

KLIWAS

Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt
Entwicklung von Anpassungsoptionen

Abflussregime und Eisbildung im 21. Jahrhundert: Szenarien für die Binnenschifffahrt

Enno Nilson
nilson@bafg.de
Projekte „Wasserhaushalt“ und „Eisbildung“

DOI: 10.5675/Kliwas_Abflussregime_Eisbildung
URL: http://doi.bafg.de/KLIWAS/2013/Kliwas_Abflussregime_Eisbildung.pdf

Pressemeldungen

Elbe: „Klimawandel bedroht Elbe-Schifffahrt.“ „Die Ergebnisse sind belastbar.“ (Sächsische Zeitung, 22.10.2009)

Donau: „Der Niedrigwasserabfluss der Oberen Donau wird sich bis 2060 erheblich verringern. Dies führt zu einer Beeinträchtigung der Schifffahrt.“ „Das ist keine Kaffeesatzleserei, wir kennen die physikalischen Prozesse.“ (Allgäuer Zeitung, 26.02.2011)

Rhein: „Flüsse wie der Rhein könnten öfter mal austrocknen“ (Interview in der Zeit, 21.11.2012). „In einhundert Jahren kann Vater Rhein vielleicht mit einem Wagen befahren werden.“ (Augsburger Allgemeine, 21.11.2012)

Abhängig von meteorologischen Rahmenbedingungen

- Lufttemperatur
 - Wassertemperatur
 - Eisbildung → Sperrung
- Lufttemperatur, Niederschlag, ...
 - Wasserhaushalt
 - Abflussregime
 - Niedrigwasser → reduzierte Abladung
 - Hochwasser → Sperrung
- Häufen sich witterungsbedingte Schifffahrtseinschränkungen?



3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.201

Binnenwasserstraßen: Potentielle Betroffenheit

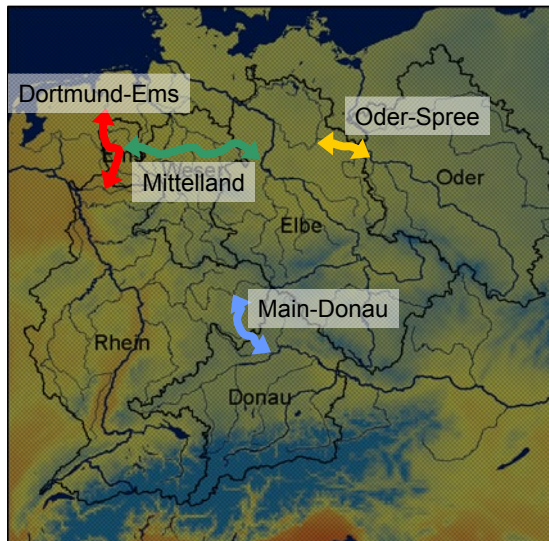


— Stauhaltungen, Kanäle
Niedrige Fließgeschwindigkeit
1. ↓
Eis

— Frei fließende Strecken
Natürliches Abflussregime
2. ↓
Niedrig-/Hochwasser

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Eisbedingte Einschränkungen Entwicklung im 21. Jahrhundert



- Kanäle:

- DEK
- MLK
- OSK
- MDK

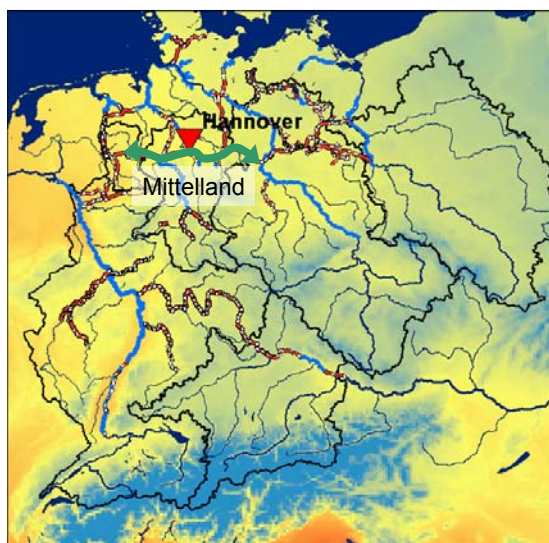
- insges. 14 (12) Modellketten

- SRES A1B
- 4 GCM
- 8 RCM
- max. 3 Realisierungen

➔ Disposition zur Eisbildung auf „stehenden“ Gewässern auf Basis von Kältesummen

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Eisbedingte Einschränkungen Entwicklung im 21. Jahrhundert



- Kanäle:

- DEK
- MLK
- OSK
- MDK

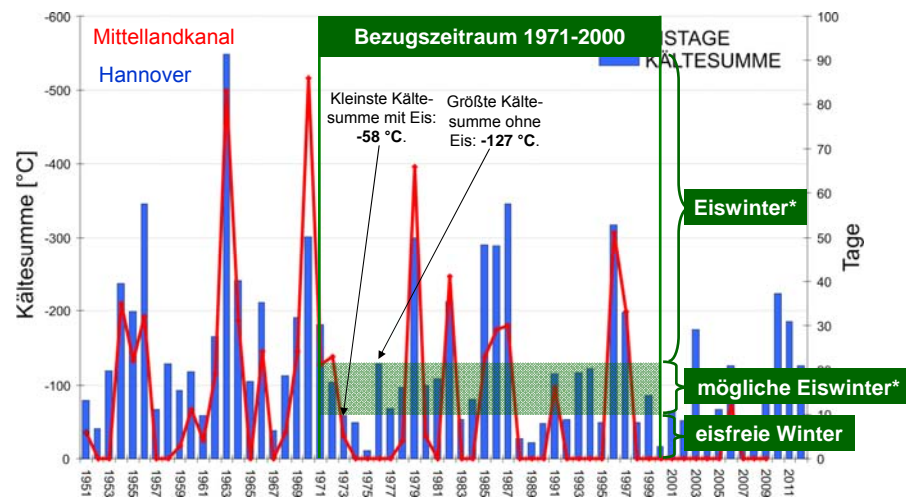
- insges. 14 (12) Modellketten

- SRES A1B
- 4 GCM
- 8 RCM
- max. 3 Realisierungen

➔ Disposition zur Eisbildung auf „stehenden“ Gewässern auf Basis von Kältesummen

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Kältesummen ~ Eistage / Sperrtage

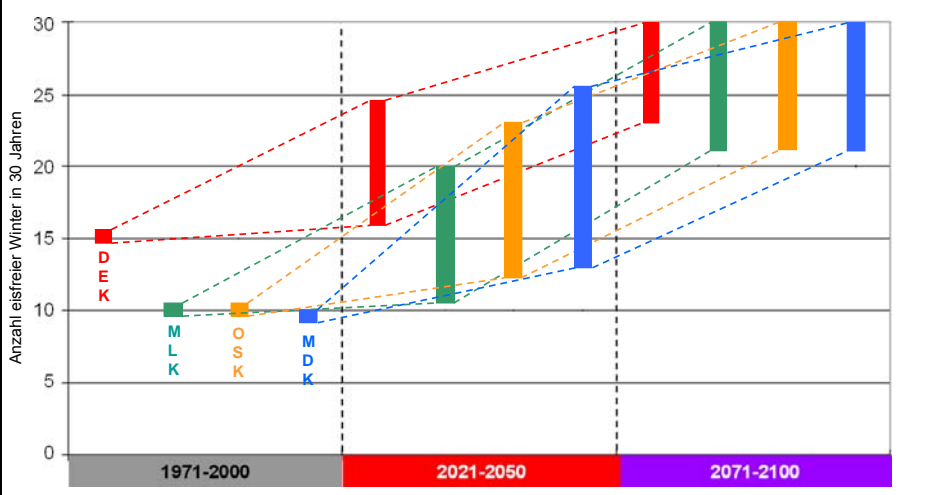


* Winter mit Eissperrung

Quelle: Marcus Hatz (BfG)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

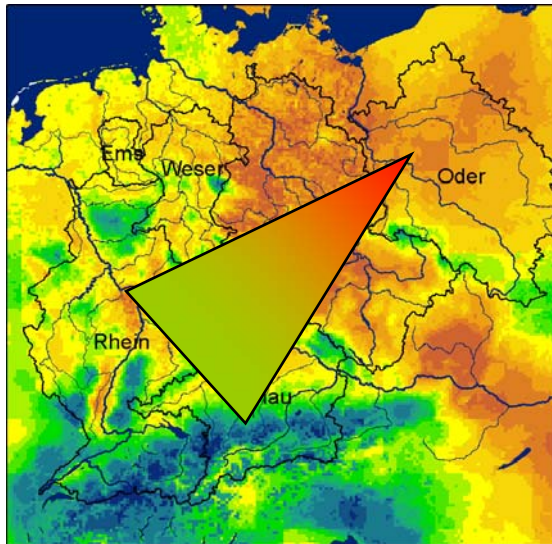
Winter ohne Eissperrung Kanäle: West-Ost-Transekt



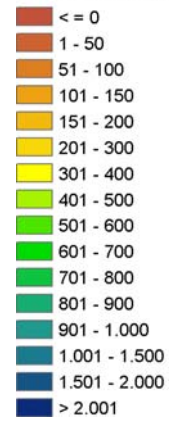
Quelle: Marcus Hatz (BfG)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Abflusshöhe 1961-1990 - Räumliche Verteilung*



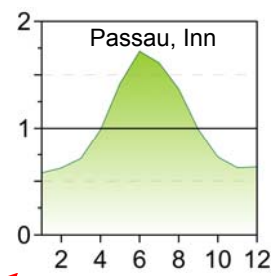
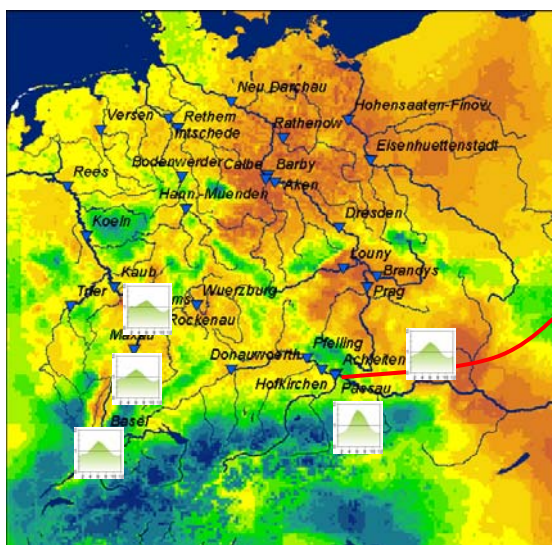
Abflusshöhe
1961-1990 [mm/Jahr]



* nach HAD 2003, ergänzt

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

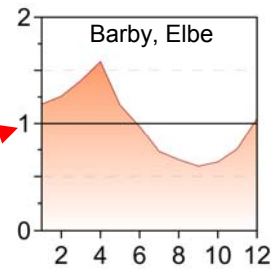
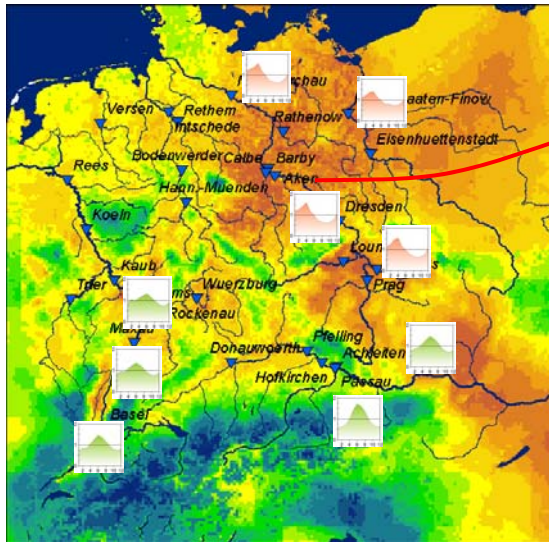
Abflussregime 1961-1990 - Saisonalität*



* Pardé-Koeffizient

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Abflussregime 1961-1990 - Saisonalität*

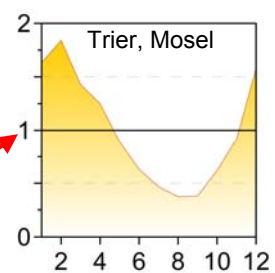
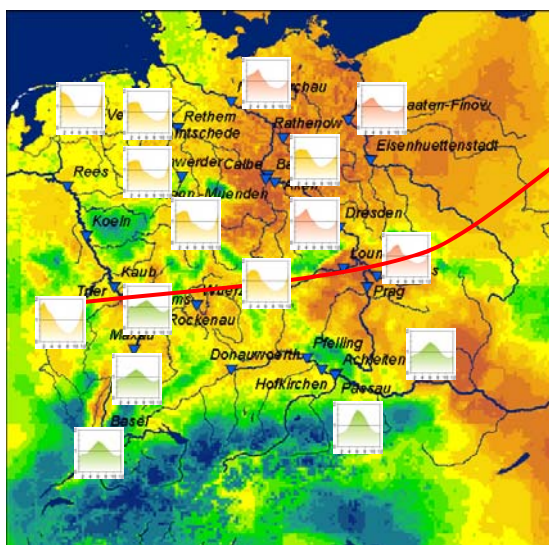


- Schneeregime
- Regen-Schneeregime

* Pardé-Koeffizient

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Abflussregime 1961-1990 - Saisonalität*

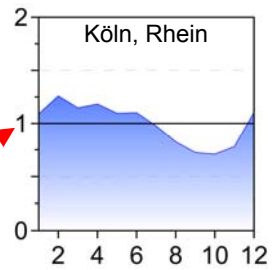
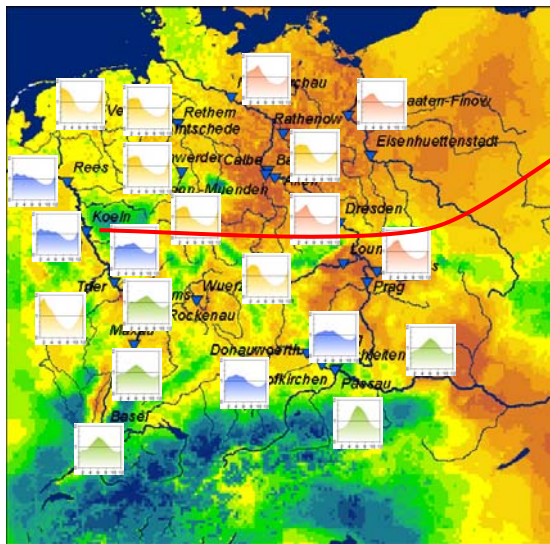


- Schneeregime
- Regen-Schneeregime
- Regenregime

* Pardé-Koeffizient

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Abflussregime 1961-1990 - Saisonalität*



- Schneeregime
 - Regen-Schneeregime
 - Regenregime
 - Komplexe Regime
- * Pardé-Koeffizient

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Abflussregime 1961-1990 - Saisonalität*

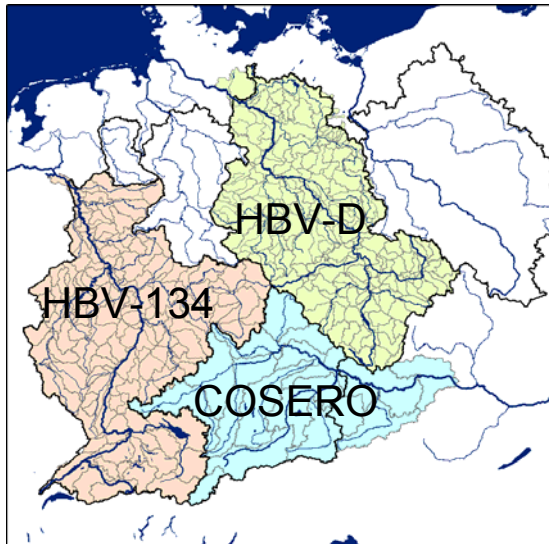


- BARBY, Elbe:
≈ 94 000 km²
- KAUB, Rhein:
≈ 103 500 km²
- HOFKIRCHEN, Donau:
≈ 47 500 km²

- Schneeregime
 - Regen-Schneeregime
 - Regenregime
 - Komplexe Regime
- * Pardé-Koeffizient

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Hydrologische Modelle

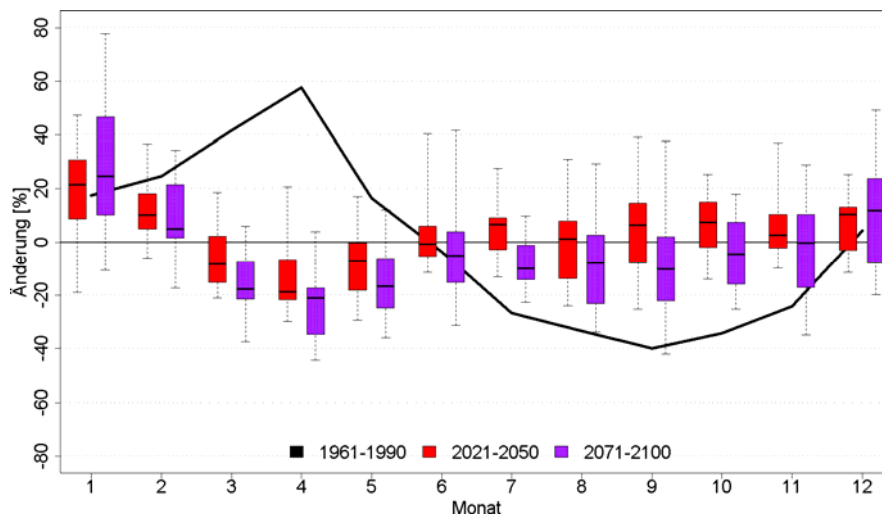


- Semidistributiv, konzeptionell
- SRES A1B
- 5 GCM
- 8 RCM
- max. 3 Realisierungen
- Bias-korrigiert: Linear Scaling
- Elbe bis Geesthacht (**HBV-D**), Lingemann et al. (2013)
- 20+ Projektionen
- Tageswerte
- Rhein bis Lobith (**HBV134**), Eberle et al. (2005)
- 21+ Projektionen
- Tageswerte
- Donau bis Achleiten (**COSERO**), Kling et al. (2012)
- 22+ Projektionen
- Monatswerte

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Pegel Barby, Elbe

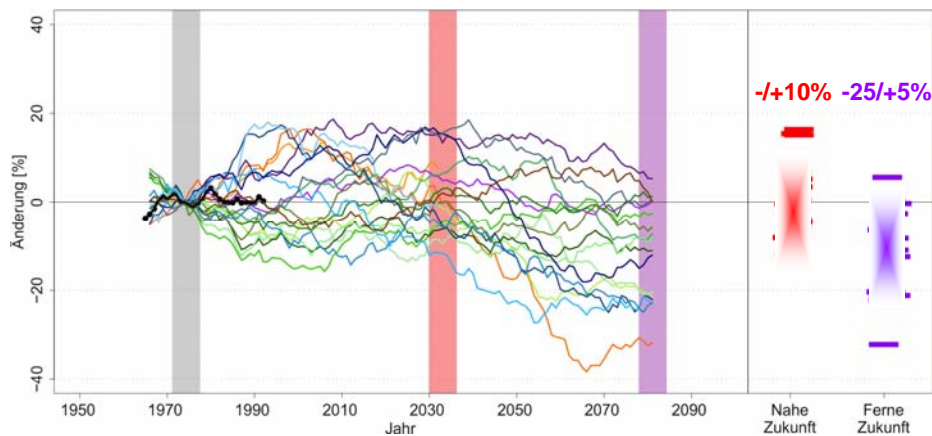
Änderung des Abflussregimes*



* MoMQ, Pardé, Regen-Schnee-Regime

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

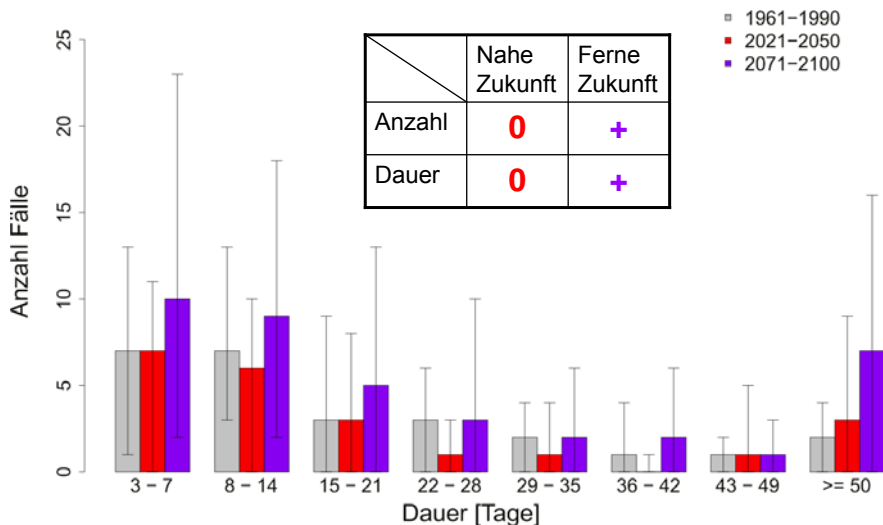
Pegel Barby, Elbe Änderung des Niedrigwasserabflusses*



* Niedrigstes 7-Tagesmittel, Wasserhaushaltsjahr (April-März), 31 Jahre gleitend

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

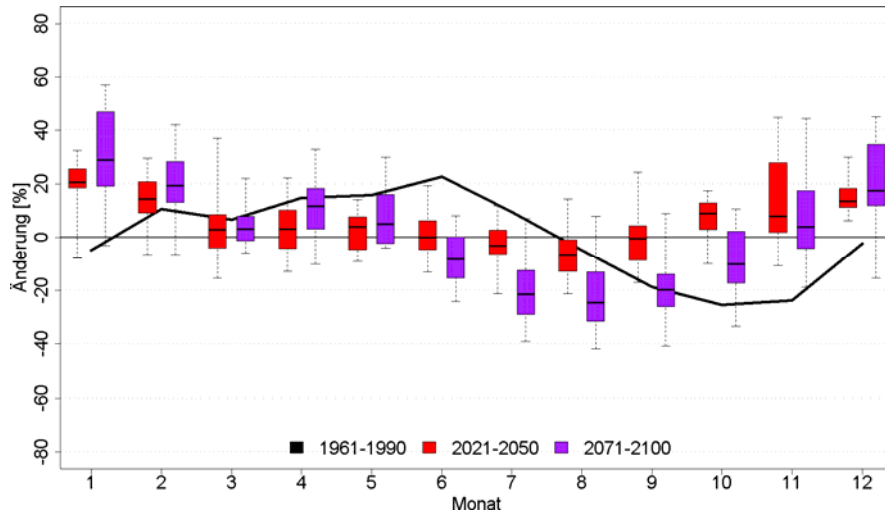
Pegel Barby: Unterschreitung eines niedrigen Schwellenwertes (\approx GLQ)*



* FDC-Q95₁₉₆₁₋₁₉₉₀, Wasserhaushaltsjahr (April-März)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

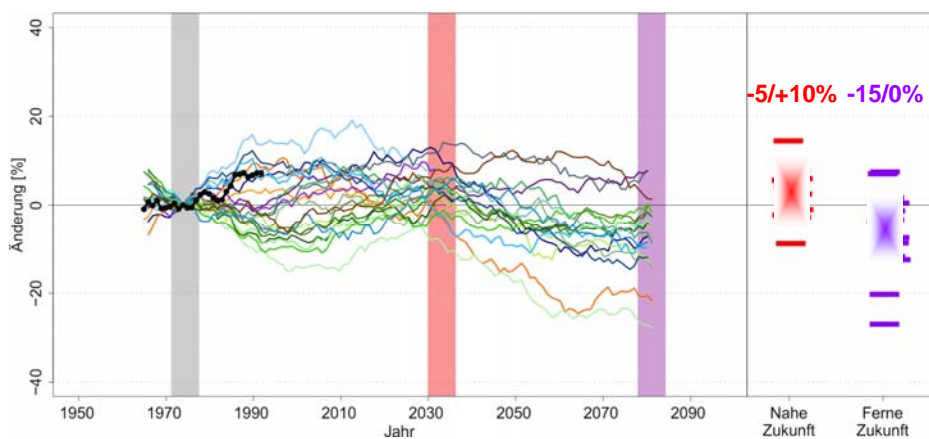
Pegel Kaub, Rhein Änderung des Abflussregimes*



* MoMQ, Pardé, komplexes Regime

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

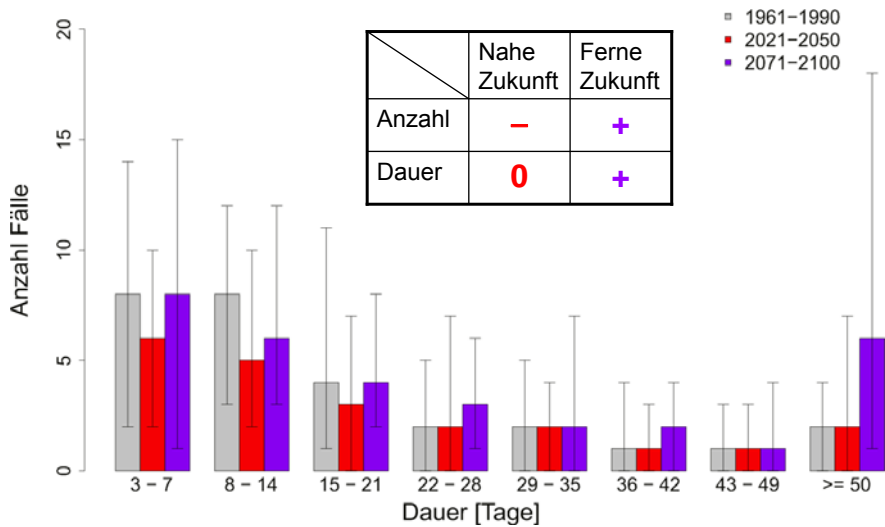
Pegel Kaub, Rhein Änderung des Niedrigwasserabflusses*



* Niedrigstes 7-Tagesmittel, Wasserhaushaltsjahr (April-März), 31 Jahre gleitend

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

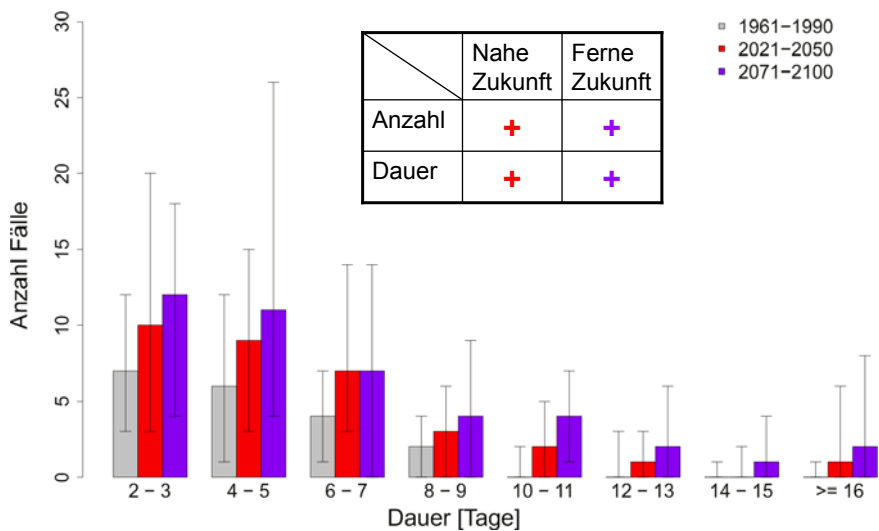
Pegel Kaub: Unterschreitung eines niedrigen Schwellenwertes (\approx GLQ)*



* FDC-Q95₁₉₆₁₋₁₉₉₀, Wasserhaushaltsjahr (April-März)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

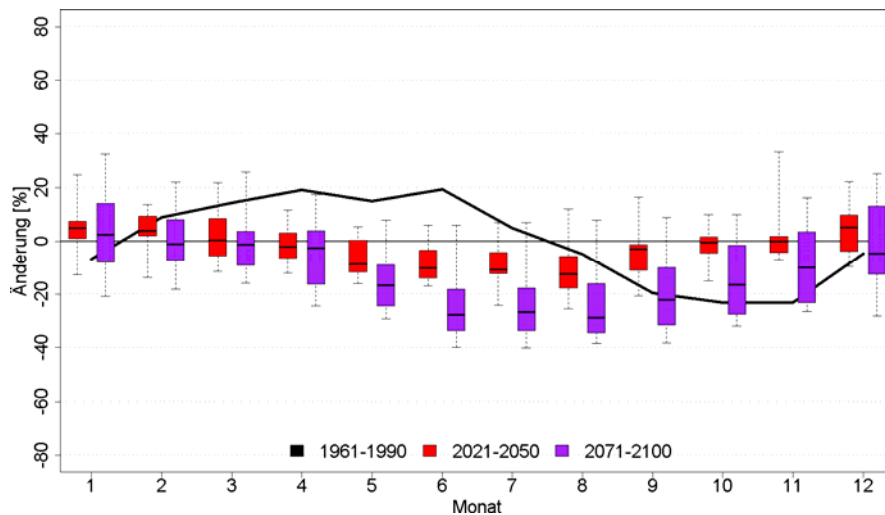
Pegel Kaub: Überschreitung eines hohen Schwellenwertes (\approx HSQ)*



* FDC-Q01₁₉₆₁₋₁₉₉₀, hydrologisches Jahr (Nov-Okt)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

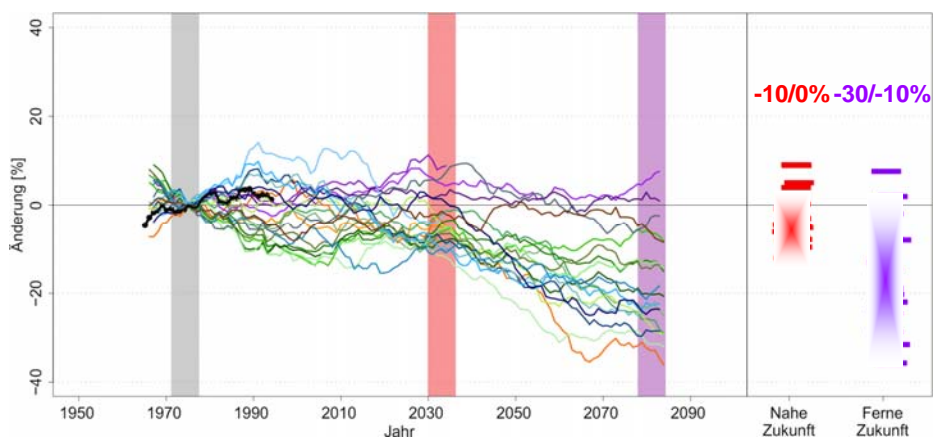
Pegel Hofkirchen, Donau Änderung des Abflussregimes*



* MoMQ, Pardé, komplexes Regime

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

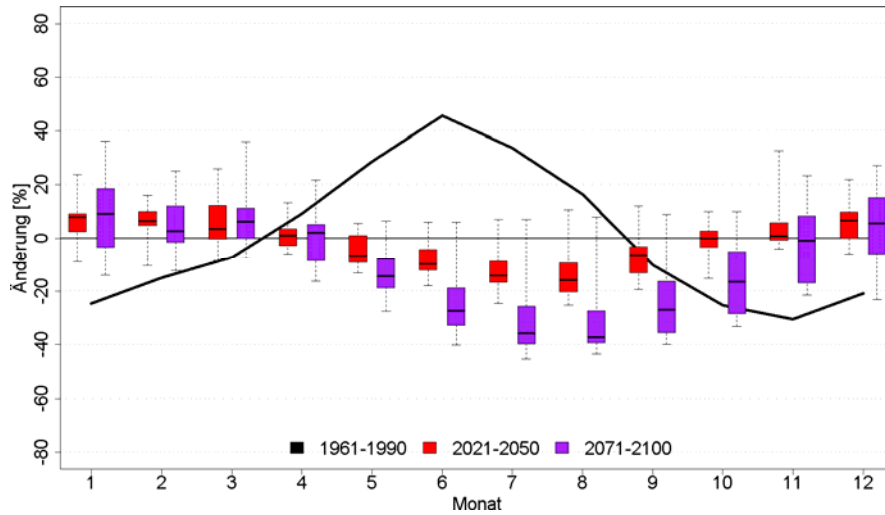
Pegel Hofkirchen, Donau Änderung des Niedrigwasserabflusses*



* Niedrigstes Monatsmittel, Wasserhaushaltsjahr (April-März), 31 Jahre gleitend

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

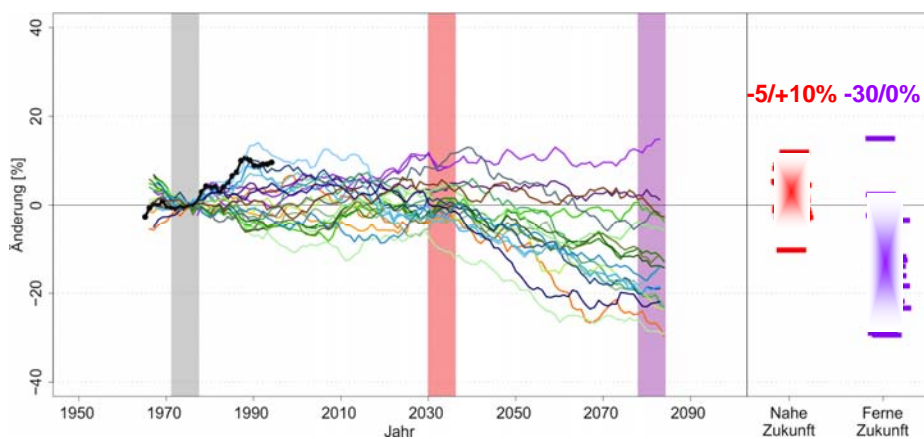
Pegel Achleiten, Donau Änderung des Abflussregimes*



* MoMQ, Pardé, Schnee-Regime

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

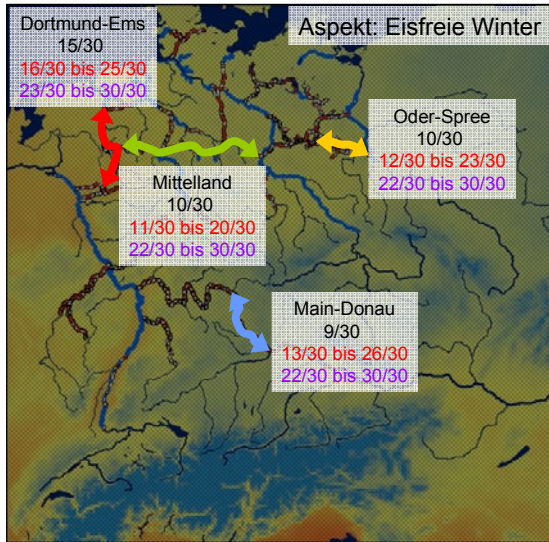
Pegel Achleiten, Donau Änderung des Niedrigwasserabflusses*



* Niedrigstes Monatsmittel, Wasserhaushaltsjahr (April-März), 31 Jahre gleitend

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

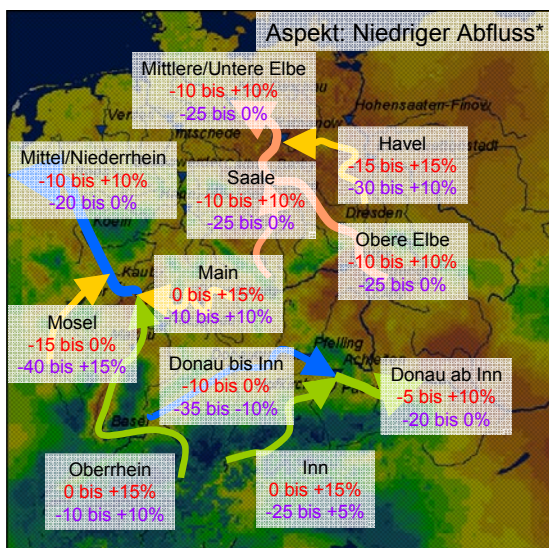
Beeinflussung der Binnenschifffahrt Nahe Zukunft / Ferne Zukunft



- Generelle Tendenz bzgl. eisbedingter Einschränkungen:
 - Weniger
 - Deutlich weniger bis keine Einschränkungen

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Beeinflussung der Binnenschifffahrt Nahe Zukunft / Ferne Zukunft



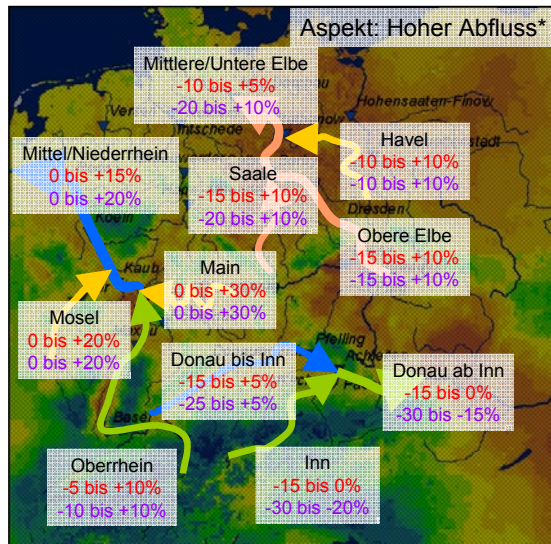
- Generelle Tendenz bzgl. niedrigwasserbedingter Einschränkungen:
- Hauptströme:
 - Rhein: weniger bis indifferent
 - Donau: mehr bis weniger
 - Elbe: indifferent
 - Rhein: indifferent bis mehr
 - Donau: mehr
 - Elbe: mehr

- Schneeregime
- Regen-Schneeregime
- Regenregime
- Komplexe Regime

* NM7Q, mMNQ

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Beeinflussung der Binnenschifffahrt Nahe Zukunft / Ferne Zukunft



• Generelle Tendenz bzgl. hochwasserbedingter Einschränkungen:

• Hauptströme:

- Rhein: mehr
- Donau: weniger
- Elbe: indifferent
- Rhein: mehr
- Donau: weniger
- Elbe: indifferent

- Schneeregime
- Regen-Schneeregime
- Regenregime
- Komplexe Regime

* HM5Q, mMHQ

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

KLIWAS (Status 2013)...



- hat **regionale Abfluss- und Eisszenarien** generiert, die die Bandbreite der projizierten Klimaänderungen erfassen.
- erfasst ausschließlich die **Sensitivität** des aktuellen Zustandes des Systems "Binnenwasserstraße" **gegenüber den projizierten Klimaänderungen**.
- liefert Grundlagen für **Modellierer** und **Entscheidungsträger** im Bereich der (Verkehrs-) Wasserwirtschaft.



Rhein-Ministerkonferenz
28.10.2013

Nächste Schritte (Status post-2013)...

- Berücksichtigung der aktuellen Klima-Modellgeneration
- Abstimmung, Methodenvergleich

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

KLIWAS-Projekte:

Wasserhaushalt, Wasserstand, Transportkapazität (Projekt 4.01)
Eisbildung auf Wasserstraßen (Projekt 4.05)

Das Autoren-Team:

Maria Carambia, Marcus Hatz, Bastian
Klein, Maria Larina, Imke Lingemann,
Peter Krahe, Enno Nilson

nilson@bafg.de

www.kliwas.de



3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.