



www.zukunftsprogramm-wasser.de

Wasserbedarf in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft - Prognosen bis 2100

29.09.2023 – DVGW Lunch & Learn

Sebastian Sturm, TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

INHALT

- Projektübersicht:
 - Anlass, Projektansatz
 - Datengrundlagen
- Vorgehen & Teilergebnisse je Sektor
 - Haushalt & Kleingewerbe
 - Industrie
 - Landwirtschaft
- Zwischenfazit und Ausblick



Projektübersicht

3

29.09.2023 – DVGW Lunch & Learn



Projektansatz

- Rahmen: Multi-sektorale Wasserbedarfsszenarien für Deutschland und Abschätzung zukünftiger Regionen mit steigender Wasserknappheit - WatDEMAND (W 202124)
- Anlass & Ziel:
 - Trockene und heiße Jahre zeigen, dass die deutsche Wasserversorgung regional-temporale Engpässe erreichen kann
 - Klimawandelprojektionen zeigen, dass sich die klimatischen Rahmenbedingungen in der nahen und fernen Zukunft noch verschärfen könnten
- Fragestellung & Projektansatz:
 - Wie entwickelt sich zukünftig der Wasserbedarf?
 - Wasserbedarf multi-sektoral bis Ende des Jahrhunderts räumlich aufgelöst für Deutschland abschätzen! (Top-Down-Ansatz!)



4

29.09.2023 – DVGW Lunch & Learn

Projektübersicht

- Bearbeitung:
 - IWW, TZW & Uni Hohenheim (Koordination: Dr. Tim aus der Beek, IWW)
 - Laufzeit: 01.12.2021 - 30.09.2023
 - Projektbegleitgruppe aus WVU und DVGW



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

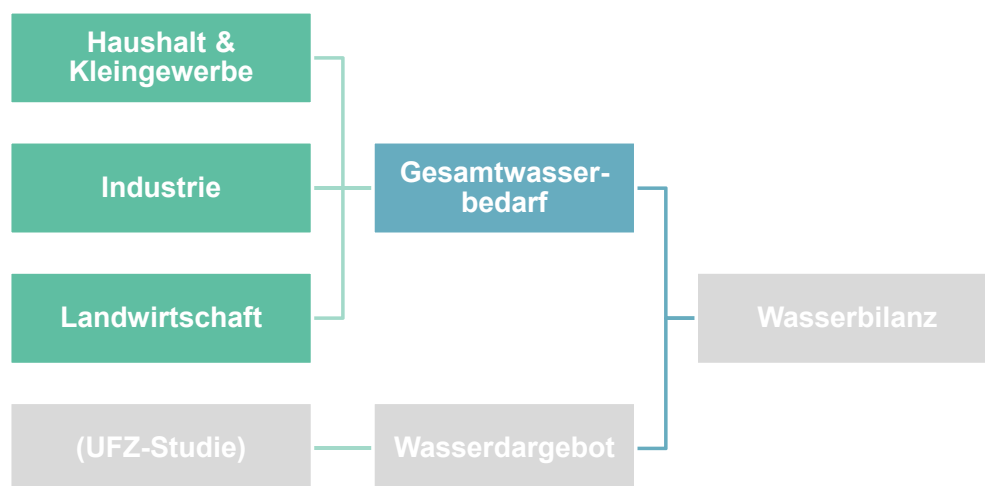
- Ausgangspunkt für nachfolgende Projekte:
 - WatDEMAND+ → Validierung anhand ausgewählter Kontrollregionen
 - GW_Impact → Auswirkungen Klimawandel auf das Grundwasserdargebot
 - ResilJetzt! → Infrastrukturlandkarte & Resilienzoptionen



5

29.09.2023 – DVGW Lunch & Learn

Methodik – Übersicht



6

29.09.2023 – DVGW Lunch & Learn

Methodik – Datengrundlagen

- Haushalt und Kleingewerbe
 - Referenzdaten 1998-2019
 - Verschiedene Einflussfaktoren in drei Szenarien
- Industrie
 - Referenzdaten 2007-2019
 - Annahmen zu Kühlwasserbedarf und Wasserbedarf für die H₂-Produktion
- Landwirtschaft
 - Berechnung: Zusatzwasserbedarf (DWA-M 590, Thünen-Agraratlas 2016 & Agrarökosystemsoftware Expert-N)
 - Viehhaltung: Tränkwasserbedarf (Referenzdaten 1999-2020, DVGW-W 410 (M))



Vorgehen & Teilergebnisse je Sektor

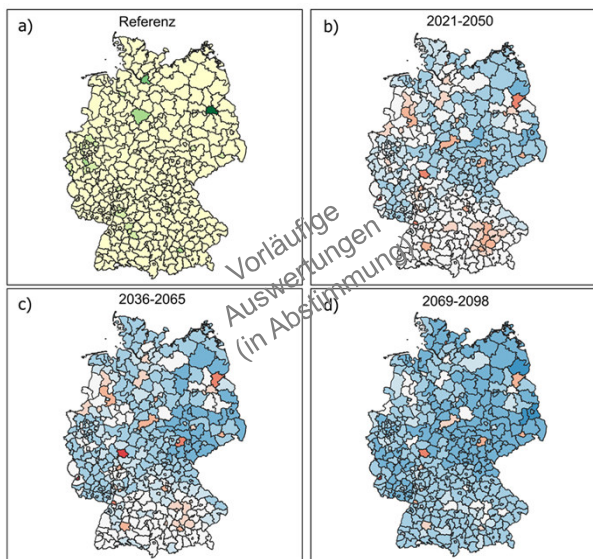


Wasserbedarf – Szenarien Haushalte & Kleingewerbe

	Unteres Szenario	Mittleres Szenario	Oberes Szenario
Technische Innovation	spez. Bedarf: -20 % linear bis 2050 Min.: 80 l/dE	spez. Bedarf: -5 % linear bis 2050 Min.: 80 l/dE	spez. Bedarf = konstant
Wasserpreis	ca. +50 % linear bis 2050 im Vergleich zur Referenz zusätzlich zur langfristigen Verbraucherpreissteigerung (höherer Investitionsbedarf), Preiselastizität: -0,25	ca. +30 % linear bis 2050 im Vergleich zur Referenz zusätzlich zur langfristigen Verbraucherpreissteigerung (höherer Investitionsbedarf), Preiselastizität: -0,25	1-2 % p.a. (entsprechend langfristiger Verbraucherpreissteigerung)
Haushaltsgröße	konstant	-10 % bis 2100 entspricht +3 % beim Wasserbedarf im Vergleich zur Referenz Elastizität: -0,30	-20 % bis 2100 entspricht +6 % beim Wasserbedarf im Vergleich zur Referenz Elastizität: -0,30
Sommertage	50 % Mehrbedarf an Sommertagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 2.6	50 % Mehrbedarf an Sommertagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 4.5	50 % Mehrbedarf an Sommertagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 8.5
Heiße Tage	100 % Mehrbedarf an Heißen Tagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 2.6	100 % Mehrbedarf an Heißen Tagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 4.5	100 % Mehrbedarf an Heißen Tagen im Vergleich zum mittleren täglichen Pro-Kopf-Bedarf, RCP 8.5
Bevölkerung	EUROPOP lower fertility (Deutschland 2100: 65 Mio.)	EUROPOP lower migration (Deutschland 2100: 73 Mio.)	EUROPOP baseline (Deutschland 2100: 83 Mio.)



Haushalt & Kleingewerbe - Bevölkerungsentwicklung

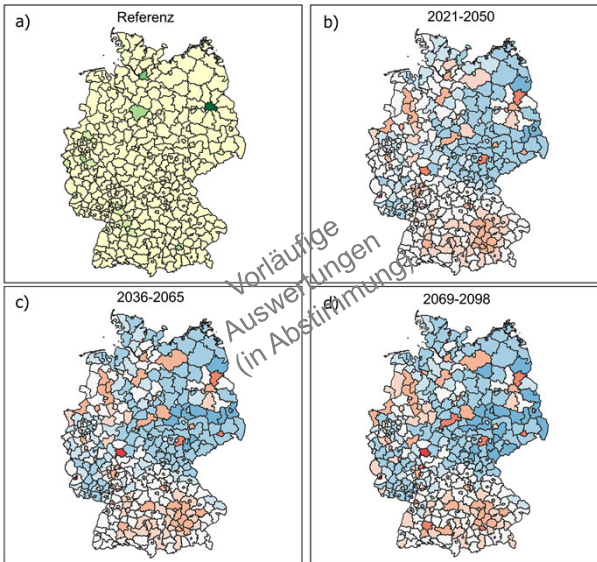


Bevölkerungszahl – UNTERES Szenario

- a) Bevölkerungszahl in Personen
 - 34.823 - 500.000
 - 500.000 - 1.000.000
 - 1.000.000 - 1.500.000
 - 1.500.000 - 2.000.000
 - 2.000.000 - 2.500.000
 - 2.500.000 - 3.000.000
 - 3.000.000 - 3.452.818
- b) - d) Prozentuale Änderung der Bevölkerungszahl zur Referenz
 - 75 ... -50
 - 50 ... -25
 - 25 ... -10
 - 10 ... -5
 - 5 ... 5
 - 5 ... 10
 - 10 ... 25
 - 25 ... 50
 - 50 ... 75
 - 75 ... 100

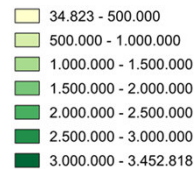


Haushalt & Kleingewerbe - Bevölkerungsentwicklung

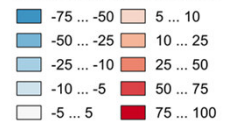


Bevölkerungszahl – OBERES Szenario

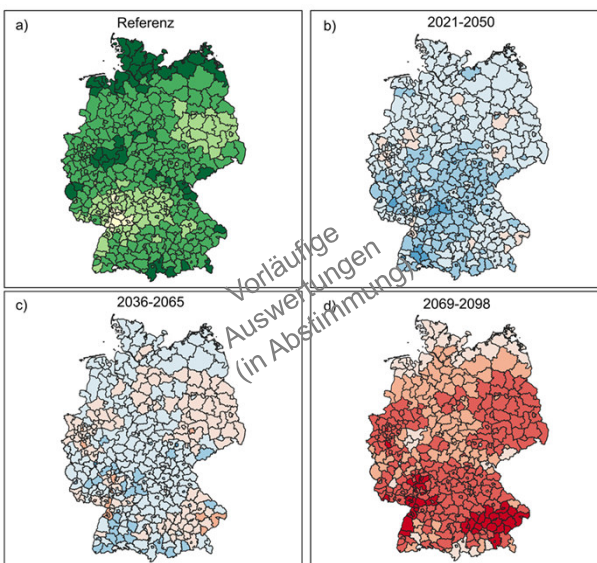
a) Bevölkerungszahl in Personen



b) - d) Prozentuale Änderung der Bevölkerungszahl zur Referenz



Haushalt & Kleingewerbe – Einflussfaktor Hitzetage



a) Anzahl von Heißen Tagen pro Jahr



b) - d) Absolute Änderung der Anzahl von Heißen Tagen pro Jahr zur Referenz

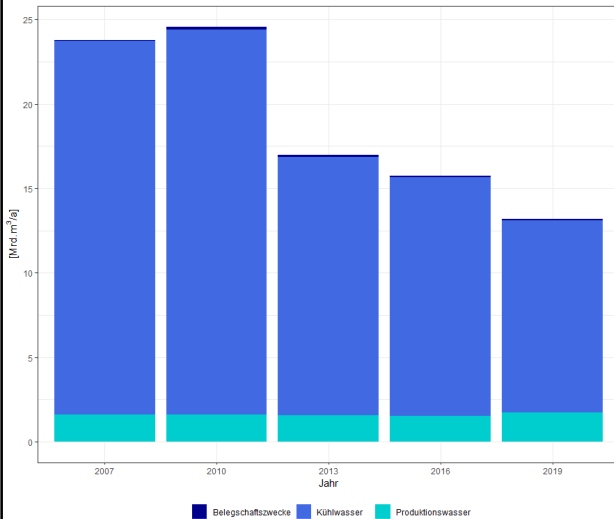


Beispiel: Einflussfaktor Heiße Tage:
Mittlere Anzahl von Heißen Tagen
($t_{max} \geq 30^{\circ}C$),
Median des Modellensembles
im RCP8.5 (gerics)

→ 100 % Mehrbedarf an heißen Tagen
im Vergleich zum mittleren
täglichen Pro-Kopf-Bedarf



Industrie - Wasserbedarf

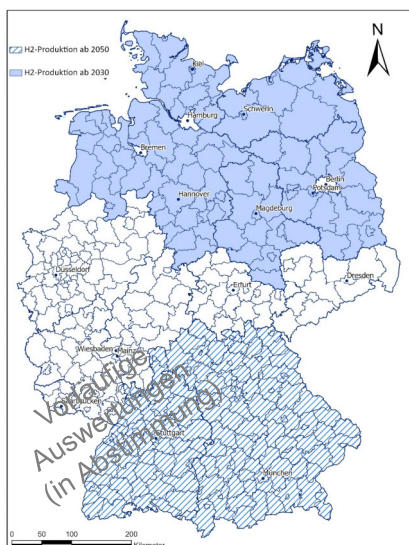


Nutzungsgruppe Kühlwasser dominiert!
 (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2022)
 → Rückgang um 55 % bis 2030,
 um 80 % bis 2050 (Bornmann et al. 2019)
 → Starke regionale Unterschiede

Landkreis (5 min / 5 max)	Bundesland	Industrieller Wasserbedarf [Mio. m³/a]
Wittmund	NI	0,047
Osterholz	NI	0,117
Südwestpfalz	RP	0,165
Suhl	TH	0,169
Neustadt a.d.W	RP	0,170
Steinburg	SH	1.839
Ludwigshafen am Rhein	RP	1.367
Karlsruhe	BW	1.321
Mannheim	BW	1.031
Bremen	HB	995



Industrie – Wasserbedarf: H₂-Produktion

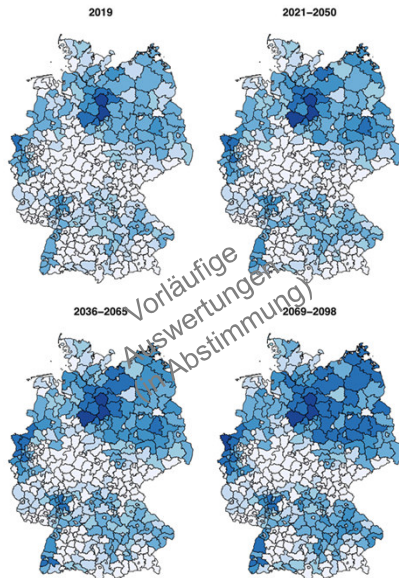


- Annahme potenzieller H₂-Produktionsregionen:
 - Ab 2030 Norddt. BL, ab 2050: BAY & BW (Merten et al. 2020 & Kruse, Wedemeier 2021)
- Ausbauziele Elektrolysekapazität in D:
 - 5 GW bzw. 14 TWh bis 2030
 - 150-240 TWh ab 2050
- Wasserbedarf (11 kg H₂O/ kg H₂)
 → 66 – 99 Mio. m³ (2071-2100)

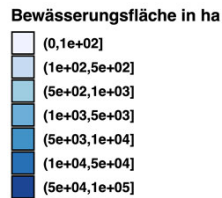
Vorläufige Auswertungen (in Abstimmung)



Landwirtschaft - Beregnung



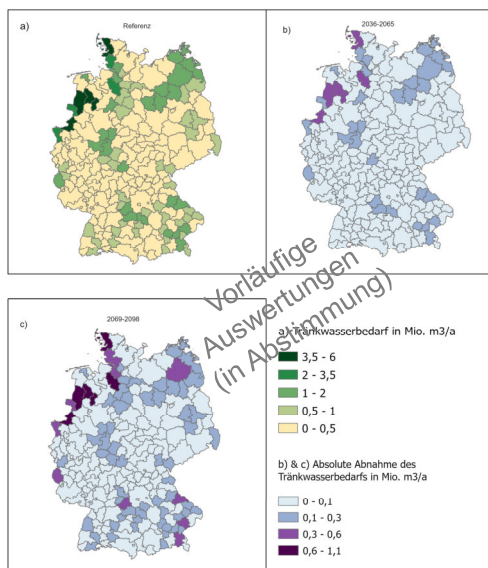
- Zunahme der bewässerten Fläche:
 - Je nach RCP
- Zunahme der Bewässerungsmenge:
 - mit Zuschlägen (ZF und Auflaufbewässerung):



Vorläufige Auswertungen (in Abstimmung)



Landwirtschaft - Viehhaltung



- Annahme: Rückläufiger Trend hält an, Annahme linear:
 - 2050: 90 % ... 2100: 80 %
 - 245 Mio. m³ → 198 Mio. m³

Vorläufige Auswertungen (in Abstimmung)



Zwischenfazit und Ausblick

- Zwischenergebnisse zeigen prognostizierte Veränderungen im Wasserbedarf in Deutschland
 - Gesamtwasserbedarf in D sinkt
 - Haupttreiber: Rückgang Industrie (v.a. Kühlwasser)
 - Regional stark differenziert, teils Bedarfszunahme (rd. 180 Landkreise, z.B. durch Bewässerung)
- Ausgangspunkt für nachfolgende Projekte:
 - WatDEMAND+ → Validierung anhand ausgewählter Kontrollregionen
 - GW_Impact → Auswirkungen Klimawandel auf das Grundwasserdargebot
 - ResilJetzt! → Infrastrukturkarte & Resilienzoptionen



Ausblick: Potenzielles Risiko in der Wasserbilanz

- Ziele:
 - Erste Hinweise auf künftige Engpassregionen (top down!)
 - Räumlich differenzierte Diskussionsbasis für Deutschland
 - Abstimmung & Ergebnisdiskussion mit Projektbegleitgruppe
 - Validierung durch & Ausgangspunkt für Folgeprojekte
- „Prognosen sind unsicher, vor allem, wenn sie die Zukunft betreffen!“ -
- Weitere Ergebnisse folgen: Bleiben Sie dran!

DVGW e.V.: DVGW-Zukunftsprogramm Wasser

<https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/wasserforschung/dvgw-zukunftsprogramm-wasser>



Vielen Dank !

An den DVGW für die Förderung des Vorhabens!

An die Projektbegleitgruppe:

Martin Böddeker (Gelsenwasser AG), Dr. Martin Emmert
(ZV Landeswasserversorgung), Dr. Berthold Niehues, Dr. Daniel Petry, Dr. Julia Rinck
(DVGW), Stefan Schiffmann (RheinEnergie AG), Stefan Simon (Erftverband)

An das Projektteam

Dr. Tim aus der Beek, Florian Zaun (IWW), Tanja Vollmer (TZW),
Prof. Dr. Thilo Streck (Universität Hohenheim), Prof. Dr. Tobias Weber (Universität Kassel)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Sebastian Sturm, TZW: DVGW-Technologiezentrum Karlsruhe
sebastian.sturm@tzw.de

