

Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt - Entwicklung von Anpassungsoptionen

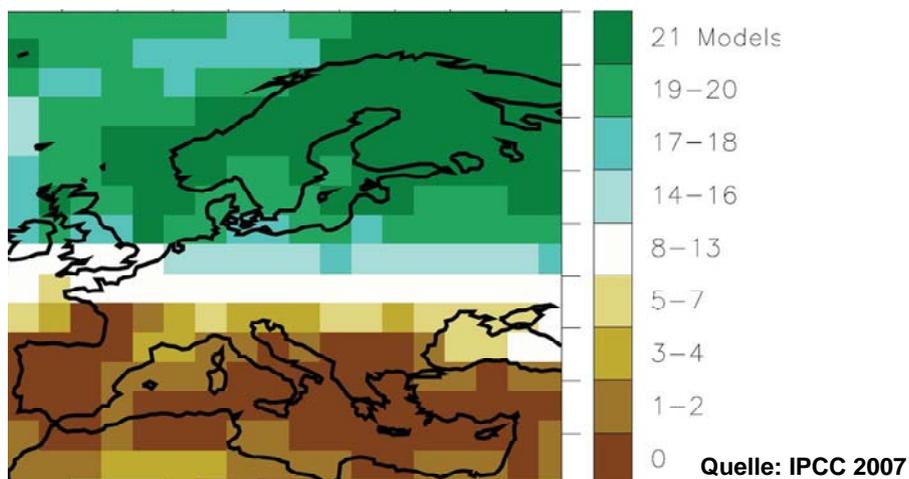
Das Forschungsprogramm KLIWAS

Sebastian Kofalk
 Koordination KLIWAS
 Bundesanstalt für Gewässerkunde
 kofalk@bafg.de



Anzahl der Modelle, die eine mittlere jährliche Niederschlagszunahme projizieren

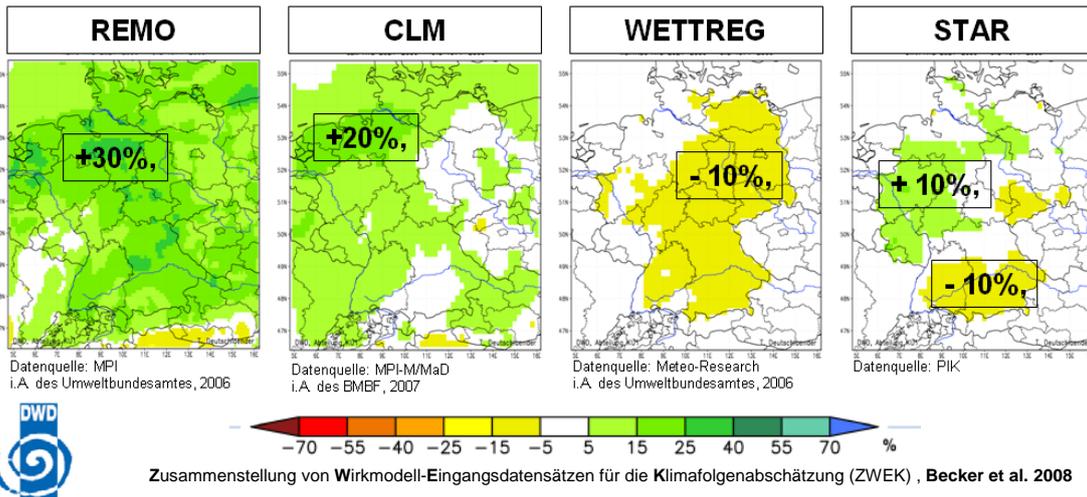
(Vergleich der Jahre 1980-1999 und 2080-2099, Multi-Model Data (MMD), A1B Szenario)



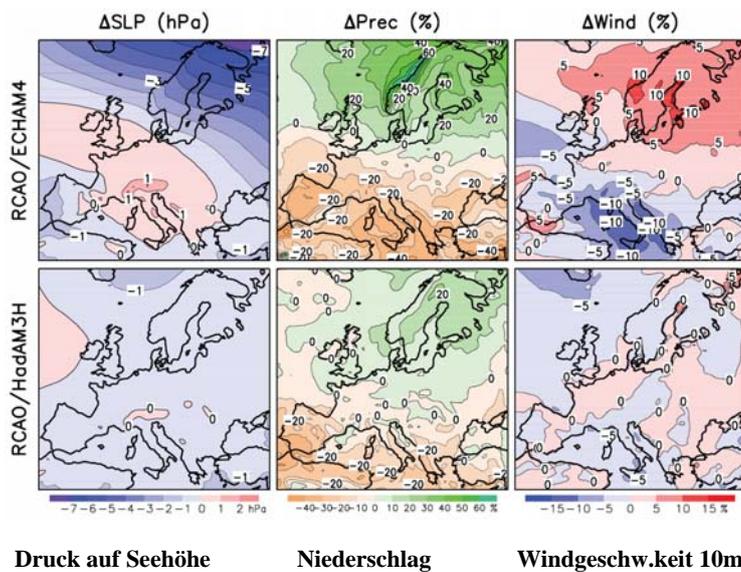
Regionale Klimaprojektionen

Relative Veränderung der mittleren **Niederschlags**menge im **Herbst (SON)**, **2021-2050** im Vergleich zu **1971-2000**.

Globales Modell: **ECHAM5-T63L31/MPI-OM (A1B Lauf Nr. 1)**



Ein RCM, zwei Antriebe GCM (HadAM3H vs. ECHAM4)



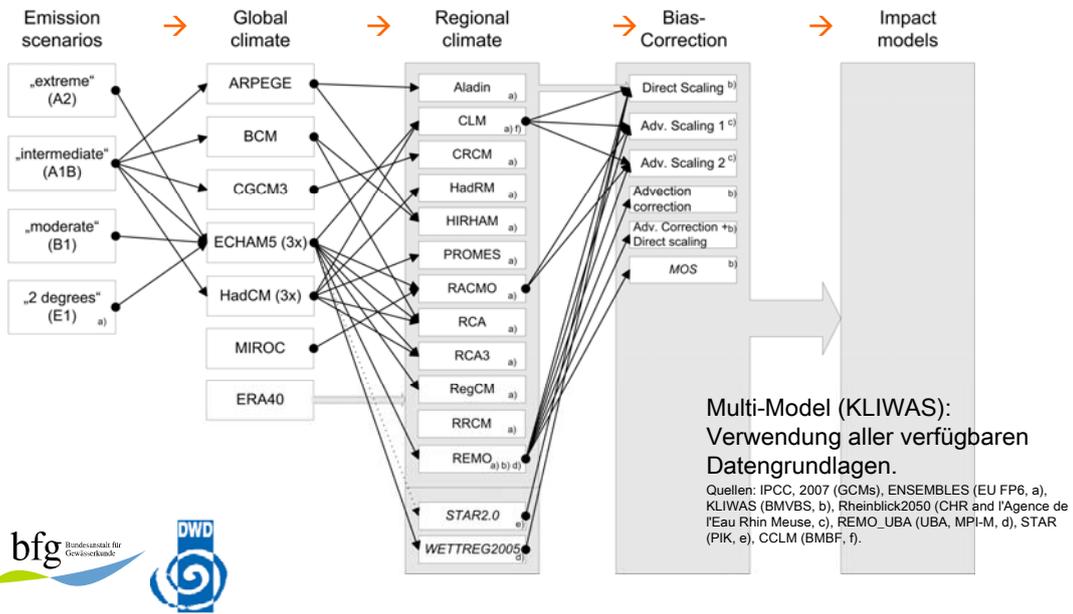
A2 Szenario

Obere Reihe:
Antrieb ECHAM4

Untere Reihe:
Antrieb HadAM3H

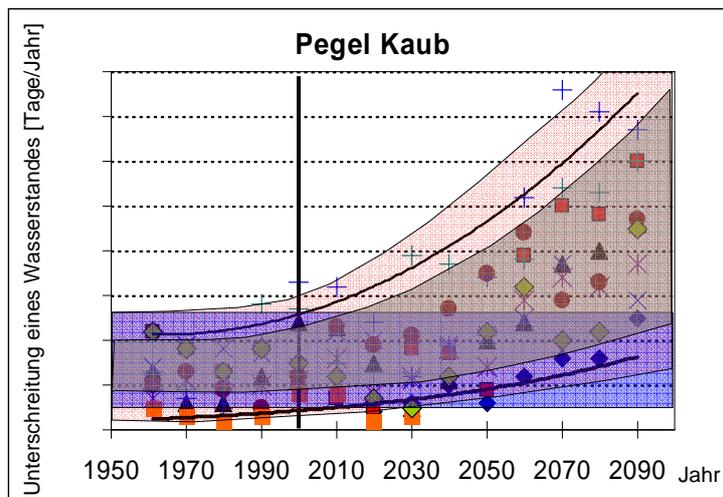
Mittlerer Unterschied der Zeiträume 1961-1990 und 2071-2100 (Christensen et al. 2007, Fig. 11.5)

Multimodellansatz



Multimodellansatz

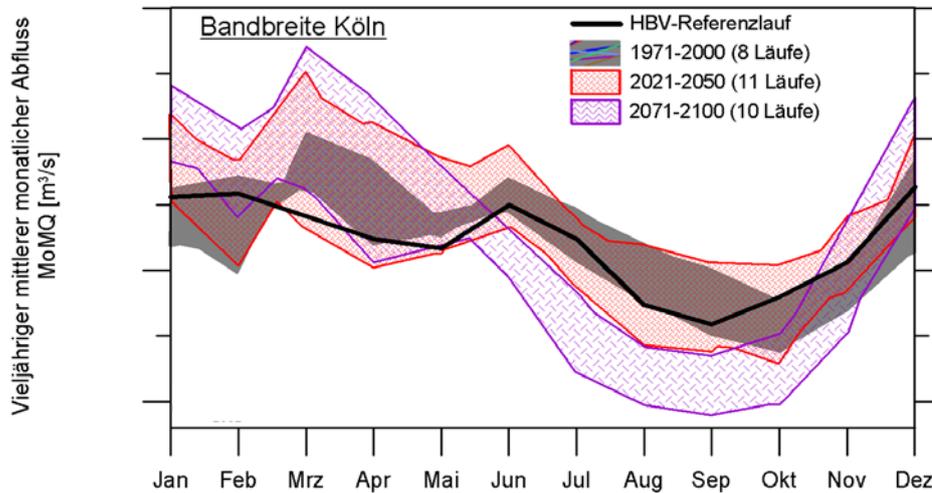
dynamische Klimamodelle (IPCC AR4, EU-ENSEMBLES, BMBF-klimazwei, BMU-UBA, BMVBS-BfG)



Quelle: Krahe&Nilson (2009):

http://www.kliwas.de/cn_015/nn_526110/KLIWAS/DE/Service/Downloads/Publikationen/Tagungsband_maerz09_bn_templateId=raw.property=publicationFile.pdf/Tagungsband_maerz09_bn.pdf

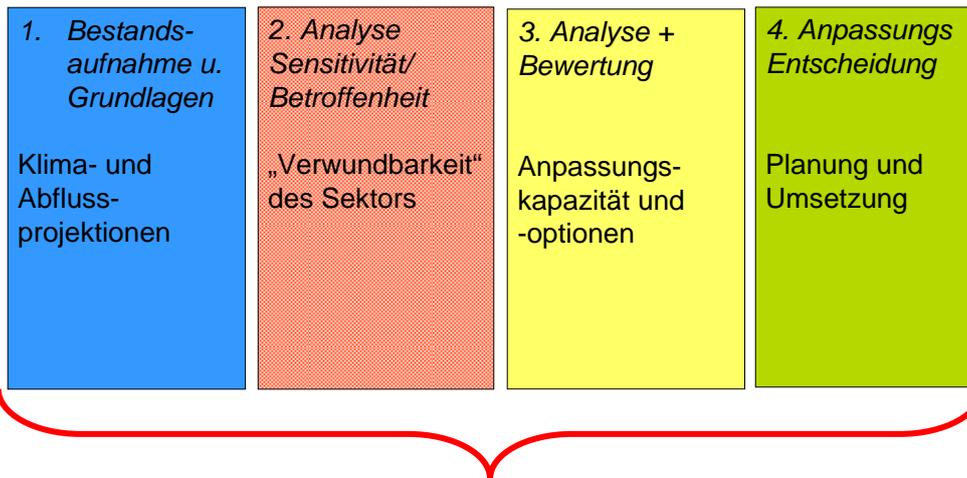
Vorläufige Abflussprojektionen



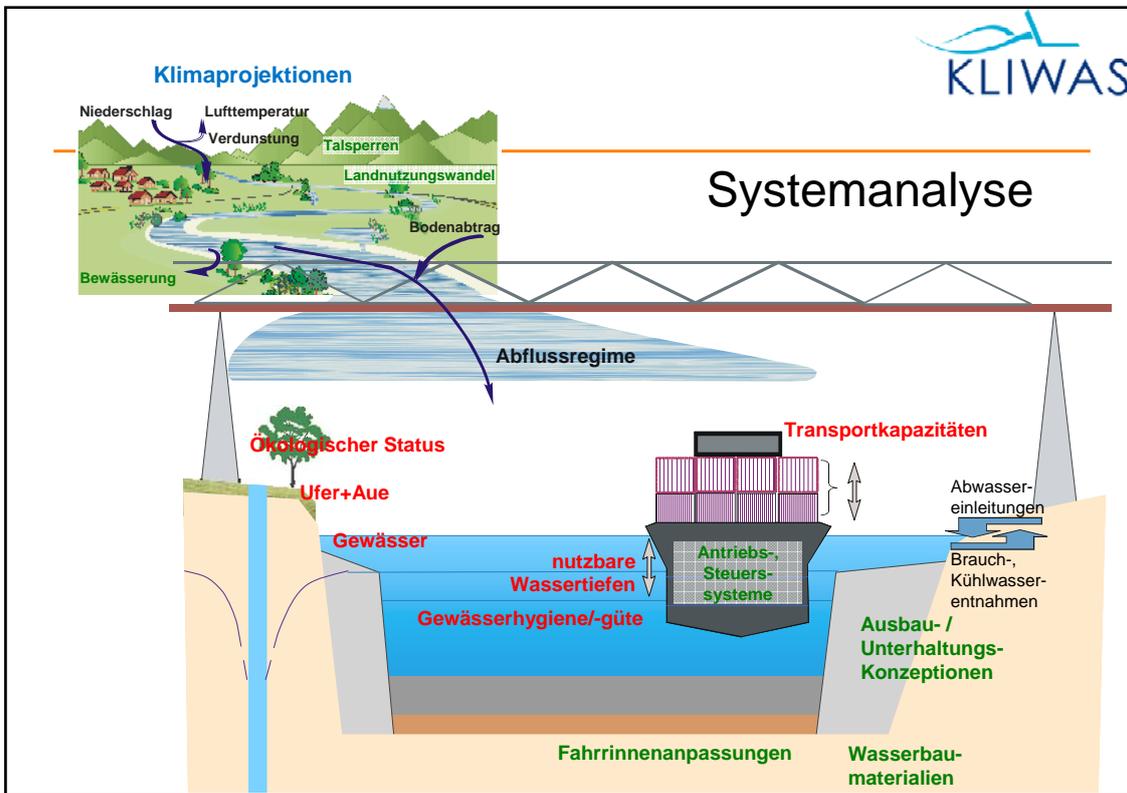
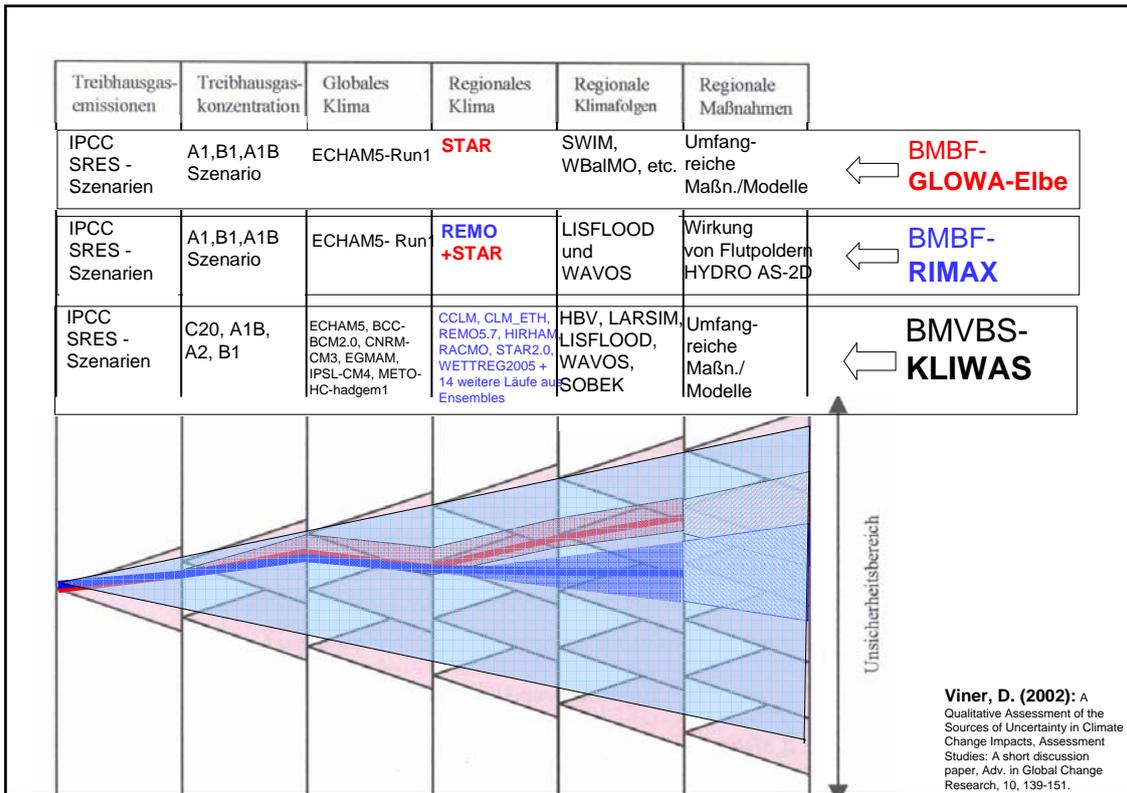
Quelle: BfG / Carambia & Frings 2009

http://www.kliwas.de/ci/ci_n_015/on_526110/KLIWAS/DE/02_Aktuelles/01_statuskonferenz/2009_03_19_b4_CarambiaFrings_templateld=raw_property=publicationFile.pdf/2009_03_19_b4_CarambiaFrings.pdf

Klimafolgen und Anpassung



Strategie



1. Szenarien d. zukünftigen globalen Entwicklung

2. Projektionen durch globale Klimamodelle

3. Projektionen durch regionale Klimamodelle

4. Ozeanografische-/Wasserhaushaltsmodelle

5. Sediment- und Schwebstoffhaushaltsmodelle

6. Gewässergütemodelle

7. Modelle ökologischer Systeme

Eckpunkte Forschungsprogramm



1. fundierte Aussagen erfordern Bandbreite an Eingangsdaten und Modellen (--> Multimodellansatz)
2. Systemanalyse / Modellkette
3. Kommunikation von Modellunsicherheiten + zeitlicher Skala der Projektion
4. Beitrag zur DAS

1. Klimaprojektionen (Vorhaben 1 - DWD, BSH, BfG):

- Validierung, Bewertung Klimaprojektionen für hydrologische u. ozeanografische Fragestellungen

2. Ästuare/Küste/See: (Vorhaben 2+3 - BfG, BAW, BSH)

- Veränderungen des hydrologisch ozeanografischen Systems
- Veränderungen + Betroffenheit des Gewässerzustandes (morphologisch, qualitativ, ökologisch)
- Anpassungsoptionen

3. Binnenbereich (Vorhaben 4+5 - BfG, BAW)

- Veränderungen des hydrologischen Systems/Abflussprojektionen
- Veränderungen + Betroffenheit des Gewässerzustandes (morphologisch, qualitativ, ökologisch)
- Anpassungsoptionen

Mögliche Folgen des Klimawandels



- **Wasserspiegeländerung** ▶
Wirksamkeit von Längs- und Querwerken
(z.B. Kronenhöhe)



- **Änderung im Seegang** ▶
Bemessung von Wasserbauwerken
(z.B. Deckwerke, Seezeichen, ...)



- **Änderung im Tidehub** ▶
Nutzbarkeit von Wasserstraßen in Ästuaren
(z.B. Tidefahrplan)

- **Änderung im Salzgehalt** ▶
Bemessung der Fahrrinne
(z.B. Schiffstiefgang, ...)

- **Änderung der Sturmhäufigkeit** ▶
Ausbau der Wasserstraßen
(z.B. Raumbedarf für Schiffsmanöver)

Projekte – Klimawandel im Küstenbereich



Folgen für das hydrologische System



Quelle: BfG

PJ 2.01: Parametrisierung von Klimawandelszenarien
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Deutscher Wetterdienst (DWD)



Quelle: DWD

PJ 2.02: Validierung von Wasserstandsänderungen hinsichtlich anthropogener und tektonischer Einflüsse
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

PJ 2.03: Veränderung der Tidekennwerte und der Seegangsstatistik – Nordseeküste und Ästuare
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)



Quelle: www.baw.de

PJ 2.04: Anpassungsoptionen zur Nutzung von Wasserstraßen, Häfen und Küstenschutz bei Extremereignissen in der Nordsee
Bundesanstalt für Wasserbau –Hamburg (BAW-DH)

Verbindung der Projekte in KLIWAS



Eingang von anderen Vorhaben

- PJ 1.03a (DWD, BSH)
Meteorologisch-ozeanographische Referenz
- PJ 1.03b (DWD, BSH)
Klimaprojektionen für den Küstenbereich

Verflechtung innerhalb des Vorhabens



Ausgabe zu anderen Vorhaben

- PJ 3.08 (BfG)
Wirkung veränderter Stoffeinträge ...
- PJ 3.03 (BfG)
Schwebstoffhaushalt der Nordseeästuare
- PJ 3.06 (BfG)
Transportverhalten von Sedimenten
- PJ 3.09 (BfG)
Vegetation und Vorlandschutz
- PJ 3.02 (BAW)
Anpassungsoptionen für Wasserstraßen

Validierung von Wasserstandsänderungen hinsichtlich anthropogener und tektonischer Einflüsse

(PJ 2.02, BfG)



Zielsetzung:

Georeferenzierung von Pegelnullpunkten in einem zeitlich homogenen und absoluten Höhenbezugssystem

- Homogenisierung von Wasserstandsdaten (zur Erreichung örtlicher und zeitlicher Vergleichbarkeit)



Großräumige rezente Krustenbewegungen im Küstenbereich

Korrektur der Wasserstandszeitreihen um vertikale Krustenbewegungen sowie um unsachgemäße Pegellattenverschiebung

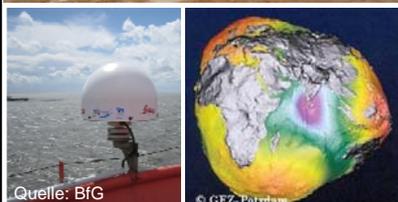
Validierung von Wasserstandsänderungen hinsichtlich anthropogener und tektonischer Einflüsse

(PJ 2.02, BfG)

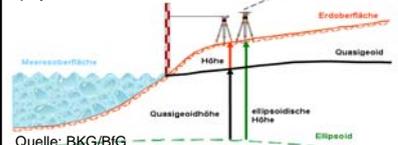


Methodik:

- Auswertung großräumiger Nivellements
- Auswertung geodätischer Pegelinformation (Höhenkontroll- /Anschlussmessungen)
- Überführung in global kompatible Referenzsysteme (z.B. ITRF)
- Nutzung von Erdschwerefeldmodellen (Überführung ellipsoidische in physikalische Höhe)
- Integration der Satellitenaltimetrie (zur flächenhaften Wasserstandserfassung)

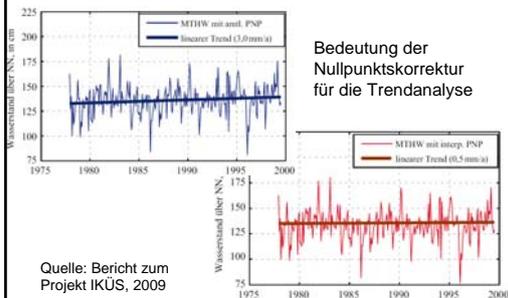


ellipsoidische vs. physikalische Höhe

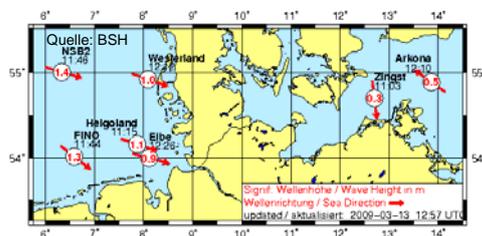


Veränderung der Tidekennwerte und Seegangsstatistik

(PJ 2.03, BfG)



Quelle: Bericht zum Projekt IKÜS, 2009



Zielsetzung:

Trendanalyse und –projektion für küstennahe Tide- und Seegangparameter

historisch:

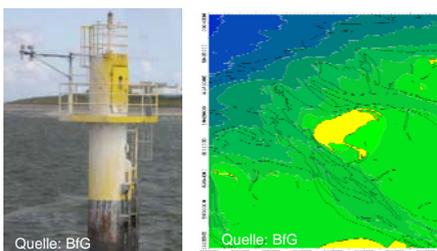
- eingetretene Veränderung der Statistik von Tideparameter (z.B. T_{hw} , T_{nw} , T_E , T_F , ...)
(nach Korrektur der Krustenbewegung)
- eingetretene Veränderung der Seegangsstatistik (z.B. H_s , T_m , ...)

Projektion (für Szenarien des Klimawandels):

- erwartete Veränderung der Seegangsstatistik
- erwartete Veränderung der Statistik von Tideparametern

Veränderung der Tidekennwerte und Seegangsstatistik

(PJ 2.03, BfG)

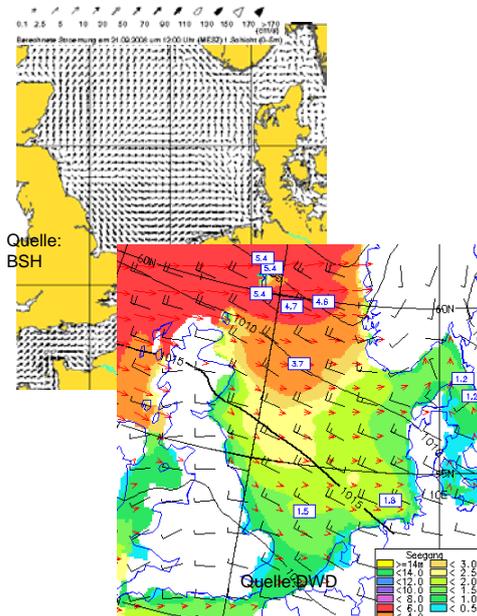


Methodik:

- Korrektur und Auswertung der langjährigen Zeitreihen von Wasserständen, Strömungen, Seegang
 - ▶ historische Trends der Tide- und Seegangparameter und deren Signifikanz
- Numerische Langzeitsimulation
 - ▶ Trendprojektion für die Tide- und Seegangparameter

Parametrisierung von Klimawandelszenarien Küste/See

(PJ 2.01, BSH + DWD)



Zielsetzung:

für Referenz-Klima und
für Szenarien des Klimawandels

Beschreibung des

meteorologisch-klimatologischen Zustands

Temperatur, Luftdruck, Zugbahnen von Tiefs,
Windgeschwindigkeit, ...

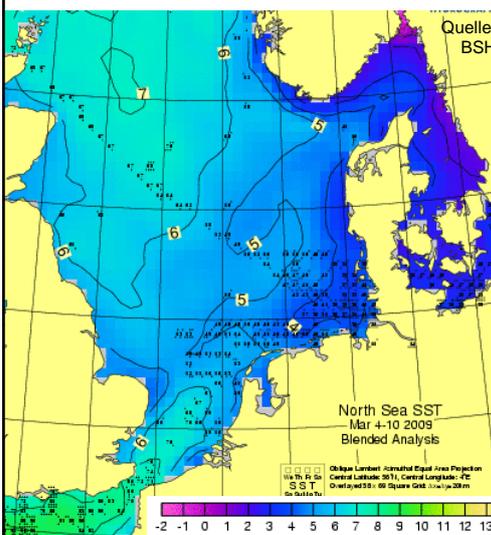
ozeanographisch-hydrographischen Zustands

Wasserstand, Strömung, Sturmfluten, Seegang,
Wassertemperatur, ...

► Projektion der (durch Klimawandel bedingten)
Änderung der atmosphärisch-ozeanographischen
Verhältnisse

Parametrisierung von Klimawandelszenarien Küste/See

(PJ 2.01, BSH + DWD)

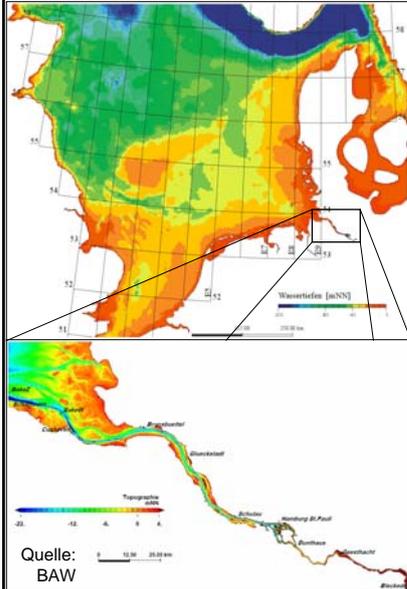


Methodik:

- Auswertung des meteorologisch-ozeanographischen Referenzdatensatzes (PJ 1.03a)
 - Referenzzustand der atmosphärischen und marinen Zustandsvariablen
- Auswertung der Klimaprojektionen für den Küstenbereich (PJ 1.03b)
 - Veränderung der atmosphärischen und marinen Zustandsvariablen

Verwundbarkeit von wasserbaulicher Anlagen der Nordseeküste und Ästuar

(BAW, PJ 2.04)



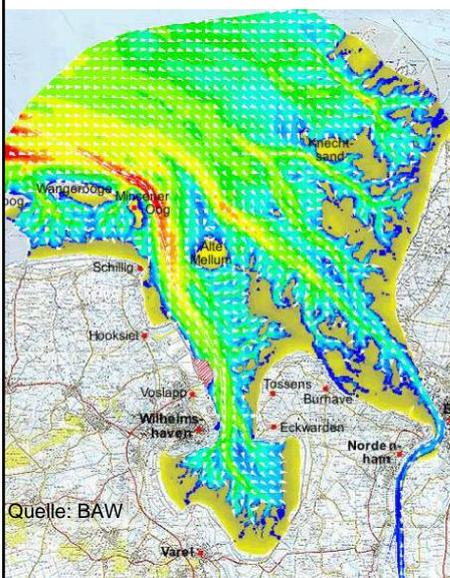
Zielsetzung:

Projektion der Veränderung der mittleren und extremen Verhältnisse von Wasserstand, Strömung, Seegang, Sedimenttransport

- ▶ für Küstenschutz und Wasserbau optimierte Datenbasis (von Hydrodynamik und Sedimenttransport, ...)
 - für den Ist-Zustand (Referenz)
 - für Klimaänderungsszenarien
- ▶ Analyse der Verwundbarkeit der Schifffahrtstraßen
 - bei mittleren Verhältnissen
 - bei Extremereignissen

Verwundbarkeit von wasserbaulicher Anlagen der Nordseeküste und Ästuar unter Klimawandelaspekten

(BAW, PJ 2.04)



Methode:

Numerische Simulation mit bestehenden Modellen für

- Nord- und Ostsee und
- die Ästuar

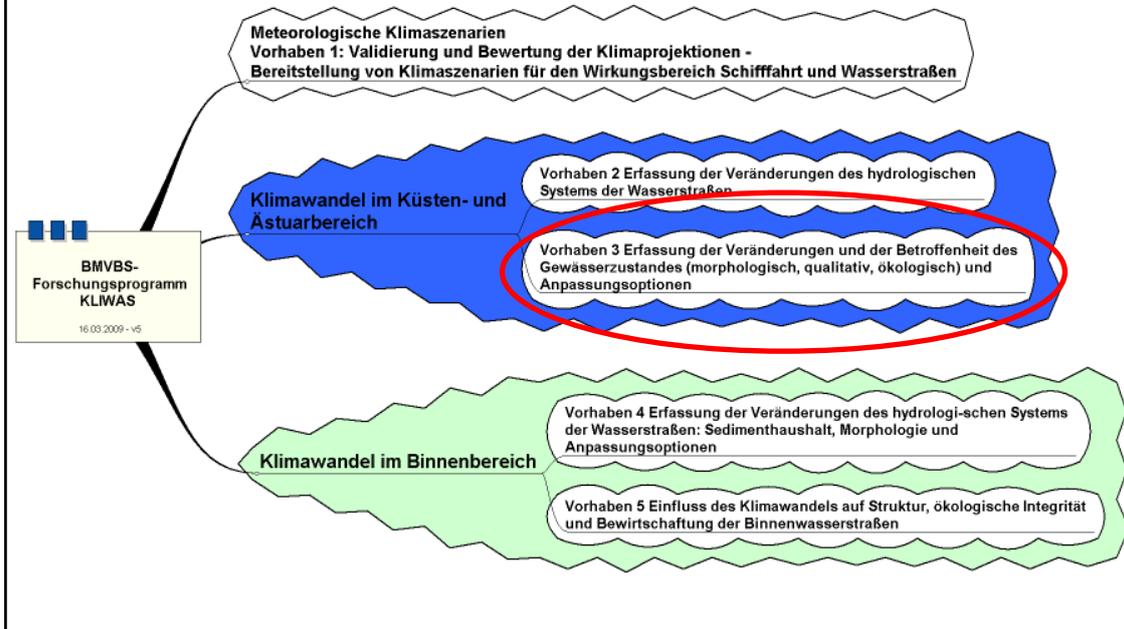
Kennwertanalyse für

- das heutiges Klima (Referenzzustand)
- das Klimaszenario (Projektion)

Ermittlung der Veränderung durch Vergleich von Projektion und Referenzzustand

Abschätzung der Verwundbarkeit der Schifffahrt

Vorhaben 3



Klimabedingte qualitative Veränderungen des Gewässerzustand - **Betroffenheit**

- **Gesetzgeberische Rahmenbedingungen**
 - EU-WRRL: Bewirtschaftungspläne
 - Umweltschadensgesetz USchadG
 - Arbeitsschutz
- **Ökologie**
 - FFH-Richtlinie, Natura 2000
 - Umweltverträglicher Ausbau und Unterhalt der Wasserstrassen

Nutzen aus Vorhaben 3

- **Unterstützung**
 - bei planfeststellerischen Maßnahmen (Bsp. klimabezogene Sachstandserörterungen bei Unterhaltungsmaßnahmen)
- **Rechtssicherheit**
 - Umweltverträglichkeit Wasserbaumaterialien
 - Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit

DWD, BAW, BfG, BSH bearbeiten **in 9 Projekten**

- morphologische
 - qualitative
 - ökologische
- Fragestellungen vor dem Hintergrund gegenwärtiger und zukünftiger **Nutzbarkeit der Gewässerfunktionen**

ökonomische und ökologische Gewässerfunktionen
“ecological goods & services“

➤ **Ökonomisch**

- Transportwege
- Trinkwasserreservoir
- Fischerei
- Erholungsgebiete

ökonomische und ökologische Gewässerfunktionen
“ecological goods & services“

➤ **Ökologisch**

- Lebensraum für Flora, Fauna und Mikrowelt
- Genetischer Pool, Biodiversität
- Selbstreinigung
- Klimapuffer (thermisch, chemisch)

Bereich **Morphologie**



PJ 3.01:

Auswirkungen klimabedingter **physikalischer Veränderungen auf Schifffahrt, Küsten und Meeresnutzungen**

PJ 3.02:

Anpassungsoptionen zur Nutzung von Wasserstraßen, Häfen und Küstenschutz bei Extremereignissen in der Nordsee

PJ 3.03:

Einfluss von klimabedingten Änderungen auf den **Schwebstoffhaushalt der Nordseeästuare**

Themenbereich **Qualität**



PJ 3.04:

Änderung von Aspekten der **Gewässerhygiene und Auswirkungen auf das Baggergut-Management im Küstenbereich**

PJ 3.05:

Auswirkungen klimabedingter Veränderungen auf die Lebensdauer und das Umweltverhalten von **Wasserbau-materialien in Bundeswasserstraßen Küstenbereich**

PJ 3.06:

Änderung des **Transportverhaltens schadstoffbelasteter Sedimente und Auswirkung auf die Unterhaltung von Schifffahrtsstraßen in den Nordseeästuaren**

PJ 3.07:

Klimabedingte Auswirkungen auf die qualitativ-hydrologischen Verhältnisse / Veränderungen **organischer Schadstoffmuster in Bundeswasserstraßen der Küstengewässer**

PJ 3.08:

Wirkungen veränderter Stoffeinträge und Oberwasserabflüsse auf die **Sauerstoffproblematik der Nordsee-Ästuare - Folgen für Fahrrinnenanpassungen und Sedimentbewirtschaftung**

PJ 3.09:

Änderung der **Vegetation und Funktionen für **Vorlandschutz** und Anpassungsoptionen für Unterhaltungsmaßnahmen in Ästuaren**



KLIWAS -- Internetseite KLIWAS - Mozilla Firefox

Startseite

KLIWAS - Ein Ressortforschungsprogramm des BMVBS

Der Klimawandel mit seinen möglichen Auswirkungen auf den Wasserspiegel der Meere, auf den Wasserhaushalt in den Flussgebieten, auf die Gewässerbeschaffenheit und auf die Gewässerökologie kann die Leistungsfähigkeit und das Management des Verkehrsträgers „Wasserstraße“ beeinflussen. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat seine Fachbehörden der Ressortforschung

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)

beauftragt, wissenschaftliche Grundlagen der klimabedingten Folgen für Wasserstraßen und für die Schifffahrt zu erarbeiten und Anpassungsstrategien zu entwickeln. Ziel der Forschung ist es, die Leistungsfähigkeit dieses umweltfreundlichen Verkehrsträger zu sichern. Hierfür haben die Fachbehörden des BMVBS bereits eine Bestandsaufnahme hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf Wasserstraßen und See-/Binnenschifffahrt erstellt (siehe Publikationen: Schifffahrt

Service

- Sitemap
- Downloads

Weiteres zum Thema

- Forschungsprogramm KLIWAS: Hintergrund und Struktur (pdf, 129 KB)
- BMVBS research programme KLIWAS: background and structure (pdf, 272 KB)



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



www.kliwas.de

Dr. Sebastian Kofalk
kliwas-koordination@bafg.de

Bundesanstalt für Gewässerkunde
0261/1306-5330