

Anpassung der Wasseraufbereitung und sicherer Netzbetrieb bei hohen Temperaturen

Fachkonferenz „Hitze, Hochwasser, Nitrat
Drei Herausforderungen für die
sichere Wasserversorgung von morgen“

Hannover (04.06.2014)

Nadine Staben, Susanne Grobe, Wolf Merkel



IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR
WASSERFORSCHUNG GEMEINNÜTZIGE GMBH

Institut an der

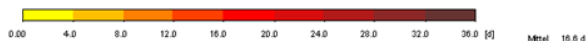
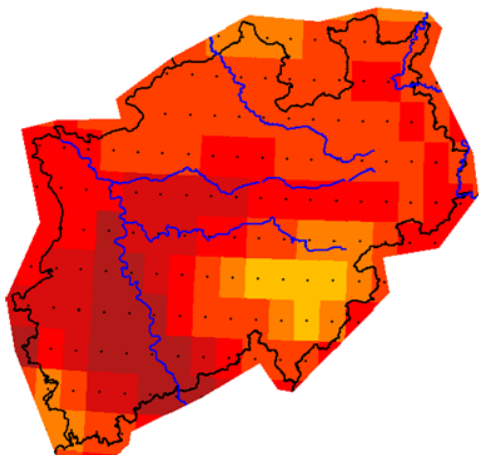
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN



- **Veränderte Rahmenbedingungen und Anpassungsbedarf**
- **Anpassungsoptionen**
 - **Wasseraufbereitung**
 - **Wasserverteilung**
- **Schlussfolgerung und Empfehlung**

Relevante Wandelfaktoren

Klimawandel



**Anstieg der Heißen Tage (> 30 ° C)
in Nordrhein-Westfalen
fernen Zukunft (2071 – 2100)
im Vergleich zu (1961 – 1990)**

Regionales Klimaprognosemodell CLM
IPCC Szenario: A1B
Moderater stetiger Anstieg der mittleren Jahrestemperaturen
Spürbare Zunahme der heißen Tage in Nordrhein-Westfalen
[Quelle: Dr. papadakis GmbH]

Demografischer Wandel



1980: erwartete Auslastung für 2010



Auslastung heute



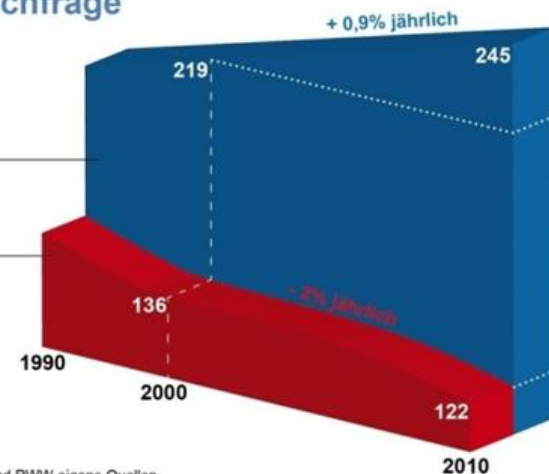
erwartete Auslastung 2060

Spezifische Wassernachfrage

(In Liter je Person/Tag, Haushalte und Kleingewerbe, bundesweit)

Prognose (TU Berlin 1980)

Tatsächliche Entwicklung
in Deutschland

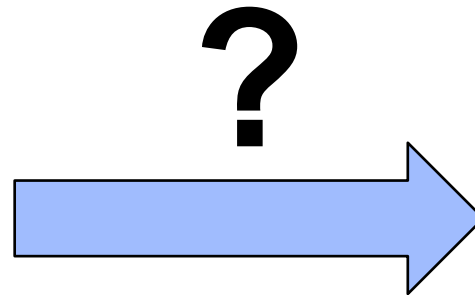
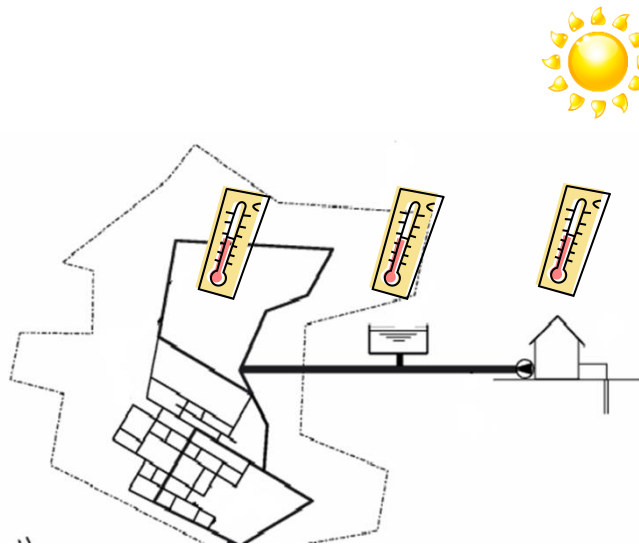


Q.: BDEW, TU Berlin, Battelle Institut, WW Zwickau und RWW-eigene Quellen

Quelle: Donner et al., 2012

Auswirkungen auf die Prozesskette der Wasserversorgung

- Temperaturanstieg Roh-/ Trinkwasser
- Bodentemperaturen steigen an, Trinkwasser im Verteilnetz erwärmt sich zusätzlich
- Reduzierter Wasserbedarf
 - (zeitweise) geringe Durchflüsse / Stagnation



**Einfluss auf Hygiene
/TW-Qualität**

Temperatur und Wachstumsbedingungen

Trinkwasserverordnung 2011 - § 4

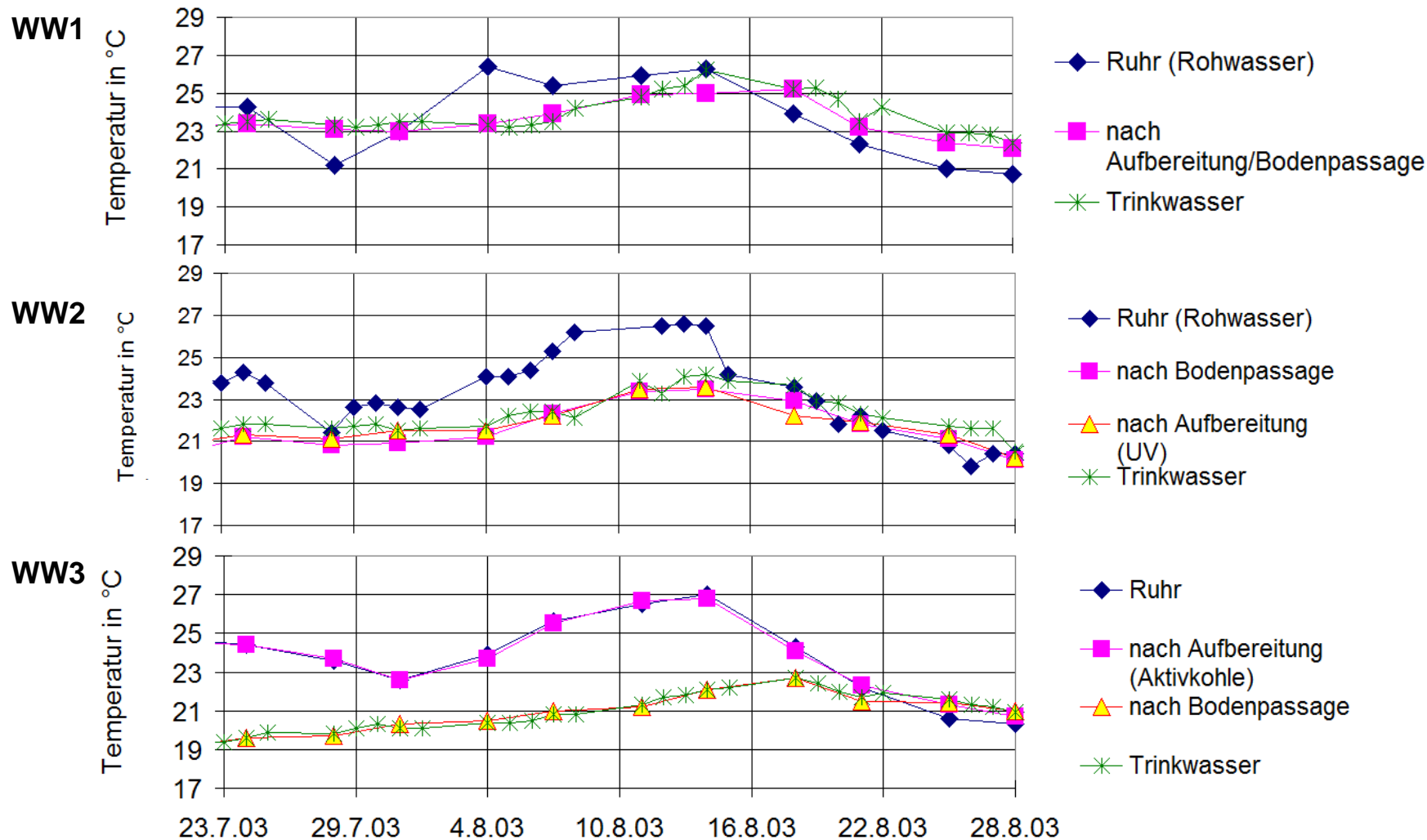
Allgemeine Anforderungen

(1)

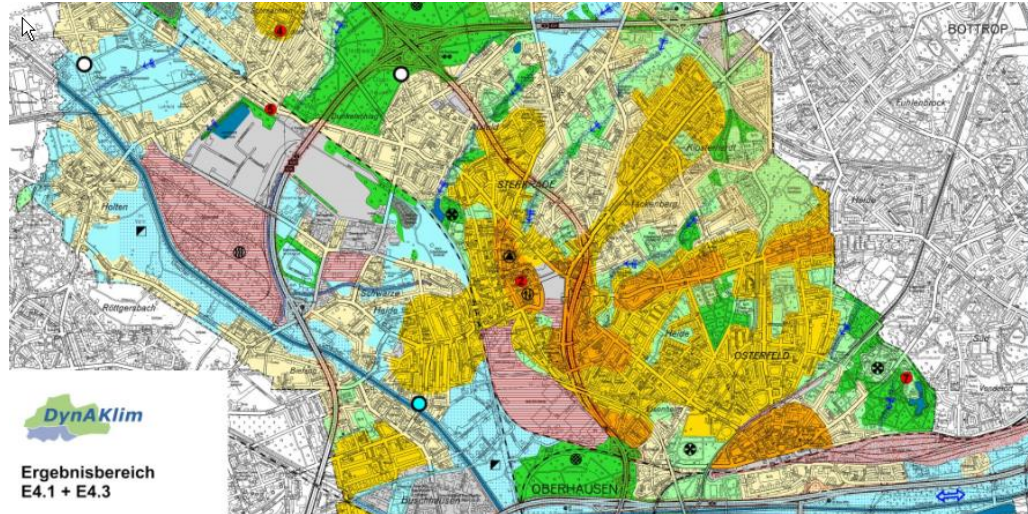
Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Es muss rein und genusstauglich sein.

Organismen	Minimal (°C)	Optimal (°C)	Maximal (°C)
Coliforme Bakterien fäkaler Herkunft			
<i>Escherichia coli</i>	8 - 10	39	48
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10	36-38	46
Fakultativ pathogene Umweltbakterien			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	37	43
<i>Legionella pneumophila</i>	25	32-35	45

Oberflächen- und Trinkwasser: Temp > 25 °C



Temperatur im Verteilungsnetz – 2010/11



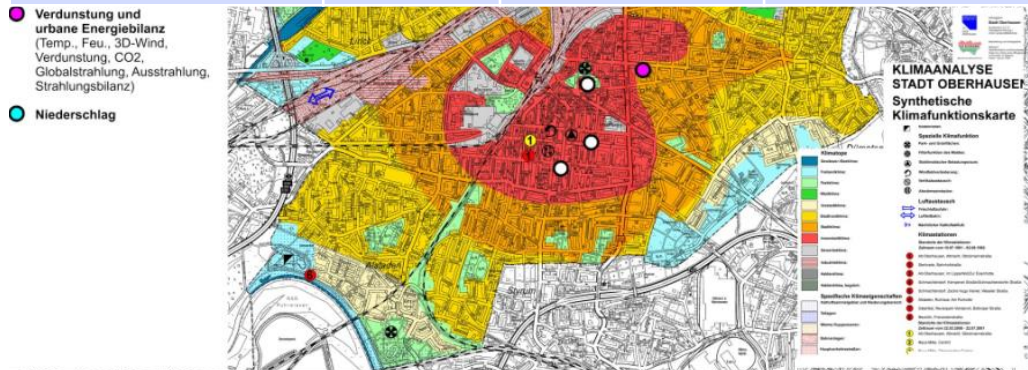
Ergebnisbereich E4.1 + E4.3

Feldversuche

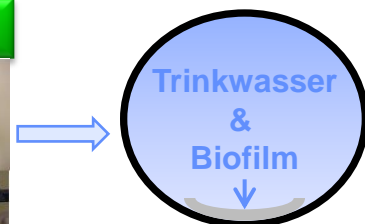


Parameter	Median	Minimalwert	Maximalwert
Temperatur (°C)	12,5	3,5	27,8

Grenzwert nach TrinkwV -



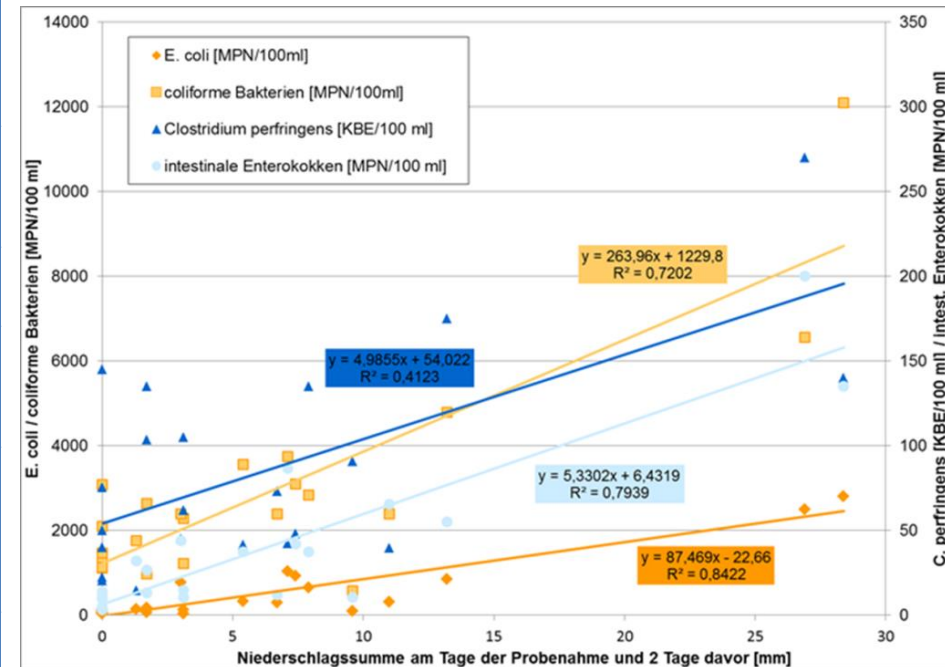
Laborversuch



Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Rohwässer der TW-Versorgung

- **Aufkonzentrierung bei Niedrigwasser**
- **Abschwemmungen bei Starkregen**
 - **Spurenstoffe, Mikrobiologie,...**

Parameter	Wasserführungsabhängigkeit (Q)	Temperaturabhängigkeit (WT)
Trübung, Nitrat, Aluminium	↑ wenn Q ↑	
DOC, SAK, Arsen		↑ wenn WT ↑
DTPA, Carbamazepin, Amidotrizoesäure	↑ wenn Q ↓	
Leitfähigkeit, Bromid, Sulfat, Natrium, Kalium, Kupfer, Nickel	↑ wenn Q ↓	↑ wenn WT ↑
Sauerstoff	↓ wenn Q ↓	↓ wenn WT ↑



- **Veränderte Rahmenbedingungen und Anpassungsbedarf**
- **Anpassungsoptionen**
 - **Wasseraufbereitung**
 - **Wasserverteilung**
- **Schlussfolgerung und Empfehlung**

Mögliche Anpassungspfade

- **Saisonal erhöhte Temperaturen im Roh- und Trinkwasser sind nicht zu ändern, aber ...**

Negative Folgen auf die Trinkwasserqualität können durch Anpassungen in der Aufbereitung und im Verteilungsnetz reduziert werden

- **Anpassungsoptionen**

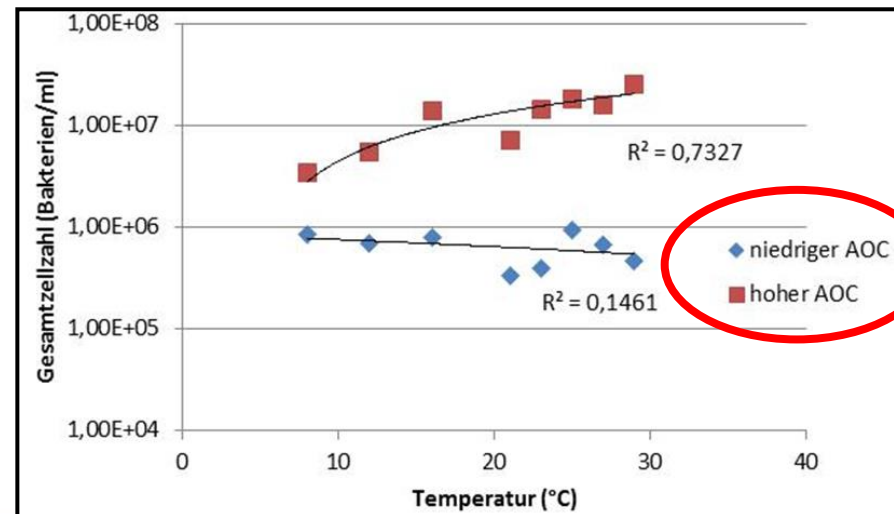
- **Wasseraufbereitung**
 - **Reduktion der Wasserinhaltsstoffe, die eine Wiederverkeimung im Verteilungsnetz begünstigen (insbesondere AOC)**
- **Wasserverteilung**
 - **Anpassung in Planung und Betrieb von WV-Netzen**
 - **Anpassung Monitoring der Wasserqualität**

Relevanz des AOC für die TW-Qualität

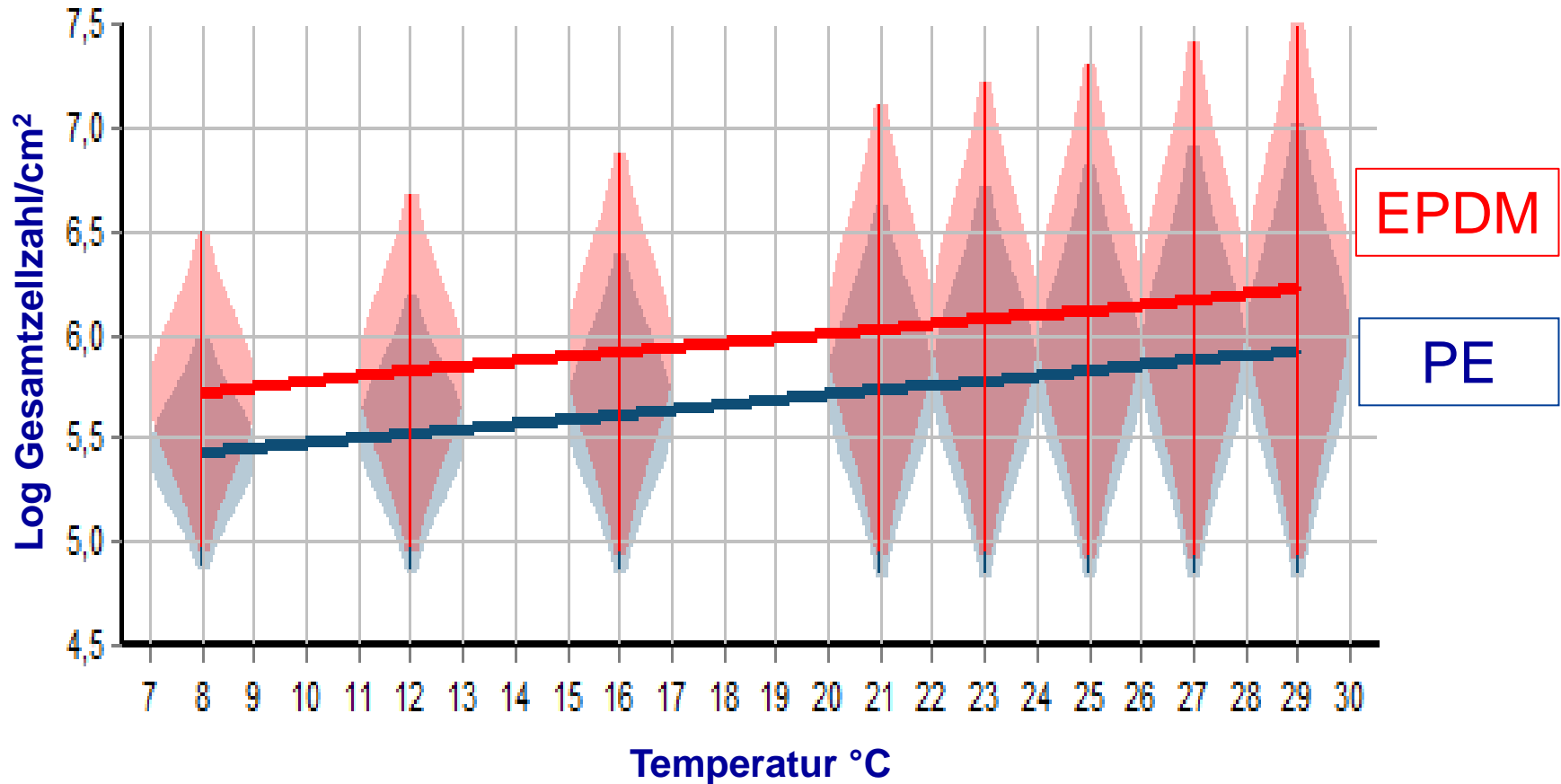
- **AOC kann sofort von Mikroorganismen als Substrat benutzt werden und führt dadurch zu mikrobiellem Wachstum**
 - Direkter Indikator für die Wiederverkeimung von Wasser und Schlüsselparameter für biologische Stabilität von Wasser
 - AOC-Gehalt bestimmt Einfluss von TW-Temperatur auf Hygiene
 - AOC wird ggf. aus Materialien im Verteilungssystem (PE, EPDM) temperaturabhängig freigesetzt

- **Folgen**








- Wiederverkeimung:
Negative Veränderung von Geschmack und Geruch
- Biofilmbildung
- Wachstum pathogener MO:
Verschlechterung Hygiene

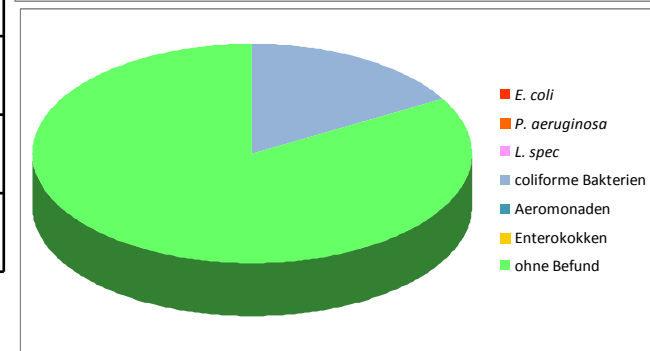
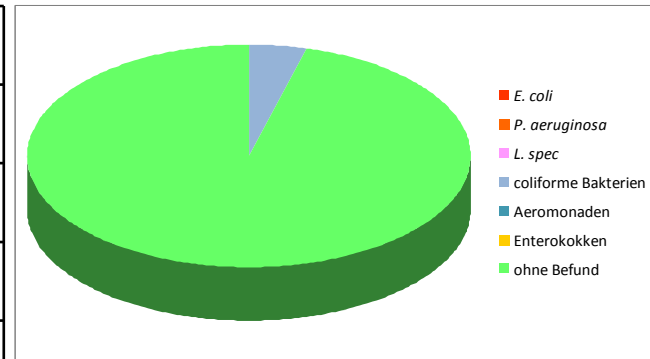


Freisetzung von AOC aus Verteilsystem



Trinkwasserbiofilm als sensibles Monitoring-System für die Trinkwasserphase

	Temperaturerhöhung
Koloniezahl 20°C nach TrinkwV	
Koloniezahl 36°C nach TrinkwV	
Gesamtzellzahl	
<i>E. coli</i>	
Coliforme Bakterien	
<i>P. aeruginosa</i>	
<i>Legionella spec.</i>	



- Hygienisch relevante Mikroorganismen sporadisch vorhanden
- Temperatur-Effekt nur für coliforme Bakterien nachweisbar
- Besiedlungshäufigkeit ist materialabhängig (EPDM > PE > Edelstahl)
- Kontaminationsrisiko nicht vollständig auszuschließen

- **Möglichst weitgehende Entfernung von AOC und dessen Vorläuferverbindungen bei der Aufbereitung**
 - Optimierung der Methanentfernung beim Gasaustausch
 - Management biologisch und/oder adsorptiv arbeitender Filtrationsstufen (u.a. Filterspülung, Reaktivierungsmanagement Aktivkohle)
 - Optimierung der Flockungsstufe (Mitfällung des AOC)

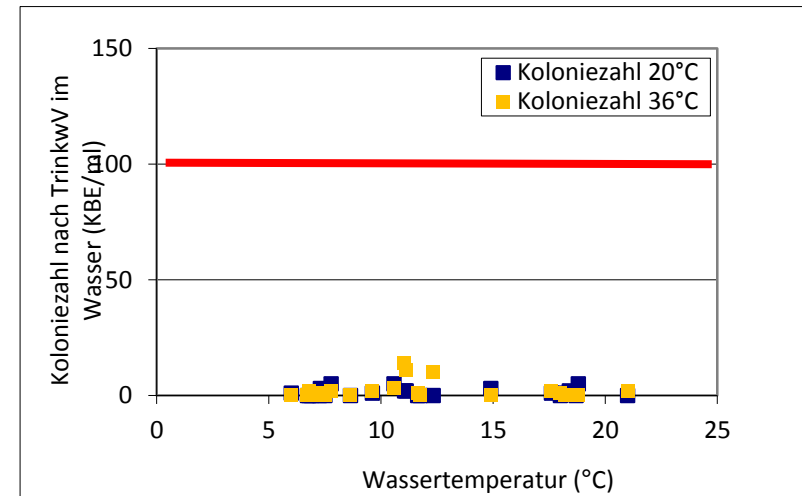
Anpassung Wasseraufbereitung: Strategien zur Minderung des AOC im TW (2)

- **Minimierung der AOC-Bildung in der Aufbereitung z.B. bei Oxidationsverfahren**
 - Verminderung von Überdosierung des Oxidationsmittels:
 - Kenntnis des Prozesses (Kontaktzeiten, Exposition, Oxidationsleistung)
 - bedarfsgerechte Zugabe des Oxidationsmittels (Regelung nach erforderlicher Exposition)
- **Optimierung des AOC-Rückhalts in Schnellfiltern**
 - Minimierung bzw. Vergleichmäßigung des AOC-Austrags z.B. durch Anpassung/Verkürzung der Spülintervalle

Anpassungsoptionen der Aufbereitung

- Effektive Aufbereitung reduziert die AOC-Gehalte so weit, dass keine temperaturabhängige Verschlechterung der TW-Qualität im Netz auftritt!

	Temperaturerhöhung
Koloniezahl 20°C nach TrinkwV	→
Koloniezahl 36°C nach TrinkwV	→
Gesamtzellzahl	→
<i>E. coli</i>	→
Coliforme Bakterien	→
<i>P. aeruginosa</i>	→
<i>Legionella spec.</i>	→



Charakterisierung Trinkwasser

- Rohwasser: Oberflächenwasser-angereichertes Grundwasser
- UV-Desinfektion
- **AOC: 5 µg/L**
- C:N:P-Verhältnis 100:45.000:380 (signifikante C-Limitierung!)

■ Planung und Betrieb

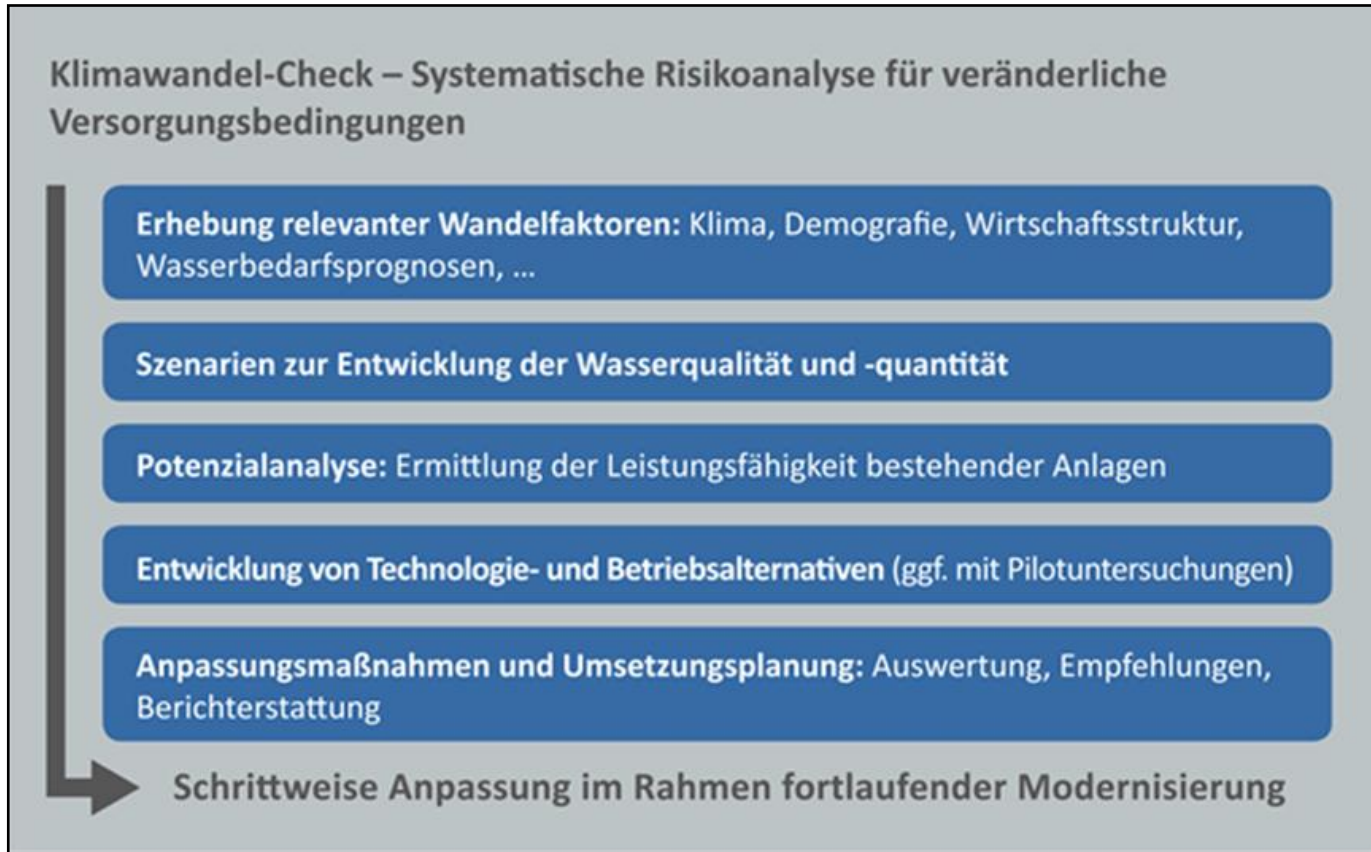
- Bedarfsgerechte Dimensionierung mit ausreichendem Wasserwechsel
- Minimierung von Stagnationen (Mindestdurchfluss pro Tag/Spülregime)
- „Tiefere“ Verlegung von TW-Leitungen/ Verlegung außerhalb von Straßenkörpern

■ Monitoring

- Kontrolle von definierten T-Spannen im Trinkwasser
- Identifizierung temperaturgefährdeter Bereiche
- Bestimmung mikrobiologisch verwertbarer Stoffe
- Mikrobiol.-hygienisches Monitoring von Oberflächen/Materialien

- **Veränderte Rahmenbedingungen und Anpassungsbedarf**
- **Anpassungsoptionen**
 - **Wasseraufbereitung**
 - **Wasserverteilung**
- **Schlussfolgerung und Empfehlung**

Weg zu einer individuellen Anpassungsstrategie

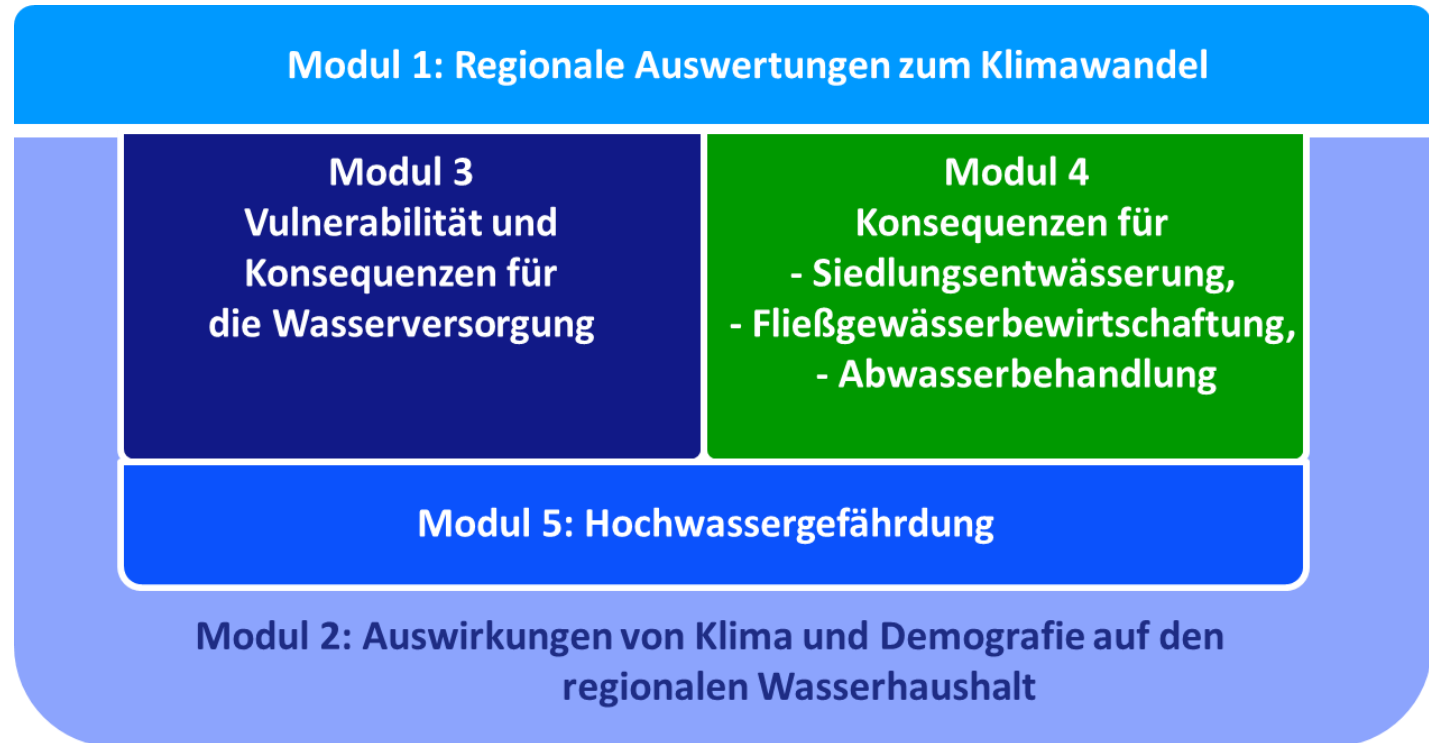


- **Wandelfaktoren und Auswirkungen auf die gesamte Prozesskette**
- **Systematische Ermittlung von Potenzialen und Risiken**
- **Anpassung unter Berücksichtigung laufender Modernisierung**

Klima/Demografie: Wandel am Niederrhein

Projektpartner

- SWK Krefeld
- SE Krefeld
- SW Düsseldorf
- SE Düsseldorf
- SW Wesel
- SE Wesel



- **Wie sind Wasserversorgung/Siedlungsentwässerung betroffen?**
- **Zielsetzungen**
 - **Wasserwirtschaftliche Auswirkungen von KW/DW konkretisieren**
 - **Vulnerabilität der Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung, Hochwasser**
 - **Maßnahmen ableiten und priorisieren**

Weiterführende Literatur

www.dynaklim.de

Sichere Wasserversorgung im Klimawandel

Wege zur Klimawandel-
Anpassung der Trinkwasser-
versorgung im Ruhrgebiet



Gefördert durch:



HERAUSFORDERUNGEN DER KLIMAWANDEL-AUSWIRKUNGEN FÜR DIE TRINKWASSERVERSORGUNG

Aktivität A 4.1.1 im BMBF-Verbundprojekt [dynaklim](http://www.dynaklim.de)

Anja Göbel
Hans-Joachim Müllner

SICHERUNG DER TRINKWASSERQUALITÄT BEI DER WASSERVERTEILUNG BEI VERÄNDERTEN BODENTEMPERATUREN

Aktivität A 4.1.3 im BMBF-Verbundprojekt [dynaklim](http://www.dynaklim.de)

Dr. Susanne Göbel,
M.Sc. Janine Wagner
Dr. Joost Wingender

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser gGmbH,
Mülheim an der Ruhr
www.iww-online.de

dynaklim-Publikation Nr. X / Dezember 2015

Abstract

Eine klimabedingte Erwärmung des Trinkwasserverteilungsnetzes ist gerade während sommerlicher längerer Hitzeperioden und in stark versiegelten Bereichen mit geringem Durchfluss in den Leitungen zu erwarten. Um einem möglichen Klima-bedingten negativen Einfluss auf die Trinkwasserqualität entgegen zu wirken, sind deshalb auf verschiedenen Ebenen Anpassungsstrategien denkbar. Sie umfassen dabei sowohl die Wassertechnologie mit ihrer Wasseraufbereitung, die Planung und das Management der Trinkwasserverteilungsnetze sowie das mikrobiologisch-hygienische Monitoring des Trinkwassers und der Wasser-benutzten Oberflächen. Ein mikrobiologisch stabiles nährstoffarmes Trinkwasser bietet dabei eine sehr gute Grundvoraussetzung, um trotz deutlich erhöhter Wassertemperaturen eine dauerhaft gute mikrobiologisch-hygienische Qualität gewährleisten zu können.

ökl
dynaklim

Klimawandel-
wirkungen und
sich durchge-
hen Wasserfüh-
ren NRW im
im Bereich Er-
wasserversorg-
berflächen-
wohl auf die
peraturen-
und Böden-
die Befähigung
finden werden,
Zustand, aber
werden an-
Anlagen an-
werden. Wo-
mo, die Stör-



Danksagung

- Die dargestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen des Verbund-Forschungsvorhabens *dynaklim* (BMBF Förderkennzeichen: 01LR0804L).
Wir danken dem BMBF für die finanzielle Unterstützung.
- Weiterhin bedanken wir uns bei unserem Projektpartner RWW für die gute und konstruktive Zusammenarbeit.
- ...und Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit!

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DLR Projektträger



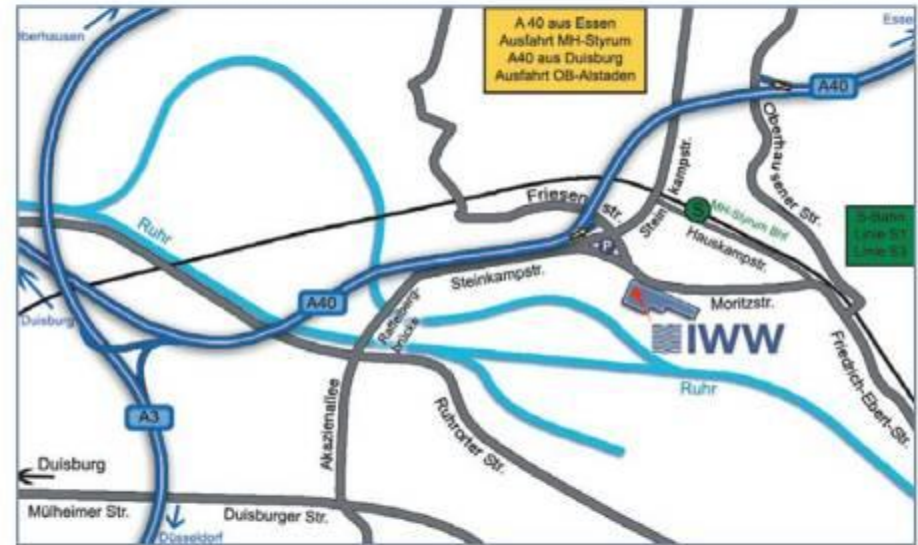
WIR BEWEGEN WASSER



IWW Zentrum Wasser
Dr.-Ing. Wolf Merkel
Tel +49 (0)208 40303-100
Mail w.merkel@iww-online.de

Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Telefon | +49 (0)208-4 03 03-0
Fax | +49 (0)208-4 03 03-80
E-Mail | info@iww-online.de
Web | www.iww-online.de



IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WASSER
BERATUNGS- UND ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT MBH

Institut an der

UNIVERSITÄT
**DUISBURG
ESSEN**

 Mitglied
im DVGW-
Institutsverbund

