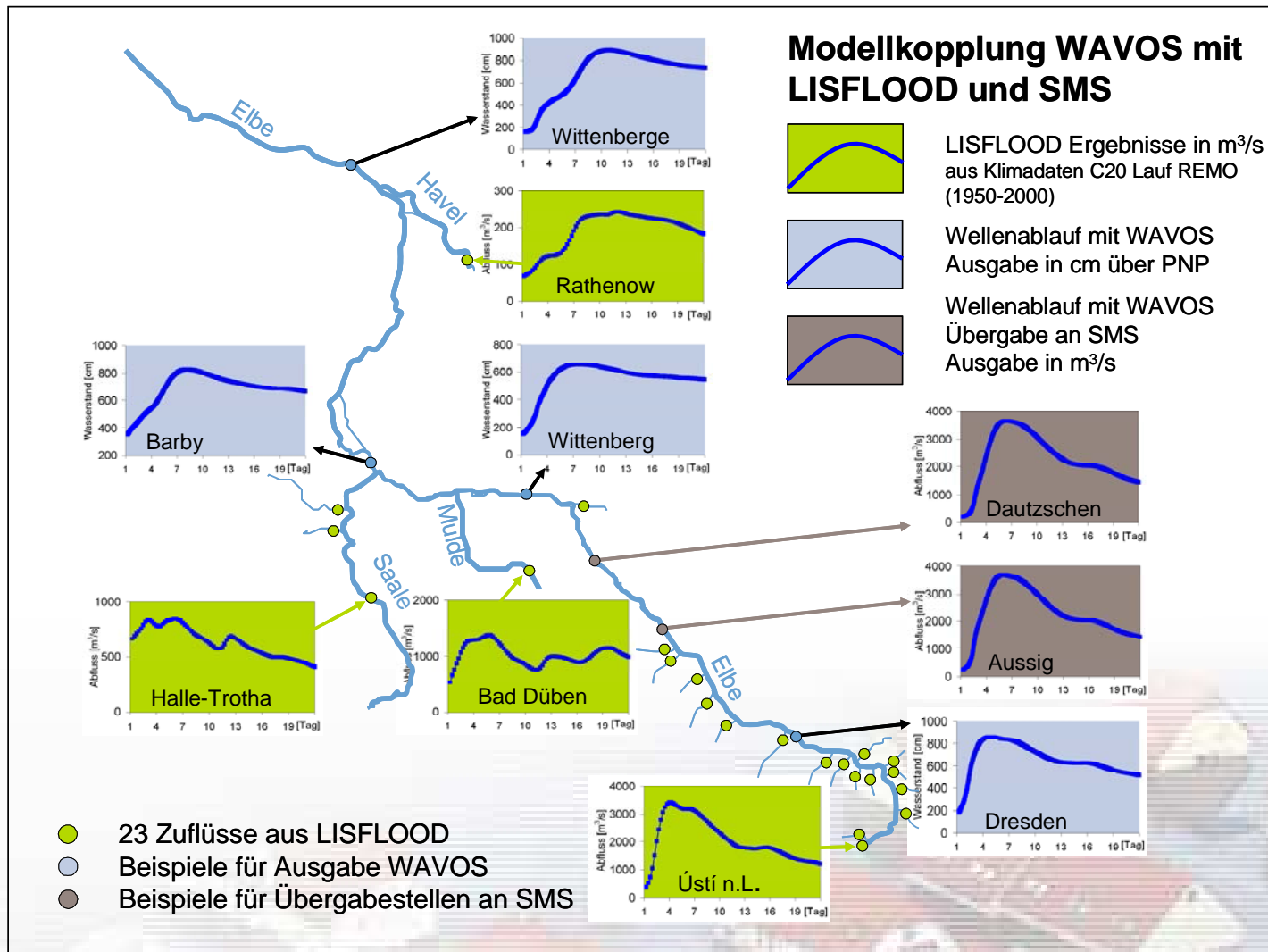
1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
4. Risikoanalyse ex ante
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



Gekoppelte Modelle



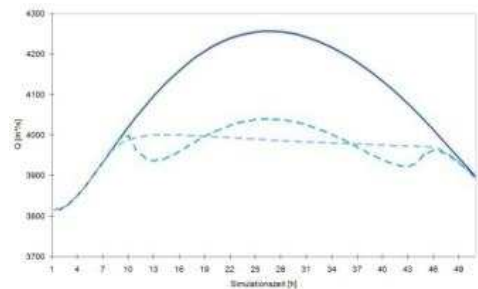
Modellkopplung LISFLOOD – WAVOS – SMS



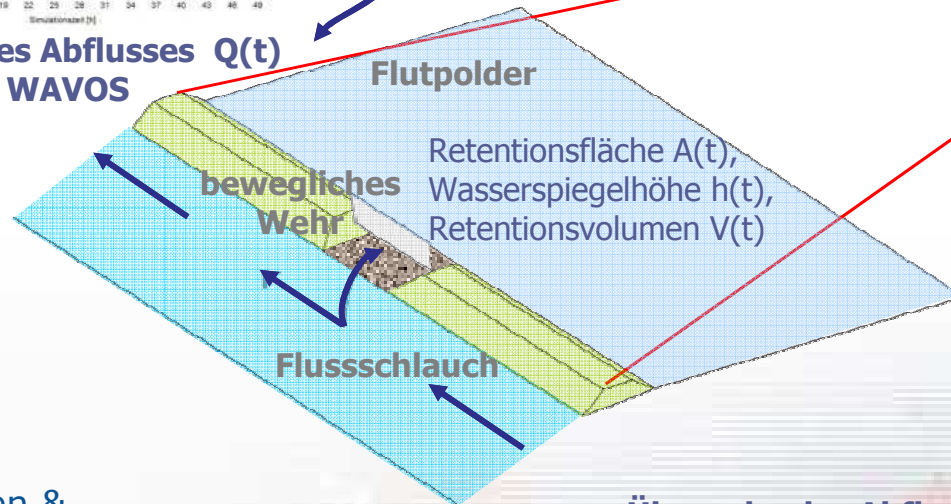
Burek &
Rademacher (2007)

Modellkopplung WAVOS - SMS

- Kopplung zwischen WAVOS und SMS über den Parameter Abfluss $Q(t)$

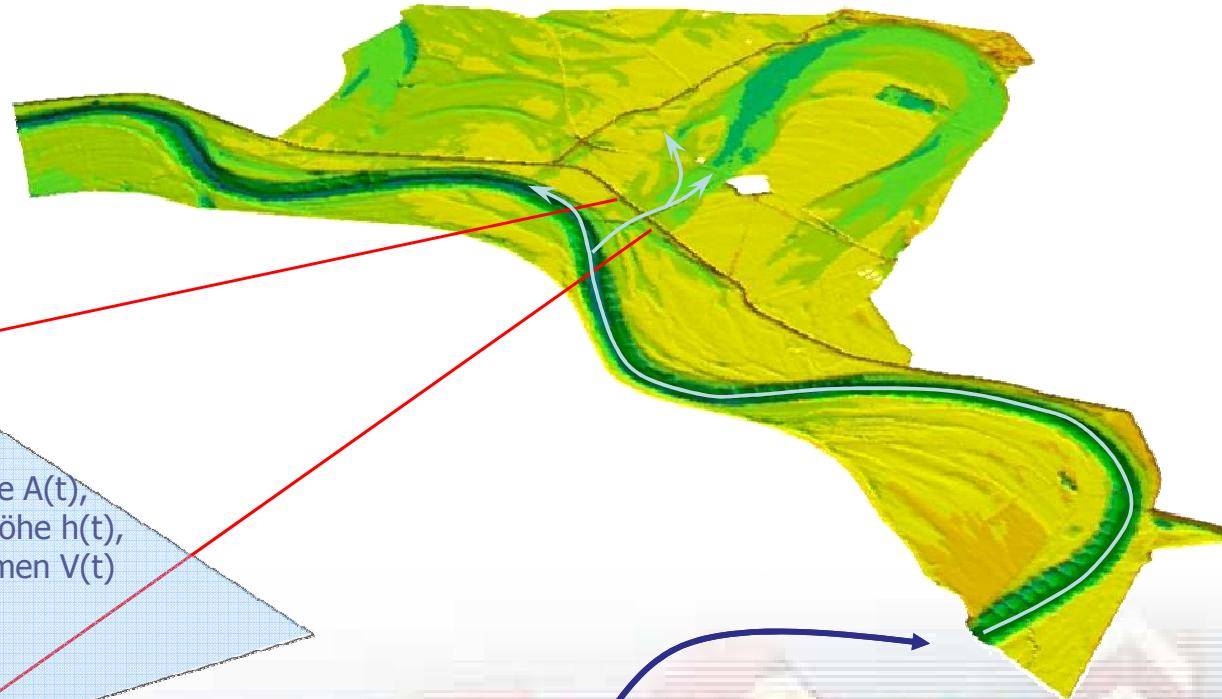


Übergabe des Abflusses $Q(t)$
von SMS an WAVOS



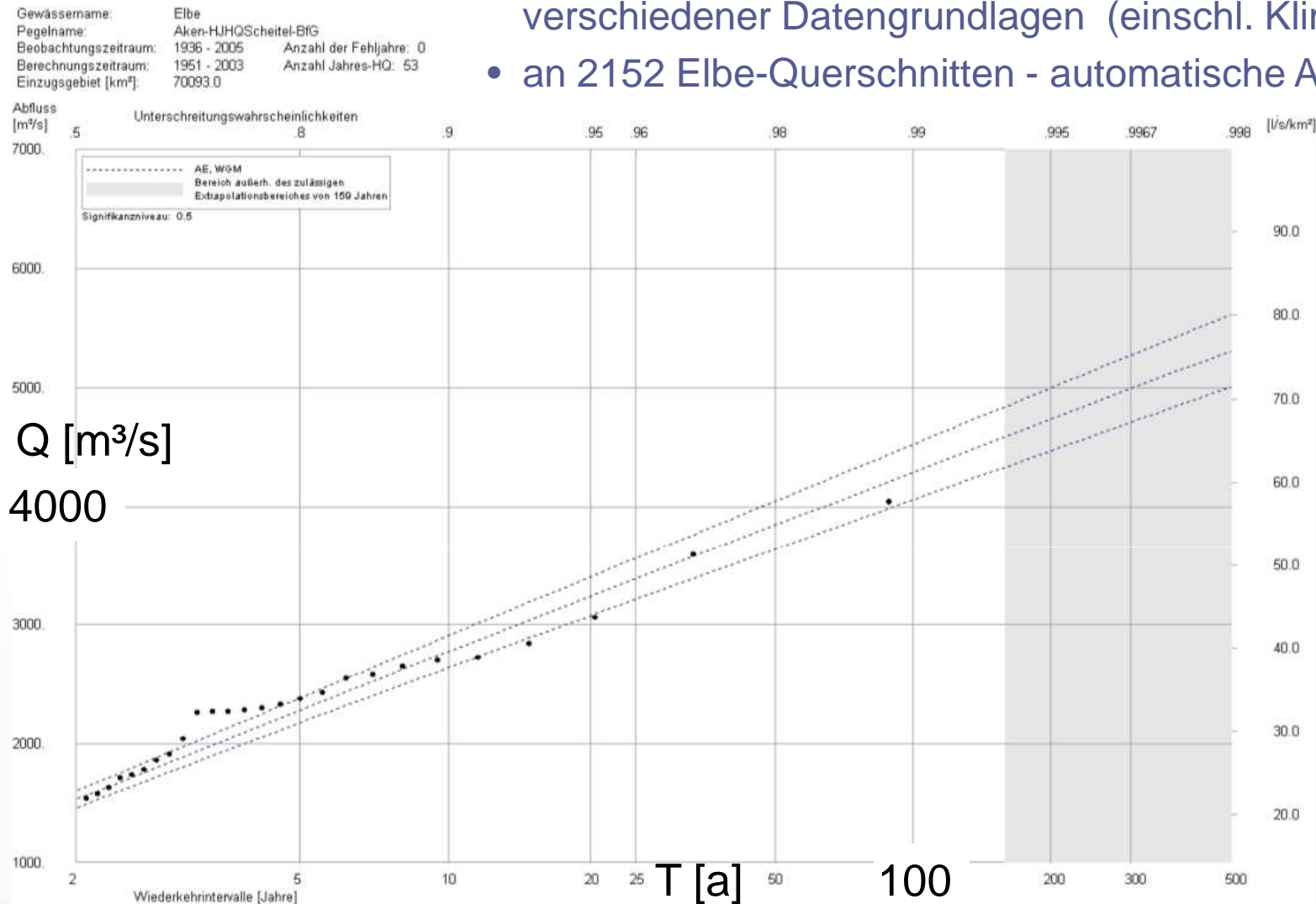
Carstensen &
Kopp (2007)

Übergabe des Abflusses $Q(t)$
von WAVOS an SMS



Extremwertstatistik

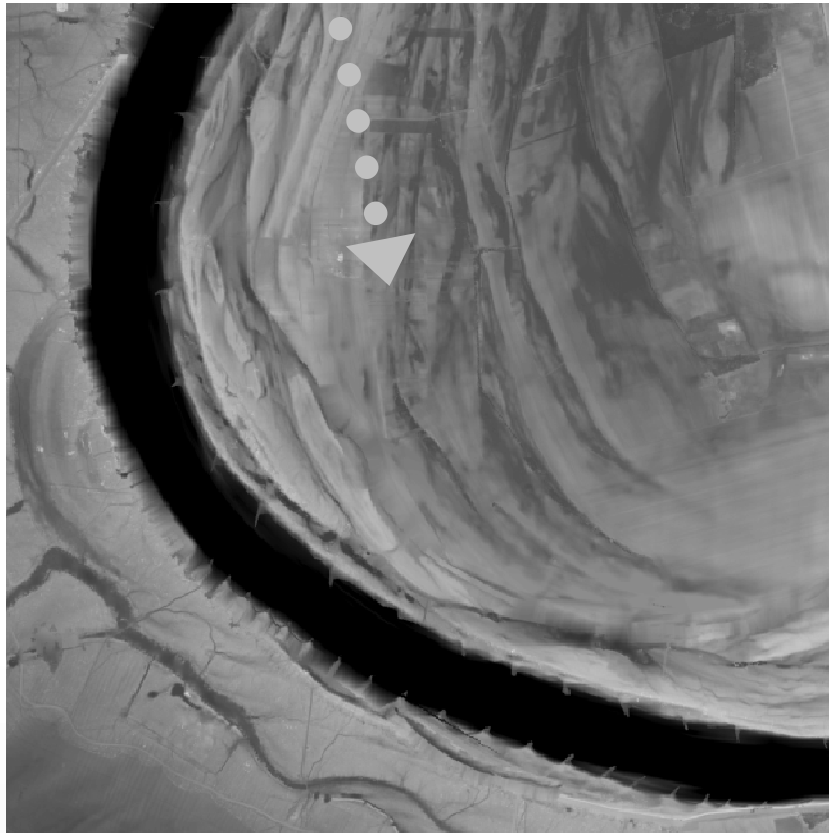
- statistische Bewertung (Jährlichkeit T) aller maximaler Ereignisse verschiedener Datengrundlagen (einschl. Klimaszenarien)
- an 2152 Elbe-Querschnitten - automatische Auswertung



z.B. Pegel Aken/Elbe,
 Messwerte 1951–2003,
 AE-WGM

Schmidt et al. (2007)

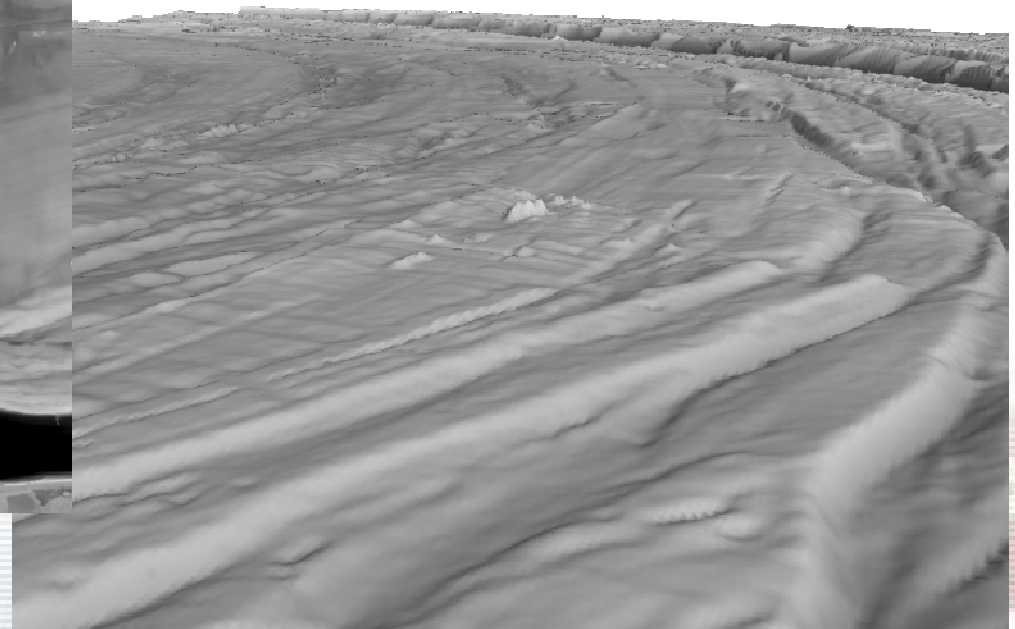
Simulationsfähiges digitales Geländemodell



DGM-Ausschnitt

Krüger (2008)

Beispiel Deichextraktion



Perspektivansicht (zehnfach überhöht)

Siedlungsstrukturkartierung und Gebäudetypisierung

Land Use

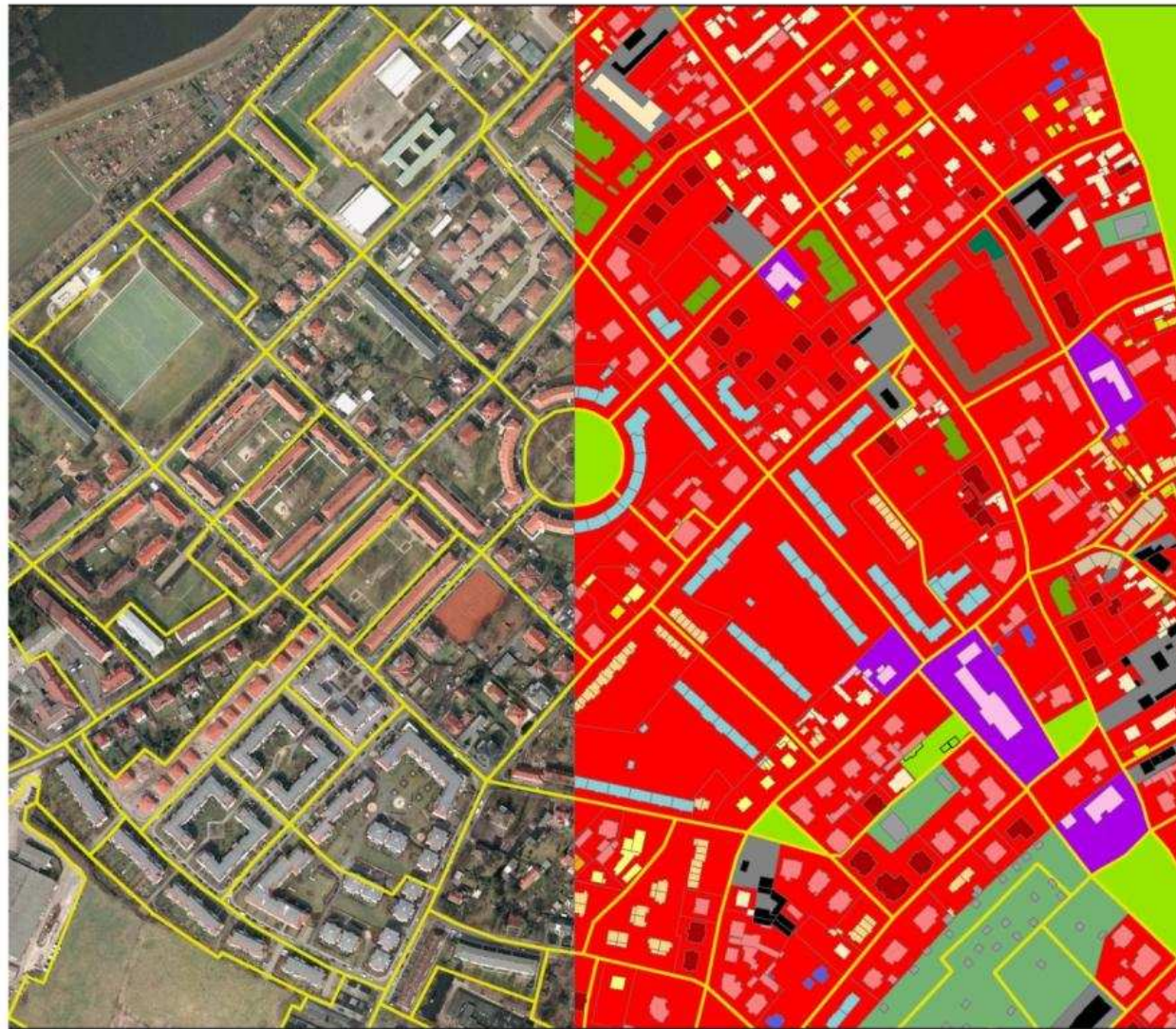
- Residential Area
- Area of Commerce/Industry
- Area of Sports/Leisure
- Public Facilities
- Other Surfaces
- Water surface
- ATKIS

Buildings

- Commerce/Industry
- Sports/Leisure
- Public Facilities
- Other Building


Type of Residential Building

- | | |
|--|---|
| HM | MRO23 |
| EE3 | MRG23 |
| EE45 | MRO45 |
| EE7 | MRG45 |
| ER35 | MRO6 |
| ER7 | MRG6 |
| ME24 | MRO7 |
| ME7 | MRG7 |



Naumann et al. (2008)

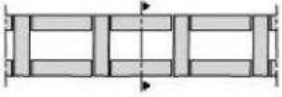
Schadensanalyse für Gebäuderepräsentanten



Der Repräsentant kennzeichnet einen für die Frühindustrialisierung charakteristischen Gebäudetypus. Derartige Gebäude errichtete man in großer Anzahl vorwiegend um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Sie sind unter anderem im Elbtal und dessen Nebentälern verbreitet. In ihrer ursprünglichen Raumstruktur dienten sie als Wohngebäude für Arbeiter und Handwerker. Das baukonstruktive Gefüge ist durch variierende massive Wandbauweisen, gewölbte Kellendecken und Holzbalkendecken über den Wohngeschossen geprägt.

Merkmale im Überflutungsfall

- Einlaufschwelle
- Gründung
- Außenwände im Keller- und Erdgeschoss
- Außenwände im Obergeschoss, Innenwände in Erd- und Obergeschoss




Hohlmauerwerk der Außenwände im Obergeschoss

- Kellendecke als gewölbte Massivdecke
- Geschossdecken als Holzbalkendecken



Holzbalkendecke als Einschubdecke, Lehrschielag als Auffüllung

- Betrachtungsgrenze für Überflutungshöhen



GEBÄUDESTRUKTUR

Signatur VERIS-Elbe
 Baujahr
 Bauung
 Geschosse
 Unterkellerung
 Dachform
 Lage Treppenhaus
 Treppenlauf

Geometrie
 Grundfläche Gebäude
 Länge, Breite
 Sockelhöhe
 Traufhöhe, Firsthöhe
 Raumhöhen i. L.

Höhenkoten
 OK Gelände
 OK FF KG/EG/OG
 Einlaufschwelle

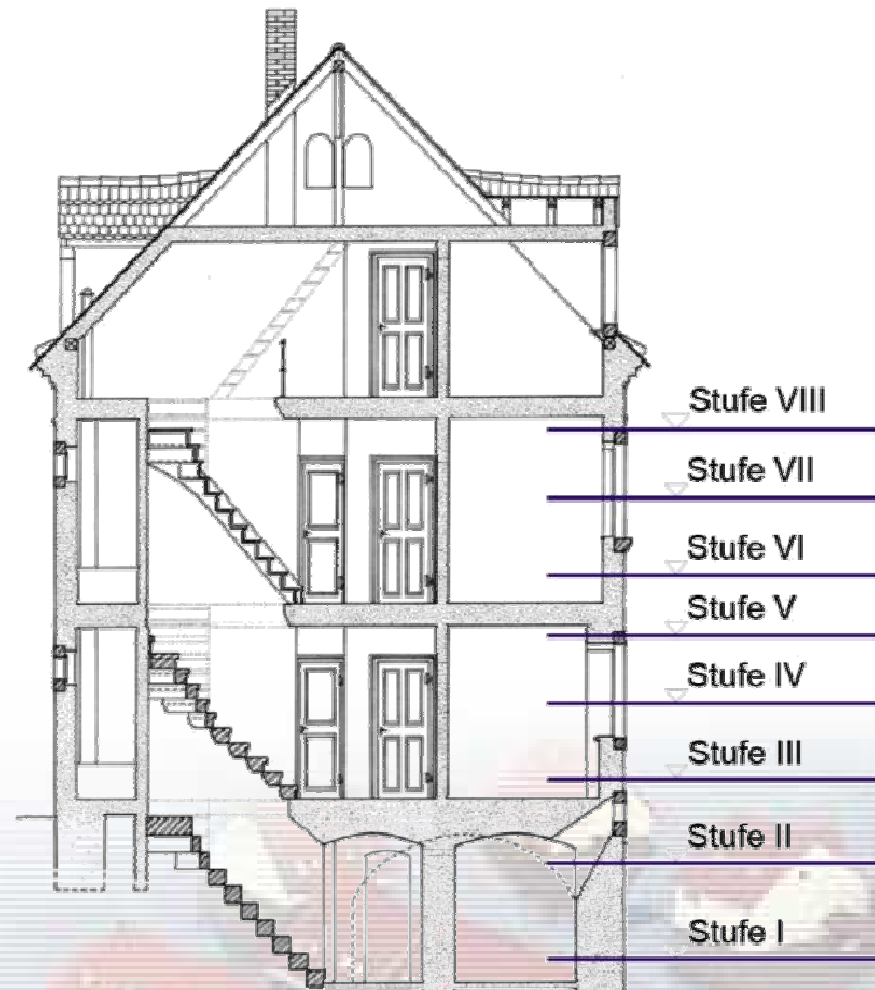
Nutzungen
 Kellergeschoss, EG, OG, DG

Baukonstruktion I
 Gründung
 Außenwände KG
 Innenwände KG
 Kellendecke
 Kellertreppe
 Fußboden KG

Baukonstruktion II
 Außenwände EG
 Innenwände EG
 Geschossdecke über EG
 Geschosstreppe im EG
 Fußboden EG

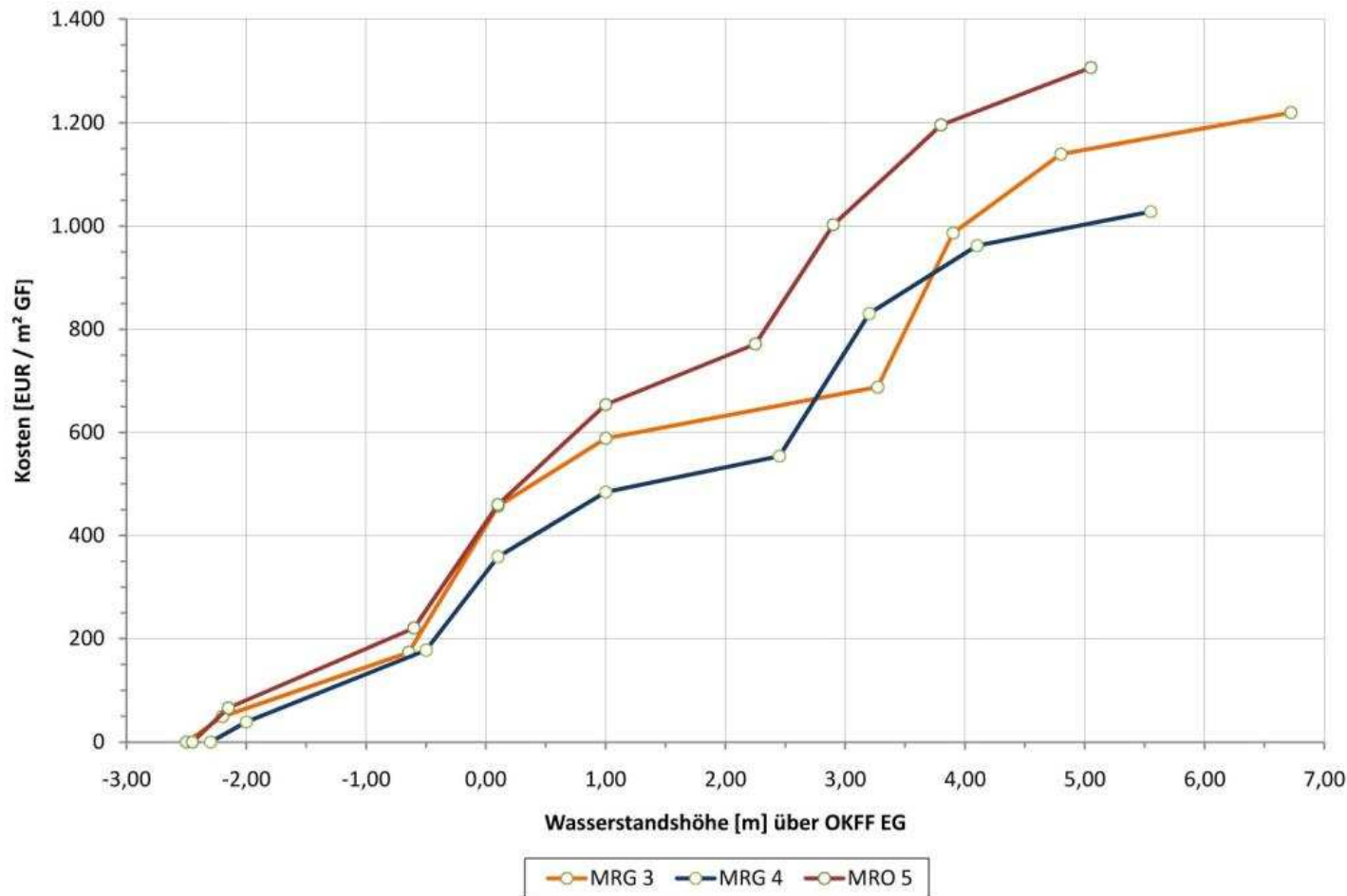
Baukonstruktion III

Baukonstruktion IV
 Dachtragwerk
 Dachdeckung
 Fassade
 Zierelemente
 Fenster



Naumann et al. (2007)

Gebäudetypspezifische Wasserstand-Schaden-Funktionen (Beispiel)



Naumann et al. (2007)



MRG 3 (1903)



MRG 4 (1924)



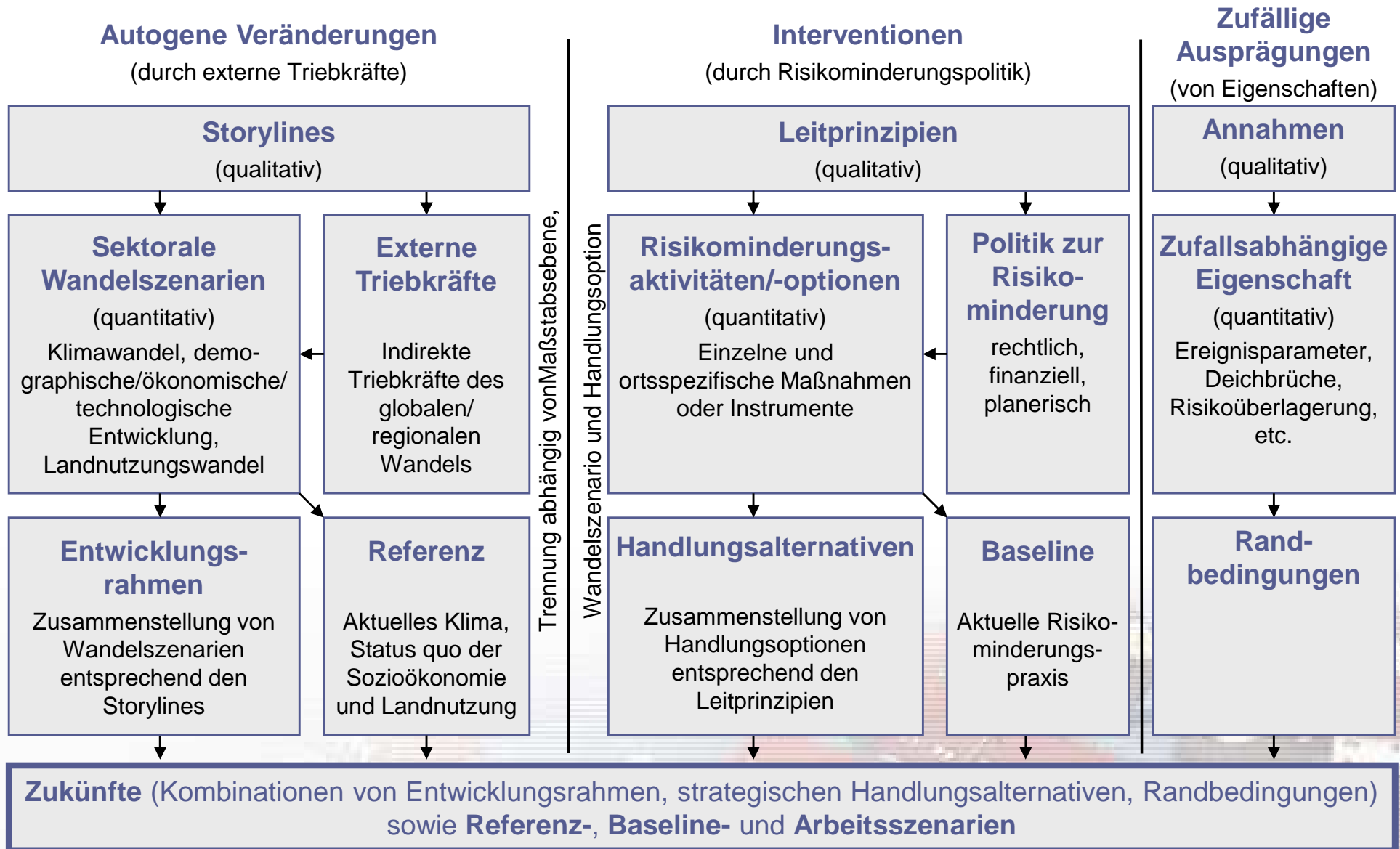
MRO 5 (1985)

Inhalt

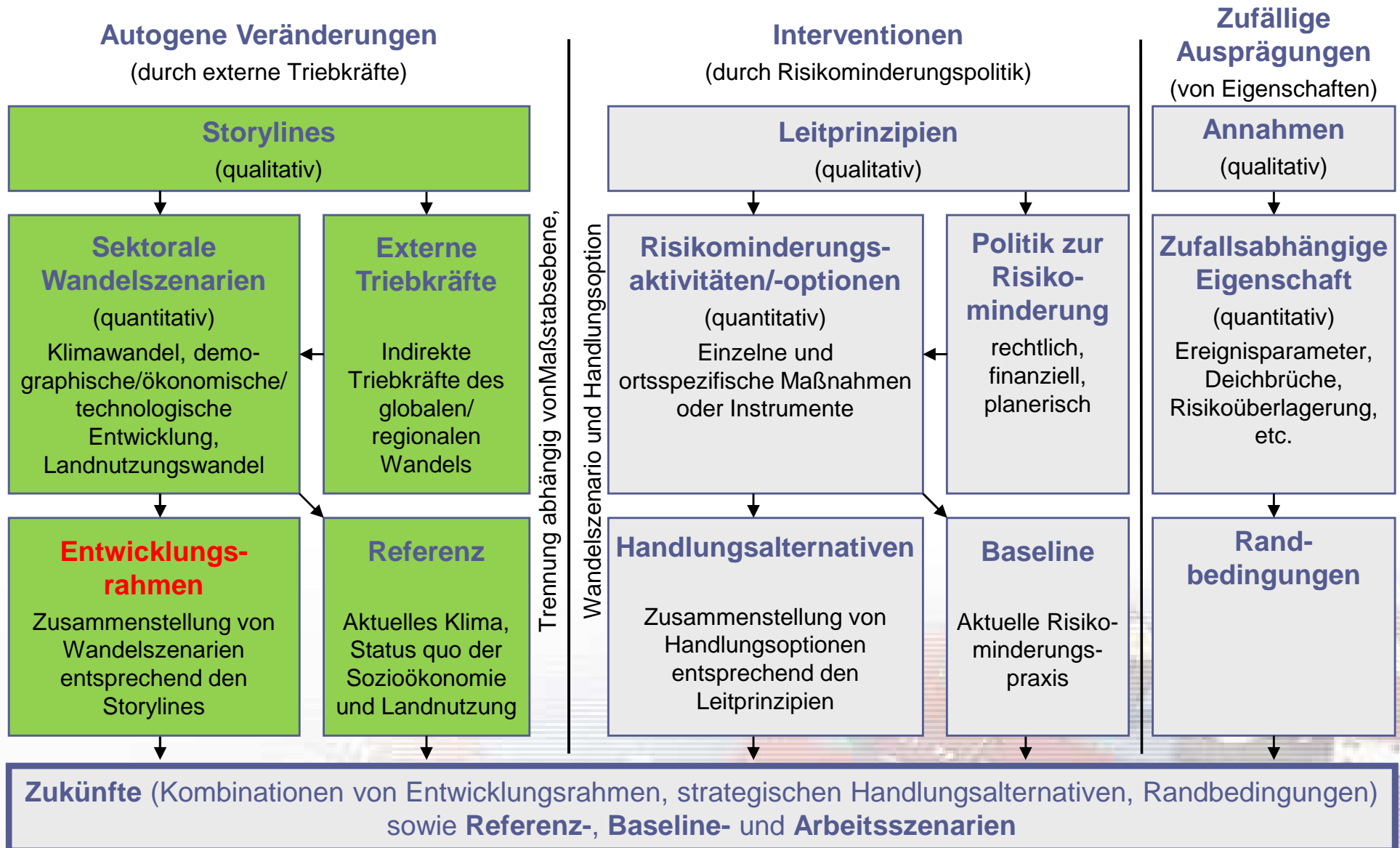
1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
4. Risikoanalyse ex ante
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



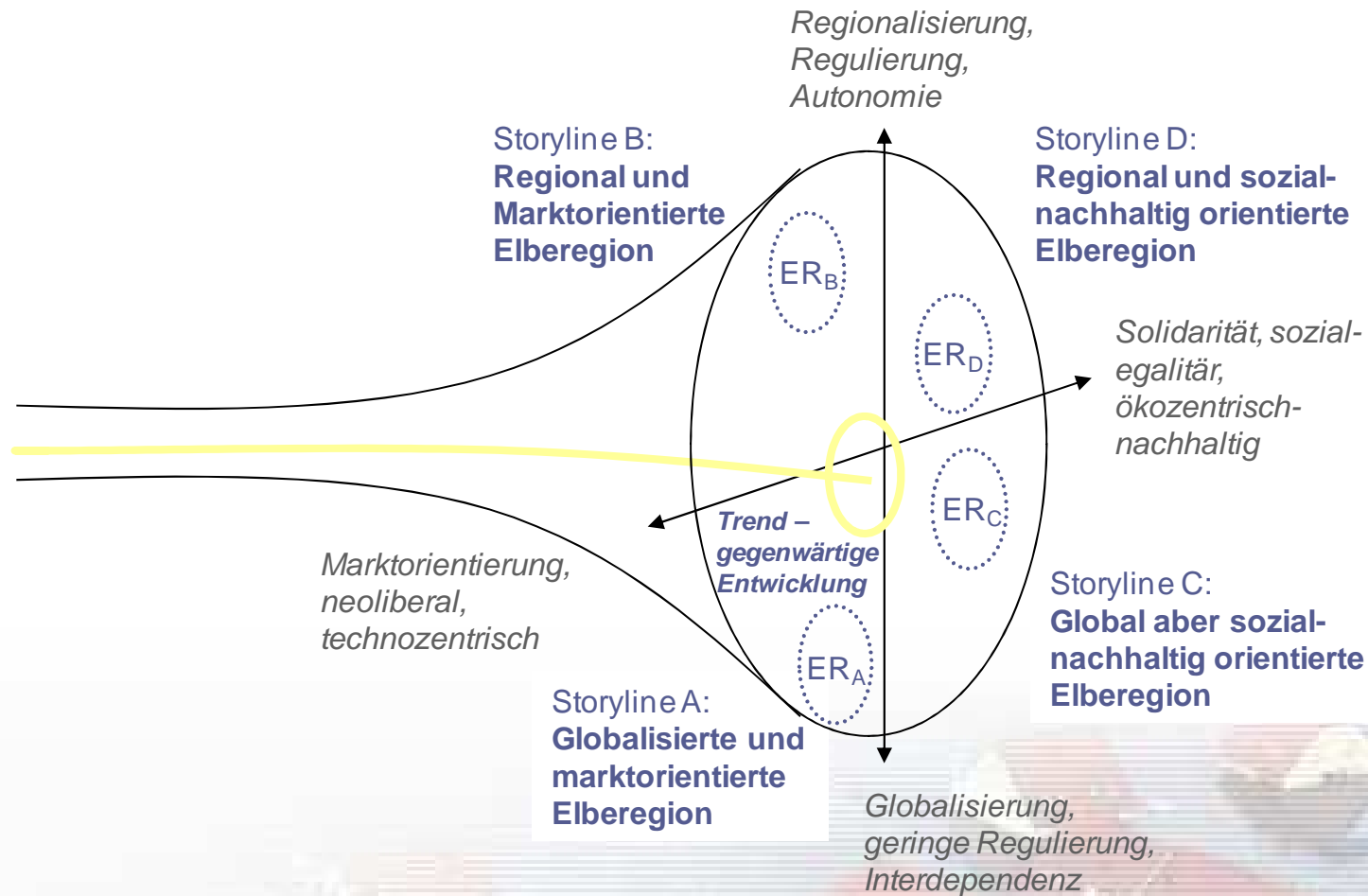
Rahmenkonzept zur Bildung alternativer Zukünfte



Rahmenkonzept zur Bildung alternativer Zukünfte



Alternative Storylines zur Ableitung von Entwicklungsrahmen



Gegenwart (2005)

Zukunft (2050)

Luther & Schanze (2008)

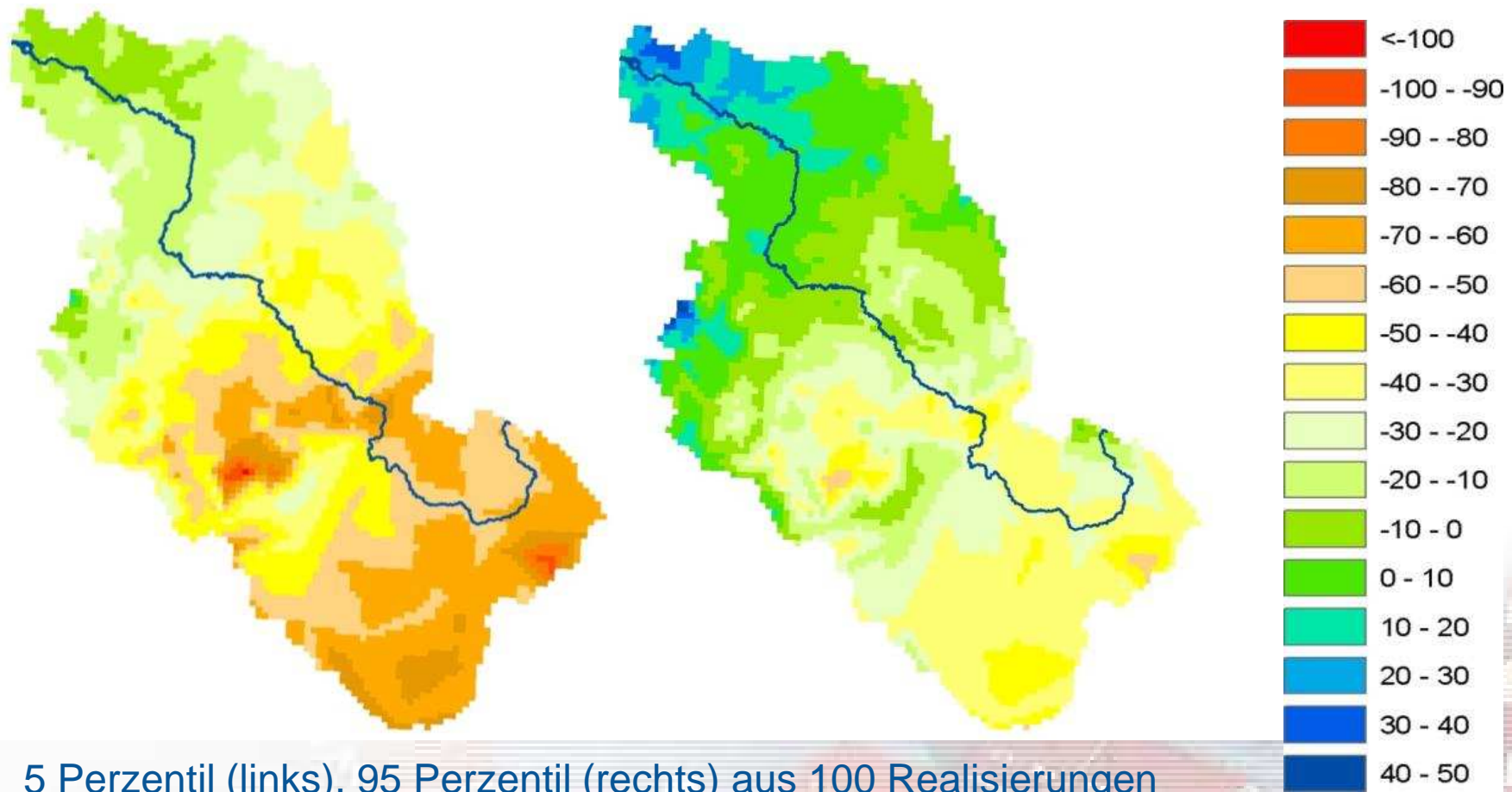
Zuordnung von Wandelszenarien zu Entwicklungsrahmen

Storylines Wandel- szenarien	A: Globalisierte und marktorientierte Elberegion	B: Regional und marktorientierte Elberegion	C: Global aber sozial- nachhaltig orientierte Elberegion	D: Regional und sozial- nachhaltig orientierte Elberegion
Klimawandel	Starke Veränderung (IPCC A2, 95 Perzentil)	Mittelstarke Veränderung (IPCC A2, 50 Perzentil)	Geringe Veränderung (IPCC A2, 25 Perzentil)	Geringe Veränderung (IPCC A2, 5 Perzentil)
Bevölkerungs- entwicklung	Drittstärkste Abnahme (SBA 2007 "6-W2")	Stärkste Abnahme (SBA 2007 "relativ alte Bev.")	Geringste Abnahme (SBA 2007 "relativ junge Bev.")	Zweitstärkste Abnahme (SBA 2007 "3-W1")
Wirtschaftliche Entwicklung (BIP)	2% jährliches Wachstum für Dtl.	1,75% jährliches Wachstum für Dtl.	1,5% jährliches Wachstum für Dtl.	1,25% jährliches Wachstum für Dtl.
Landnutzungs- wandel	Starke Suburbanisierung, Extensivierung	Moderate Suburbanisierung, Intensivierung	Entwicklung im Innenbereich	Entwicklung im Innenbereich, Intensivierung
<i>Entspricht grob:</i>				
IPCC SRES Emissionsszenarien	A1B	A2	B1	B2

Luther (2008)

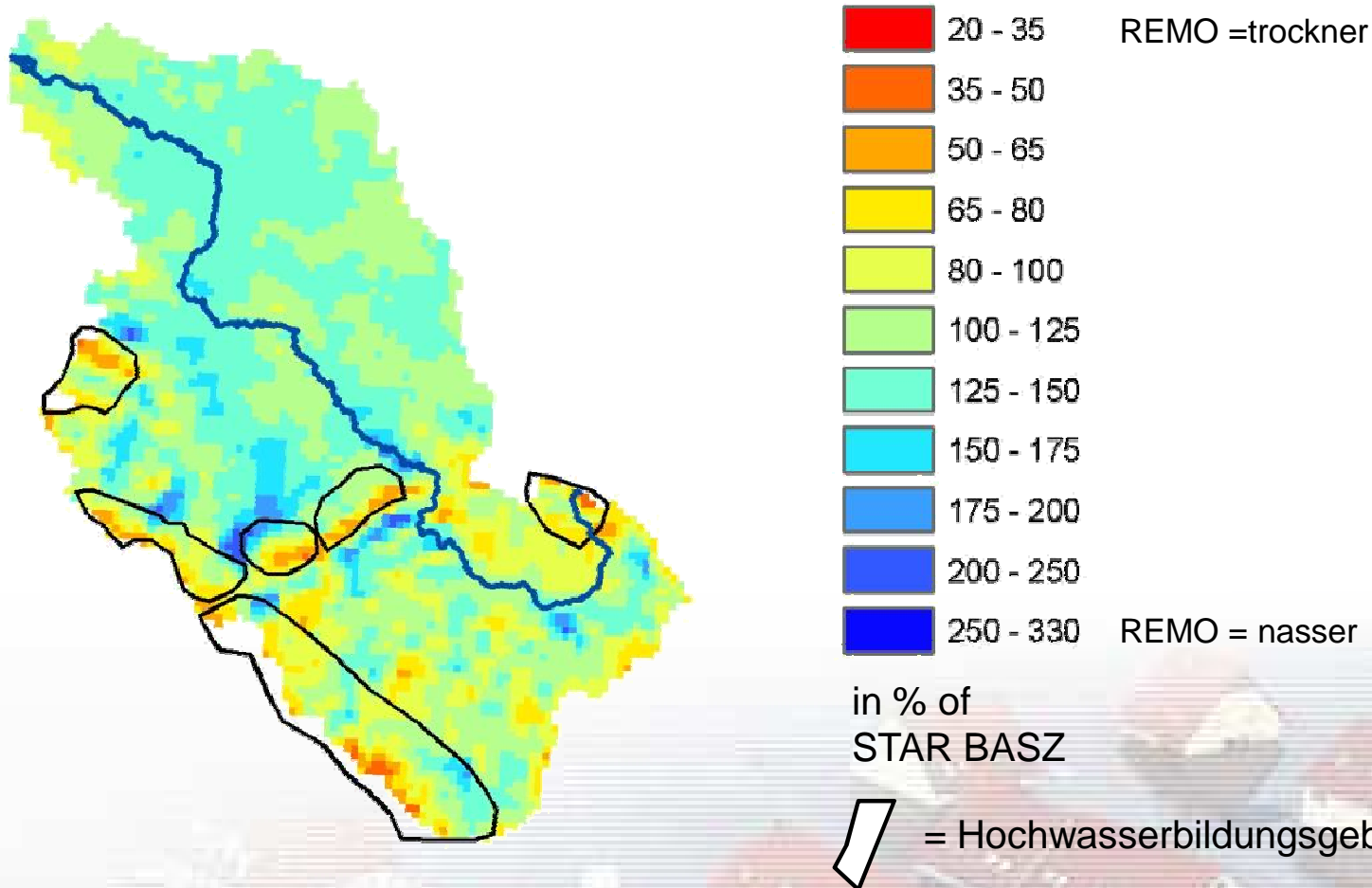
Vergleich Baseline und Projektion mittlerer Jahresniederschlag

Basisszenario (1950-2000) gegenüber STAR A2 (2000-2050)



Wagner (2008)

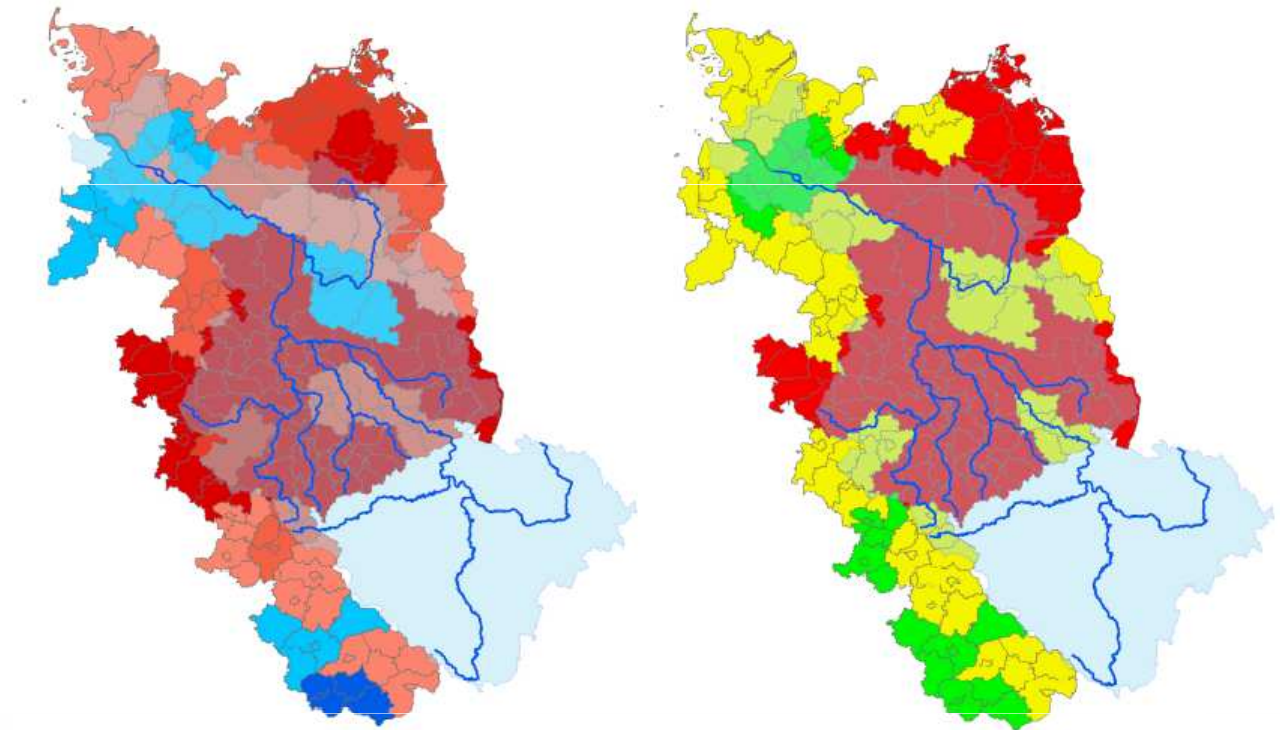
Gegenüberstellung Re-Analysen mittlerer Jahresniederschlag STAR und REMO (1951-2000)



Wagner (2008)

Projektion demographischer und wirtschaftlicher Wandel

Veränderung der
Bevölkerung (2002
zu 2050, links) und
Entwicklung des BIP
(rechts), nach Raum-
ordnungsregionen



Legende

Elbeinzugsgebiet

Veränderung der Bevölkerung in % (2002 zu 2050)

- 30 bis -45%
- 20 bis unter -30%
- 10 bis unter -20%
- 0% bis unter -10%
- 0% bis unter +10%
- +10% bis +20%

Legende

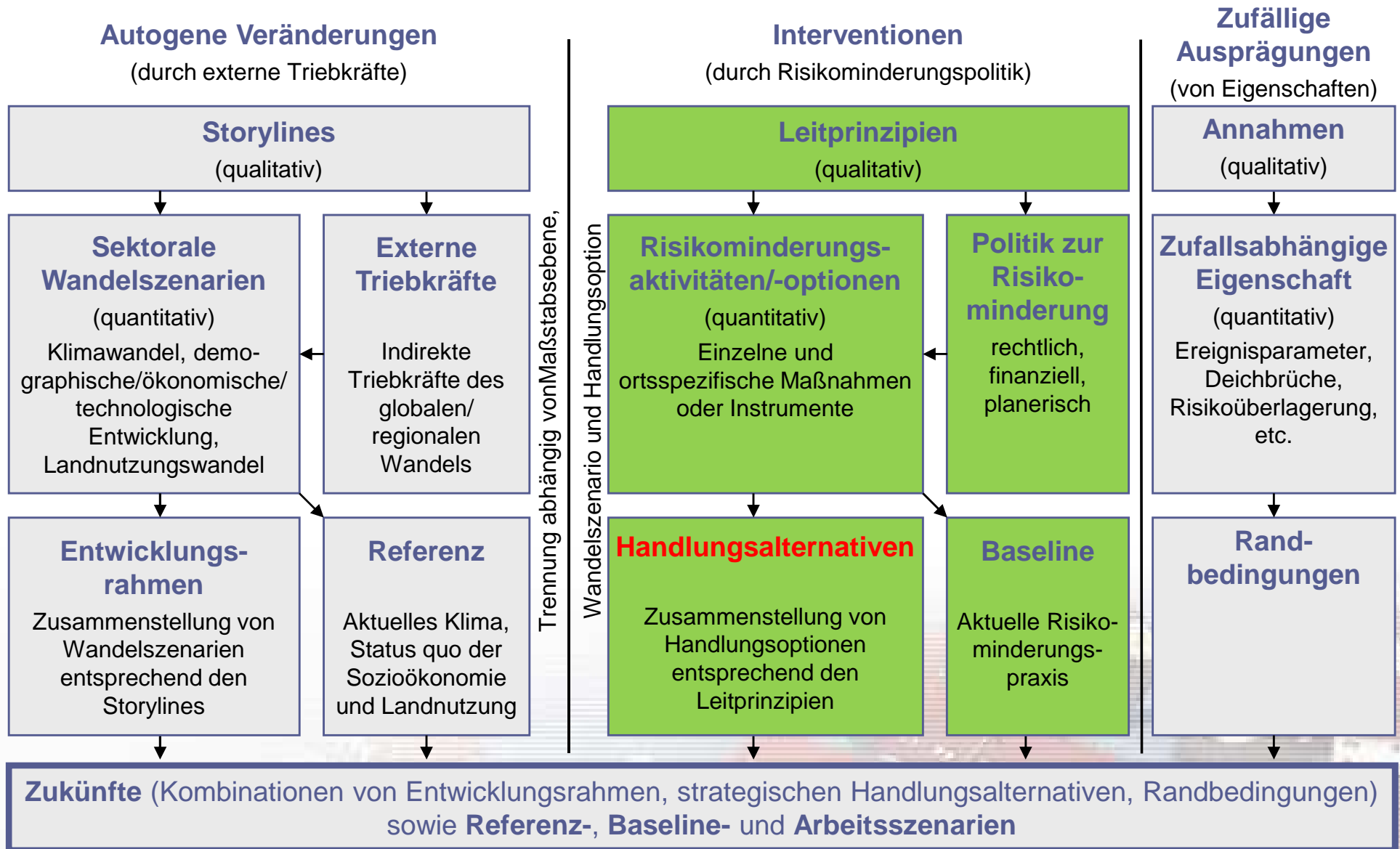
Elbeinzugsgebiet

jährliches BIP-Wachstum nach ROR (2003-2050)

- 0,74%
- 1,37%
- 1,64%

Luther (2008) auf
Basis von BBR
(2006, SBA (2007)
und Oeltze et al
(2007)

Rahmenkonzept zur Bildung alternativer Zukünfte



Leitprinzipien für die Handlungsalternativen

Leitprinzipien	Verringerung Hochwassergefahr					Verringerung Vulnerabilität			
	Flut- polder	Flut- rinnen	Deiche,			Freihaltung ÜG	HW- Schutz an und in Gebäuden	Evakuierung	
			neu	Erhöhung	Verlegung			Personen	Hausrat
„Resistenz“	x			x	x				
„Resilienz“						x	x	x	x
„Kombination“	(x)		(x)?	(x)		x	(x)	x	
„Alle Maßnahmen“	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Referenz	(x)	x		(x)	(x)	(x)	(x)	x	(x)

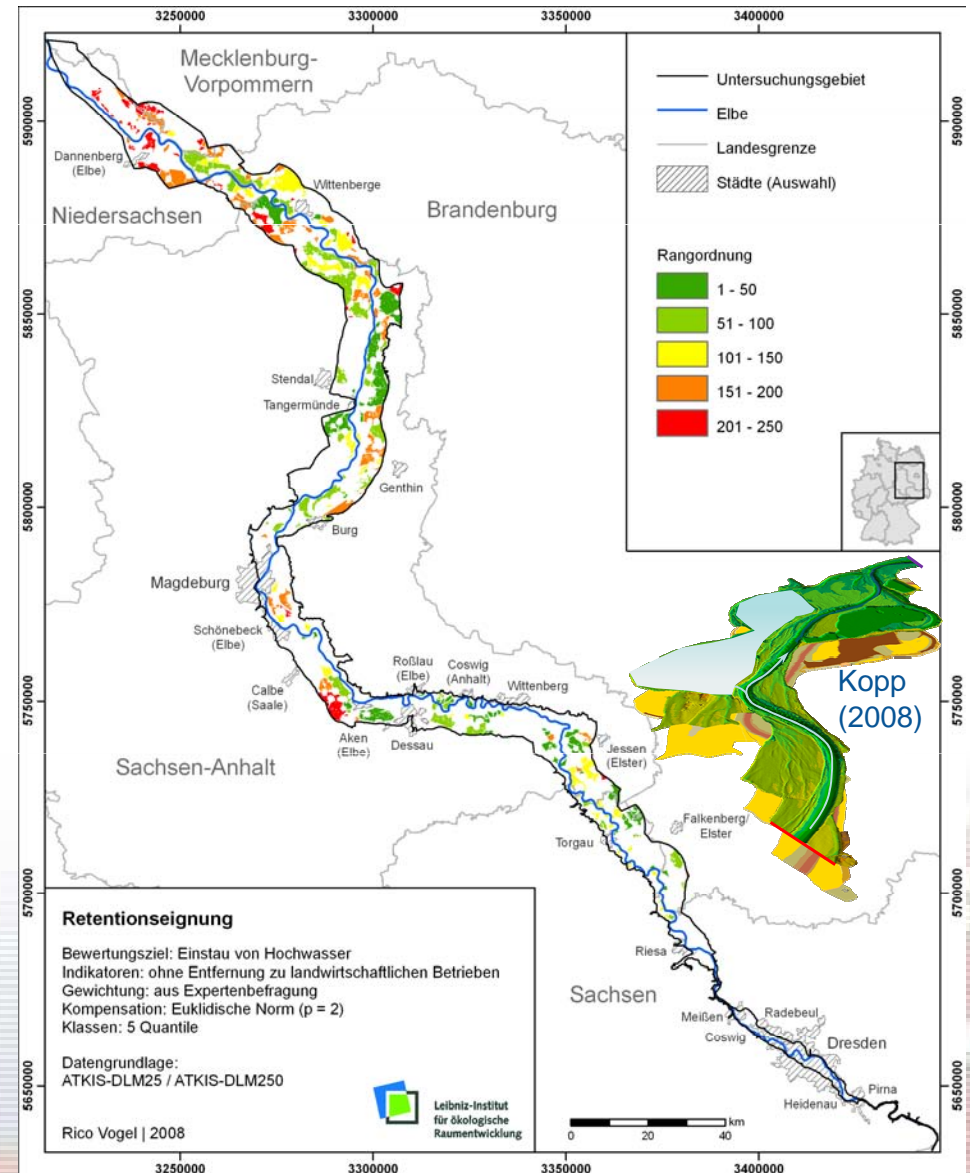
Luther (2008)



Bewertung Retentionseignung für Flutpolder

- Multikriterielle Bewertung des Raumwiderstandes (11 Indikatoren)
- Gewichtung (Expertenbefragung)
- Ausschluss:
 - Rezente Aue
 - $HW_{100} < 1 \text{ m}$
- Rangordnung nach:
 - Raumwiderstand
 - Entfernung zum Fluss
 - Stationierung
 - Stauvolumen (HQ_{100})
 - Schutzstatus

Vogel (2008)

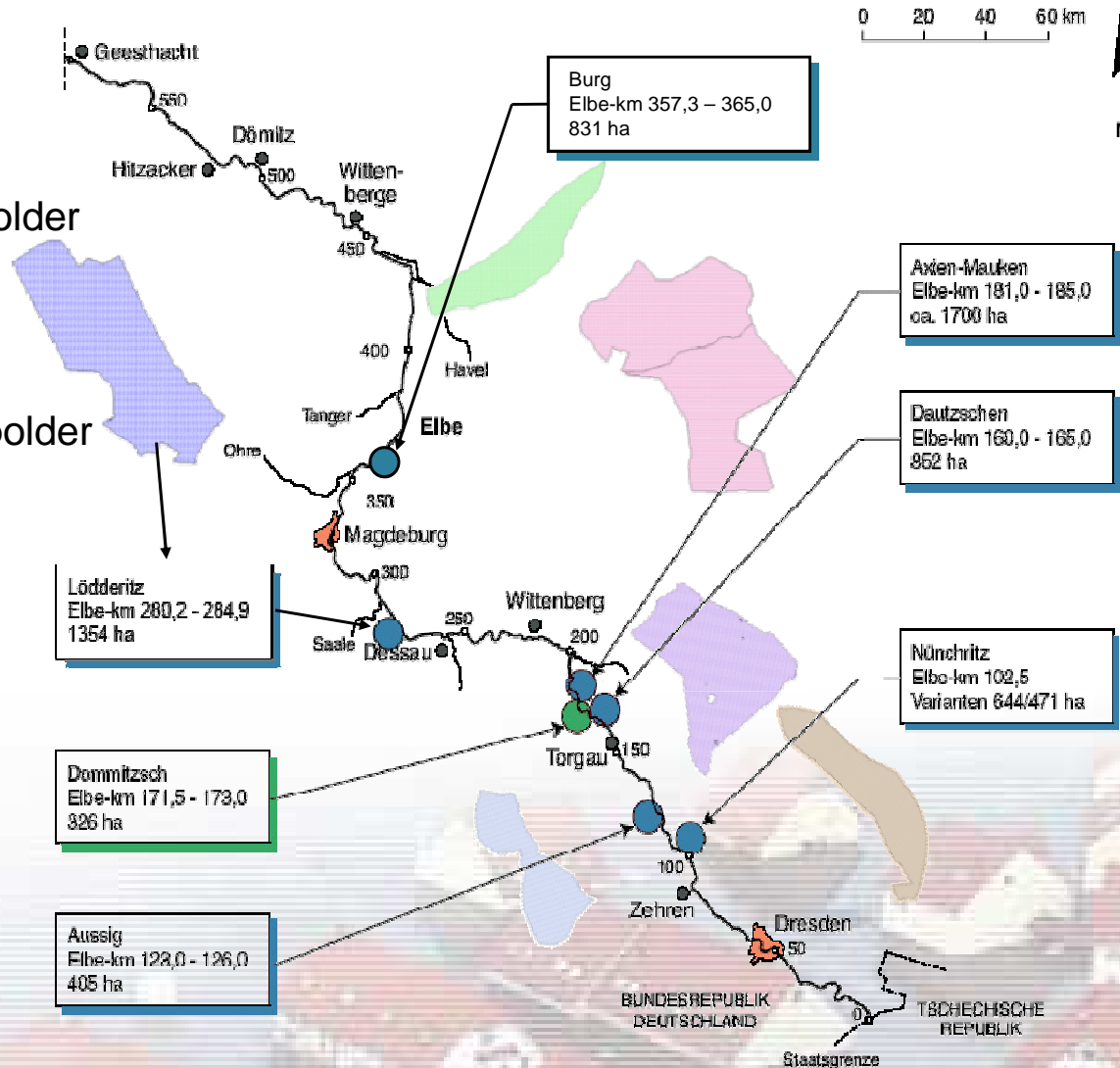


Betrachtete Flutpolder



Kontur der Maßnahme

- potenzielle Standorte für Flutpolder an der Elbe
- modellierte Standorte
- keine Relevanz, da Rückstauopolder



Karte IKSE (2006), modifiziert

Untersuchte Kombinationen von Flutpoldern

„Resistenz“: **(alle Flutpolder)** Nünchritz, Aussig, Dautzschen, Axien,
Lödderitz, Burg (mögliche und priorisierte Standorte)

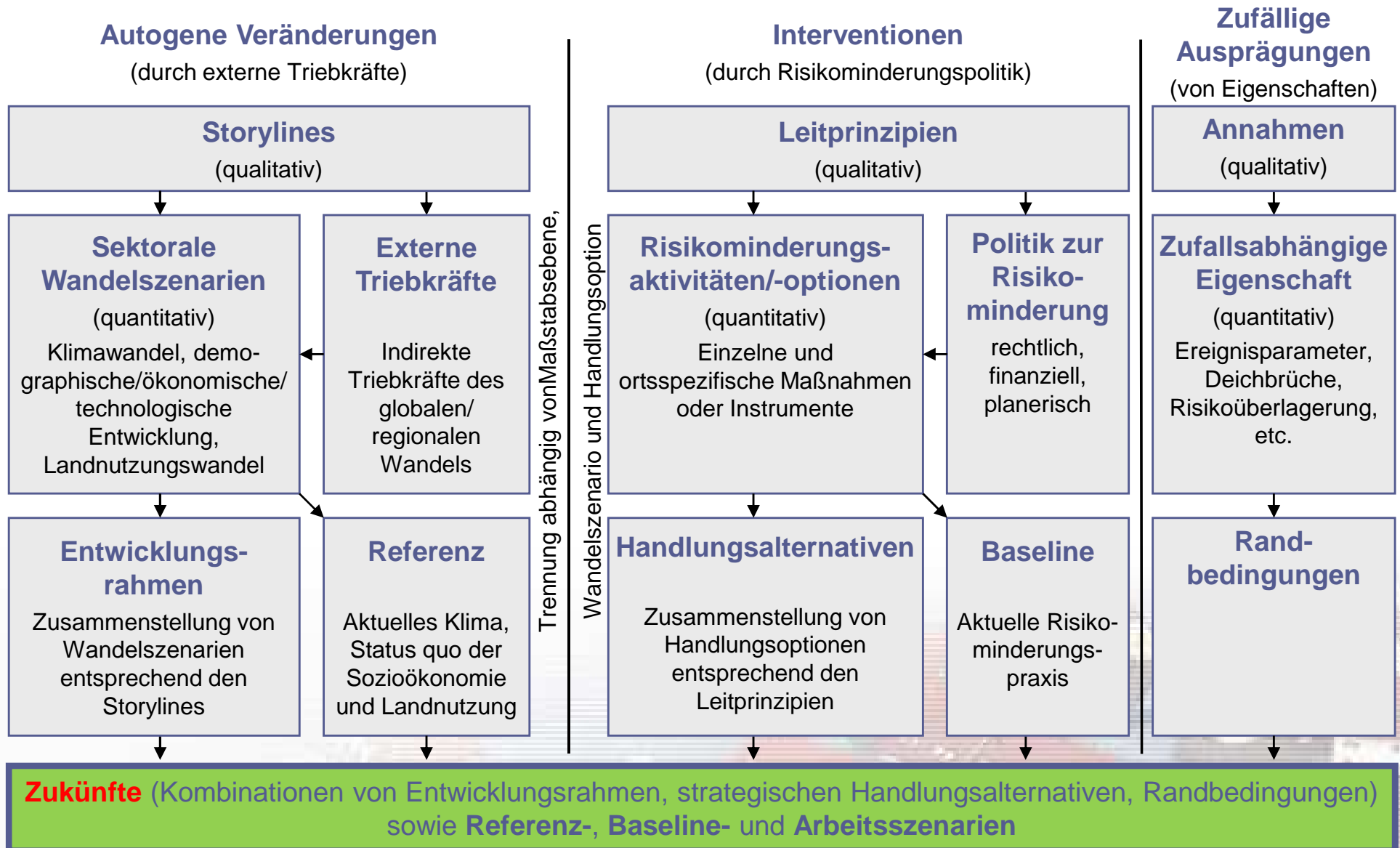
Gesamtretentionsfläche: 5786 ha

„Kombination“: **(Auswahl)** Aussig, Dautzschen, Axien (priorisierte Standorte)

Gesamtretentionsfläche: 2957 ha



Rahmenkonzept zur Bildung alternativer Zukünfte



Kombination Entwicklungsrahmen und Handlungsalternativen

Handlungs- alternativen	Entwicklungsrahmen Globaler Wandel				Gegenwart	
	A	B	C	D	Re- analyse	Mess- werte
I						
II	Robustheit einer Handlungsalternative				Referenz- szenarien	
III	Vergleichende Effektivität					
IV						
0 (Referenz)	Folgen des Globalen Wandels					
		Baselineszenarien				
X		Arbeitsszenarien				

Luther & Schanze (2008)

Kombination Entwicklungsrahmen und Handlungsalternativen

Handlungs- alternativen	Entwicklungsrahmen Globaler Wandel				Gegenwart	
	A	B	C	D	Reanalyse	Messwerte
I		EF-B(S, GL100)-I EF-B(S, GL300)-I				
II		ES_B(S, LS100)_II ES_B(S, LS300)_II				
III	ES_A(S, LS100)_III ES_A(S, LS300)_III	ES_B(S, LS100)_III ES_B(S, LS300)_III	ES_C(S, LS100)_III ES_C(S, LS300)_III	ES_D(S, LS100)_III ES_D(S, LS300)_III		
IV		ES_B(S, LS100)_IV ES_B(S, LS300)_IV				
0 (Referenz)	BL_A(S, LS100)_0 BL_A(S, LS300)_0	BL_B(S, LS100)_0 BL_B(S, LS300)_0	BL_C(S, LS100)_0 BL_C(S, LS300)_0	BL_D(S, LS100)_0 BL_D(S, LS300)_0	BL_G(S, LS100)_0 BL_G(S, LS200)_0 BL_G(S, LS300)_0	BL_G(M, LS50)_0 BL_G(M, LS100)_0 BL_G(M, LS200)_0 BL_G(M, LS300)_0
		BL_A(R, LS100)_0			BL_G(R, LS100)_0 BL_G(R, LS200)_0 BL_G(R, LS300)_0	
X		AS_B(S, LS300)_X AS_B(S, LS200OL/UL))_0				

Luther & Schanze (2008)

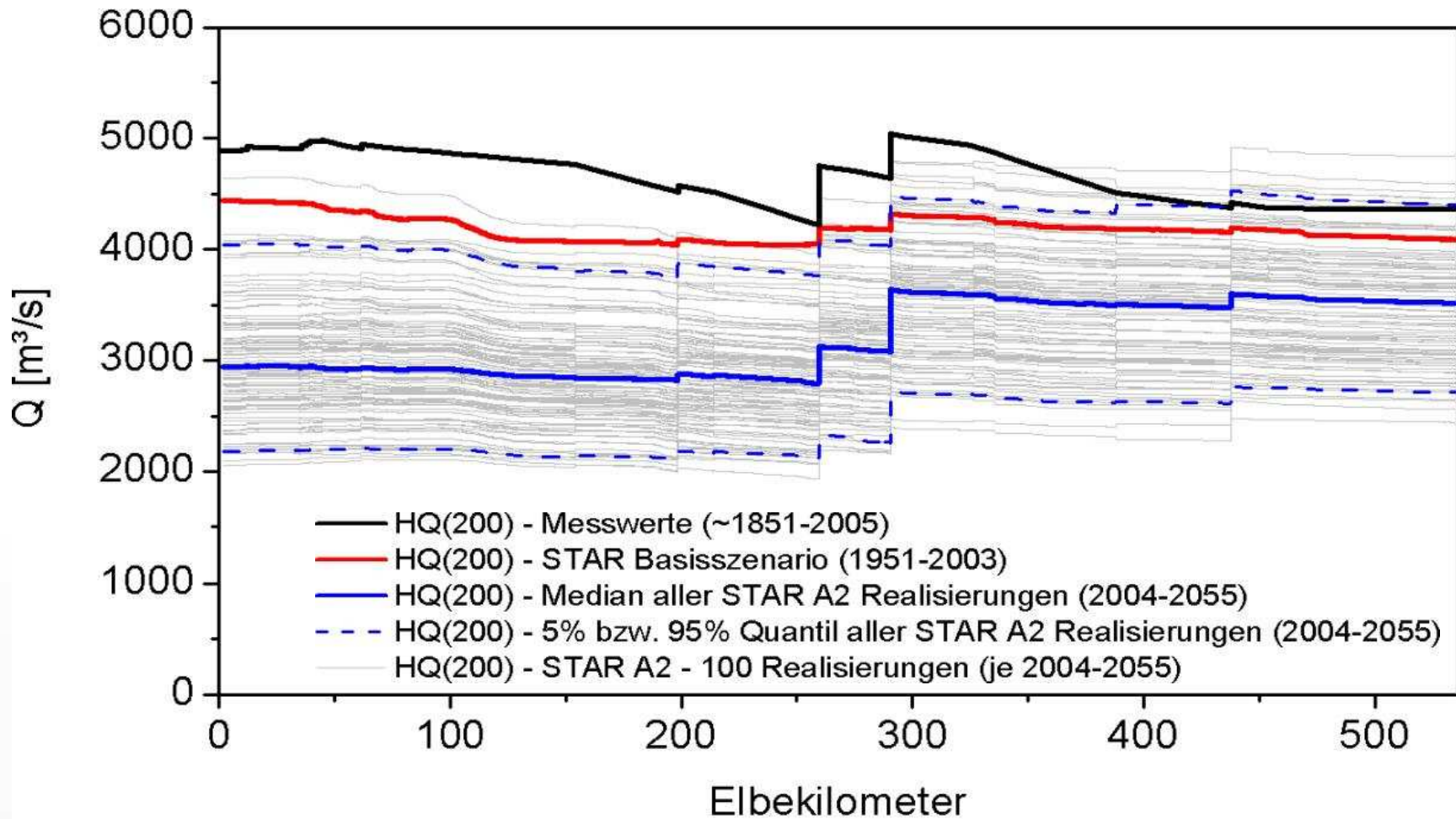
Inhalt

1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
- 4. Risikoanalyse ex ante**
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



Simulation Abflusslängsschnitt der Elbe

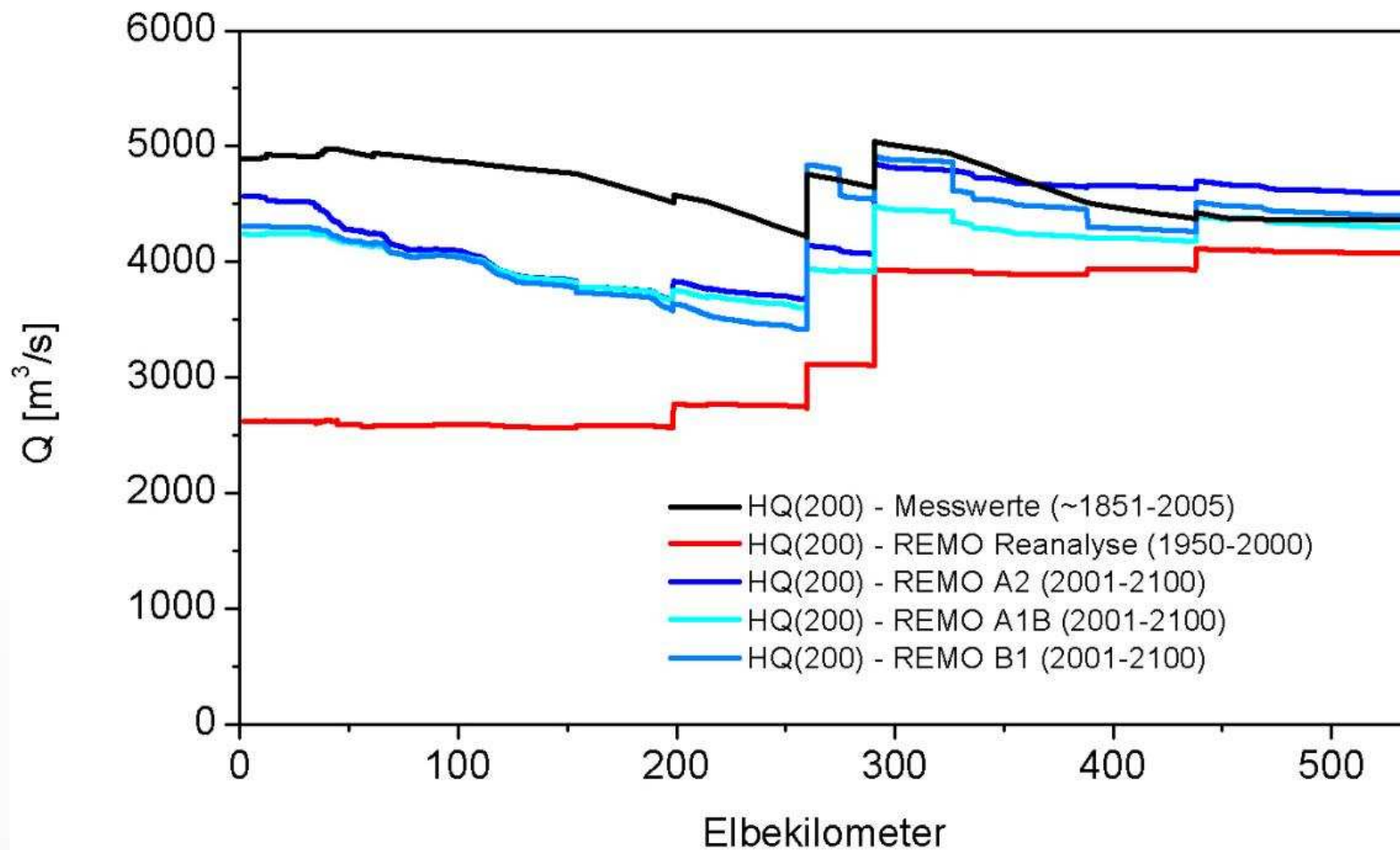
Messwerte, Basisszenario, STAR A2



Wagner et al. (2008)

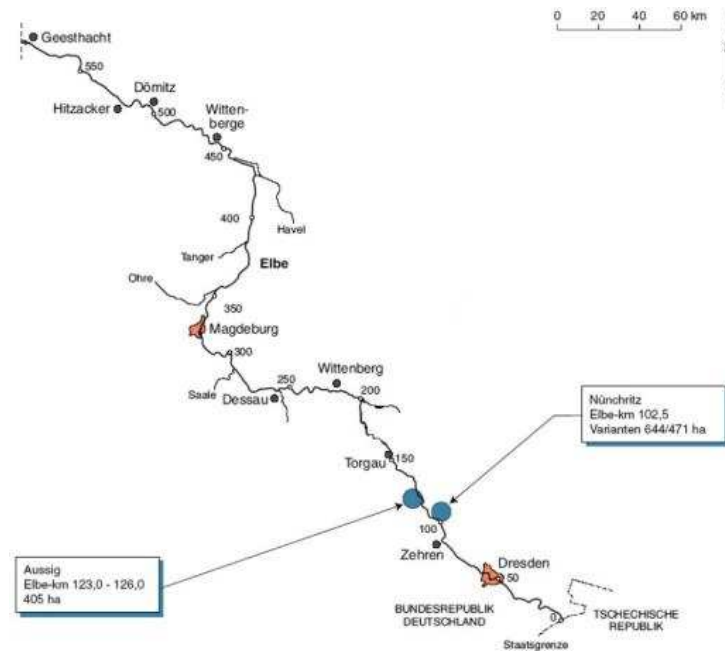
Simulation Abflusslängsschnitt der Elbe

Messwerte, Basisszenario, REMO A1B, A2, B1

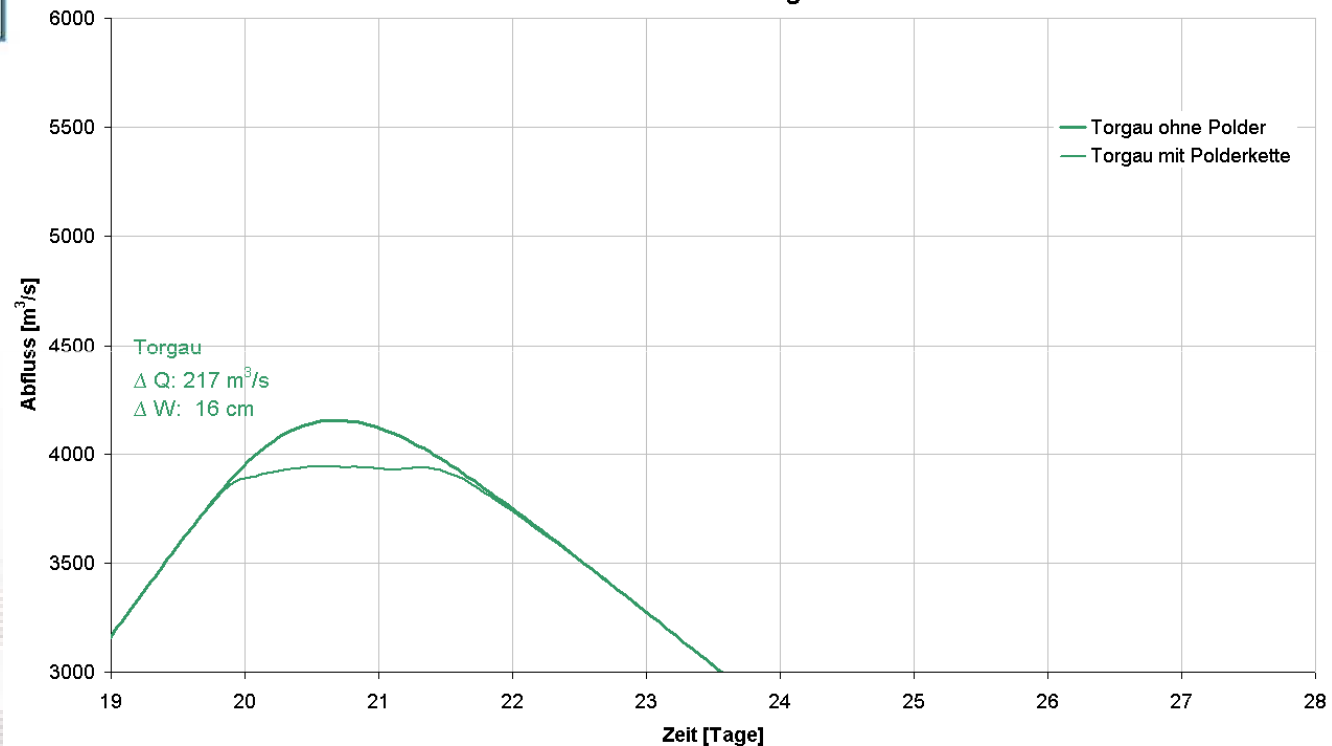


Wagner et al. (2008)

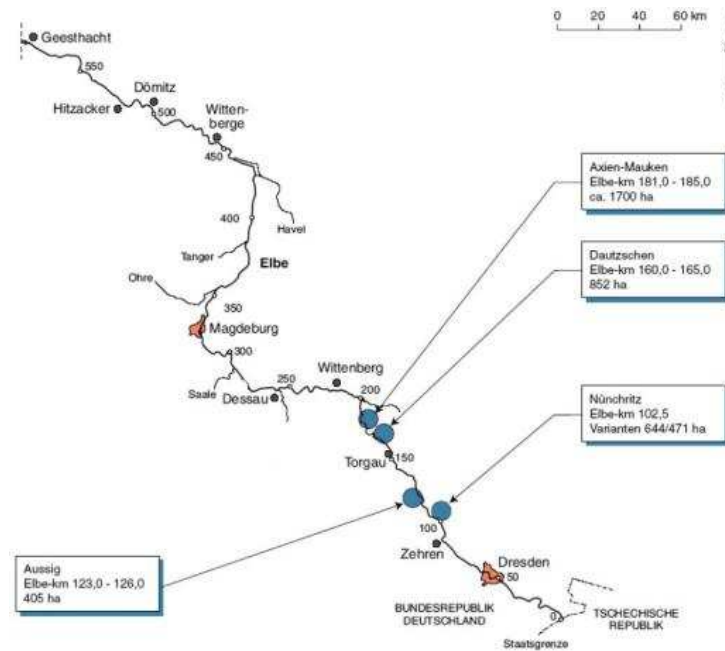
Wirkung der Flutpolder



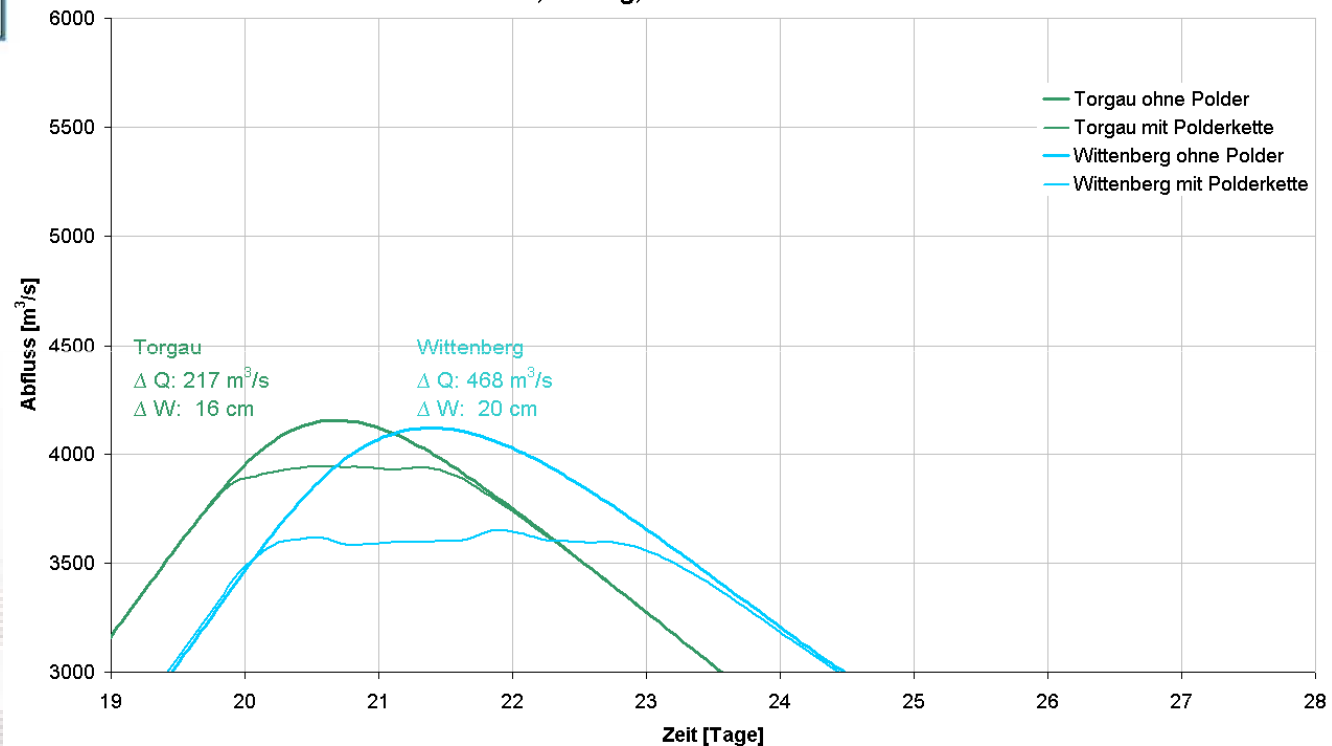
Vergleich Wellenablauf HQ100 unter Berücksichtigung der potenziellen Flutpolder
Nünchritz und Aussig



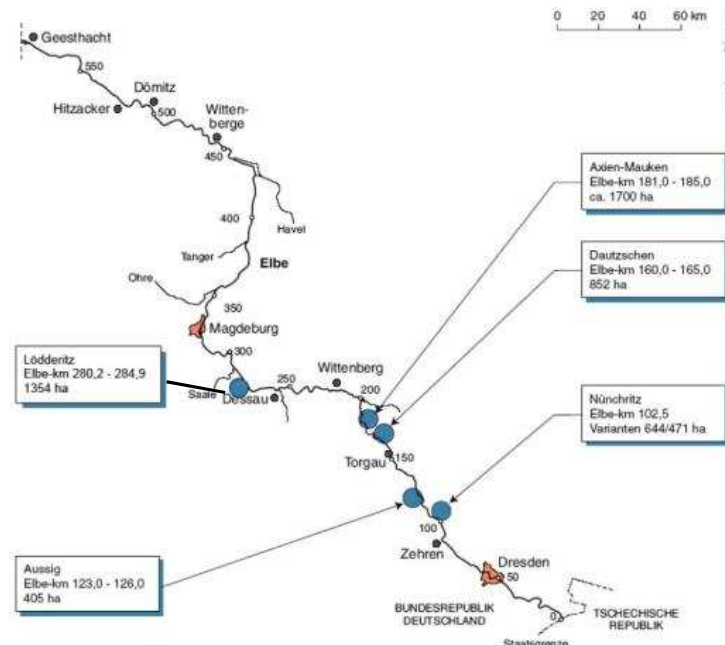
Wirkung der Flutpolder



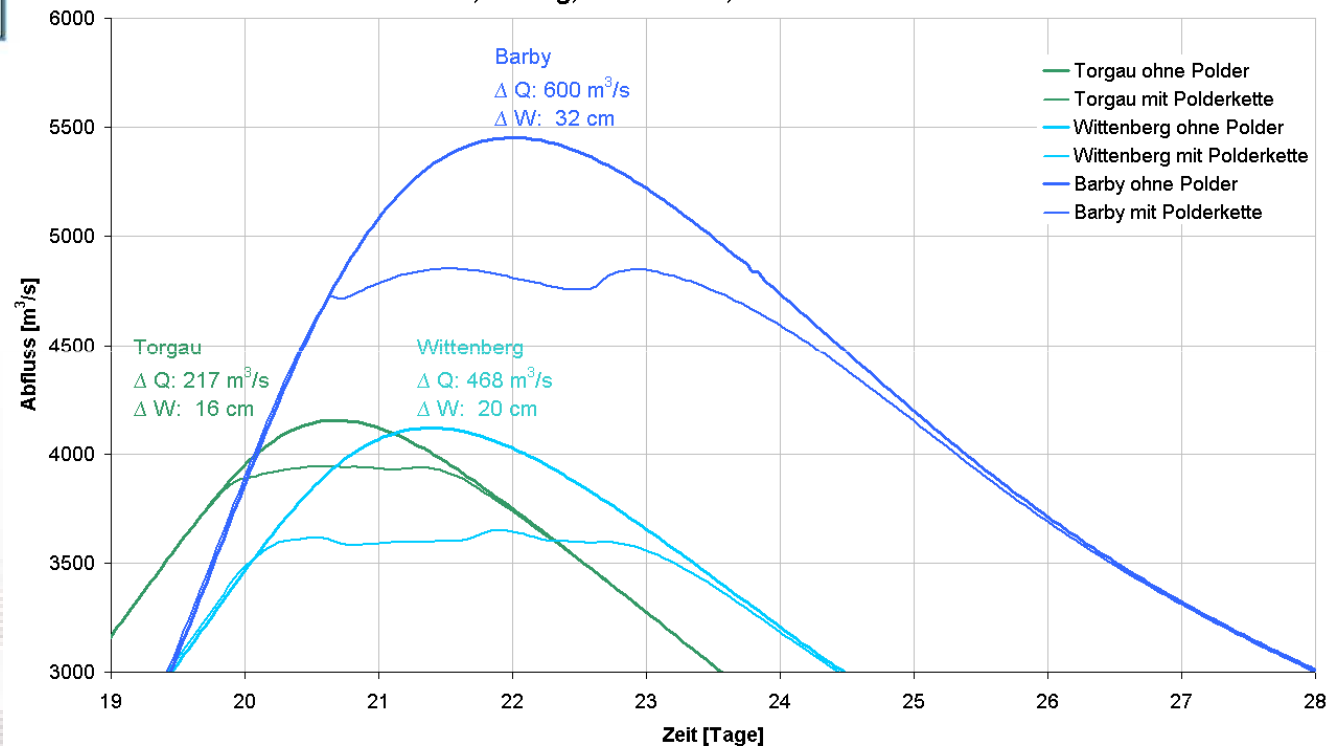
Vergleich Wellenablauf HQ100 unter Berücksichtigung der potenziellen Flutpolder
Nünchritz, Aussig, Dautzschen und Axien



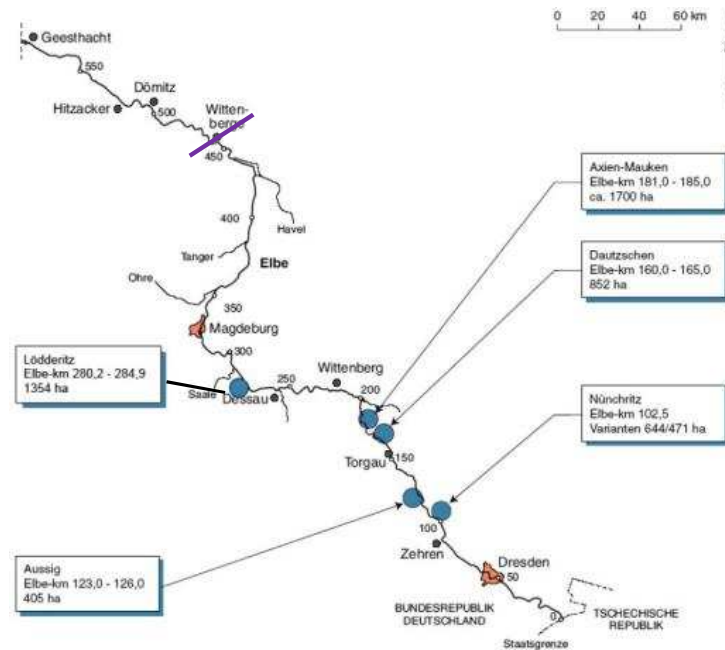
Wirkung der Flutpolder



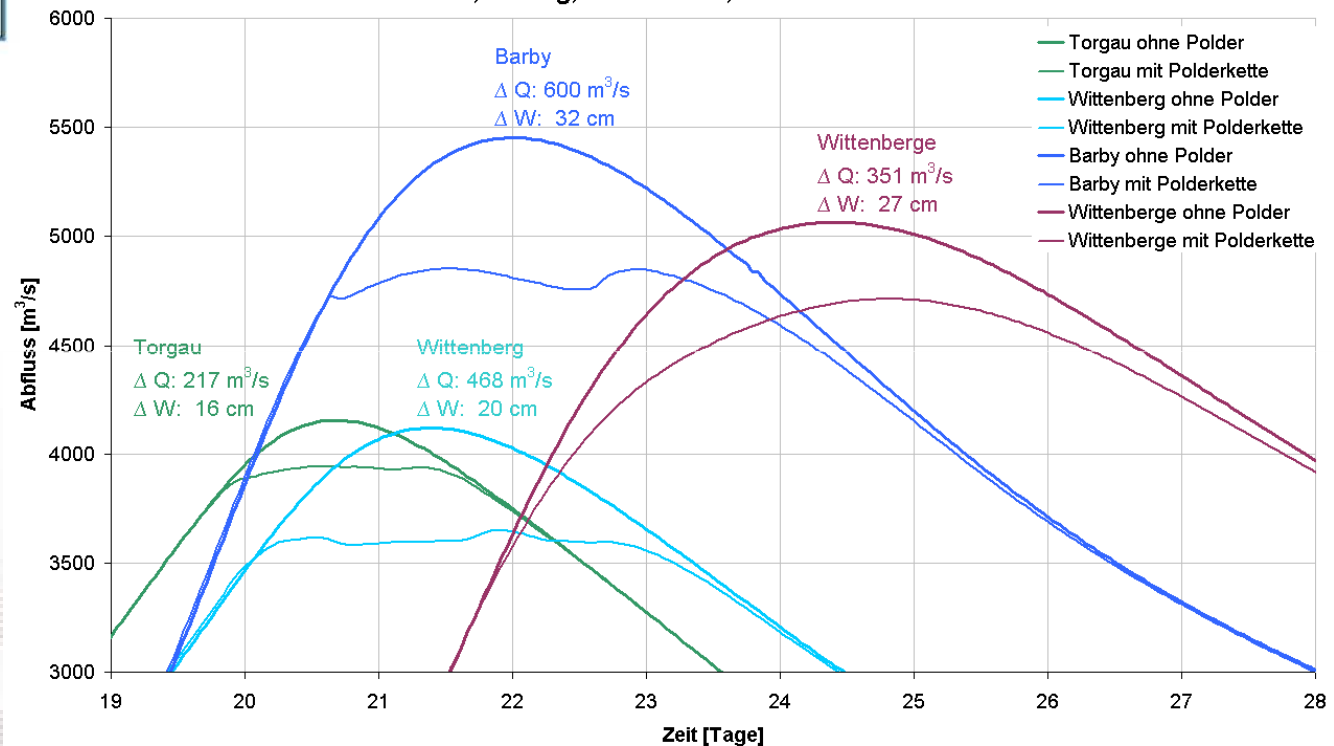
Vergleich Wellenablauf HQ100 unter Berücksichtigung der potenziellen Flutpolder
Nünchritz, Aussig, Dautschen, Axien und Lödderitz



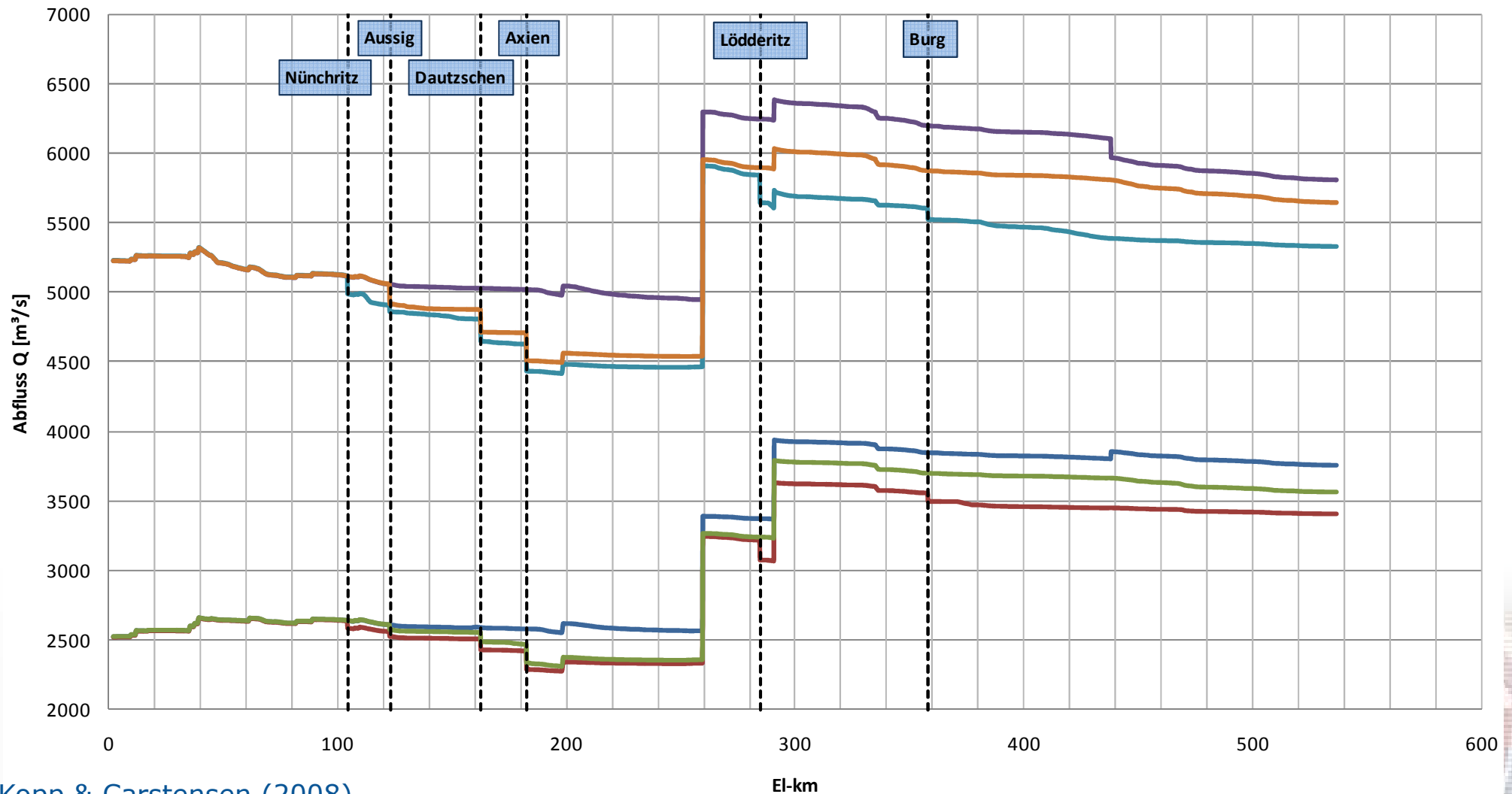
Wirkung der Flutpolder



Vergleich Wellenablauf HQ100 unter Berücksichtigung der potenziellen Flutpolder
Nünchritz, Aussig, Dautschen, Axien und Lödderitz



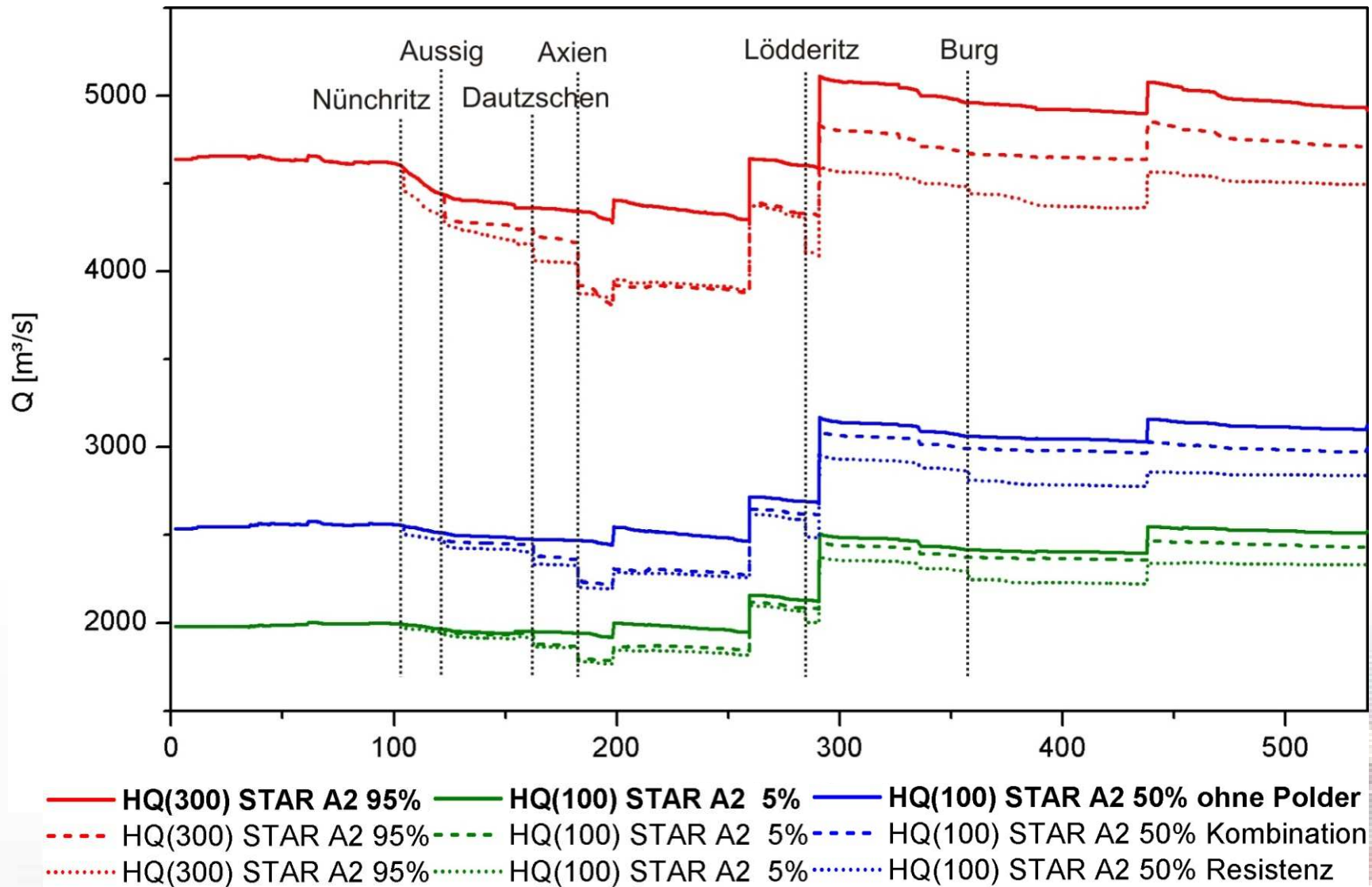
Wirkung der Flutpolder



Kopp & Carstensen (2008)

— R03_LS_HQ100_stara2_50_Q — R03_LS_HQ100_stara2_50_Resi_Q — R03_LS_HQ100_stara2_50_Kombi_Q
— R08_LS_HQ300_mess_Q — R08_LS_HQ300_mess_Resi_Q — R08_LS_HQ300_mess_Kombi_Q

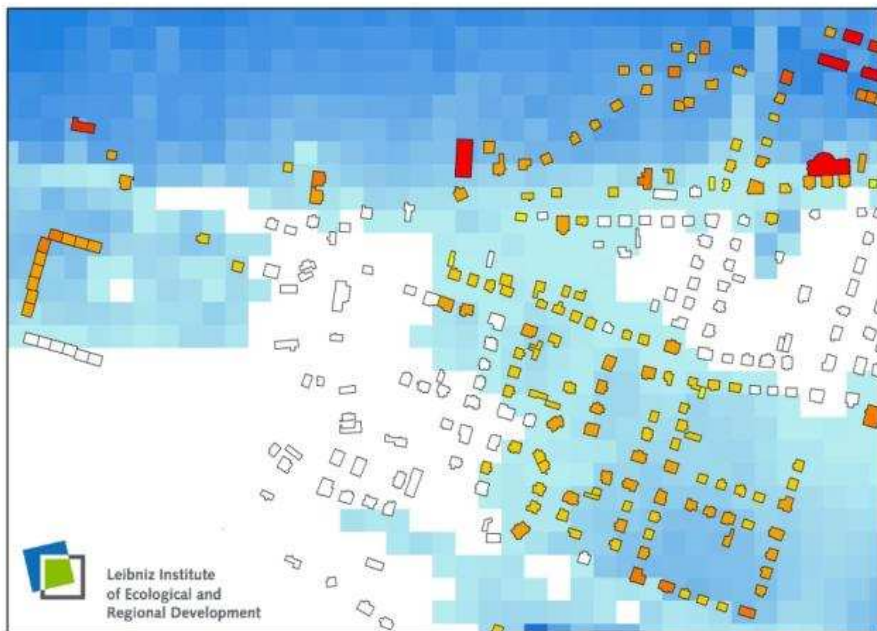
Wirkung der Flutpolder



Wagner (2008)

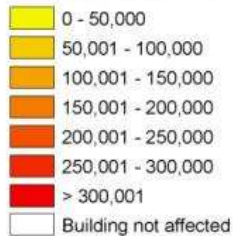
Simulation Hochwasserrisiken (Ausschnitt)

Basisszenario und Szenario B (STAR A2, 2050, 1:200)

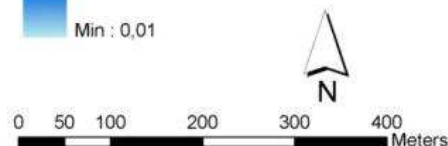


Legend

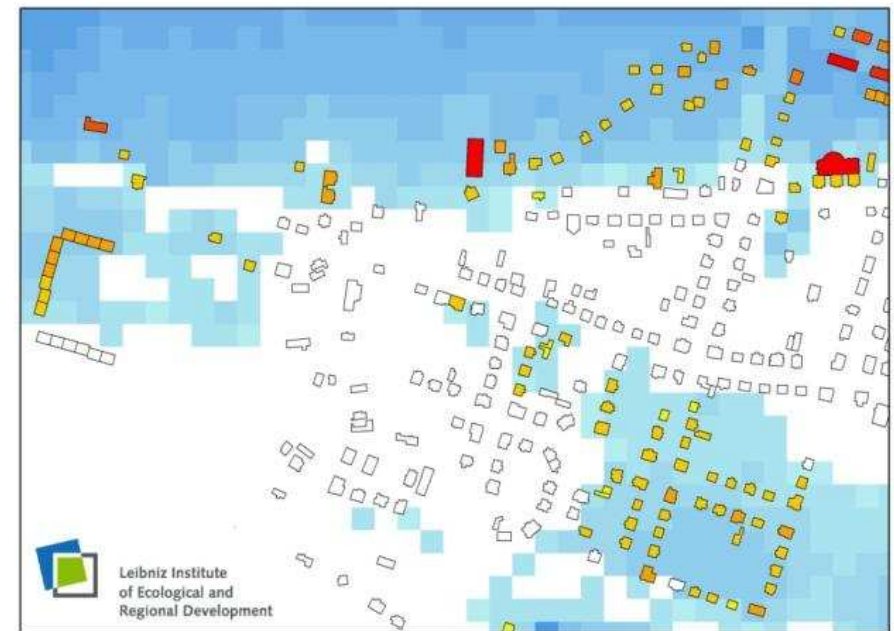
Building damage costs [€]



Waterlevel above ground [m]

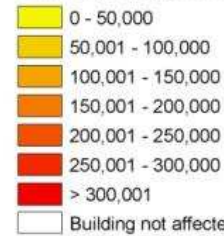


Processing/Map: Dr. Marco Neubert, IOER, 2008

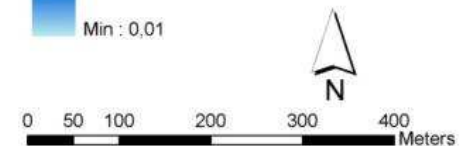


Legend

Building damage costs [€]



Waterlevel above ground [m]



Processing/Map: Dr. Marco Neubert, IOER, 2008

Neubert, Naumann & Deilmann (2008)

Inhalt

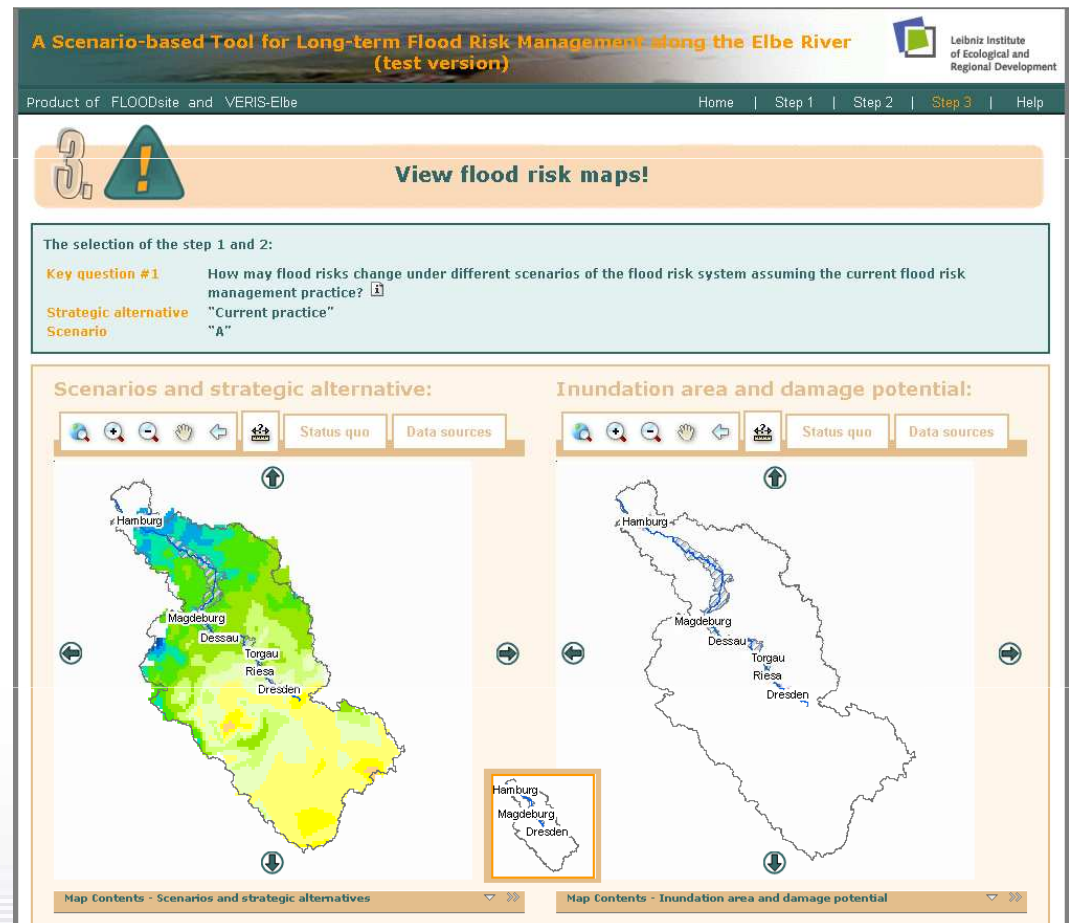
1. Einführung
2. Modellierung des Hochwasserrisikosystems der Elbe
3. Konzeption von Zukünften
4. Risikoanalyse ex ante
5. Schlussfolgerungen und Ausblick



Schlussfolgerungen

- Aussagen zur Veränderung des HW-Regimes auf Basis derzeitiger Klima-projektionen sind mit **hoher Unsicherheit** verbunden (Fortschreibungsbedarf)
- Berechnungen mit STAR lassen **geringe Abnahme der Hochwassergefahr** erwarten; aber: einzelne Rechenläufe und v. a. REMO zeigen auch Zunahme
- **Hochwasserisiken** können durch Landnutzungswandel u.a. **ggf. auch zunehmen** (noch laufende Auswertung)
- **Forderung nach verstärkten HW-Schutzmaßnahmen an der Elbe** aus Ergeb-nissen des Vorhabens **nicht ableitbar**; stattdessen sollten bisherige HW-Schutzkonzepte fortgeführt werden
- Vorschlag: Schutzgrade nach HQ(T) ergänzen/ersetzen durch gesellschaftlich akzeptierte **Schutzziele**
- Maßnahmen zur **Vulnerabilitätsminderung** sollten **ausgeweitet** werden
- Für Deutschland **längerübergreifend konsistente Bearbeitung**; **Anschluss an tschechische Arbeiten** wäre **wünschenswert**

Ausblick: Szenario- und webbasiertes Entscheidungshilfswerkzeug



Petroschka, Schanze, Luther, Walz (2008)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Diskussion mit

Herrn Michael Wagner, Institut für Hydrologie und Meteorologie (IHM), Technische Universität Dresden (TUD)

Herrn Dr. Dirk Carstensen, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (IWD), Technische Universität Dresden (TUD)