

# **KLIWAQ: Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität**

Ursula Karges, IWW

DVGW Lunch & Learn

29.11.2023

# Verknüpfung im strategischen Innovationsprogramm „Zukunft Wasser“ (TP4)





Menge ↔ Qualität



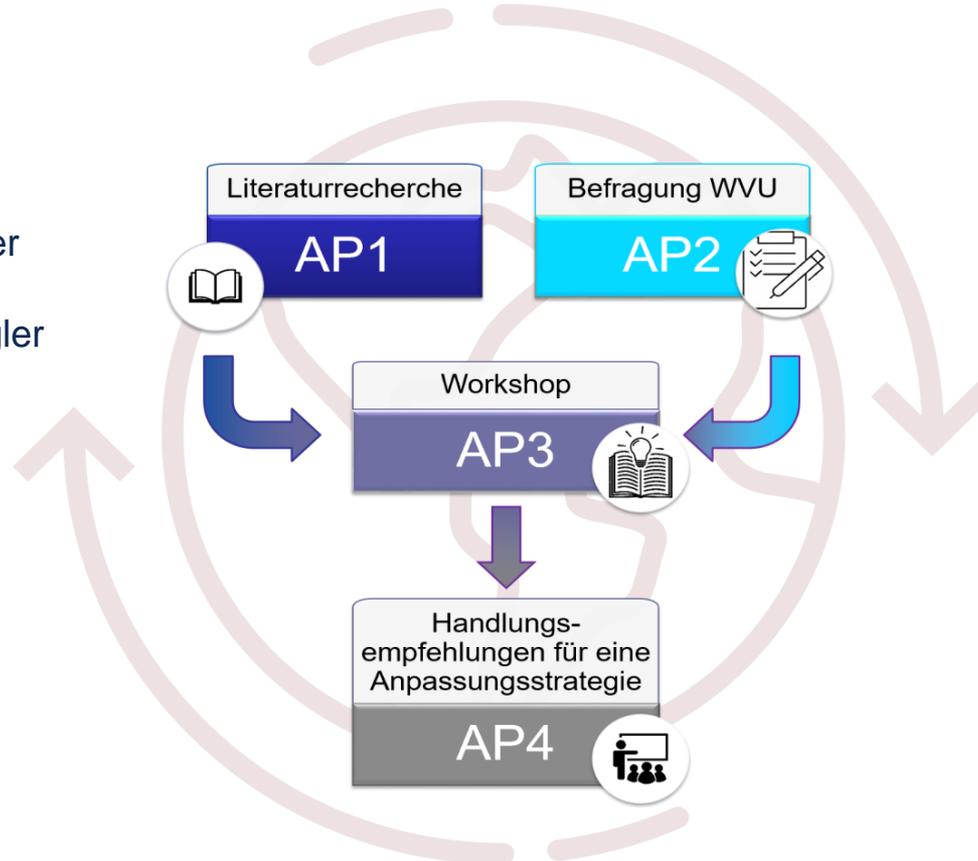
SÜDKURIER <https://www.suedkurier.de/9201750>  
SCHWARZWALD-BAAR 03. April 2017, 10:13 Uhr  
**Grundwasser in der Region sinkt auf 30-Jahres-Tief**  
Extrem niedrige Messwerte in der Region: Quellen im Schwarzwald sind besonders betroffen.

- Welche klimatischen Veränderungen haben einen **Einfluss auf die Wasserressourcen**
- Welche Wasserressourcen sind besonders betroffen?
- Welche Änderungen der physikalisch-chemischen und mikrobiologischen **Wasserbeschaffenheit** bestehen **derzeit** oder sind **zukünftig** zu erwarten?
- Welche **Klimafolgen** spüren die **Wasserversorger** bereits ganz konkret bzw. zeichnen sich ab?
- *Welche **Konsequenzen und mögliche Maßnahmen** wurden und werden getroffen, bzw. diskutiert?*

## TZW

Technologiezentrum  
Wasser

- Dr. Frank Sacher
- Merle Käberich
- Dr. Michael Hügler



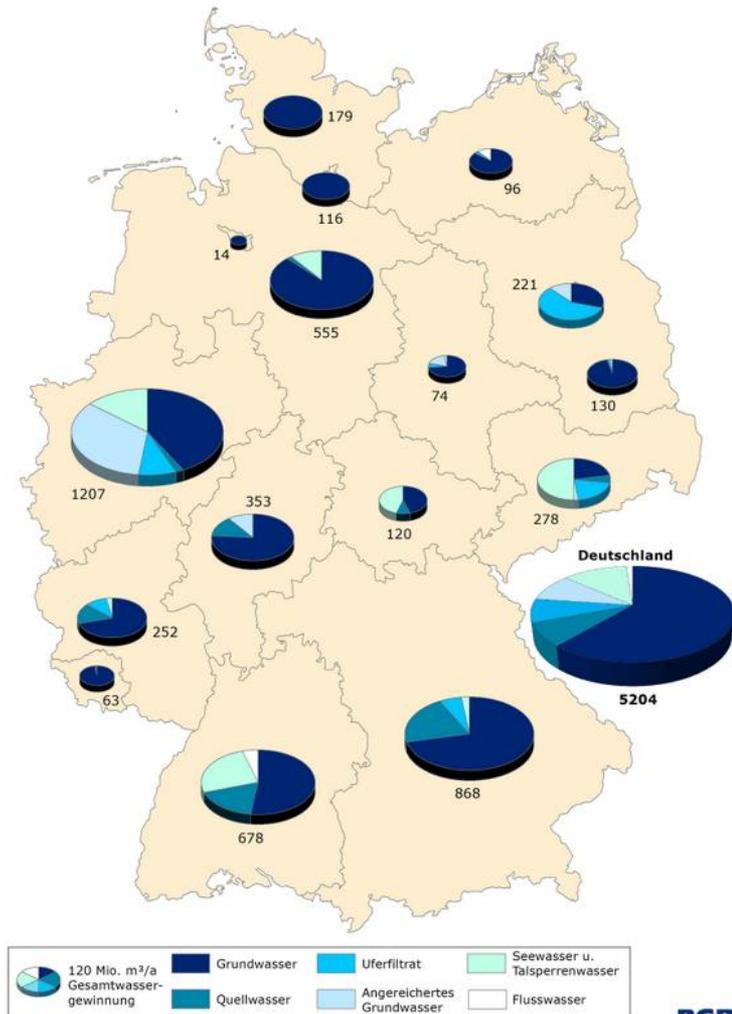
## IWW

- Ursula Karges
- Dr. Bernd Bendinger
- (Dr. Christine Kübeck)



- **Zusammenstellung und systematische Auswertung** des aktuellen Stands des Wissens zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserbeschaffenheit
- Fokus auf genutzte **Rohwasserressourcen** (Grundwasser, Uferfiltrat, Oberflächenwasser)
- Identifizierung von **Herausforderungen** für die Trinkwasserversorgung
- Identifizierung von **Anpassungsmaßnahmen**

Öffentliche Wasserversorgung der Bundesländer 2016 nach Wasserarten



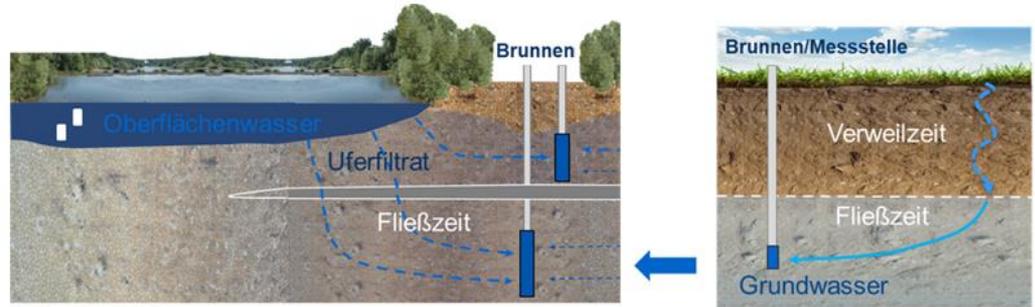
# Auswirkungen und Effekte

## - Literatur -

- > 200 Studien
- 1994 - 2022
- „klimatischen Bedingungen Mitteleuropas“

**Anstieg der Lufttemperatur**  
**Starkregenereignisse**  
**Sommertrockenheit**

- Physikalische/chemische Auswirkungen
- (Mikro-)biologische Auswirkungen



Wasserkörper	Reaktionszeit
Oberflächenwasser (Fließgewässer & Talsperren)	kurz (Stunden - Tage)
Uferfiltrat (Grund- und Oberflächenwasser)	mittel (Wochen – Monate)
Grundwasser	lang (Jahre - Jahrzehnte)

*Datenbasis zu Oberflächenwasser > Grundwasser*

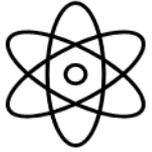
# Auswirkungen und Effekte

## - Literatur -



### Physikalische / chemische Effekte & (Mikro-)biologische Auswirkungen

OW	UF	GW
<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperaturanstieg</li><li>• Verändertes Spurenstoffspektrum</li><li>• Ausgeprägte Niedrigwasserphasen</li><li>• Höhere Schadstoffkonzentrationen</li><li>• Anstieg DOC</li><li>• Algenblüten - Algtoxineinbildung</li><li>• Längere stabile Schichtung in Talsperren</li><li>• Veränderte Artenzusammensetzung - Neobiota</li><li>• Nachweis von Krankheitserregern</li><li>• Massenentwicklung coliformer Bakterien</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperaturanstieg</li><li>• Verändertes Spurenstoffspektrum</li><li>• Höherer Spureneintrag</li><li>• Veränderte Wirksamkeit der Bodenfilterbarriere <i>Veränderte Fließ-/Eintragswege</i> <i>Aufbau/Abtrag</i> <i>Kolmationsschicht</i></li><li>• Beschleunigte mikrobielle Aktivitäten</li><li>• Infiltration von Pathogenen und Bakterien</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperaturanstieg</li><li>• Veränderung der Grundwasserqualität</li><li>• Anstieg DOC</li><li>• Grundwasserabsenkung</li><li>• Belüftung semiterrestrischer Böden</li><li>• Veränderte Artenzusammensetzung</li><li>• Eintrag von Krankheitserregern</li><li>• Trübung (Quellen)</li><li>• Verockerungen &amp; -verschleimungen</li><li>• Salzwasserintrusion</li></ul>

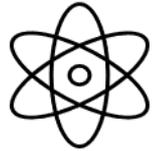


# Auswirkungen und Effekte

## - Literatur -



Physikalische / chemische Effekte & (Mikro-)biologische Auswirkungen		
OW	UF	GW
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturanstieg</li> <li>• Verändertes Spurenstoffspektrum</li> <li>• Ausgeprägte Niedrigwasserphasen</li> <li>• Höhere Schadstoff-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturanstieg</li> <li>• Verändertes Spurenstoffspektrum</li> <li>• Höherer Spurenstoffeintrag</li> <li>• Veränderte Wirksamkeit der Bodenfilterbarriere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturanstieg</li> <li>• Veränderung der Grundwasserqualität</li> <li>• Anstieg DOC</li> <li>• Grundwasserabsenkung</li> <li>• Belüftung semiterrestrischer</li> </ul>
<p><b>! Zusammenhänge oft sehr Komplex !</b></p> <p>→ Gründe /Ursachen für einzelne Effekte oft vielschichtig ←</p> <p>→ u.U. maskiert durch standortspezifische Einflüsse ←</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis von Krankheitserregern</li> <li>• Massenentwicklung coliformer Bakterien</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salzwasserintrusion</li> </ul>





- Umfrage bei Wasserversorgungsunternehmen
  - Praktische **Erfahrungen** zu den Auswirkungen des Klimawandels
  - Zukünftige **Herausforderungen**
  - Ergriffene **Maßnahmen**
- **Betroffenheit** der einzelnen Ressourcen
- Evaluierung und Validierung der Ergebnisse aus AP1

- ~ 20 Fragen zu identifizierten Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität
- z.T. **spezifische Fragen je nach Rohwasserart**
- **Zeitaufwand 10-15 Minuten**

10% (2/20)

**DVGW** | **TZW** Technologiezentrum Wasser | **IWW** IWW ZENTRUM WASSER

★ **Woher stammt das in Ihrem Wasserwerk verwendete Rohwasser?**

Kluft-/Karstgrundwasserleiter (inkl. Quellen)

Porengrundwasserleiter

Talsperre

See

Fluss

**Weiter >**

LamaPoll

**DVGW** Zukunftsprogramm **WASSER**

**DVGW**

Welche der folgenden Auswirkungen des Klimawandels auf die **mikrobiologische Wasserqualität im Rohwasser** haben Sie bereits festgestellt?

- Zeitweise erhöhte Trübungswerte
- Häufigere Befunde oder erhöhte Werte für mikrobiologische Parameter (z.B. E. coli, coliforme Bakterien, Enterokokken, Clostridien, Koloniezahlen)

Wenn ja, für welche mikrobiologischen Parameter wurden häufigere Befunde oder erhöhte Werte festgestellt?

Welche der folgenden Auswirkungen des Klimawandels auf die **physikalisch-chemische Wasserqualität im Rohwasser** haben Sie bereits festgestellt?

- Temperaturveränderungen
- Veränderungen des Sauerstoffgehalts
- Zeitweise erhöhte Trübungswerte
- Erhöhung der Mineralisation (Leitfähigkeit)
- Auftreten erhöhter Metallkonzentrationen (z.B. Fe, Mn)
- Verändertes Substanzspektrum an Spurenstoffen

Wenn ja, für welche Spurenstoffe wurden Veränderungen festgestellt?

Sind aus den festgestellten Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität bereits Konsequenzen für die **Trinkwasseraufbereitung** entstanden und ist ggf. eine Anpassung der Aufbereitung erfolgt?

- Ja
- Nein

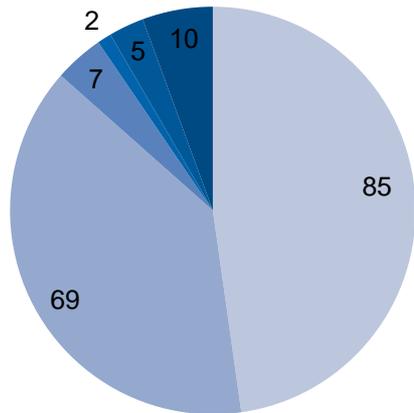
Welche Anpassungen in der Trinkwasseraufbereitung wurden/werden vorgenommen?

# Status Quo

## Befragung WVU - Teilnahme

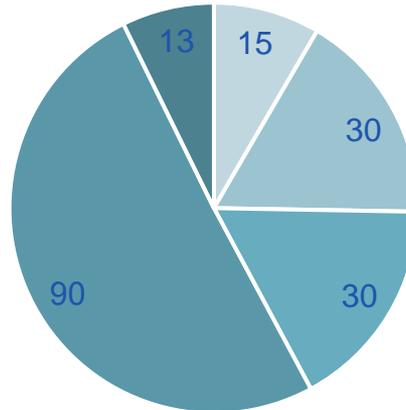
178 vollständige Rückläufe → 10% der angeschriebenen

Rohwasserart



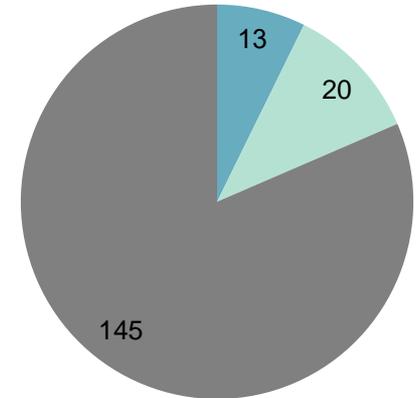
- Porengrundwasser
- Karst-/Kluftgrundwasser
- Talsperre
- See
- Fluss
- Uferfiltrat

Wasserabgabemenge in mio. m<sup>3</sup>/a



- < 0,1
- 0,1-0,5
- 0,5-1,0
- 1-10
- > 10

Aufbereitungsverfahren

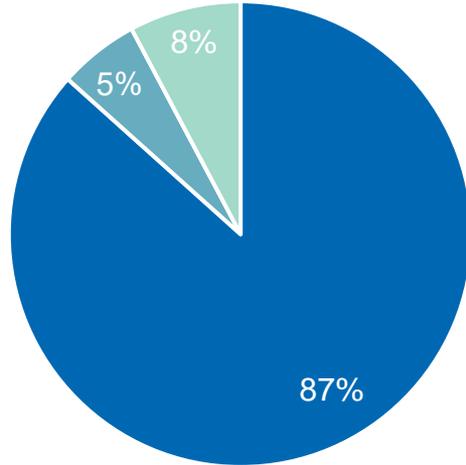


- Keine
- nur Desinfektion
- Aufbereitung

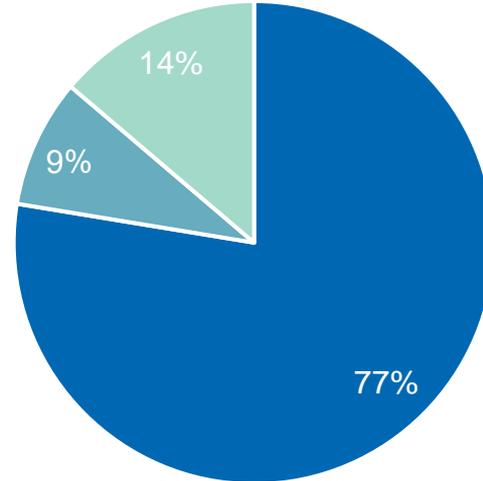
# Status Quo

## Befragung WVU - Vergleich mit Deutschland

Anteil Rohwasserart Umfrage



Anteil Rohwasserart Deutschland<sup>1</sup>



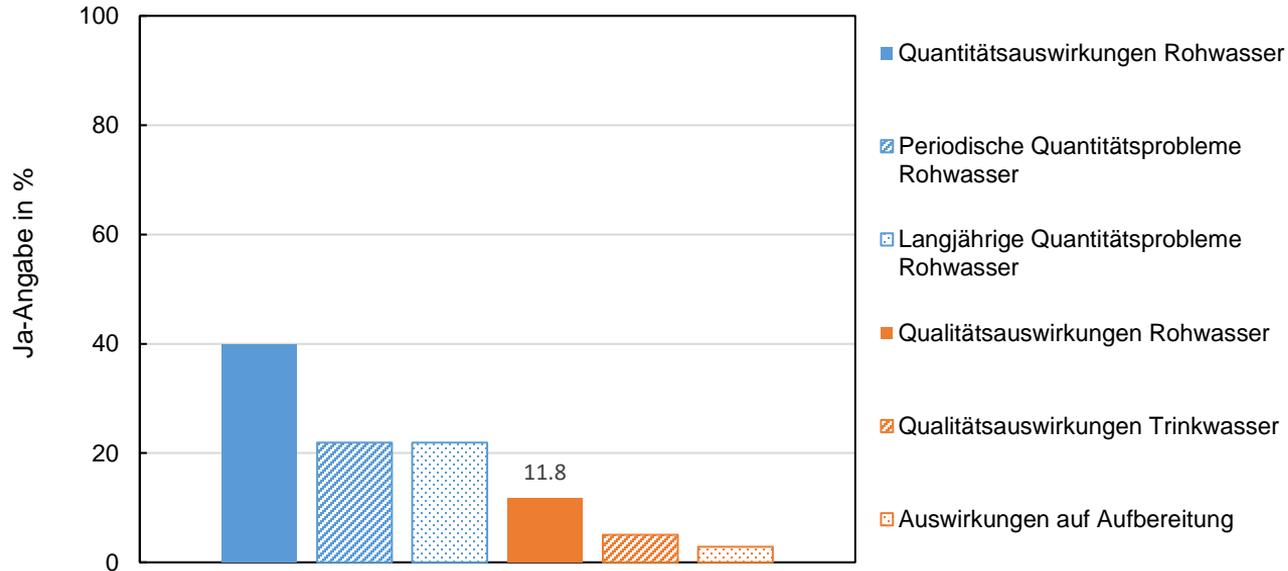
- Grundwasser (inkl. Quellen)
- Uferfiltrat
- Oberflächengewässer

~ 14,7 % der jährlichen Wasserabgabemenge wurde erfasst<sup>1</sup>, aber nur 3,1 % aller WVU (178 von 5729)<sup>1</sup>

# Status Quo

## Quantität vs. Qualität

Alle Teilnehmenden der Umfrage (178)



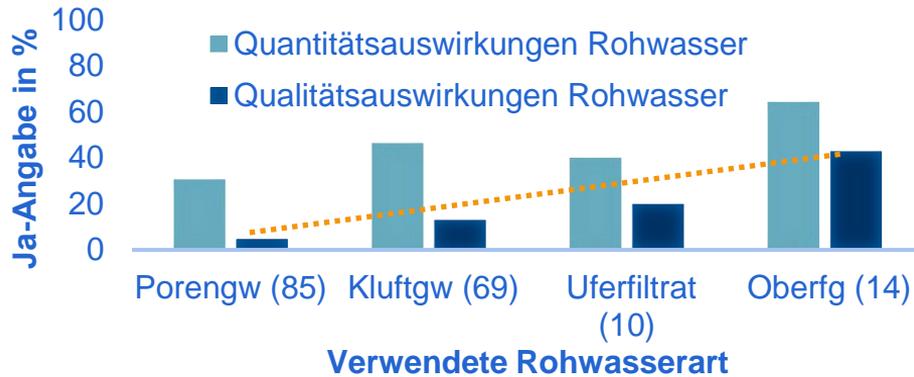
Geringere **Qualitätsauswirkungen** auf **Trinkwasser und Aufbereitung**



# Status Quo

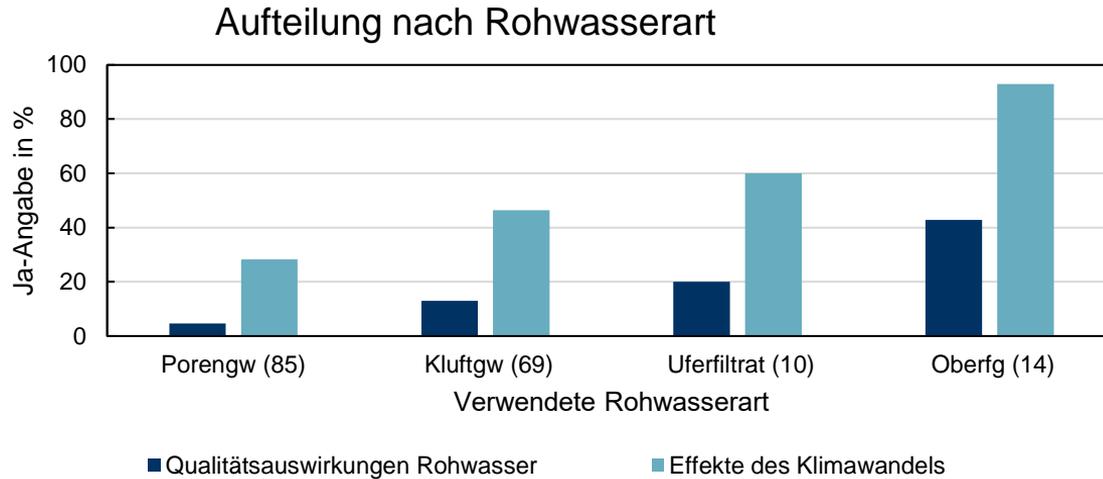
## Beobachtete Qualitätsauswirkungen

Porengrundwasser < Kluft-/Karstgrundwasser < Uferfiltrat < Oberflächengewässer



# Status Quo

## Wahrnehmung vs. Effekte



Nur **11,8 %** nehmen Auswirkungen wahr, aber **42,1 %** berichten von Effekten...

Salzwasserintrusion/Salzwasseraufstieg

Häufigere Befunde/erhöhte Werte mikrobiologischer Parameter

## Temperaturveränderungen

Erhöhte Trübungswerte

Verändertes Substanzspektrum an Spurenstoffen

Porengrundwasser

Erhöhte Nitratkonzentrationen

## Erhöhte Trübungswerte

Häufigere Befunde/erhöhte Werte mikrobiologischer Parameter

## Temperaturveränderungen

Erhöhte Mineralisation

Erhöhte Metallkonzentrationen

Kluft-/Karstgrundwasser

Häufigeres Auftreten Algen-/Cyanobakterienblüten

Verändertes Substanzspektrum an Spurenstoffen

## Temperaturveränderungen

Häufigere Befunde/erhöhte Werte mikrobiologischer Parameter

Erhöhte Metallkonzentrationen

Uferfiltrat

Erhöhte Trübungswerte

Häufigere Befunde/erhöhte Werte mikrobiologischer Parameter

Erhöhte Metallkonzentrationen

Verändertes Substanzspektrum an Spurenstoffen

Veränderungen Sauerstoffgehalt

Häufigeres Auftreten Algen-/Cyanobakterienblüten

## Temperaturveränderungen

Verlängerte Schichtungszeiten

Oberflächengewässer

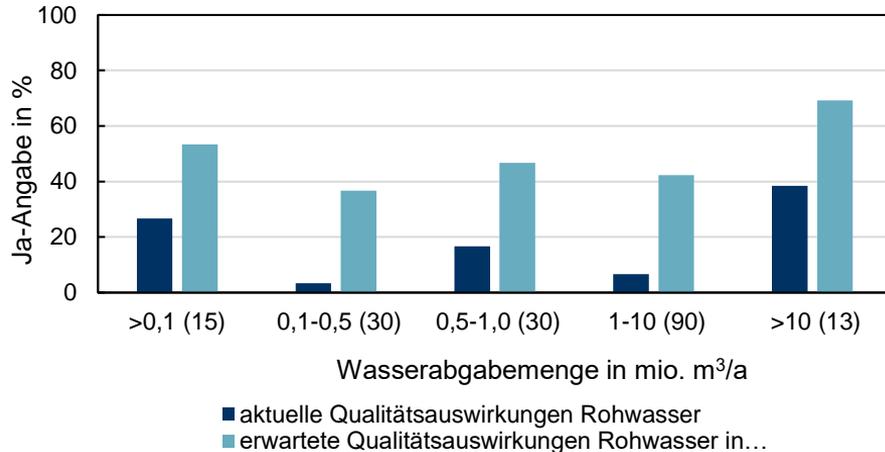
Hauptgründe für Effekte: **Trocken-/Hitzeperioden** und Starkregenereignisse



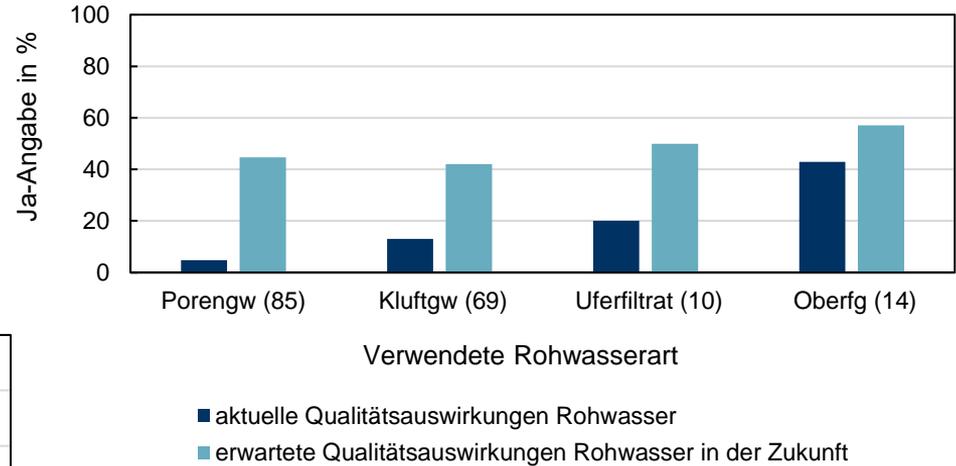
# Befragung WVU: zukünftige Auswirkungen

Knapp 50% der befragten WVU erwarten zukünftig zunehmende Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserqualität

## Aufteilung nach Größe



## Aufteilung nach Rohwasserart



→ somit erwartet rund die Hälfte keine solcher zukünftigen Auswirkungen

# Befragung WVU - zukünftige Auswirkungen



Erwartete Auswirkungen



Geplante Gegenmaßnahmen





- Workshop mit Vertretern von WVU und DVGW-Gremien
- Inhalt:
  - **Diskussion**
  - **Bewertung**
  - **Priorisierung der Ergebnisse** aus AP1 und AP2



- **Zusammenstellung der Ergebnisse und gewonnener Erkenntnisse** aus AP1 und AP2 (unter Berücksichtigung von AP3)
    - Aufzeigen von **Forschungsbedarf & Handlungsempfehlungen**
- Berichterstellung & **Ergebniskommunikation**

Wasserqualitätsauswirkungen durch Klimawandel  
→ Ein Thema insbesondere bei großen WVU

**fehlende Kapazitäten** bei kleineren WVU

**Thematisch Komplex:** Effekt - Klimawandel – Kausalität u.U. schwierig

**Quantitätsprobleme** und Probleme in der Wasserverteilung aktuell vordringlich

**Sensibilisierung von VerbraucherInnen** für ggf. notwendige, anfallende **Kosten** durch Aufbereitung etc.

**Zusätzliche Aufbereitung** als Maßnahme gegen Qualitätsauswirkungen vermutlich effektiv, **Kostenfrage!**

## Vorsorgen

Qualitätsauswirkungen von vorneherein vermeiden z.B. durch:

- Eintragsquellen identifizieren und eliminieren
  - **Monitoring**
  - **Austausch und Information**
    - Gefährdungs- und Risikoabschätzung
    - Kooperation
- Erosionsschutz
  - gezielte Bewaldung
  - Uferrandstreifen
- Bauliche Maßnahmen
  - **Alternative Wasserwege**
  - **Anpassung Mischwasserspeicher**

## Reagieren

Angepasste Bewirtschaftung, wenn klimabedingte, negative qualitative Veränderungen eingetreten sind:

- Aufbereitung anpassen
  - **z.B: Flockungsmittel**
  - **Aktivkohle, Ozonung...**
- Entnahme anpassen
  - **Alternative Ressourcen**
  - **Tiefenentnahme**

**Qualitätsauswirkungen** durch Klimawandel werden als **überwiegend beherrschbar** betrachtet

- Unterschiede nach Rohwasserart, Region und Größe WVU (Kapazität)
- Einzeleffekte/auswirkungen werden oft nicht dem Klimawandel zugeordnet/Kausalitäten sind unklar
- Temperaturerhöhung bisher deutlichster Effekt
- Weitere Effekte bisher eher vereinzelt – noch nicht flächendeckend
- Aufbereitung als Mittel zur Beherrschung von chemisch/mikrobiologischen Auswirkungen
- Quantitätsthemen haben Priorität

**Information** als wesentliches **Instrument** um ein **Bewusstsein für Qualitätsauswirkungen** durch Klimawandel und **Akzeptanz für ggf. notwendige Maßnahmen** unter VerbraucherInnen (und WVU) zu schaffen. → DVGW ←

# Vielen Dank!

Ursula Karges

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH

E-Mail: [u.karges@iww-online.de](mailto:u.karges@iww-online.de)

Telefon: +49 208 40303-616

