
Änderungen der mikrobiologisch-hygienischen Wasserqualität in den Bundeswasserstraßen

Simone Böer

Simone Böer
Boeer@bafg.de
KLIWAS PJ 3.04 & 5.03



3. KLIWAS Statuskonferenz, 12./13. November 2013

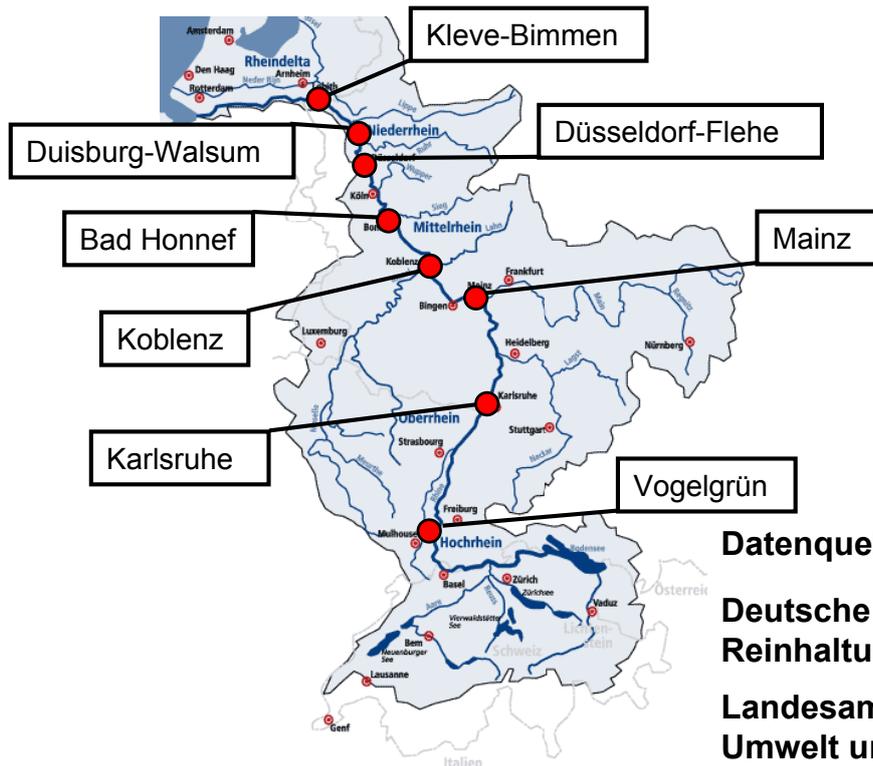


Binnen: Ziele



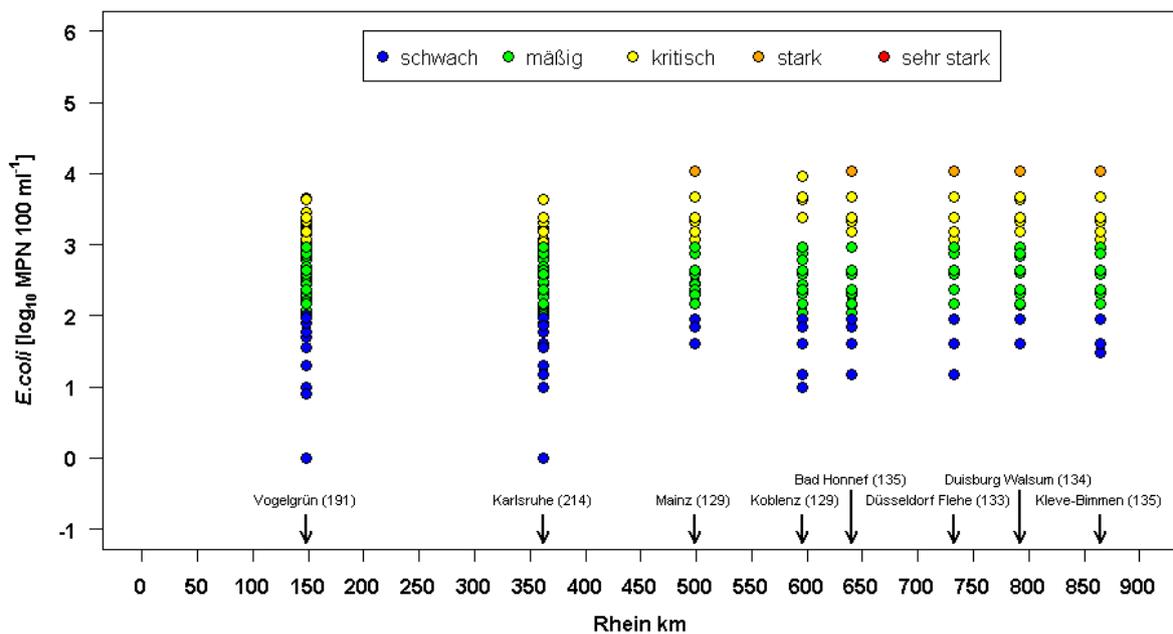
- Untersuchung des mikrobiologisch-hygienischen Ist-Zustandes der Binnenwasserstraßen
- Untersuchung des Einflusses klimasensitiver Umweltfaktoren (z.B. Abfluss, Niederschlag) auf den Eintrag bzw. die Überlebensdauer von Fäkalbakterien
- Entwicklung von Regressionsmodellen für Fäkalindikatoren (z.B. *E. coli*)

Untersuchungsgebiet Rhein



Datenquellen:
**Deutsche Kommission zur
 Reinhaltung des Rheins**
**Landesamt für Naturschutz,
 Umwelt und Verbraucherschutz
 NRW**

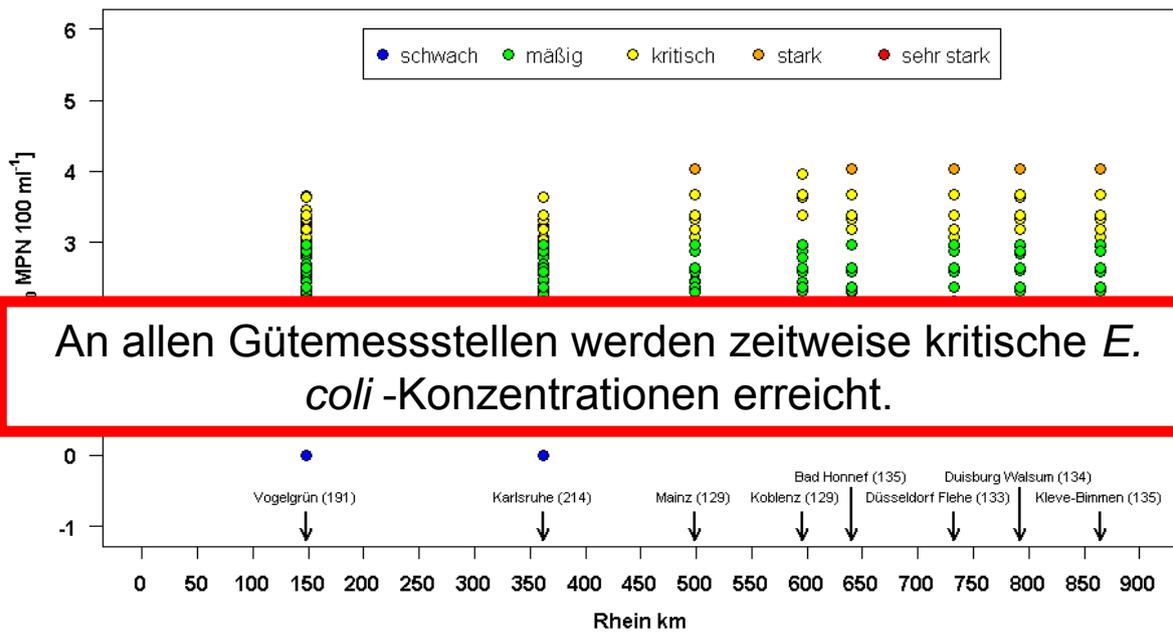
Wasserqualität Rhein 1997-2008



Klassifizierung nach Kavka:

		I	II	III	IV	V
Parameter	Verschmutzung	schwach	moderat	kritisch	stark	sehr stark
<i>E. coli</i> / fäkalcoliforme Bakterien	in 100 ml Wasser	≤ 100	> 100 - 1.000	> 1.000 - 10.000	> 10.000 - 100.000	> 100.000

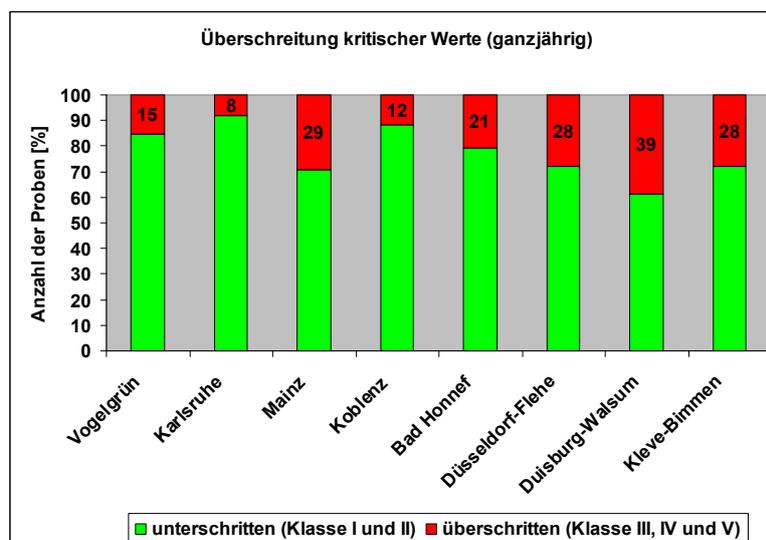
Wasserqualität Rhein 1997-2008



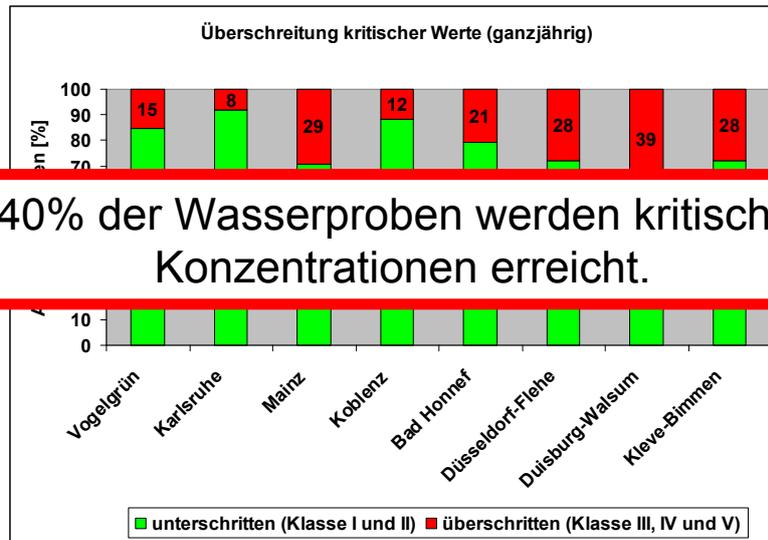
Klassifizierung nach Kavka:

Parameter	Verschmutzung	I	II	III	IV	V
<i>E. coli</i> / fäkalcoliforme Bakterien	in 100 ml Wasser	schwach	moderat	kritisch	stark	sehr stark
		≤ 100	> 100 - 1.000	> 1.000 - 10.000	> 10.000 - 100.000	> 100.000

Wasserqualität Rhein 1997-2008



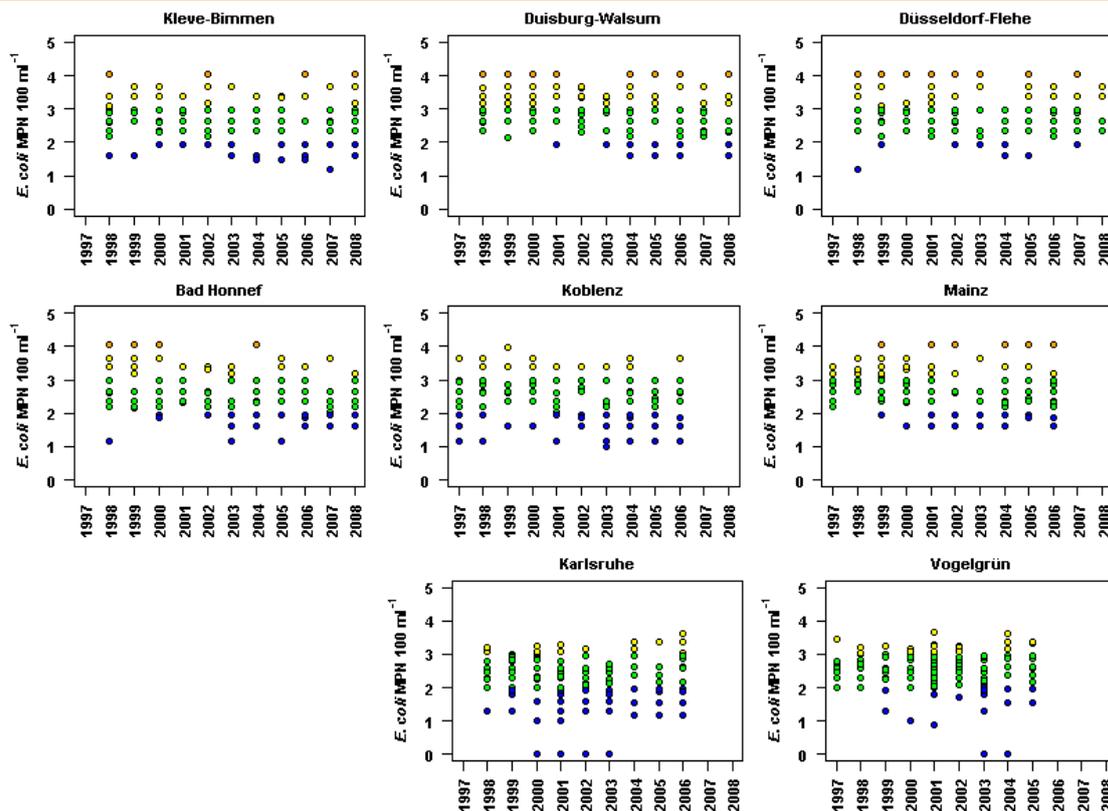
Wasserqualität Rhein 1997-2008



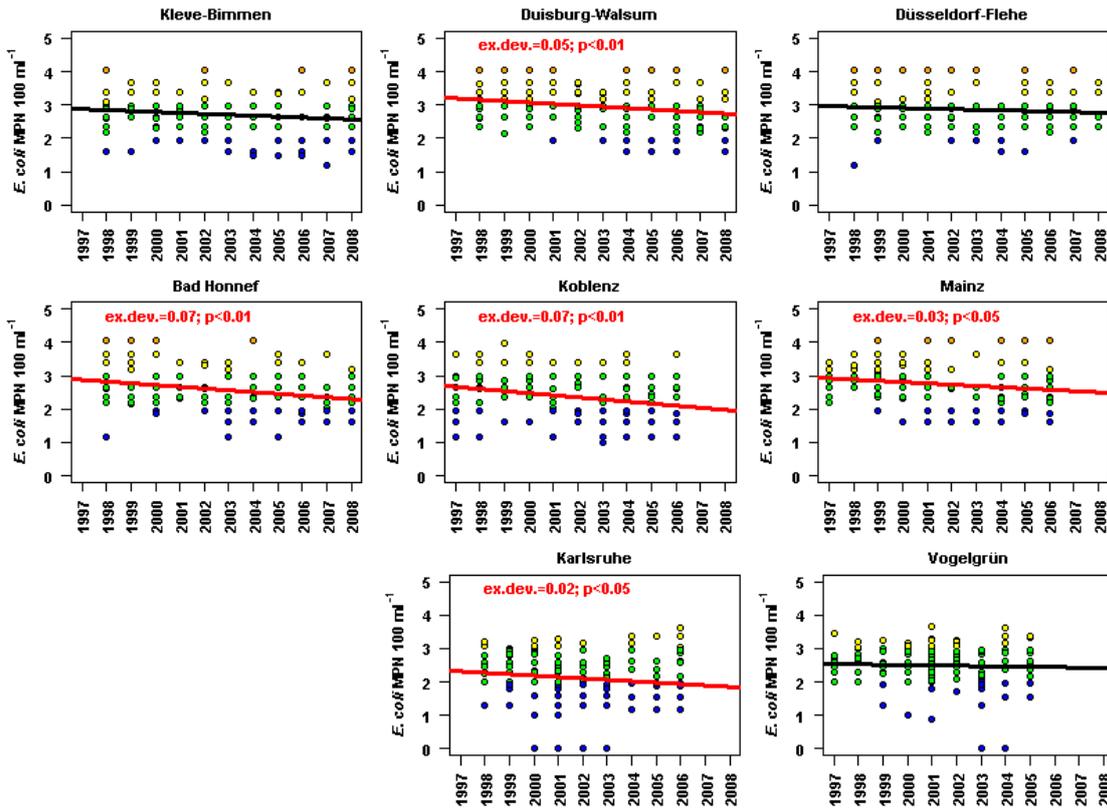
In 10 – 40% der Wasserproben werden kritische *E. coli*-Konzentrationen erreicht.

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

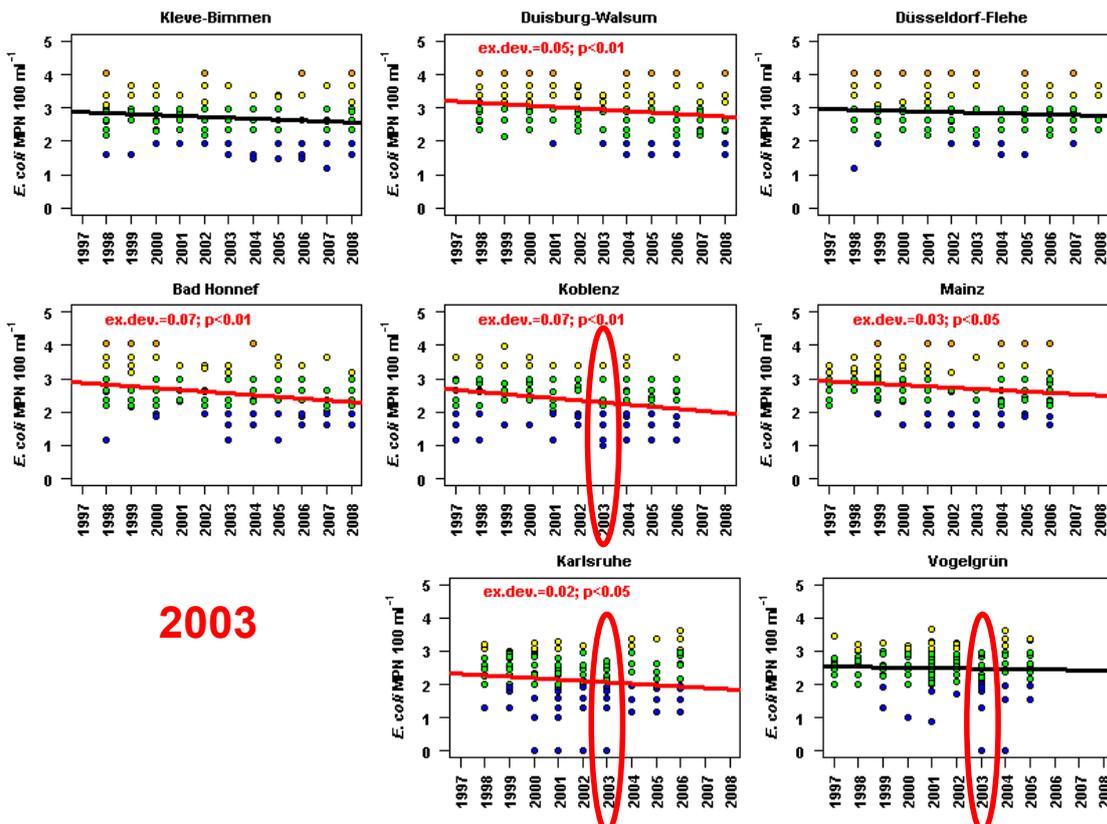
Wasserqualität Rhein 1997-2008

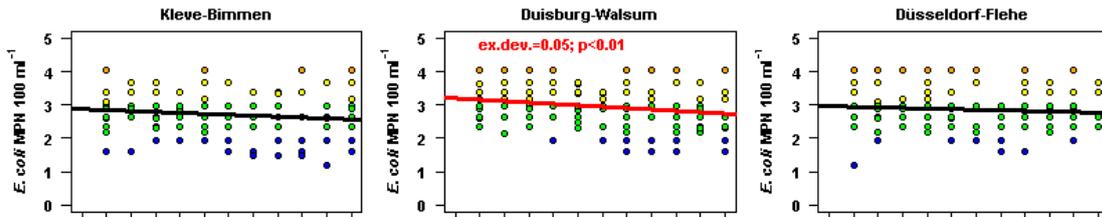


Wasserqualität Rhein 1997-2008



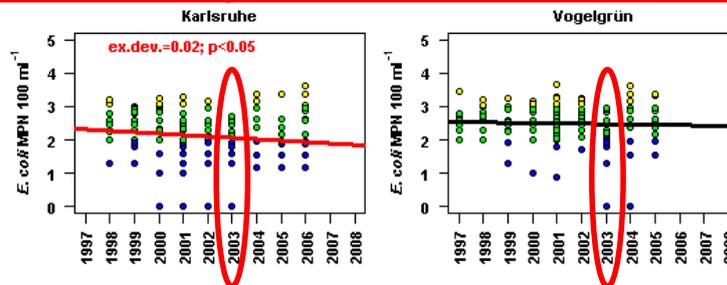
Wasserqualität Rhein 1997-2008



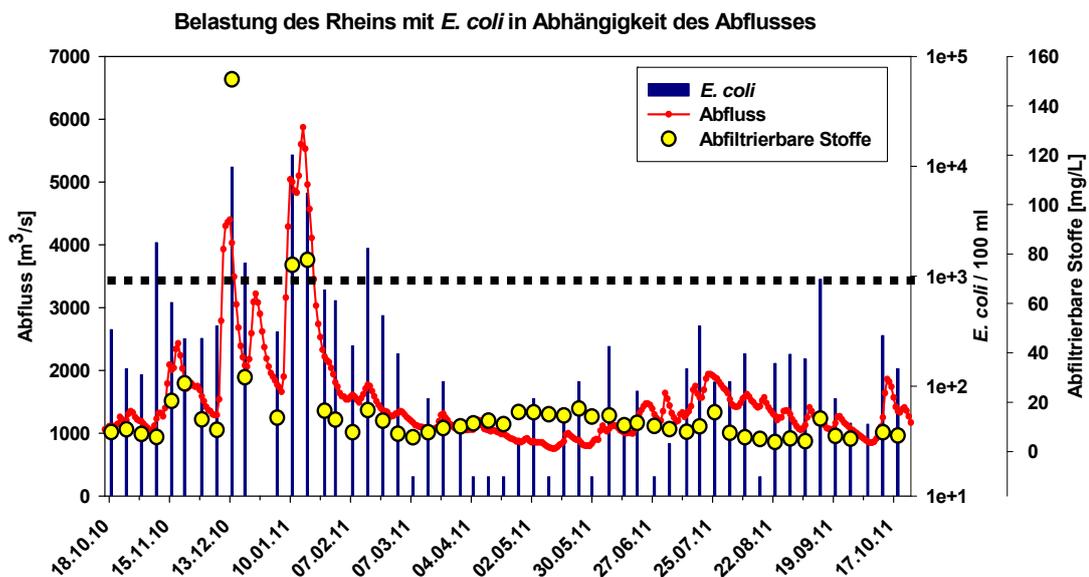


- leichte Tendenz zur Abnahme der Gewässerbelastung mit *E. coli* (veränderte Düngepraxis, verbesserte Abwasserbehandlung?)
- niedrigere *E. coli* - Konzentrationen in von niedrigen Abflüssen geprägten Jahren

2003

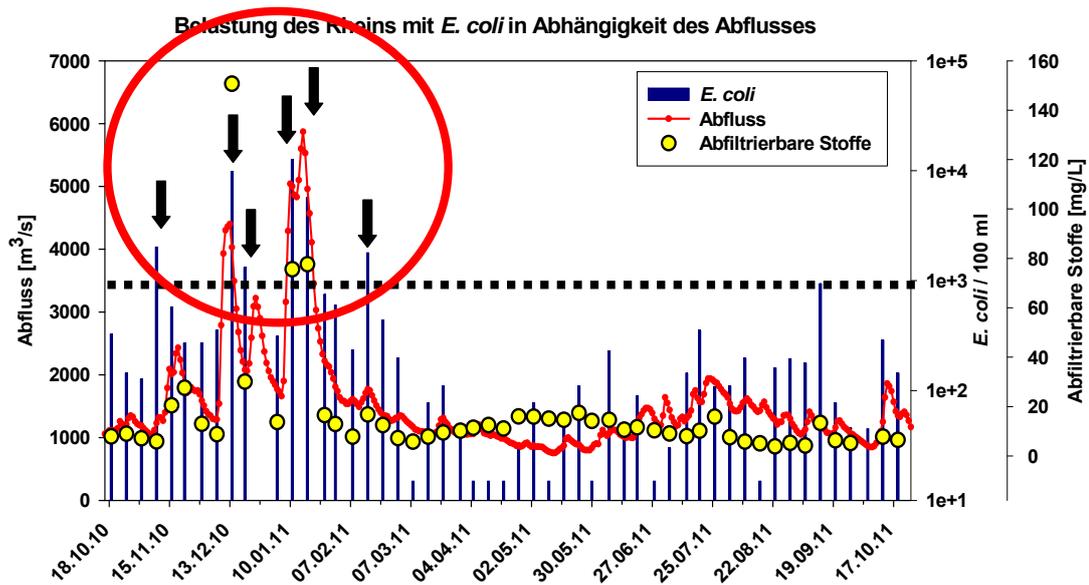


Bedeutung Hochwasserextreme



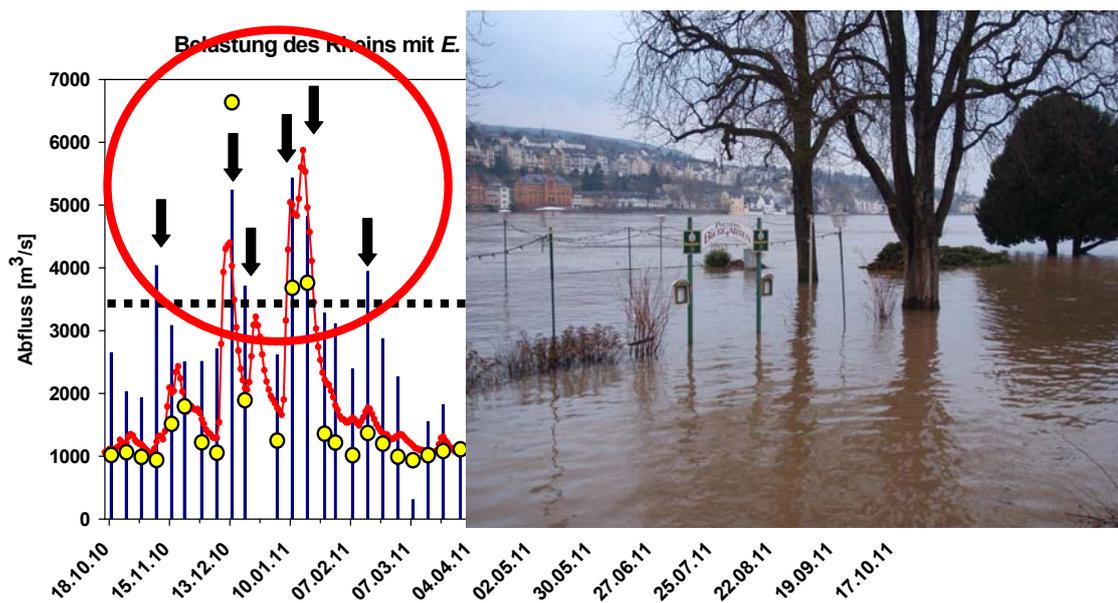
Starke Korrelation der *E. coli*-Konzentrationen mit den Abflusswerten. Insbesondere während Extremhochwässern werden kritische *E. coli*-Konzentrationen erreicht.

Bedeutung Hochwasserextreme



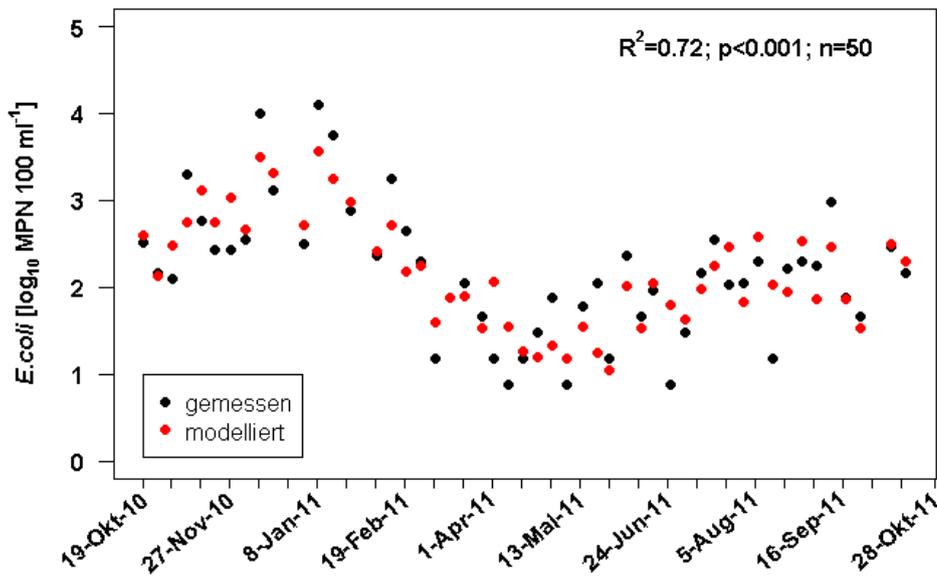
Starke Korrelation der *E. coli*-Konzentrationen mit den Abflusswerten. Insbesondere während Extremhochwässern werden kritische *E. coli*-Konzentrationen erreicht.

Bedeutung Hochwasserextreme



Starke Korrelation der *E. coli*-Konzentrationen mit den Abflusswerten. Insbesondere während Extremhochwässern werden kritische *E. coli*-Konzentrationen erreicht.

MLR: Multiple lineare Regression



$$\log_{10} E. coli = x_1 * \text{Abfluss} + x_2 * \text{Globalstrahlung} + x_3 * \text{„Trübung“} + b_0$$

Zusammenfassung

- Leichte Tendenz zur Verbesserung der Wasserqualität des Rheins von 1997 bis 2008 → Änderungen der Düngepraxis/ der Abwasserbehandlung? Mögliche Klimasignale sind nicht quantifizierbar.
- Rhein: einige Projektionen zeigen für die **ferne Zukunft (2071 – 2100)**, dass die mittleren Abflüsse im hydrol. Sommer um bis zu 25% abnehmen und im hydrol. Winter um bis zu 30% zunehmen könnten → kritische Fäkalbakterienkonz. werden im Sommer tendenziell seltener erreicht (Abwasseranteil beachten), im Winter werden kritische Konz. insbesondere im Zusammenhang mit Hochwasserereignissen häufiger erreicht.
- Regressionsmodelle vielversprechendes Instrument, um kurzfristige Veränderungen der Gewässerqualität abzubilden; in langsam fließenden, nährstoffreichen Gewässern (z.B. Mosel) erschwert der starke Einfluss trophischer Prozesse die Modellierung → Weiterentwicklung nötig (Nutzungsänderungen!)

WSV und Bevölkerung in Hochwasser-Gefährdungsgebieten :

- Infektionsrisiken bei Arbeiten, die im Zusammenhang mit der Hochwasserbewältigung stehen, insbesondere „Aufräumarbeiten“, und bei weiteren Aktivitäten in Überschwemmungsgebieten (Kreuzkontaminationen; auch Wunderreger beachten)
- ggf. Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung (Uferfiltrat, Brunnen)

Handlungsoptionen → Sensibilisierung der Betroffenen in Absprache mit Gesundheitsbehörden (Schulung, Merkblatt, Zeitung)

Tourismus und Landwirtschaft

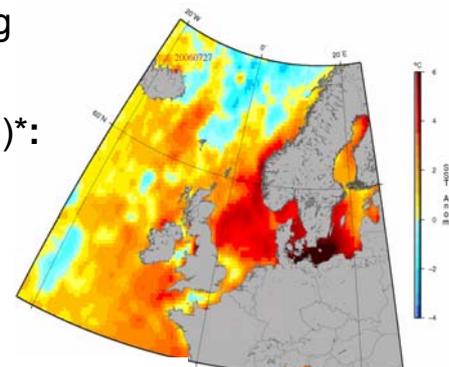
- Mikrobiologisch-hygienische Wasserqualität bessert sich tendenziell eher während der Badesaison/ während Trockenphasen (aber: ortsabhängige Risikoanalyse nötig; Extremwetterereignisse beachten)

Handlungsoptionen → Kompetenzen vorhalten im Hinblick auf verstärkte Nutzungsänderungen (z.B. zunehmende Freizeitnutzung bei Zunahme von Hitzesommern)

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

Vibrionen als Wunderreger

- Natürlich im Meer- und Brackwasser vorkommende Bakterien, einige Arten als Erreger von **Wundinfektionen** und Lebensmittelvergiftungen von Bedeutung
- **13** *Vibrio*-Wundinfektionen & **8** Ohreninfektionen an deutschen Küsten seit 1994, davon 12 an der Ostseeküste (Greifswalder Bodden); insgesamt 4 tödliche Fälle (Quelle VibrioNet, Robert Koch-Institut)
- ***Vibrio vulnificus* und *V. cholerae* non-O1/ non-O139 (Nicht-Cholera-Erreger)** primär als Wunderreger von Bedeutung
- Starke Korrelation der Fälle mit **Warmwasseranomalien** (1994, 2003, 2006 (siehe Bild), 2010)*:

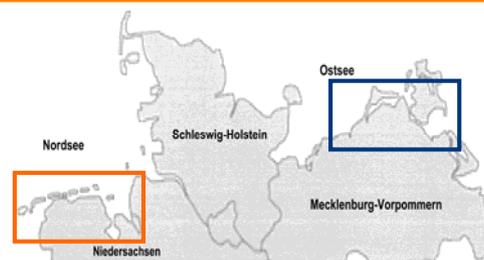


*Bild- und Datenquelle: Craig Baker-Austin, Posterbeitrag, The Fourth Conference on the Biology of Vibrios, Santiago de Compostela, Spanien

- Untersuchung der räumlichen Verbreitung des potenziellen Wunderregers *Vibrio* spp. in den Küstenwasserstraßen → Identifizierung möglicher „Risikogebiete“
- Untersuchung des Infektionspotenzials von *Vibrio* spp. in den Küstenwasserstraßen (Pathogene versus „Umweltbakterien“)
- Untersuchung des Einflusses klimasensitiver Umweltfaktoren (z.B. Temperatur, Salzgehalt) auf das Vorkommen von Vibriolen

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

Vibriolenmonitoring Nord- & Ostsee

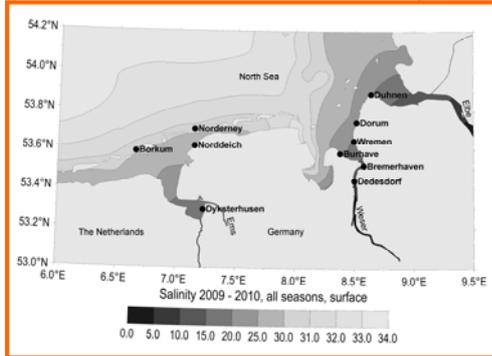


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Vibrionenmonitoring Nord- & Ostsee



Monatliche Probenahme
und kulturabhängige
Untersuchung von
Wasser und Sediment
über 2 Jahre.



Kooperationsprojekt mit dem
Niedersächsischen Landesgesundheitsamt
und den Gesundheitsämtern Aurich, Leer
und Cuxhaven

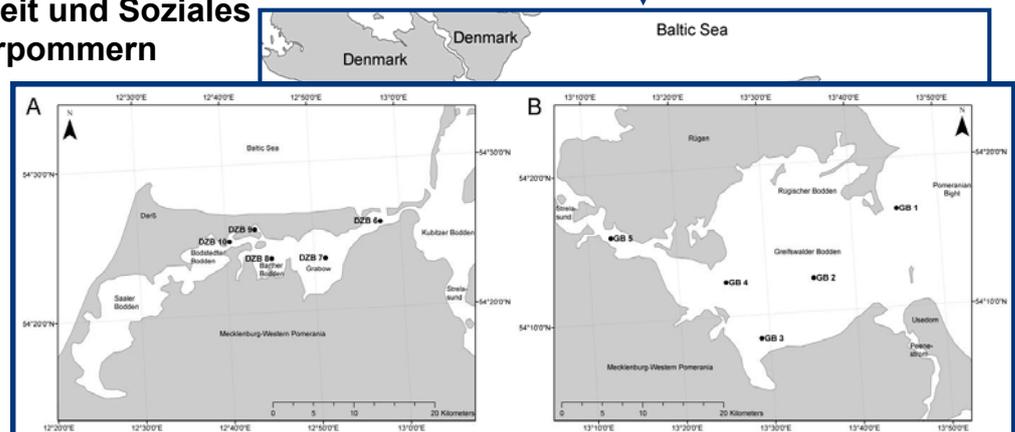
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Vibrionenmonitoring Nord- & Ostsee



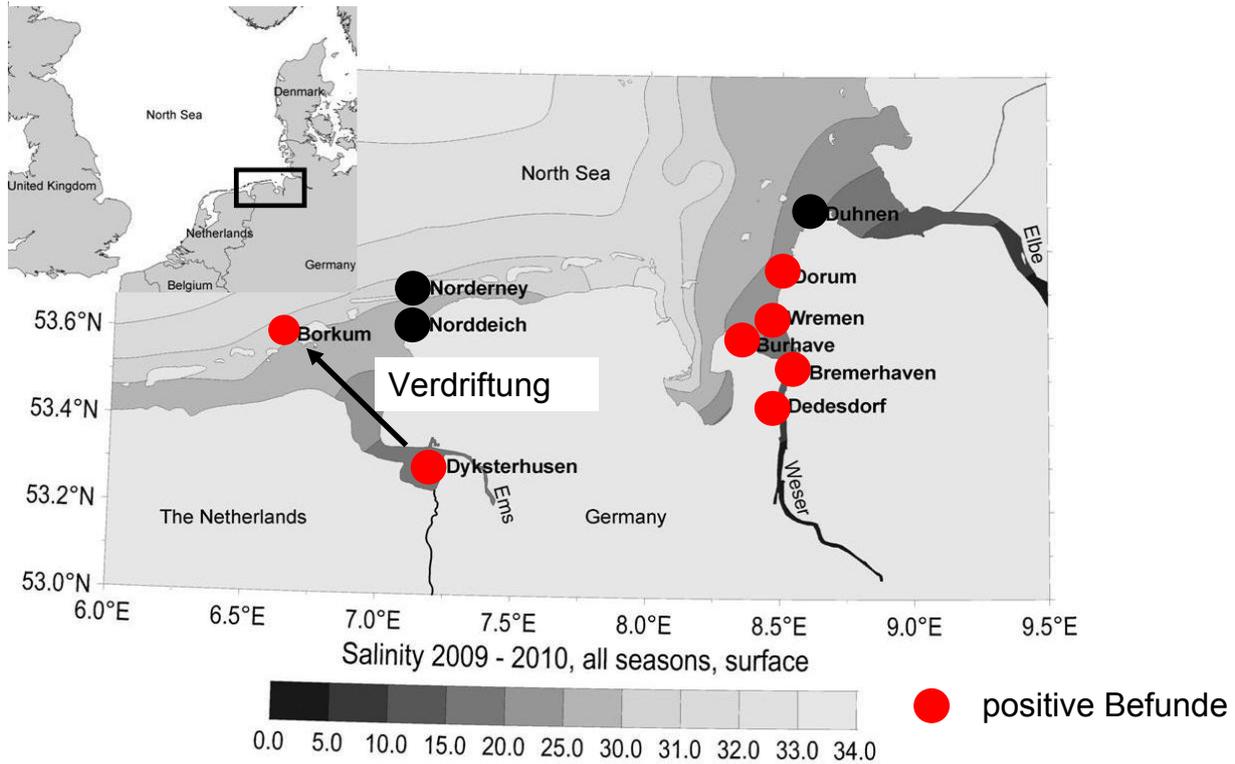
6 saisonale
Probenahmen und
kulturabhängige
Untersuchung von
Wasser und
Sediment über
einen Zeitraum
von 1,5 Jahren.

Kooperationsprojekt mit dem Landes-
amt für Gesundheit und Soziales
Mecklenburg-Vorpommern



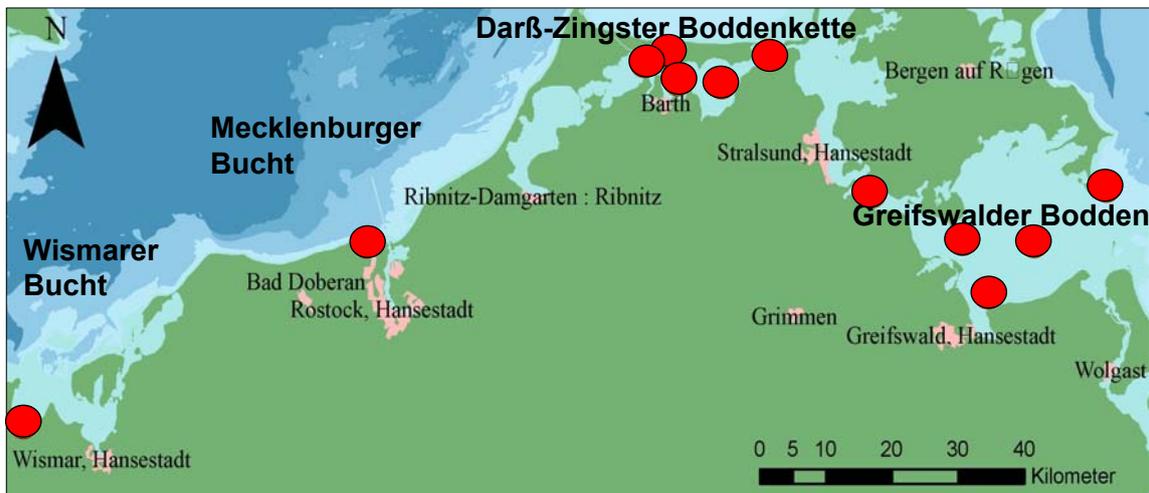
Räumliche Verbreitung Nordsee

Vorkommen von *V. vulnificus* in den Ästuarbereichen bei <18 psu durchschnittlich.



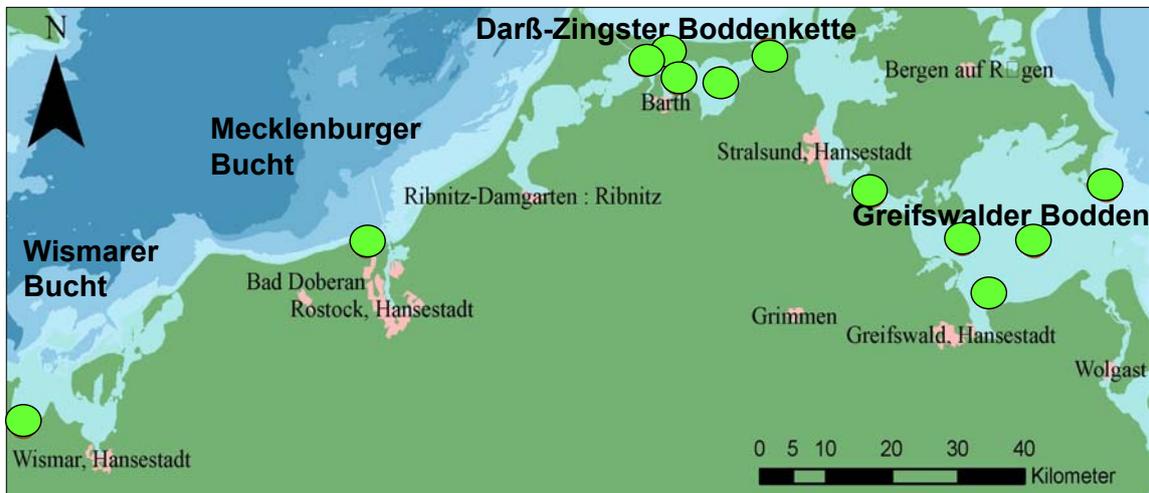
Räumliche Verbreitung Ostsee

Vorkommen von *V. vulnificus* an **allen** Probenahmestellen bei <16 psu.



Vibrionenmonitoring Ostsee

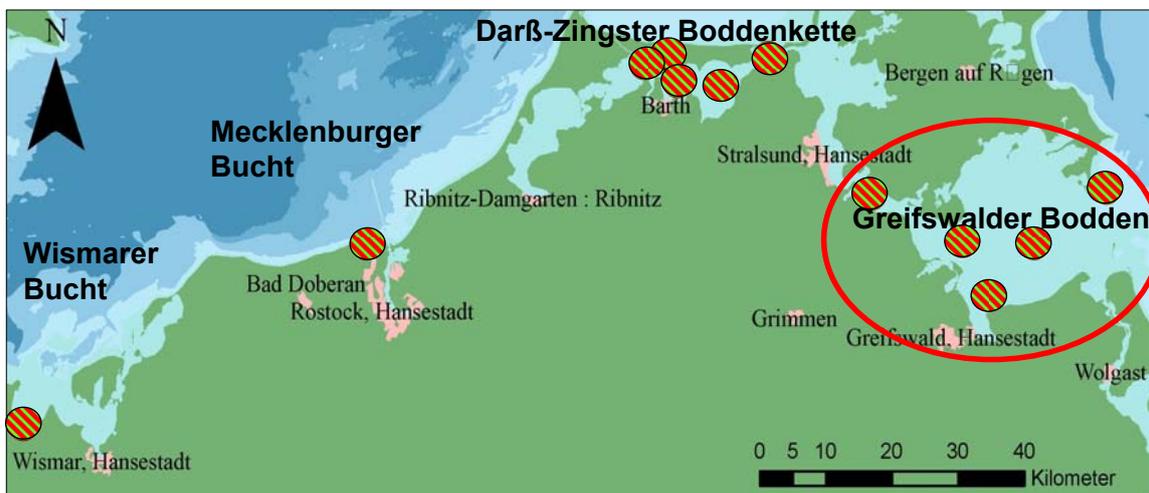
Vorkommen von *V. cholerae non-O1/ non-O139* an **allen** Probenahmestellen bei <16 psu.



● positive *V. cholerae* Befunde

Vibrionenmonitoring Ostsee

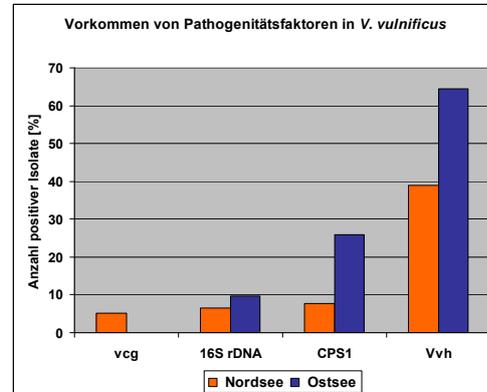
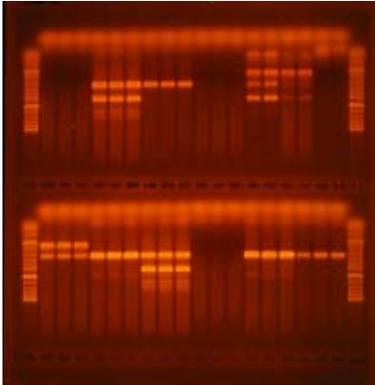
Gehäuftes Vorkommen von *V. vulnificus* im **Greifswalder Bodden**.



● positive *V. vulnificus* Befunde

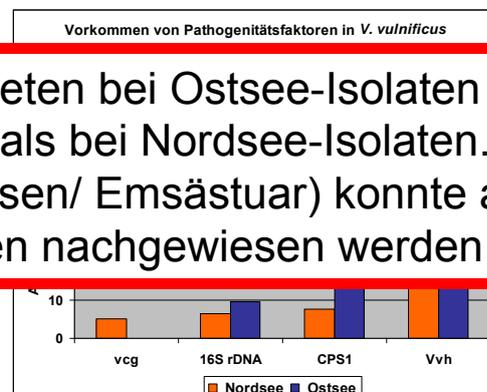
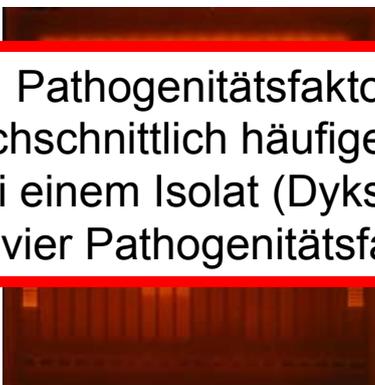
● positive *V. cholerae* Befunde

Nachweis spezifischer DNA-Abschnitte mittels Polymerase-Kettenreaktion (vorläufige Ergebnisse)



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

Nachweis spezifischer DNA-Abschnitte mittels Polymerase-Kettenreaktion (vorläufige Ergebnisse)

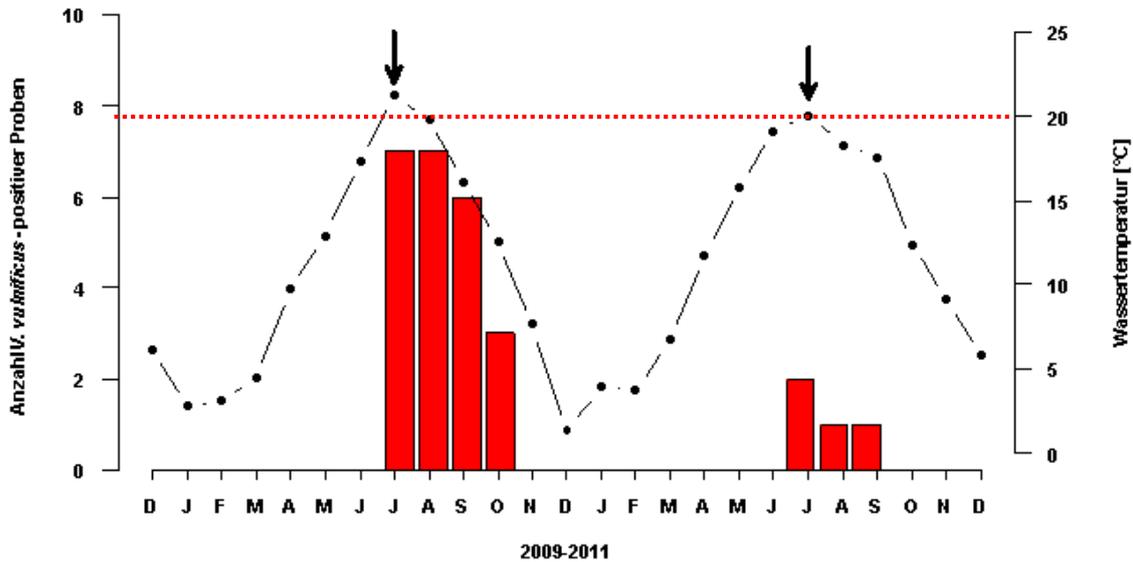


Pathogenitätsfaktoren treten bei Ostsee-Isolaten durchschnittlich häufiger auf als bei Nordsee-Isolaten. Nur bei einem Isolat (Dyksterhusen/ Emsästuar) konnte alle vier Pathogenitätsfaktoren nachgewiesen werden.

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

Temperaturabhängigkeit Nordsee

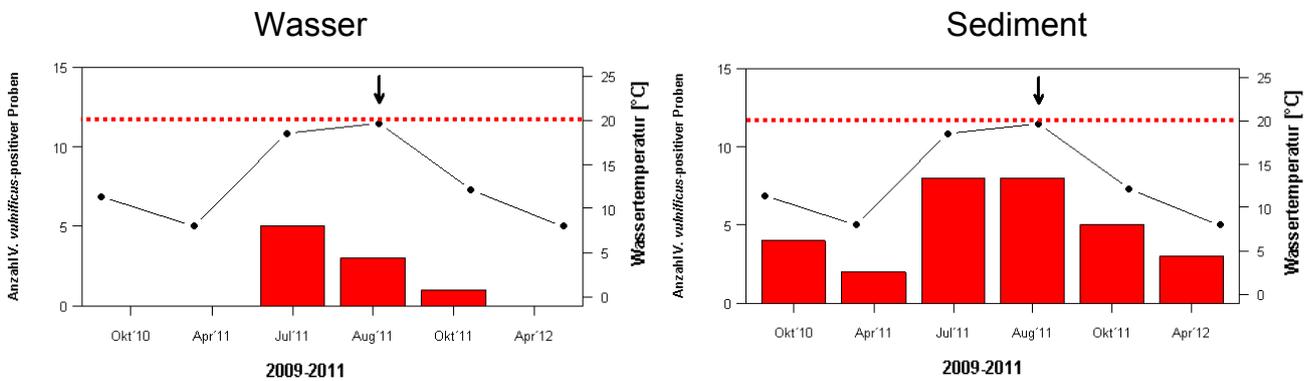
Sobald eine Wassertemperatur von 20°C erreicht wird, kann *V. vulnificus* über mehrere Monate lang in Wasser und Sedimenten nachgewiesen werden.



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

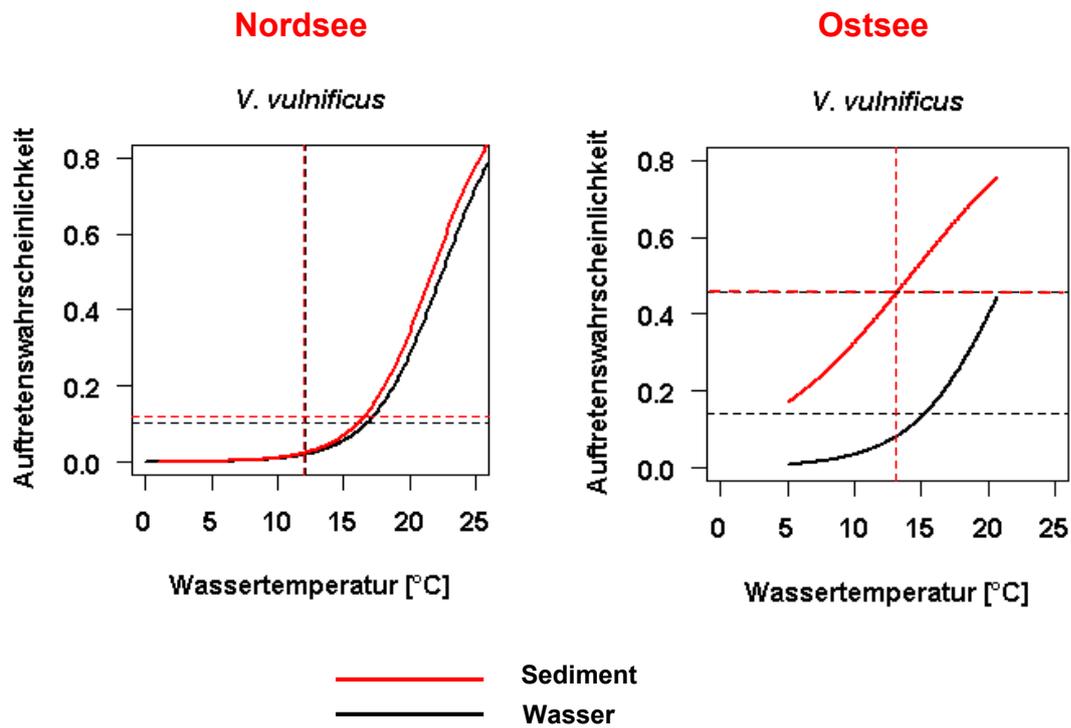
Temperaturabhängigkeit Ostsee

Anders als an der Nordsee ist das Vorkommen von *V. vulnificus* in der Ostsee nur im Wasser stark an Temperaturen $\geq 18^\circ\text{C}$ gebunden. Im Sediment kann *V. vulnificus* selbst im Frühjahr nach kalten Wintern nachgewiesen werden.

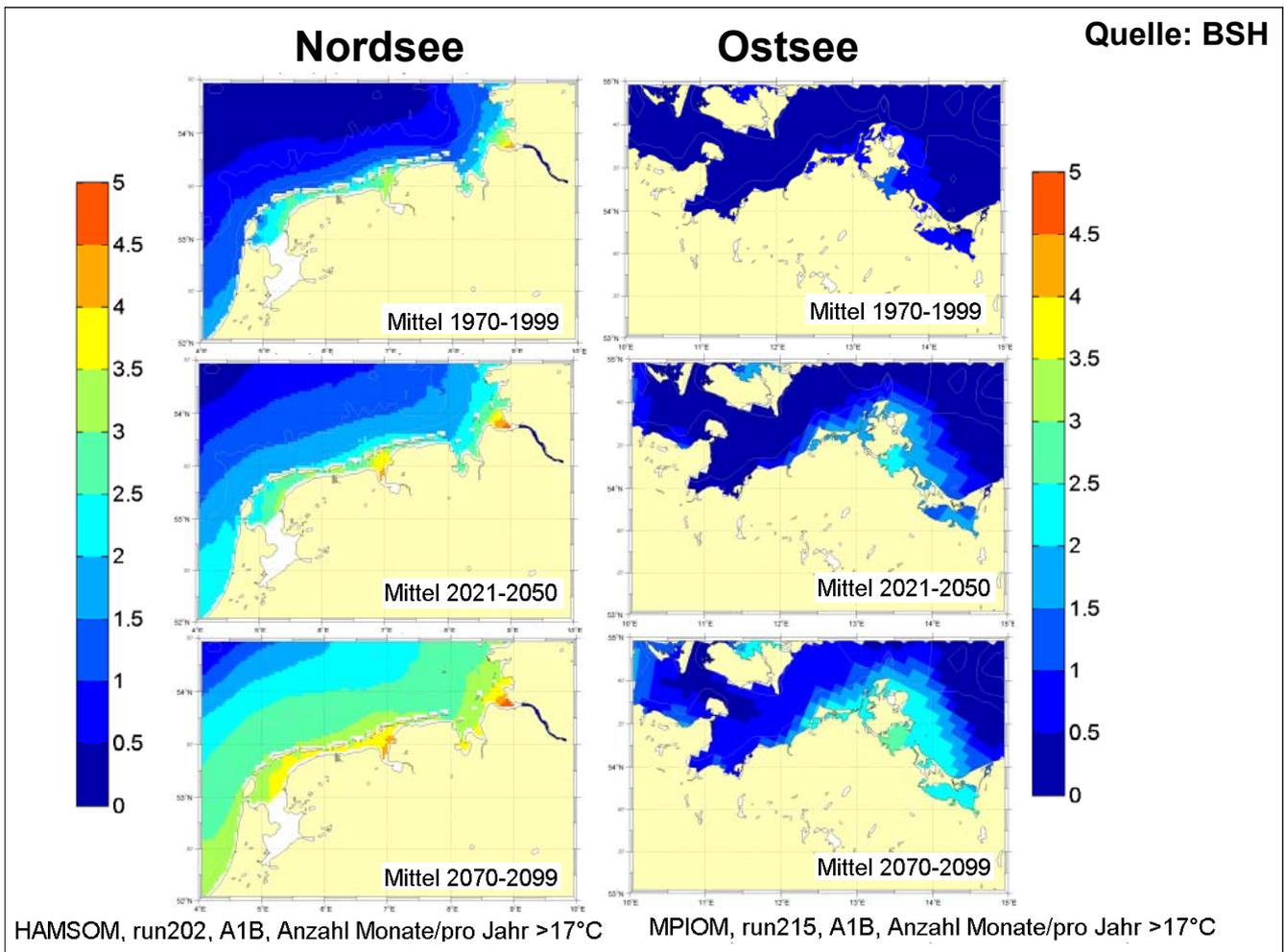


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Temperaturabhängigkeit *Vibrio*



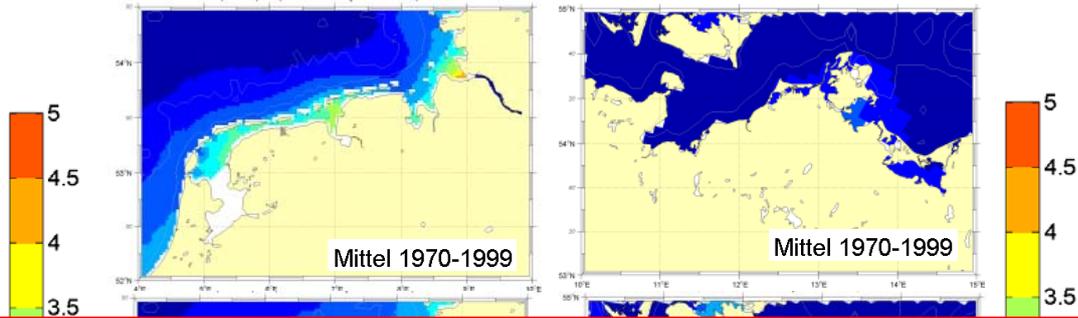
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin



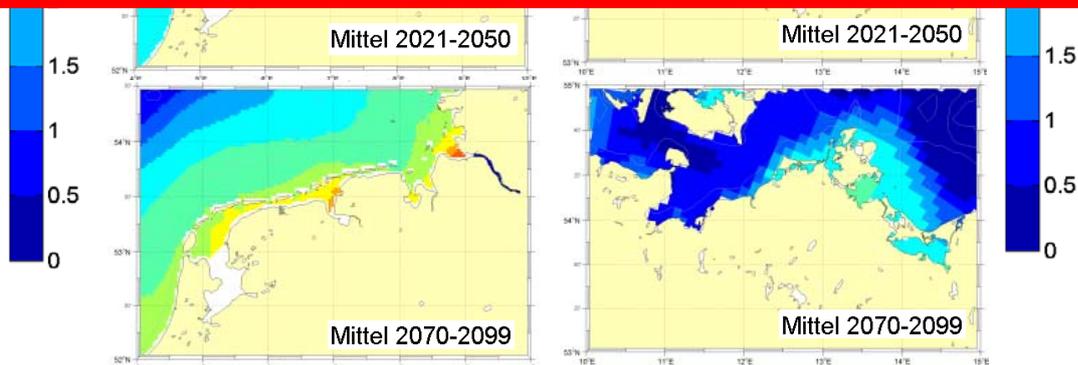
Nordsee

Ostsee

Quelle: BSH



Als Folge des Klimawandels wird die Anzahl der Tage pro Jahr zunehmen, an denen *V. vulnificus* gute Wachstumsbedingungen vorfindet.



HAMSOM, run202, A1B, Anzahl Monate/pro Jahr >17°C

MPIOM, run215, A1B, Anzahl Monate/pro Jahr >17°C

Zusammenfassung



- Der potenzielle Wunderreger *V. vulnificus* tritt im Sommer regelmäßig in den Brackwasserbereichen der Nordseeästuar und der Ostsee auf. In der Ostsee zudem *V. cholerae* non-O1/ non-O139 von Bedeutung.
- Nachweis von Pathogenitätsfaktoren in *V. vulnificus*-Isolaten aus Nord- und Ostsee. Anzahl pathogener Stämme in der Ostsee potenziell höher.
- Wassertemperaturen >20°C fördern das Vorkommen potenziell pathogener Vibrien
- In den Nordseeästuar und in der Ostsee steigen die Wassertemperaturen in Folge des Klimawandels an → Zunahme der Anzahl an Tagen/ Jahr, an denen insbesondere *V. vulnificus* verbesserte Wachstumsbedingungen vorfindet.

WSV und deren Auftragnehmer:

- In **naher** und vor allem in **ferner Zukunft** potenzielle Zunahme des Risikos von Wundinfektionen bei Arbeiten am Gewässer mit direktem Kontakt zu Wasser, Biofilmen und Sedimenten (insbesondere Ostsee)

Handlungsoptionen → Sensibilisierung der Mitarbeiter (Schulung, Merkblatt), verstärkte Kommunikation mit Gesundheitsbehörden

Tourismus und Gesundheitswirtschaft (Rehakliniken, Kurhotels):

- Potenzielle Zunahme des Risikos von Wundinfektionen bei Badegewässerkontakt

Energiewirtschaft:

- möglicher Einfluss von Kühlwassereinleitungen auf das Wachstum von Vibrionen könnte durch Klimaerwärmung verstärkt werden

Handlungsoptionen → Kompetenzen vorhalten im Hinblick auf mögliche Interessenskonflikte

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

Simone I. Böer¹, Nicole Brennholt¹, Georg Reifferscheid¹, Ernst-August Heinemeyer², Katrin Luden², Gerhard Hauk³, Oliver Duty³, Ilona Herrig^{1,4}, Werner Manz⁴

Auswirkungen des Klimawandels auf die mikrobiologisch-hygienische Wasserqualität in den Bundeswasserstrassen / PJ 3.04 und PJ 5.03

boer@bafg.de, brennholt@bafg.de, reifferscheid@bafg.de,
Ernst-August.Heinemeyer@nlga.Niedersachsen.de, Katrin.Luden@nlga.Niedersachsen.de,
gerhard.hauk@lagus.mv-regierung.de, oliver.duty@lagus.mv-regierung.de,
herrig@bafg.de, manz@uni-koblenz.de

¹ Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat G3 (Biochemie, Ökotoxikologie), Koblenz

² Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Aurich

³ Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Rostock

⁴ Universität Koblenz-Landau, Koblenz