



Wassernutzungskonflikte im Ballungsraum Berlin und deren mögliche Lösung unter den Bedingungen des globalen Wandels

Teil: Dargebotsermittlung
Bernd Pfützner

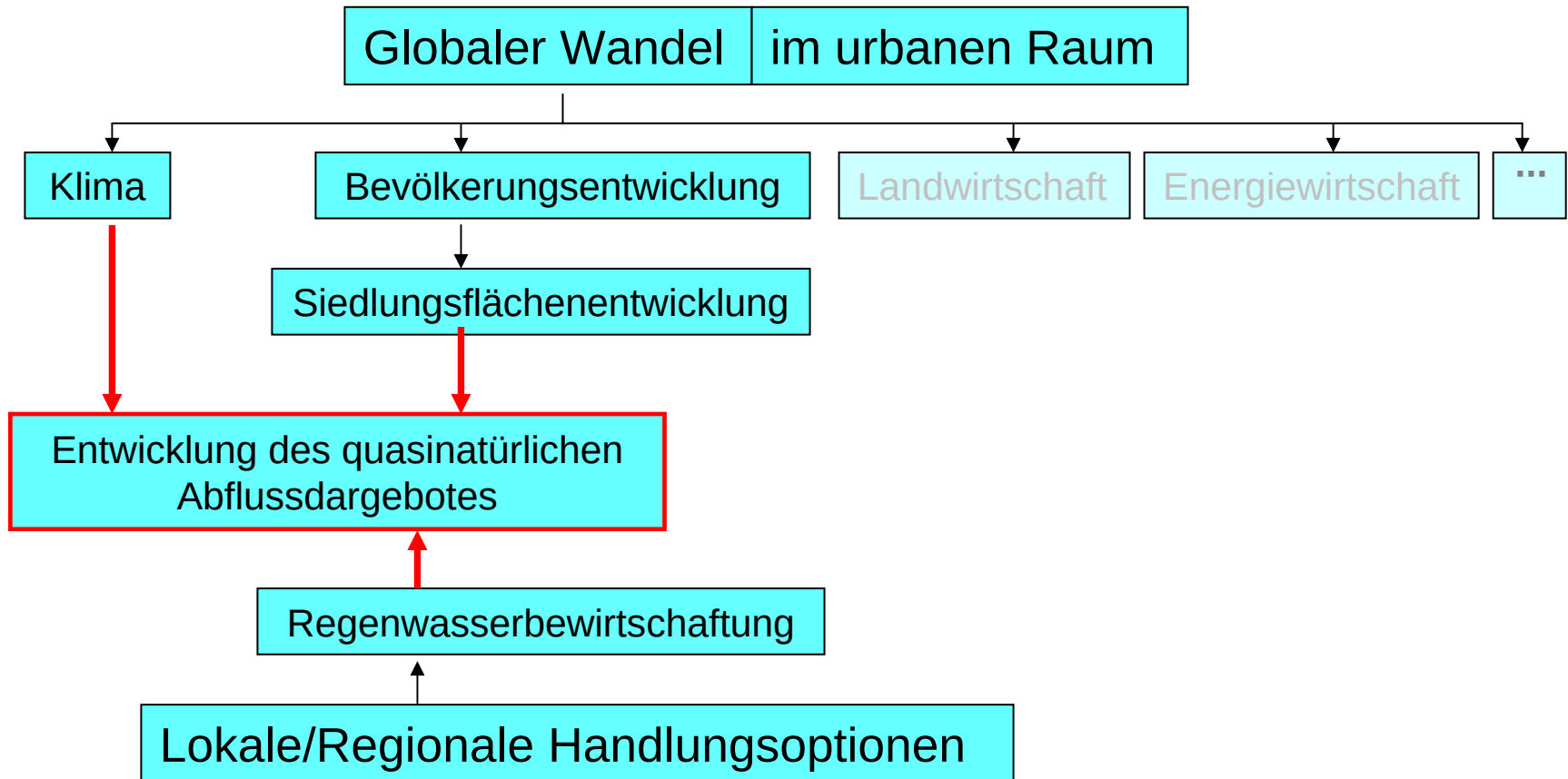
Workshop Berlin, 13.06.2003

Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)



Zielstellung und Randbedingungen

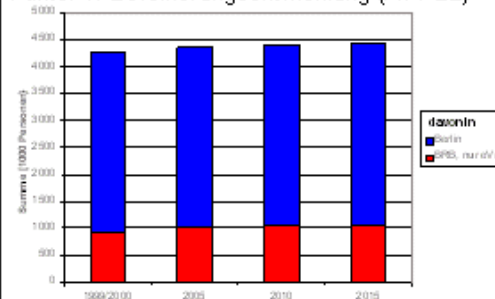
Ermittlung des quasinatürlichen Dargebotes des Berliner Gewässersystems einschließlich ihrer Zuflüsse unter den Bedingungen des globalen Wandels (quasinatürlich, d.h. ohne Nutzungseinflüsse)



Siedlungsflächenentwicklung im Großraum Berlin

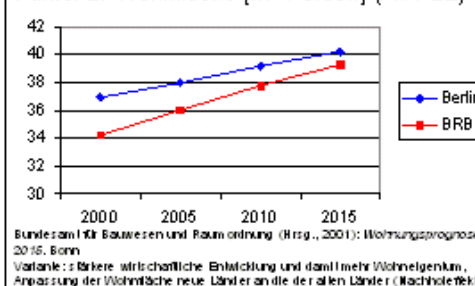


Faktor 1: Bevölkerungsentwicklung (A1 / B2)



Gesamtverwaltung für Stadtentwicklung: Bevölkerungsprognose für Berlin 1990-2015, Variante 2 mittlere Variante
Landesbetrieb für Datenverarbeitung und Statistik, Potsdam:
Bevölkerungsprognose (Basisjahr 1990) nach ausgewählten Altersgruppen und Verwaltungsbezirken/eVr im Land Brandenburg

Faktor 2: Wohnfläche [m²/Person] (A1 / B2)



Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Brosch., 2001): Wohnungsprognose 2015, Bonn
Variante: stärkere wirtschaftliche Entwicklung und damit mehr Wohneigentum, Anpassung der Wohnfläche neue Länder an die der alten Länder (Nachholendeffekt)

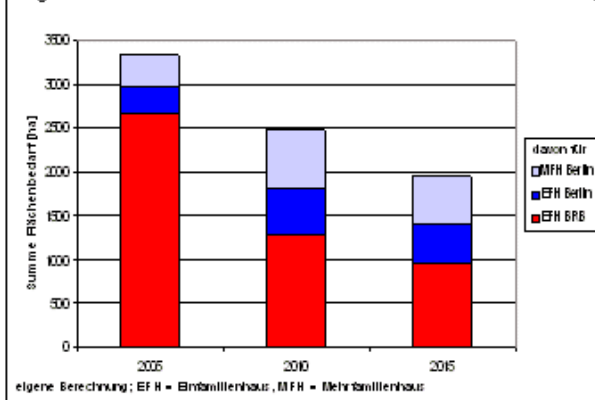
Faktor 3: Bauweise (A1)

Anteil Einfamilienhäuser in Berlin 25%, Brandenburg 100%
Annahme für Storyline A1

Wohnflächendichte [m² Wohnfläche / 100 m² Grundfläche]:
EFH: 26, MFH 63
Annahme für Storyline A1
Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Brosch., 1996):
Raumordnungsprognose 2010
Prognose der Wohnflächendichte für 2010, Raumordnungsregion Berlin, Variante: Status Quo

Verkehrsfläche: +19% der Wohnbaufläche
Annahme für Storyline A1,
entspricht dem Status Quo in Berlin im Durchschnitt für Gebiete mit Wohnfunktion

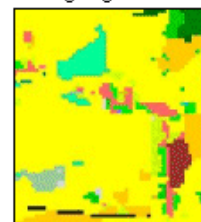
Ergebnis: Nettozunahme Wohnbau- und Verkehrsfläche (A1)



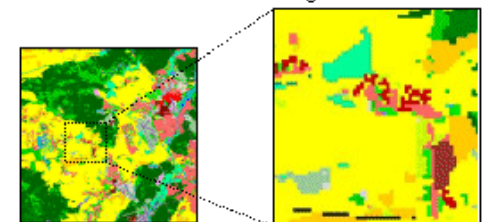
eigene Berechnung; EFH = Einfamilienhaus, MFH = Mehrfamilienhaus

Regelbasierte Verortung der Flächenzunahme

Ausgangszustand



Ergebnis



Regeln entsprechen den Vorgaben des gemeinsamen Landesentwicklungsplan für den engeren Verflechtungsraum Brandenburg Berlin sowie der Storyline A1

das Werkzeug LUSIM nimmt eine regelbasierte Verortung der Siedlungsflächen in einem GIS vor.

Die Siedlungsflächenentwicklung wurde nur für Wohnflächen im engeren Verflechtungsraum (eVr) berechnet. Dabei wurden der gültige gemeinsame Landesentwicklungsplan sowie die IPCC Storylines A1 und B2 berücksichtigt. Die Verortung der Flächen erfolgte in einem Geographischen Informationssystem (GIS).



Klimaentwicklung

Simulationsergebnisse Gerstengarbe/PIK

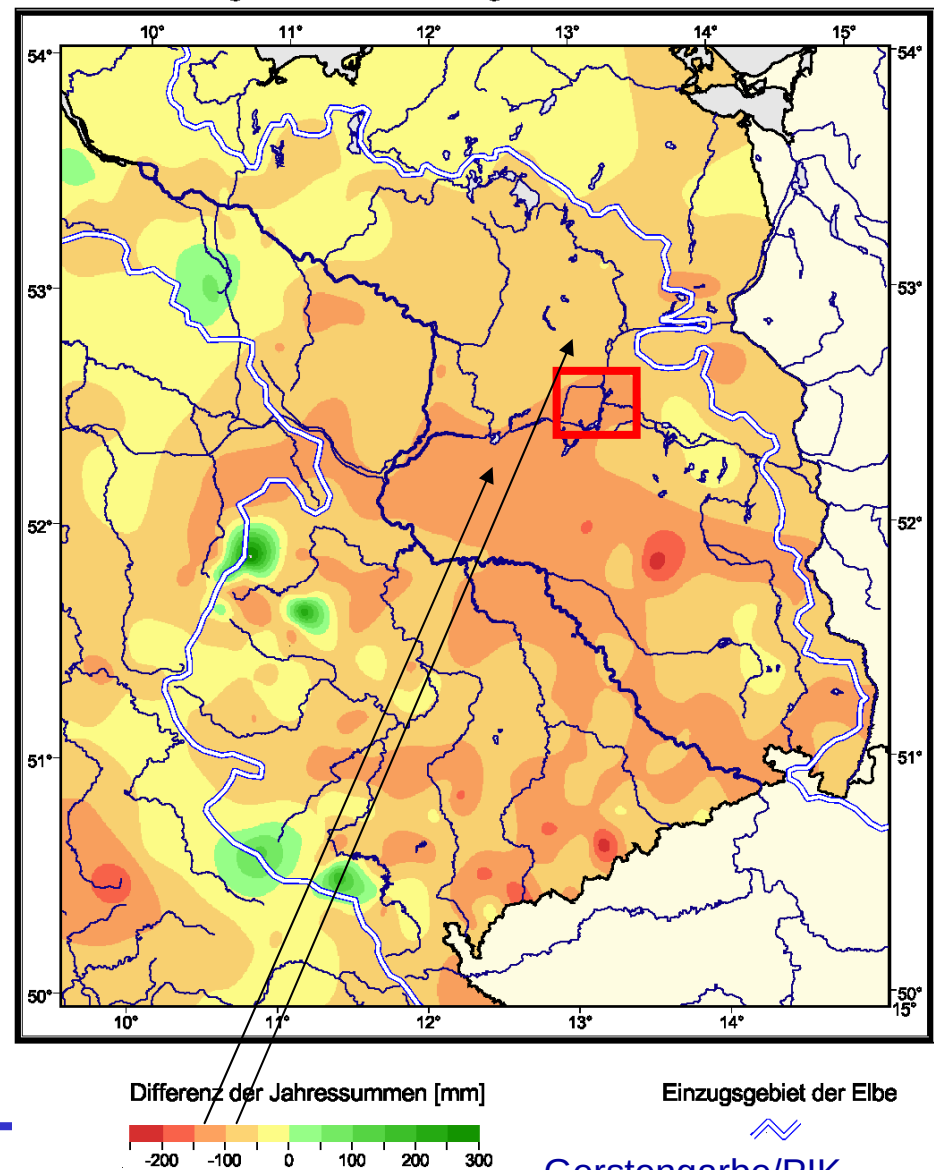
Fazit Gerstengarbe:
Große Teile des Elbeeinzugsgebiets
werden bei der vorgegebenen Ent-
wicklung mit hoher Wahrscheinlichkeit
von einem deutlichen
Niederschlagsrückgang betroffen sein.

- in Ostdeutschland fast generell Abnahme der mittleren Jahresniederschläge
- Regionen mit Abnahme > 200mm
- Wenige Gebiete (Mittelgebirge) Zunahme bis zu 300mm
- im Sommer generell Abnahme, Winter lokal differenziert teils Zu-, teils Abnahme

Berlin/Brandenburg

Abnahme der mittleren Jahresniederschläge zwischen 50 und 150 mm/a

Veränderung der Niederschläge 2046/2055 zu 1951/2000



Workshop Berlin, 13.06.2003

Gerstengarbe/PIK

Grundlegende Arbeitsmethodiken



Analyse von Szenarien, keine Prognosen!

Entwicklungsszenarien Klima (A1 und B2) wurden mit 100 Realisierungen pro Szenario und damit letztlich mit einer Unsicherheitsspanne vorgegeben

Hydrologische Modellrechnungen als Langzeitsimulationen (2000 bis 2055) zur Beschreibung von Entwicklungen mit ihren Unsicherheiten (100 Realisierungen)

Über die 100 Realisierungen können Aussagen zu Häufigkeiten / Wahrscheinlichkeiten von Abfluss- und Wasserhaushaltsgrößen abgeleitet werden

Erläuterung von M.Stock (PIK)
zum Sinn von Szenario-
analysen anlässlich der
Ökologietage Brandenburg am
5.6.2003 in Potsdam

a) Prognose: ich weiß wie es ist und alles ist vorbestimmt.

b) Hochrechnung: ich weiß was ich weiß und was nicht, mache zu letzterem Annahmen und aus beidem Szenarien, projiziere sie in die Zukunft und ziehe Schlüsse daraus.

Szenarium: *Darstellung zeitlicher und/oder räumlicher charakteristischer Zustände eines Systems auf der Basis mehrerer dieses System beschreibender Parameter sowie definierter Ausgangsbedingungen.*

→ Ich sehe, wo Handeln möglich und sinnvoll ist.

Dr. Manfred Stock



<http://www.pik-potsdam.de/>

9 / 26

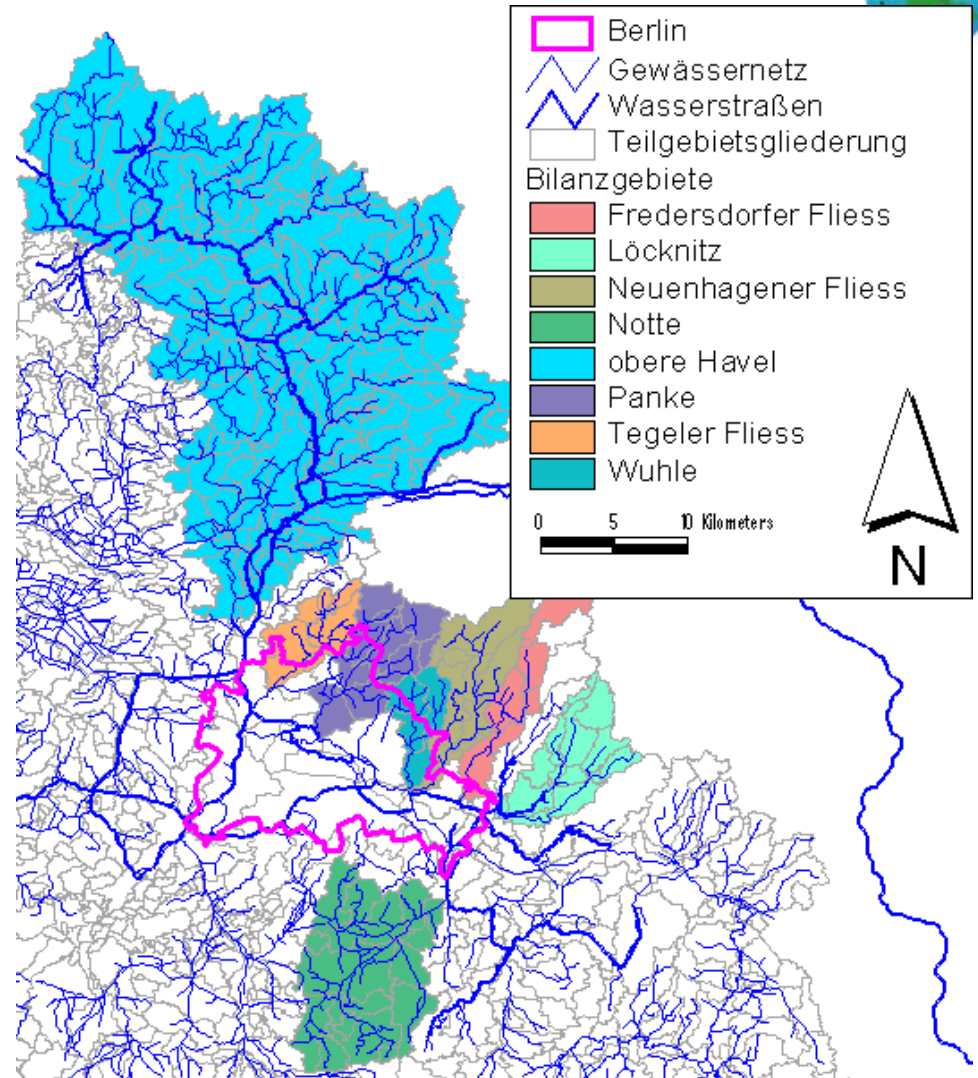


Arbeitsschritte 1

Untersuchungsraum NA-Modellierung



1. **Dargebotsermittlung über NA-Simulation**
→ **Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete**
2. Modellparametrisierung
3. Modellvalidierung (keine Kalibrierung)
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag



Arbeitsschritte 2

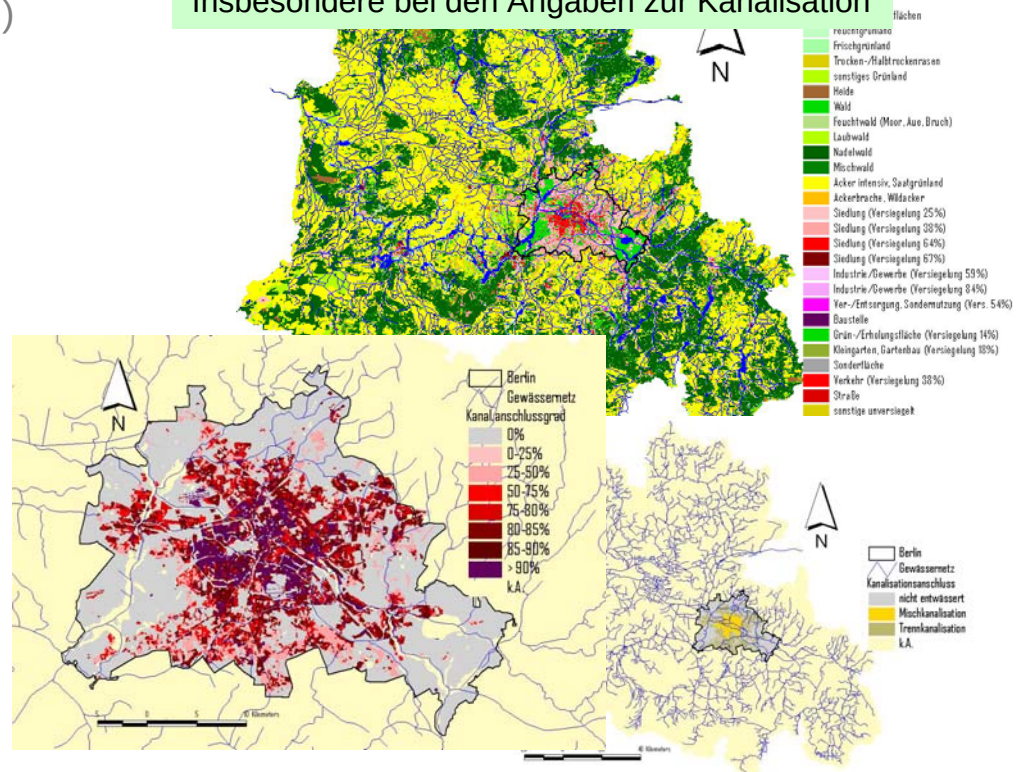
1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. **Modellparametrisierung direkt über GIS-Daten (weitere Infos unter www.arcegmo.de)**
3. Modellvalidierung (keine Kalibrierung)
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

GIS-Datenbasis: Boden, Landnutzung, DGM, GW-Flurabstände, Teilgebietsgliederung, Gewässersystem

Problem:

Sehr heterogene Daten (UIS Berlin, CIR BRB)

Insbesondere bei den Angaben zur Kanalisation



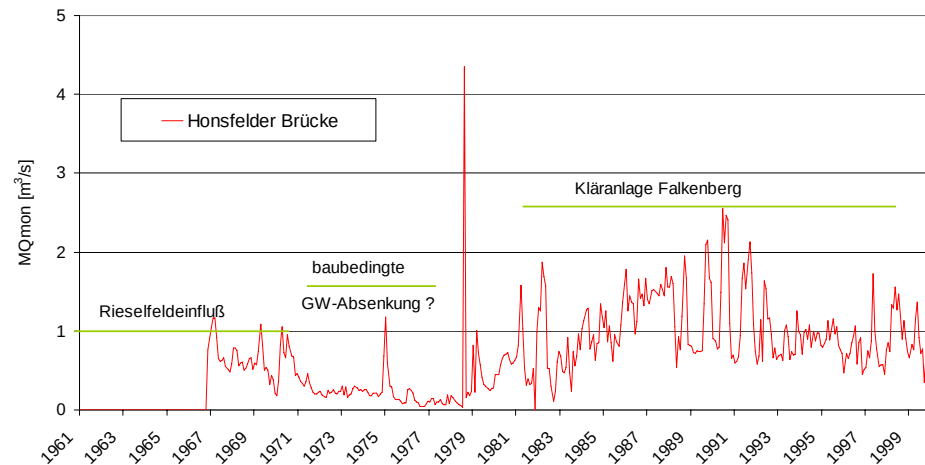


Arbeitsschritte 3a

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. **Modellkalibrierung ?**
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

Keine Modelleichung im klassischen Sinne möglich, da starke anthropogene Überprägung der (meisten) Bilanzgebiete

1. Grundwasser- und Uferfiltratsentnahmen (**Verluste** für Gebietswasserbilanz),
2. Grundwasserabsenkungen im Zuge von Baumaßnahmen und Einleitung der Entnahmen in die fließende Welle (keine Beeinflussung der langfristigen Gebietswasserbilanz, aber **kurzfristig starke Überprägung der natürlichen Dynamik**),
3. Klärwerkseinleitungen, Verrieselung (**Einträge** in die Gebietswasserbilanz).



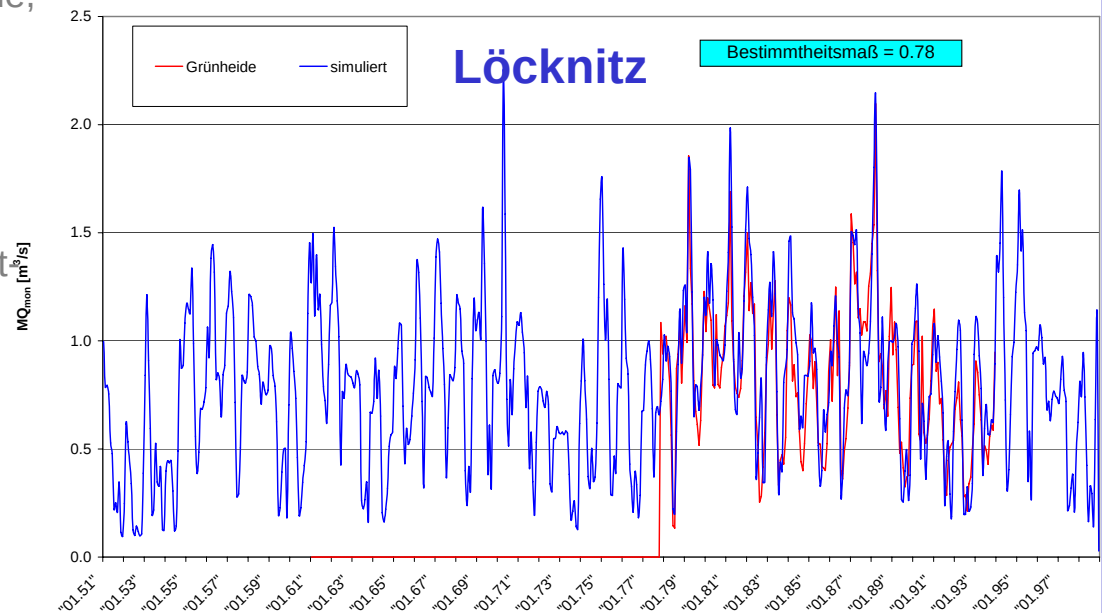


Arbeitsschritte 3b

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. **Modellvalidierung**
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

Anthropogene Überprägung der (meisten) Bilanzgebiete

- **Validierung für weitgehend unbeeinflusste und hydrologisch ähnliche Referenzgebiete,**
- Einbeziehung von Nutzungseinflüssen, sofern diese bekannt sind
- Vergleich mit Ergebnissen anderer Modelle



Workshop Berlin, 13.06.2003

Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)



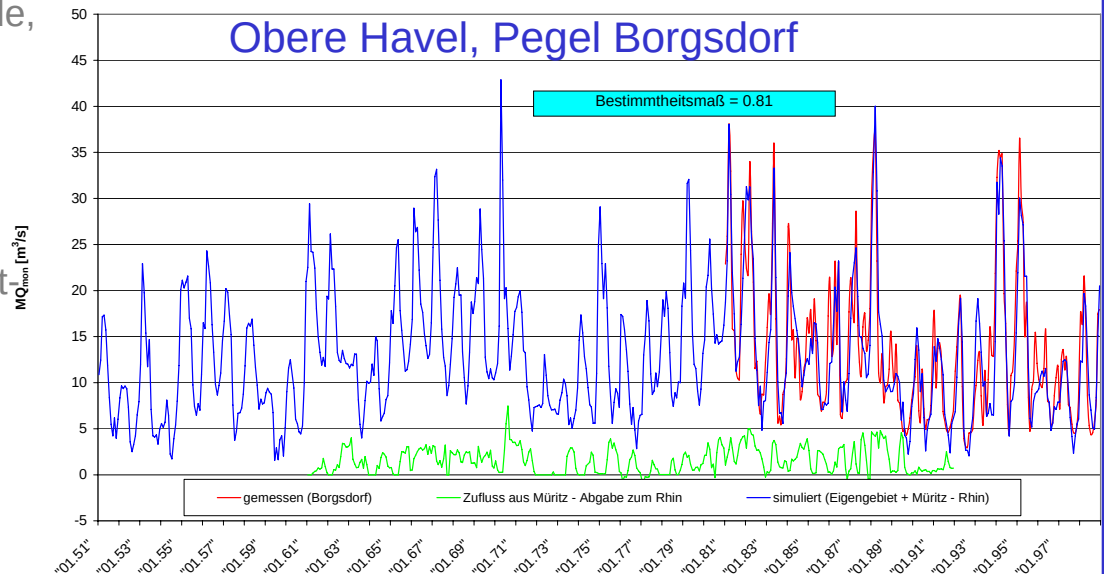


Arbeitsschritte 3c

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. **Modellvalidierung (keine Kalibrierung)**
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

Anthropogene Überprägung der (meisten) Bilanzgebiete

- Validierung für weitgehend unbeeinflusste und hydrologisch ähnliche Referenzgebiete,
- **Einbeziehung von Nutzungseinflüssen, sofern diese bekannt sind,**
- Vergleich mit Ergebnissen anderer Modelle



Workshop Berlin, 13.06.2003

Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)





Arbeitsschritte 3d

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. **Modellvalidierung (keine Kalibrierung)**
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Gebietszustände, Klimaentwicklungsszenarien und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

Anthropogene Überprägung der (meisten) Bilanzgebiete

- Validierung für weitgehend unbeeinflusste und hydrologisch ähnliche Referenzgebiete,
- Einbeziehung von Nutzungseinflüssen, sofern diese bekannt sind
- **Vergleich mit Ergebnissen anderer Modelle**

Gesamtabfluss des HAD, Unterschiede meist < 10%, größte Differenzen (13% und 17%) in den am stärksten überprägten Gebieten Panke und Wuhle

Einzugsgebietsname	Fläche Au	PI	ER	GWN	RO	R	R (HAD)
	[km ²]	[mm/Jahr]					
obere Havel	3099	601	498	94	9	103	103
Notte	491	598	479	110	8	118	106
Tegeler Fliess	108	616	480	124	11	136	151
Panke	187	610	447	133	29	162	195
Fredersdorfer Fliess, gesamt	118	626	482	134	10	144	156
Wuhle	101	623	444	149	30	179	205
Löcknitz	224	602	487	111	4	115	104
Neuenhagener Fliess, gesamt	130	630	464	150	15	165	156





Arbeitsschritte 4

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. Modellvalidierung (keine Kalibrierung)
4. **Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für Entwicklungsszenarien und Handlungsoptionen**
5. Ergebnisse
 - Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung → Rachimow
 - eigene Auswertungen und Analysen → Vortrag

Entwicklungsszenarien A1 und B2

Klima

A1 –Modell STAR des PIK (statistischer Ansatz)

B2 –Modell REMO der FU Berlin (deterministischer Ansatz)

Landnutzung – (Bevölkerungsentwicklung)

Flächennutzung 2015, jeweils

A1 – stärkere Zersiedelung, mehr Flächen neu bebaut, jede aber weniger versiegelt

B2 – Minimierung des Flächenverbrauchs, Verdichtung bestehender Siedlungen, Neubebauungen letztlich auf kleineren, aber dafür höher versiegelten Flächen

Handlungsoption Regenwasserbewirtschaftung

- RWB0 (business as usual) – alle neubebauten Flächen erhalten dieselbe Kanalisation wie die umliegenden
→ Regenwasserabfluss steigt mit steigender Bebauung
- RWB1 (Maximalvariante) – die von Sieker ausgewiesenen Abkopplungspotentiale ($=f(\text{Bebauungsstruktur, Boden, Grundwasserflurabstand})$) wurden in 2015 als vollständig umgesetzt angenommen





Arbeitsschritte 5

1. Aufbau von NA-Modellen für insgesamt 8 Einzugsgebiete
2. Modellparametrisierung
3. Modellvalidierung (keine Kalibrierung)
4. Langzeitsimulationen (50 Jahre mit Tageswerten, je 100 Realisierungen) für verschiedene Entwicklungsszenarien und Handlungsoptionen

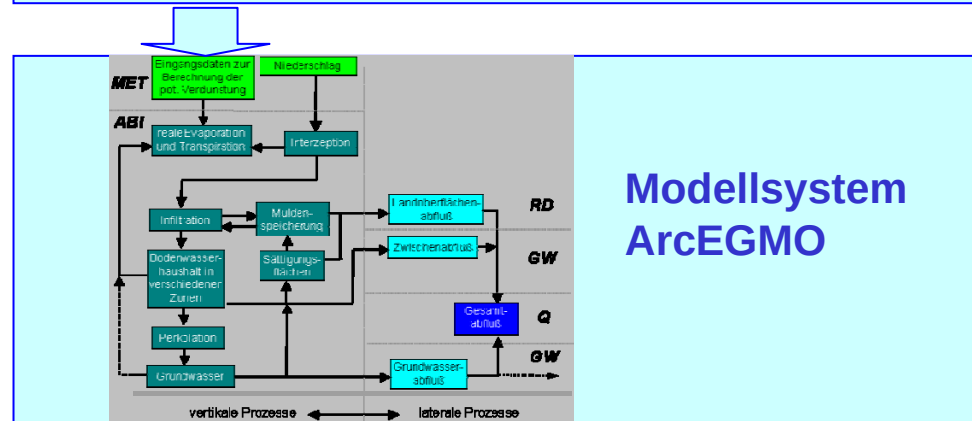
5. Ergebnisse

- **Direkter Input für die Bewirtschaftungsmodellierung**
→ Vortrag Rachimow
- **eigene Auswertungen und Analysen** → Vortrag

Ergebnisse sind Massendaten!

Im Rahmen von GLOWA nur exemplarische Aufbereitung und Analyse möglich

Input: 65 Klimastationen, jeweils 4 Klimagrößen, Tageswerte für 50 Jahre, 2 Szenarien, mit je 100 Realisierungen → 950 Mio. Werte (60 CDs)



Ergebnisse: 5 Abflussgrößen und 6 WH-Größen für 8 Modellgebiete, Monatswerte für 50 Jahre, 2 Szenarien, 2 Handlungsoptionen, mit je 100 Realisierungen → 20 Mio. Werte

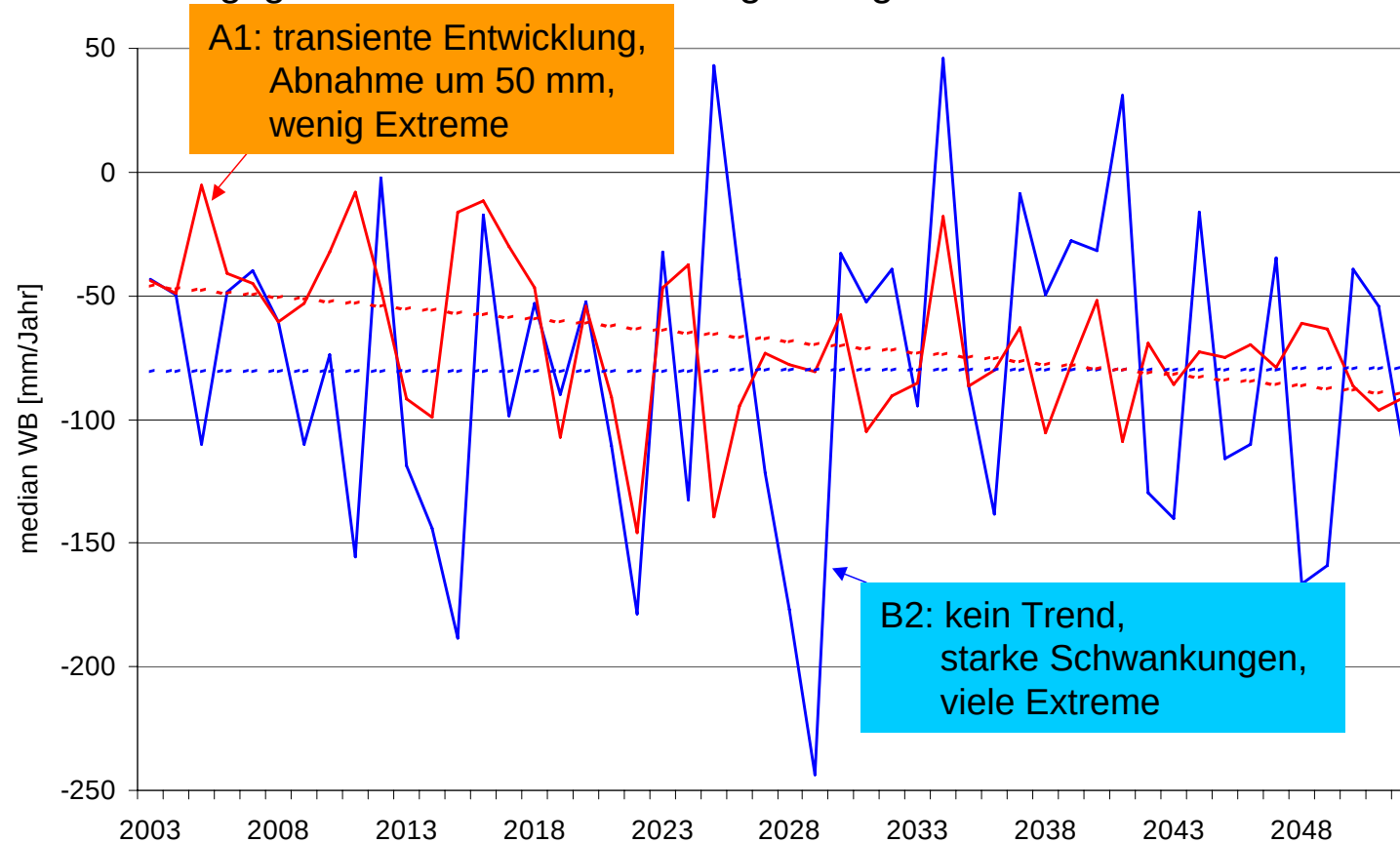
→ Im Folgenden exemplarische Ergebnisse

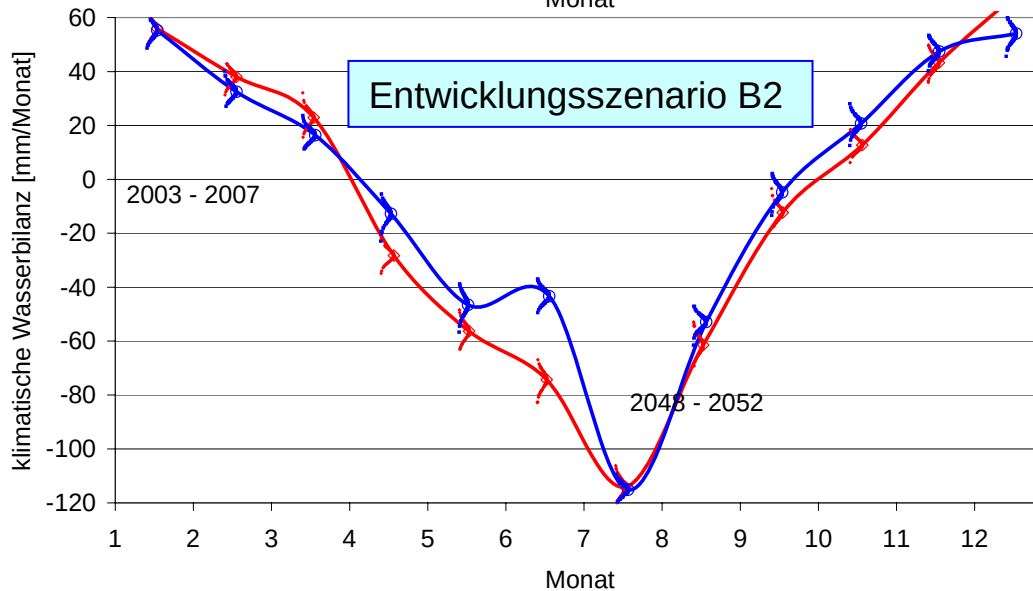
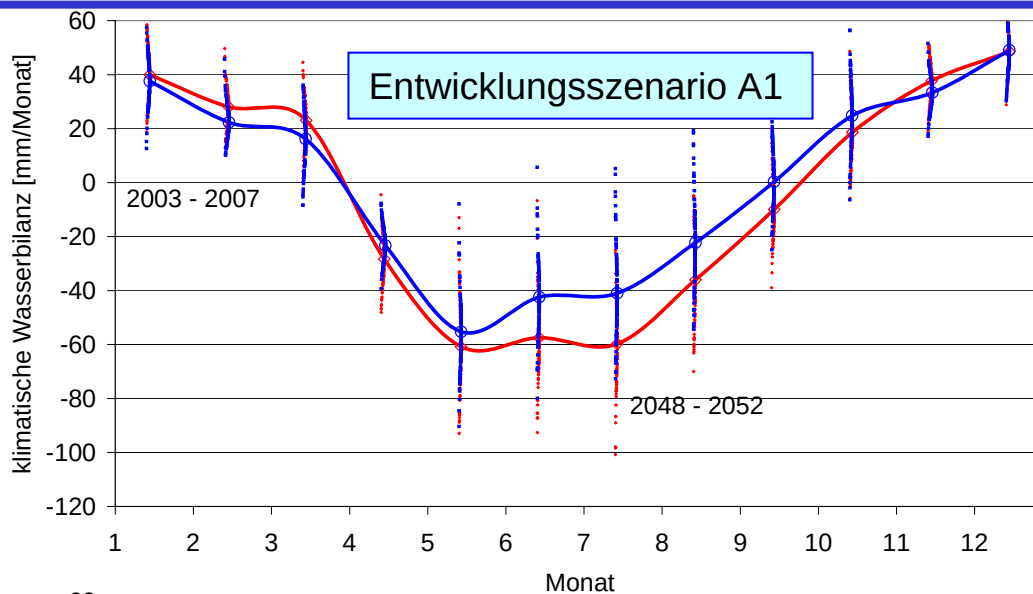




Ergebnisse - Klimatische Wasserbilanz (Jahreswerte)

Zeitliche Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz (PI – EP) im Einzugsgebiet obere Havel bis Pegel Borgsdorf





Ergebnisse - WB (Jahresgang)



Klimatische Wasserbilanz (PI – EP) im mittleren Jahresgang für die obere Havel

Dargestellt je 100 mittlere Monatswerte mit Eintrittswahrscheinlichkeit, Mediane als Linie verbunden

- Referenzzustand 2003 bis 2007 (blau)
- „Endzustand“ 2048 bis 2052 (rot)

Ergebnis:

Generell beträchtliche Abnahme

Oben: Entwicklungsszenario A1

Bewegt sich zwischen +50 mm im Winter und –60 mm im Sommer

Unten: Entwicklungsszenario B2

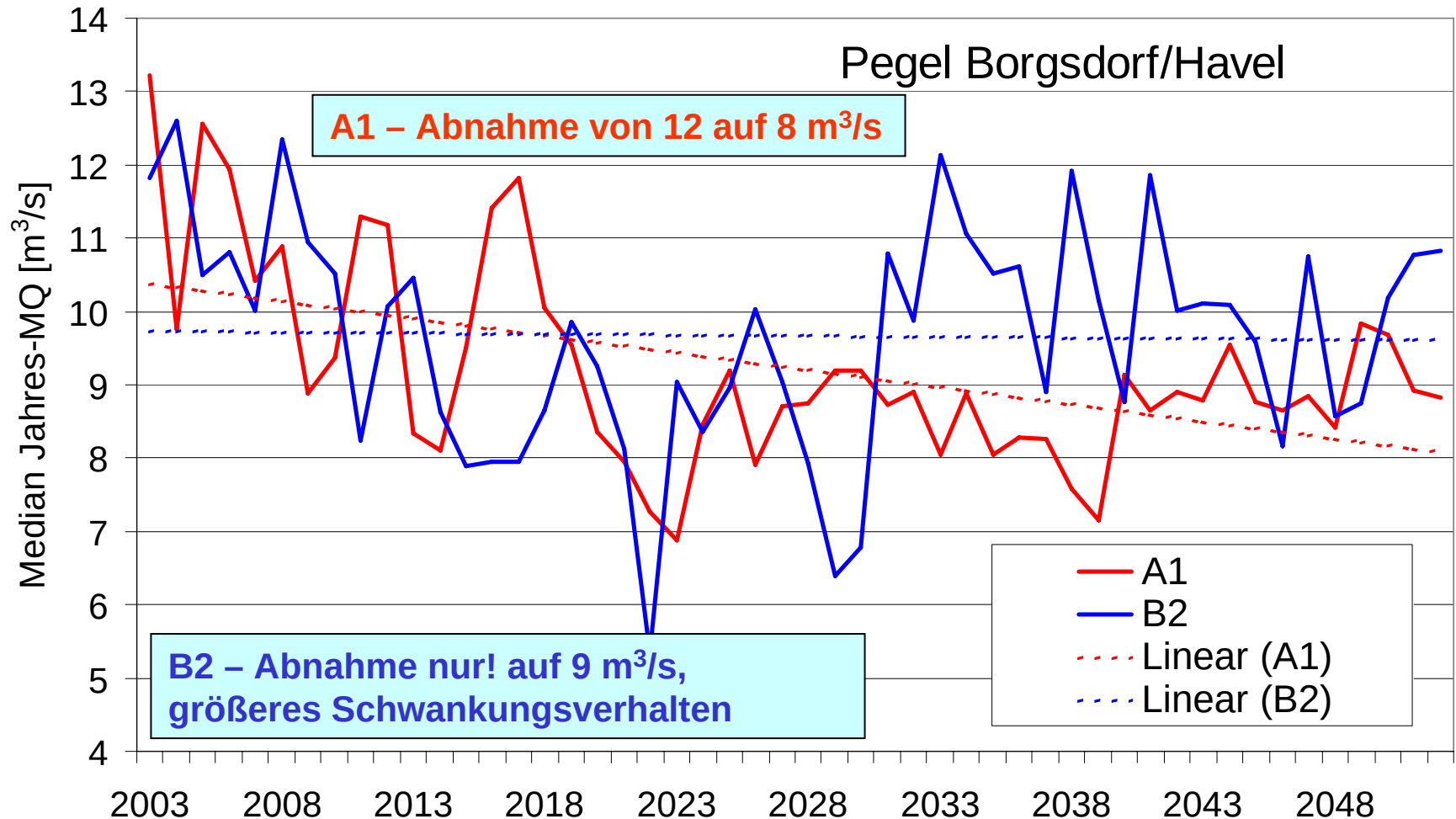
Größere Unterschiede Sommer/Winter, zwischen +70 und –115 mm!



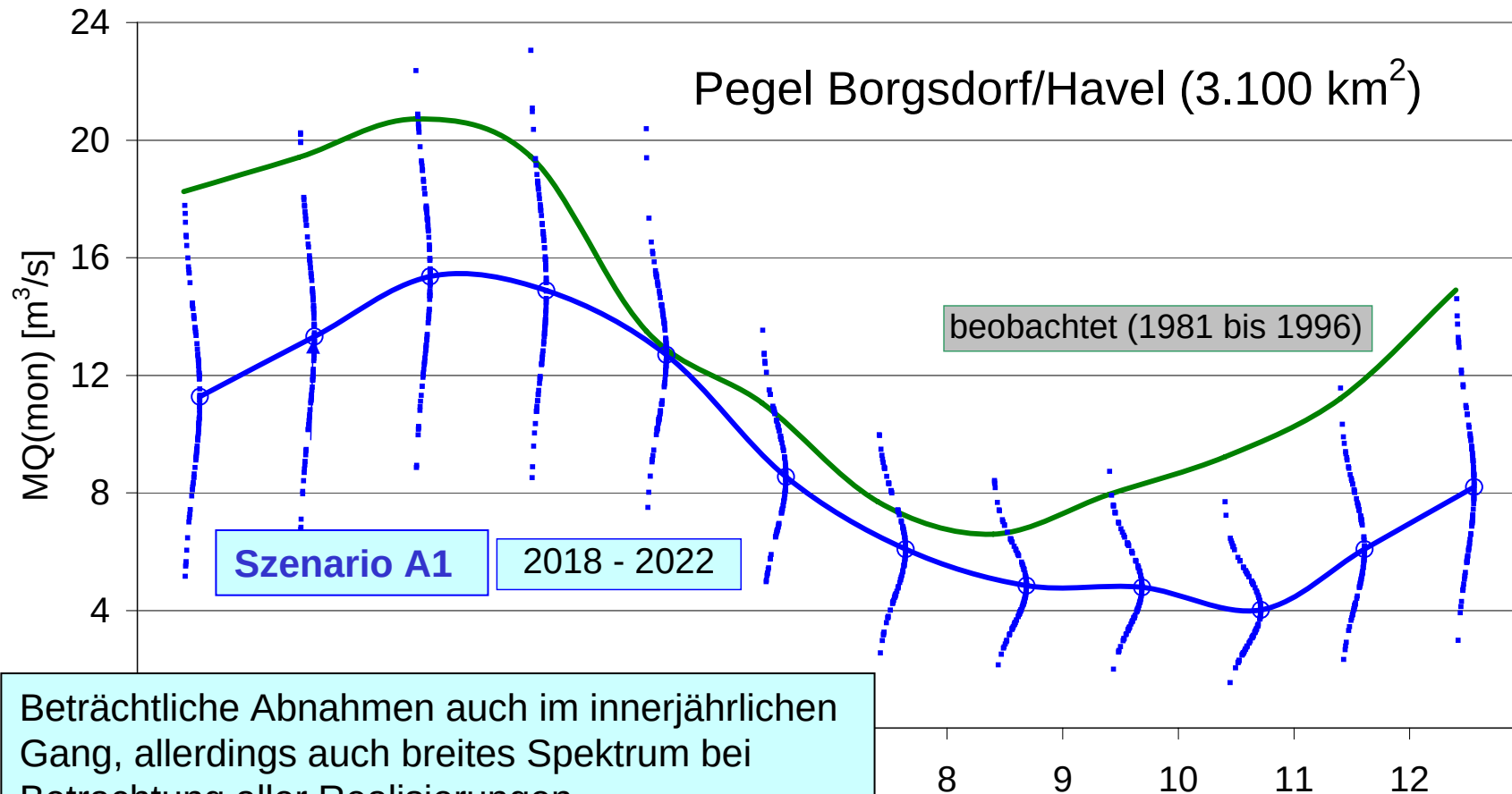
Ergebnisse Q (Auswirkungen der Klimaänderungen)



Pegel Borgsdorf/Havel



Ergebnisse Q (Auswirkungen der Klimaänderungen)



Beträchtliche Abnahmen auch im innerjährlichen Gang, allerdings auch breites Spektrum bei Betrachtung aller Realisierungen

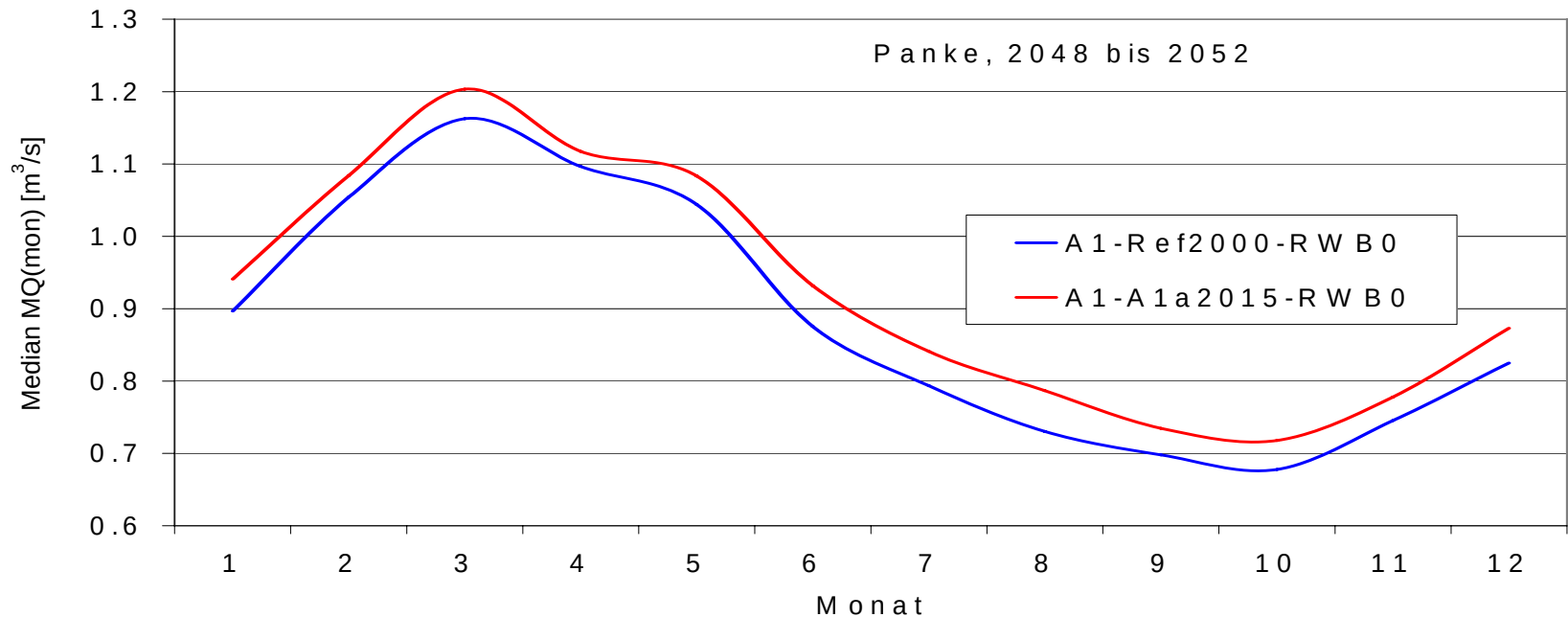
→ Flache WK-Verteilung, → Unsicherheiten



Ergebnisse Q (Auswirkungen der Siedlungsflächenentwicklung)



1. Keine (merkliche) Änderung für obere Havel (Versiegelungsgrad steigt von 1,9% (Referenz) auf 2,0% (2015, A1))
2. Geringe Änderung für stark bebaute Gebiete (Bsp. Panke - Versiegelungsgrad steigt von 4,6% (Referenz) auf 6,2% (2015, A1), also um 35%. Mittl. Jahresabfluss von 0,9 auf 0,95 m³/s (ca. 5%).



Ergebnisse Q (Sommer/Winter-Q)



Entwicklung der Sommer- und Winterabflüsse [m³/s] in ausgewählten Bilanzgebieten

	obere Havel			Wuhle		
	2003-2007	2048-2052	Änderung	2003-2007	2048-2052	Änderung
Sommer	9.21	6.30	-32%	0.62	0.59	-5%
Winter	14.34	11.98	-17%	0.64	0.63	-2%

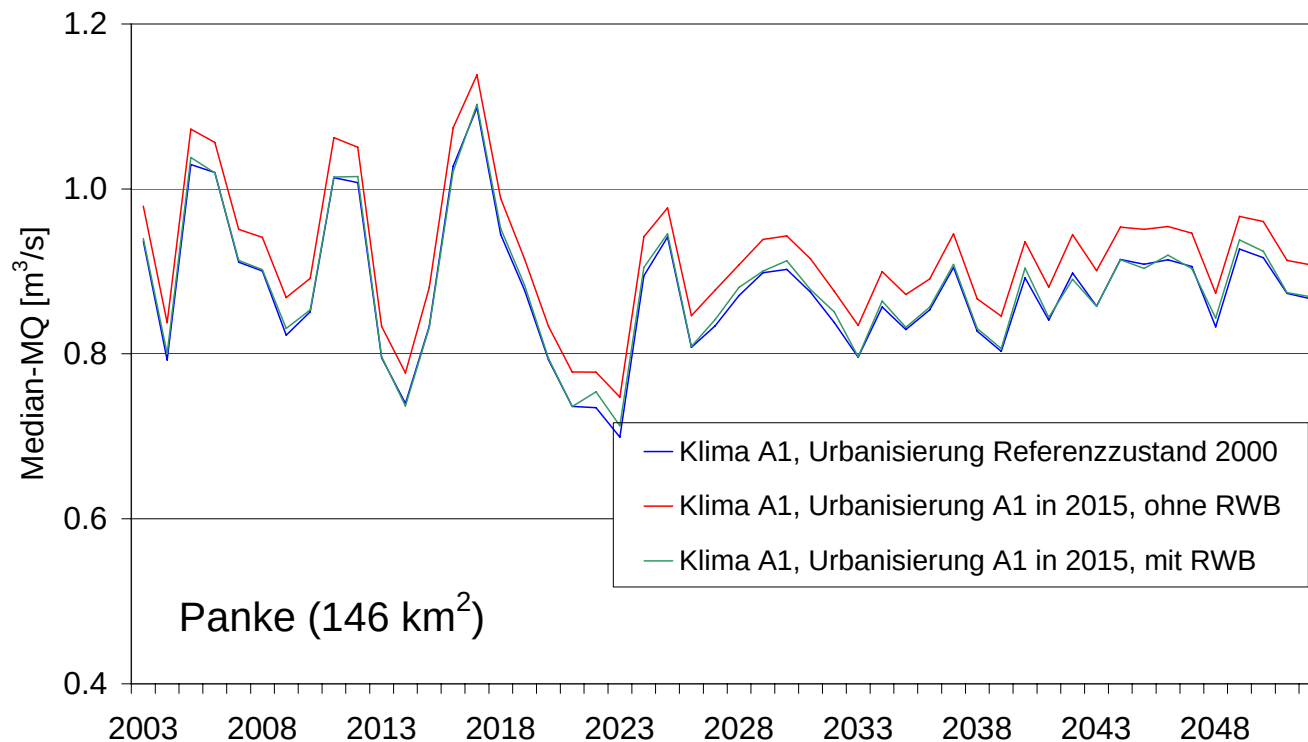
1. Stärkere Abnahme der Sommerabflüsse als der Winterabflüsse
2. Abflussänderung in bebauten Gebieten wesentlich moderater als in natürlichen !
 - Zunahme der Bebauung und Abnahme des Niederschlages wirken gegenläufig
 - Klimaentwicklungen zeichnen sich auch durch wesentlich erhöhte potenzielle Verdunstungen aus. Die reale Verdunstung wird durch die Bebauung gemindert.





Ergebnisse Q (Handlungsoption Regenwasserbewirtschaftung)

- Jahresabflüsse der Panke für Entwicklungsszenario A1 (blau)
- geringe (5%) Abflusszunahme durch stärkere Versiegelung (rot)
- Möglichkeit, ursprüngliches Niveau zu erreichen durch Nutzung der von Sieker ausgewiesenen Abkoppelpotentiale (grün)



Ergebnisse Zusammenfassung



1. beträchtliche klimainduzierte Änderungen des Gebietswasserhaushalts und der Abflussverhältnisse
2. (maßstabsbedingt) relativ geringer Einfluss der Bebauungsentwicklung auf das Wasserdargebot und auf die mittleren! Abflussverhältnisse, der zudem durch Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung reduziert werden kann

Die Tendenz zur Abflussabnahme ist bei beiden Klimaszenarien (A1, B2) gegeben, wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägt.

Künftig sind stärkere Nutzungskonflikte innerhalb Berlins zu erwarten, z.B.

Stützung von Feuchtgebieten in den Zuflussgebieten (z.B. Lietzengraben)



Anspruch der Wasserstraße an
Minstdurchfluss / Wasserstand

- ➔ Auch mengenmäßige Bewirtschaftung wird in Zukunft wichtiger
- ➔ Qualifizierung des Berlin-Bausteines bzw. Aufbau eines GRM Berlin





Ergebnisse bisher nur hinsichtlich der Auswirkungen auf die Wasserbewirtschaftung durch das veränderte/verringerte Dargebot analysiert.

Keine Aussagen zu Extremereignissen, da in GLOWA 1 die Zielgröße monatliche Abflusswerte als Randbedingung für Bewirtschaftungsfragen waren.

NW: teilweise extrem abnehmende Abflüsse, besonders im Sommerhalbjahr

- Verschärfung der Niedrigwassersituation,
- häufigere Unterschreitung von relevanten Abfluss- und Wasserstandsgrenzwerten,
- längeres Andauern von Unterschreitungen,
- ➔ mit Auswirkungen
 - auf die aquatische Fauna und Flora,
 - auf die Gewässergüte,
 - auf den Wasserhaushalt der Feuchtegebiete etc.



ErgebnisDefizite – HW/Extremereignisse



Mit den Klimaänderungen sind auch Änderungen in der Wetterlagen- und letztlich in der Starkregenhäufigkeit verbunden.

→ geänderte Starkregenverhältnisse im urbanen Raum mit Auswirkungen auf die Entwässerungssysteme

→ Zunahme von Extremereignissen

→ vermehrte Speicherüberläufen

→ vermehrte Stoßbelastungen für die Gewässer

→ Auswirkungen auf die Gewässergüte.

	Vorgriff auf GLOWA 2
Ziel	Ermittlung der geänderten stoffl. Belastung infolge veränderter Starkregen- Häufigkeiten als Eingangsgröße für die Gewässergütemodellierung
Werkzeug	NA-Modell ArcEGMO + URBAN
Zeitl. Auflösung	Simulation im 5-Minuten-Schritt, Aggregation zu Stundenwerten → QSIM (BfG)
Stand	Konzeptionelle Arbeiten, Datenrecherchen, Datenaufbereitungen

Workshop Berlin, 13.06.2003

Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)



Ende



Dank an:

- Herrn Jahn und Koll.,
- Herrn Joswig und Koll.,
- Herrn Schweser und Koll.
- Herrn Goedecke und Koll.

für die bisherige Unterstützung

Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit !

3 weitere Folien zur Sicherheit der Aussagen der beschriebenen Entwicklungen



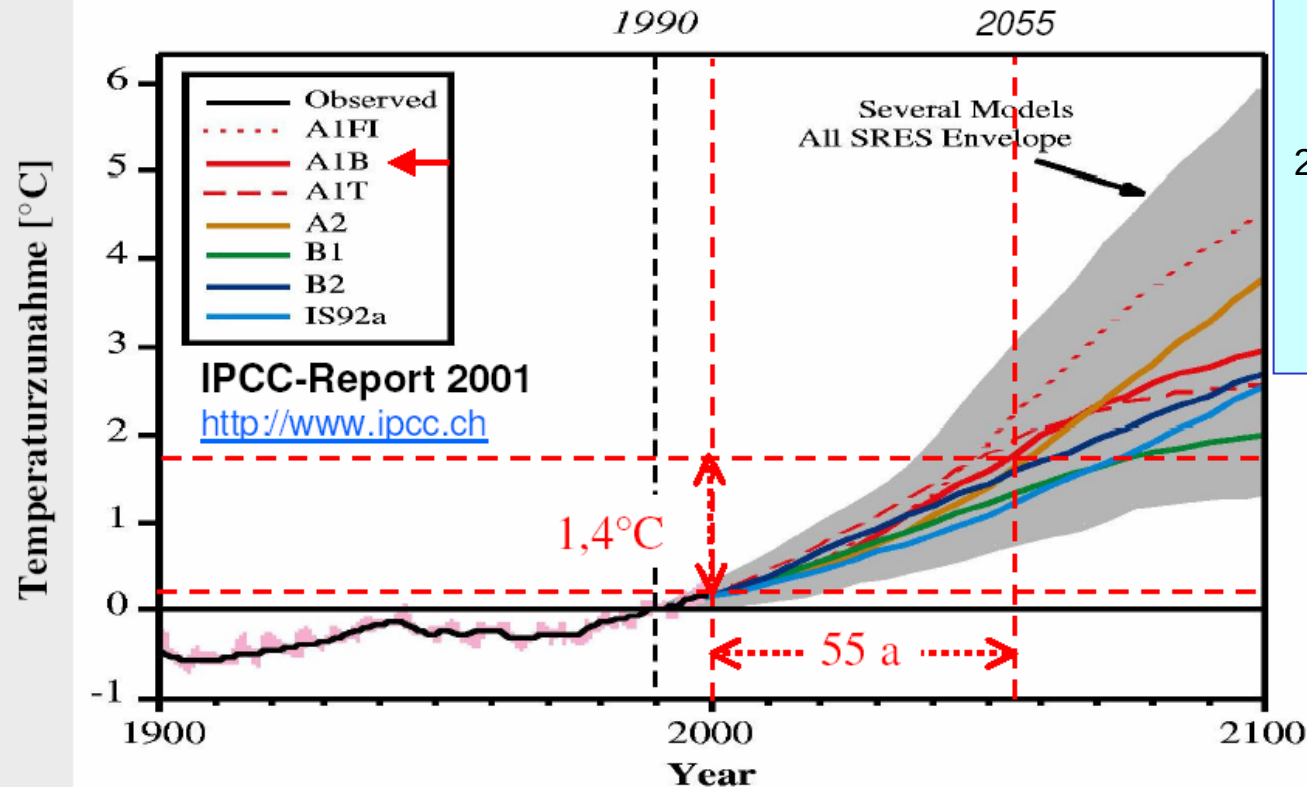
Sicherheit der Aussagen von Klimamodellen (1)



Globaler Klimawandel 2000 - 2100

Emissionsszenarien und Klimamodellrechnungen –

Brandenburgstudie: Klimaszenarium **A1B 2000 -2055**



1. Klimaszenarium PIK eher konservativ (1,4 K Temp.-Zunahme),
2. Im Aussagezeitraum bis 2055 liegen alle Szenarien noch recht eng beieinander

Dr. Manfred Stock



<http://www.pik-potsdam.de/>

8 / 26

Workshop Berlin, 13.06.2003

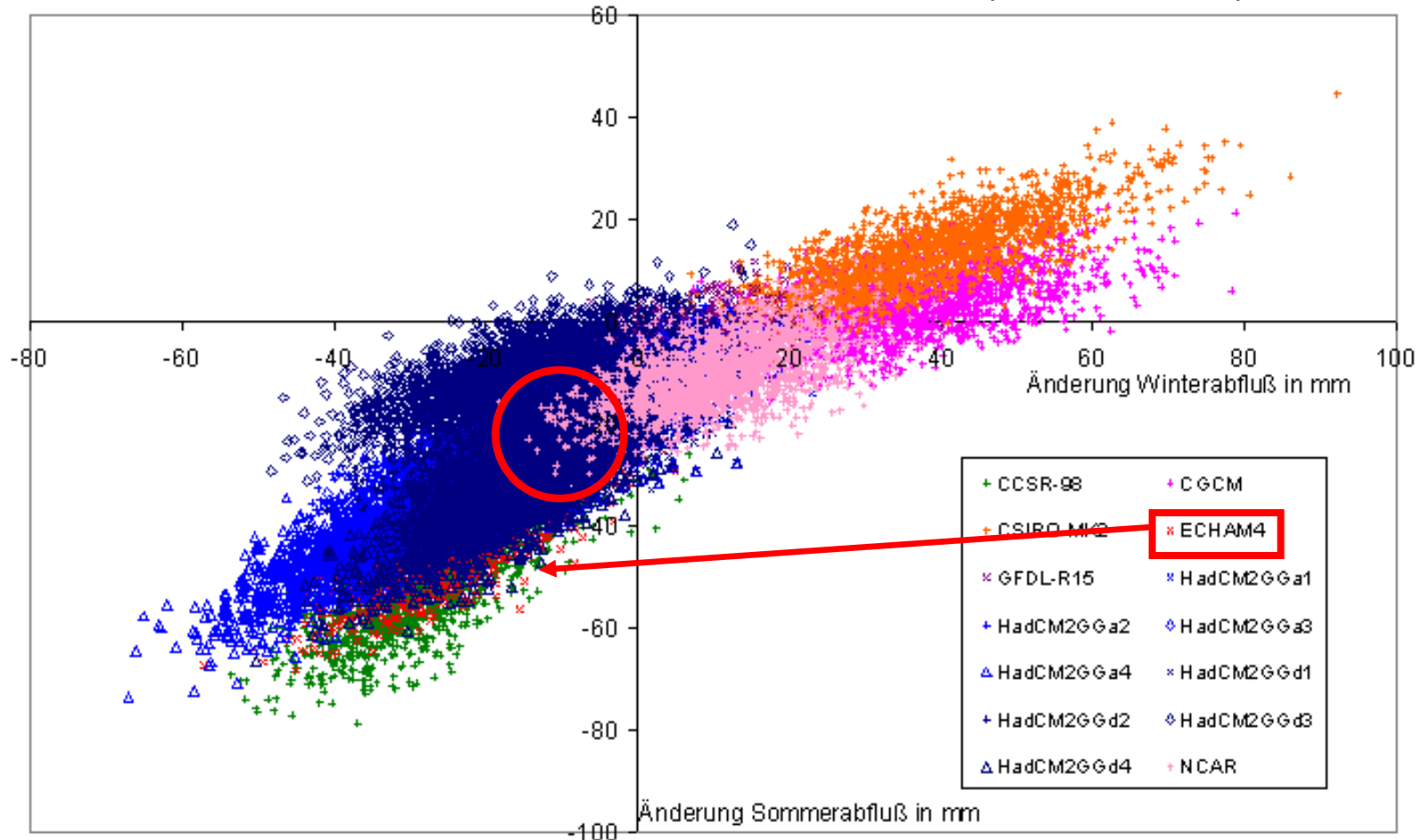
Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)



Sicherheit der Aussagen von Klimamodellen (2)



Ergebnisse von 25.000 Wasserhaushaltsberechnungen für die obere Donau, Änderungen der Abflusshöhe, differenziert nach den verwendeten Klimamodellen (Schumann 2001)





Sicherheit der Aussagen - Sinn der Studie

Zukunft vorhersagen oder gestalten

Systemverständnis $\longleftrightarrow$ Zukunftsbild

Klima: Niederschlag wird mit größerer Wahrscheinlichkeit ab- statt zunehmen,

Grundwasserneubildung, mittlerer Abfluss: ebenfalls Abnahme wahrscheinlich (ob 30% ist unsicher, aber selbst 5% wären für Berlin-Brandenburger Verhältnisse gravierend),

Extreme (HW,NW – hier nicht untersucht): werden ebenfalls zunehmen und die Änderungen in den mittleren Verhältnissen verstärken

sowie definierter Ausgangsbedingungen.

→ Ich sehe, wo Handeln möglich und sinnvoll ist.

Dr. Manfred Stock



<http://www.pik-potsdam.de/>

9 / 26

Workshop Berlin, 13.06.2003

Büro für Angewandte Hydrologie
Berlin (www.bah-berlin.de)

