

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Fortbildung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst

Bewässerung mit aufbereitetem Wasser – Mögliche Risiken für Mensch und Umwelt

Manuela Helmecke

Umweltbundesamt (UBA)

Fachgebiet II 2.1 “Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden“

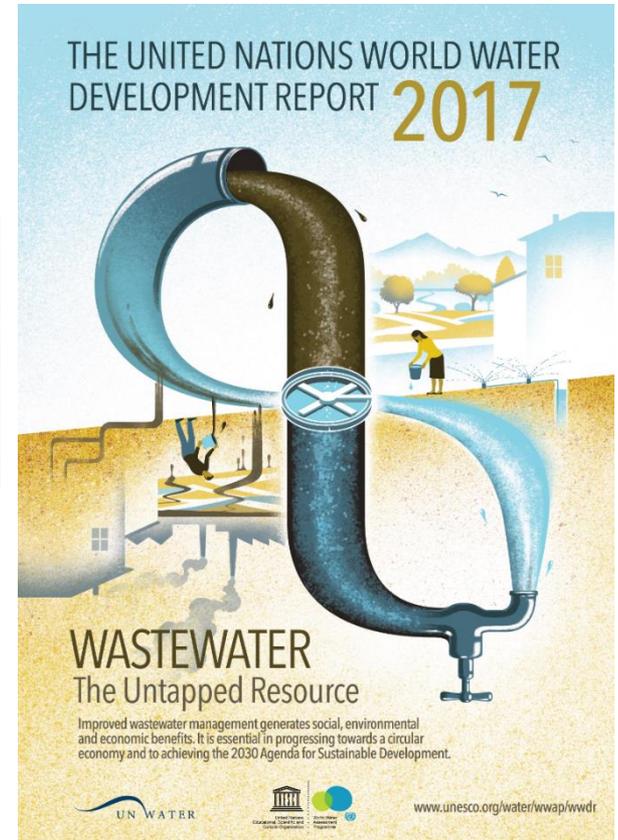
12.04.2019

Wasserwiederverwendung – verstärkt im Fokus

6 CLEAN WATER AND SANITATION



SDG 6.3 By 2030 ... halving the proportion of untreated wastewater and **substantially increasing recycling and safe reuse globally**

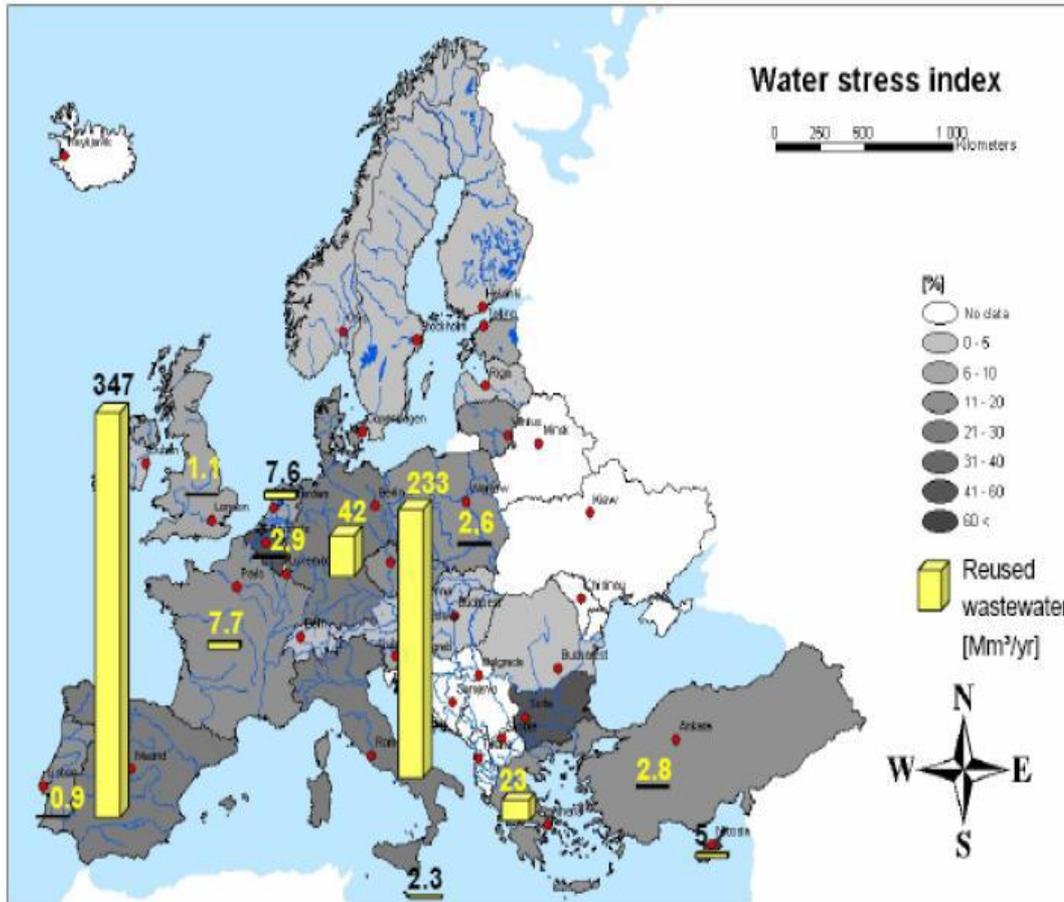


Wasserwiederverwendung – langjährige Praxiserfahrung weltweit



Lazarova, International Water Association; *Milestones in Water Reuse: The Best Success Stories* (2013)

Wasserwiederverwendung – EU (2006)

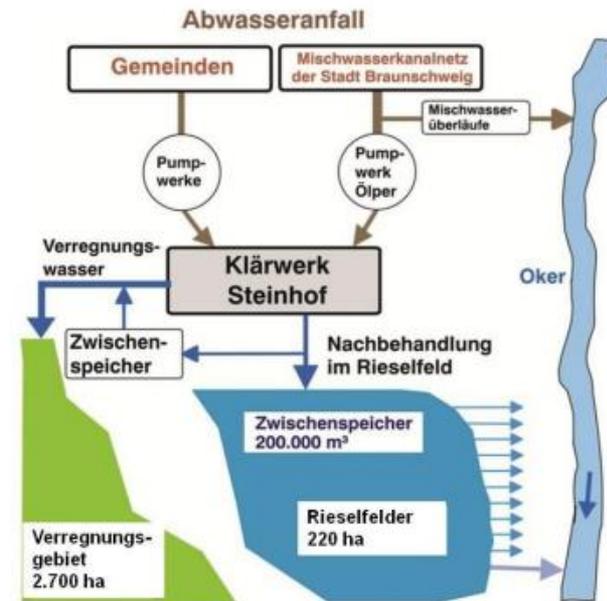


http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/water_reuse/Background_Public%20cons%20Water%20Reuse_de.pdf

Wasserwiederverwendung in D

- Historisch gewachsen:
Wasserwiederverwendung in Braunschweig und Wolfsburg
- Verregnung auf landwirtschaftlich genutzter Fläche und Grundwasseranreicherung
- Konventionell aufbereitetes Abwasser (keine zusätzliche Aufbereitung)
- Anbau von z.B. Zuckerrüben, Mais, Weizen (teils für Biogas)
- Keine Erlaubnis zur Bewässerung von Obst/ Gemüse zum Rohverzehr

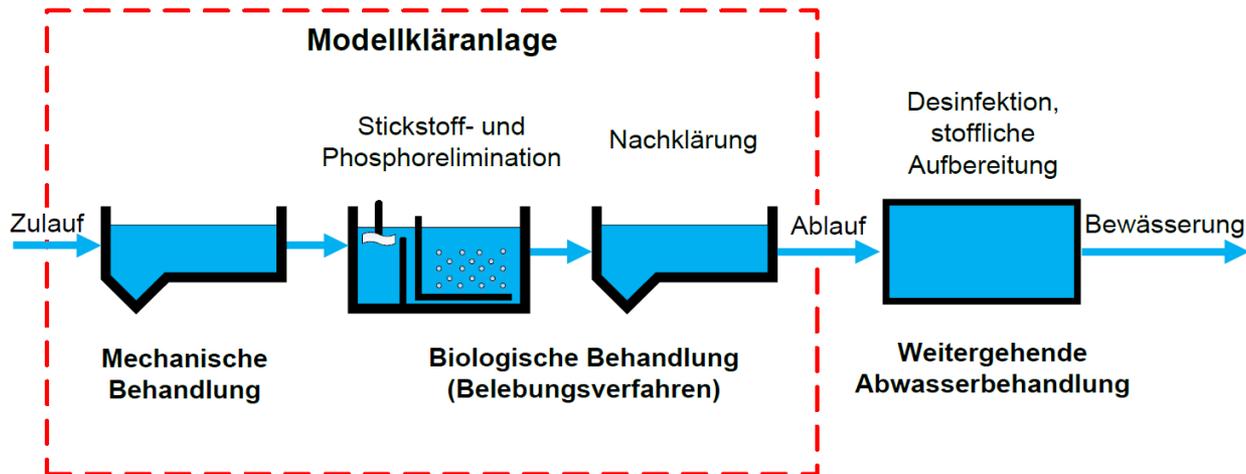
Abbildung 5-5: Abwasserkonzept Braunschweig



Quelle: Abwasserverband Braunschweig/Steffen und Bach GmbH (2017)

Geplante Wasserwiederverwendung

Abbildung 31: Schema der Modellkläranlage sowie der weitergehenden Abwasserbehandlung



Geplante Wasserwiederverwendung:
Kontrollierte/ geplante direkte Nutzung von aufbereitetem Abwasser bzw. indirekte Nutzung nach Einleitung in Gewässer mit darauffolgender Entnahme für Verwendung

Abbildung aus UBA Texte 34/2016 Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung

Ungeplante Wasserwiederverwendung in D

Ungeplante Wasserwiederverwendung:

Indirekte Wasserwiederverwendung ohne Planung und Kontrolle, z.B. Nutzung von Oberflächenwasser mit hohen Abwasseranteilen

Abb. 1 Schema Ungeplante Wiederverwendung



Abb. 2 Klarwasseranteile in D bei MNQ

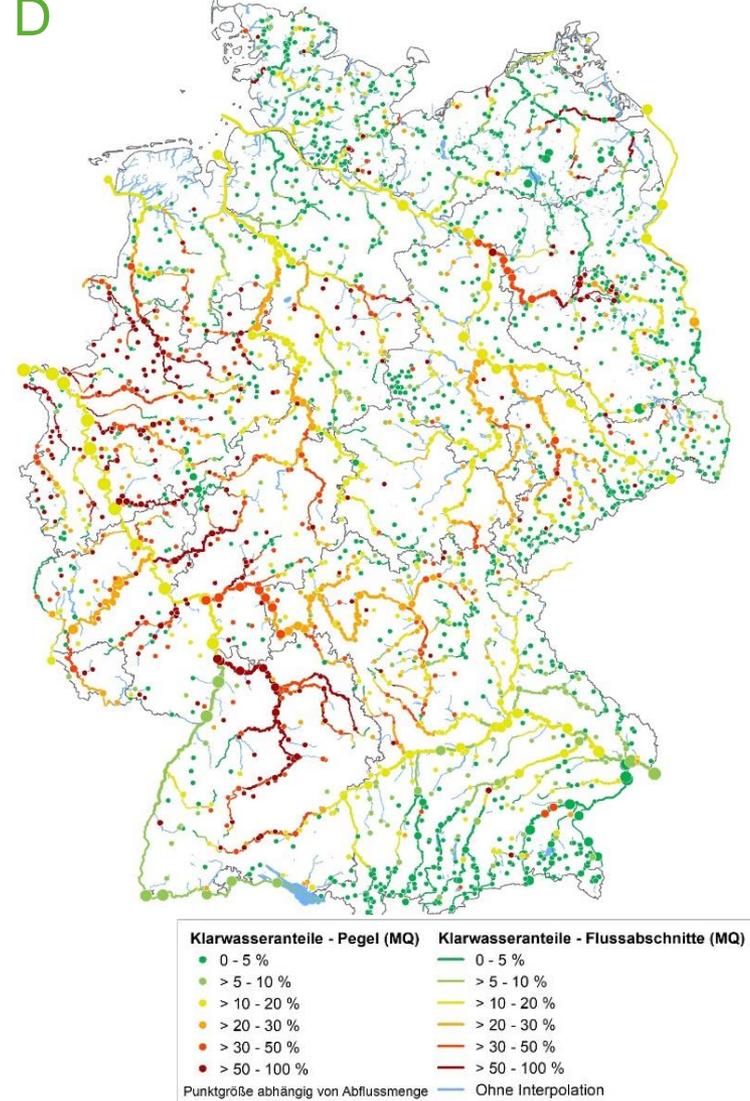
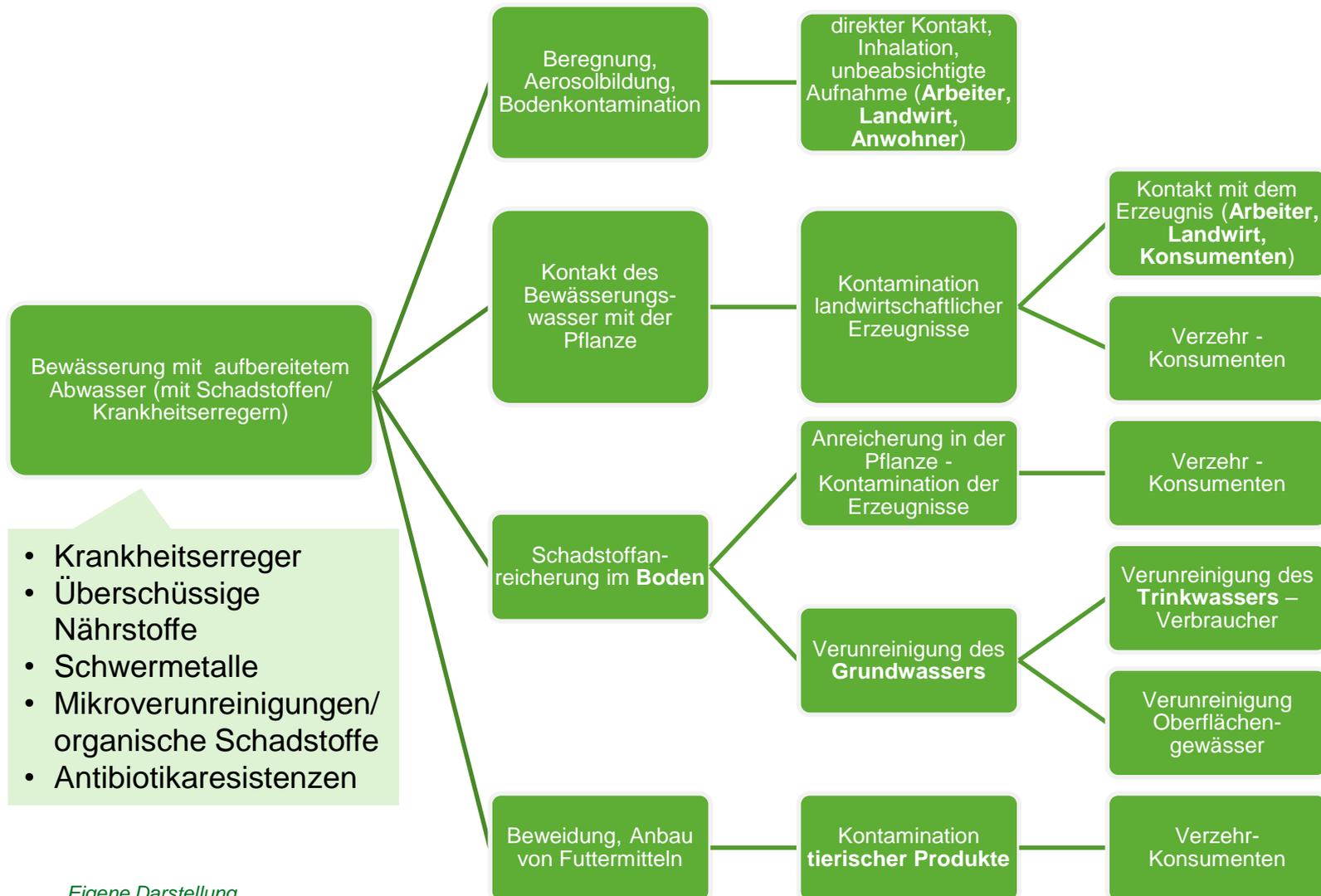


Abb. 1 angepasst nach Berliner Wasserbetriebe/Technische Universität München aus BMBF-Vorhaben TrinkWave
Abb. 2 UBA-Texte 59/2018; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klarwasser-in-fluessen-herausforderung-fuer-das>

Risiken: Mögliche Expositionspfade für Mensch und Umwelt



Mikrobiologische Risiken

- Abwasser enthält eine Vielzahl von Krankheitserregern:
 - Viren (z.B. Enteroviren, Adenoviren, Noroviren, Hepatitis A Viren)
 - Bakterien (z.B. pathogene *E. coli*, *Campylobacter*, Salmonellen, Legionellen)
 - Protozoen (z.B. *Giradia*, *Cryptosporidium*)
 - Helminthen (z.B. *Ascaris*, *Taenia*)
- Abwasser enthält antibiotikaresistente Bakterien (und Resistenzgene)
- Bei der konventionellen Abwasserreinigung werden Krankheitserreger und antibiotikaresistente Bakterien nur um 2-3 Zehnerpotenzen reduziert
→ im gereinigten Abwasser noch vorhanden

Chemische Risiken: Bsp. Arzneimittelrückstände

Tabelle 6: Verwendete Arzneistoffkonzentrationen für den Kläranlagenzu- und -ablauf und Wirkungsgrad der Kläranlagen

Konzentration in µg/L	Diclofenac	Ibuprofen	lomeprol	Sulfamethoxazol
Zulauf (allgemein)	1,5	8,5	3 - 30	0,3
Ablauf für KA mit Erstbehandlung	1,5	8,5	3 - 30	0,3
Ablauf für KA mit Zweitbehandlung	1,2*	6,4**	1,8-18	0,24*
Ablauf für KA mit weitergehender Behandlung	1,2	0,5	1,8-18	0,24
Ablauf (allgemein)	1,2	0,5	1,8-18	0,24

Quelle: KomS, *) VSA; **) abgeleitet von VSA und KomS

Hillenbrand et al. (2014), UBA-Texte 85/2014

Entfernung in KA

Diclofenac : 50 – 75 %

Ibuprofen: 60 – 95 %

Metoprolol: 30-90 %

lomeprol : 10- 30 %

Sulfamethoxazol: 30- 90%

Mögliche Auswirkungen (I) Grundwasserverunreinigung

Wasserwiederverwendung in Braunschweig/Wolfsburg:

- Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel wurden an allen flachen GW-Messstellen nachgewiesen
- Einige Nachweise > 20m Tiefe
- Teils Überschreitungen der GOW (Gesundheitlichen Orientierungswerte)



Regionaler Themenbericht

Rückstände von Arznei- und Röntgenkontrastmitteln im Grund- und Oberflächenwasser

Wiederholende und ergänzende Untersuchung in Abwasser- bzw. Klärschlammverregnungsgebieten im Raum Braunschweig-Wolfsburg



Tab. 6a: Analysenergebnisse im Abwassererregungsgebiet Braunschweig – Grundwasser

Arzneimittelwirkstoff- bzw. Röntgenkontrastmittelgruppe	Analysenergebnisse pro Messstelle (µg/l)			
	Wipshausen	Neubrück I	Neubrück II	Klein Schwülper I
Lipidsenker und Metabolite	<0,01 bis 0,016	<0,01 bis 1,11*	<0,01	<0,01
Antiphlogistika, Antipyretika, Analgetika und Metabolite	<0,01 bis 0,051	<0,01 bis 0,32	<0,01	<0,01
Antiepileptika	<0,01 bis 0,018	<0,01 bis 1,1**	<0,01	<0,01 bis 0,016
Betablocker	<0,01 bis 0,018	<0,01 bis 0,014	<0,01	<0,01
Antibiotika und Chemotherapeutika und Metabolite	<0,01 bis 0,019	<0,01 bis 0,4*	<0,01	<0,01
Röntgenkontrastmittel	<0,01 bis 0,54*	<0,01 bis 7,0**	<0,01	<0,01 bis 1,0**

* unspezifischer GOW von 0,1 µg/l erreicht / überschritten

** einzelstoffspezifischer GOW erreicht / überschritten

Mögliche Auswirkungen (II) Bodenkontamination und Aufnahme in Pflanzen

- Toxische Wirkungen von z.B. Antibiotika, Carbamazepin und Ethinylestradiol auf Bodenmikroorganismen und Pflanzen
- Nachweise von Carbamazepin in Gurken, Tomaten (inkl. 11 Transformationsprodukte), Rettich (52 µg/g)
- Höchste Anreicherung in Blättern

Water type	Irrigation water (µg L ⁻¹)	Soil solution (µg L ⁻¹)	Xylem sap (µg L ⁻¹)	Leaves (µg kg ⁻¹ fresh biomass)	Stems (µg kg ⁻¹ fresh biomass)	Roots (µg kg ⁻¹ fresh biomass)	Fruits (µg kg ⁻¹ fresh biomass)	Total uptake (%)
Reclaimed wastewater (not spiked)	2.99 ± 1.95 ^a	1.19 ± 0.12	0.52 ± 0.40	20.4 ± 2.7	1.1 ± 0.1	2.0 ± 0.4	1.0 ± 0.3	4.9 ± 0.9

Carbamazepine (CBZ) concentration (average ± standard deviation) detected in cucumber plants grown in sandy (loess) soil. (Shenker et al. 2011)

highest potential for uptake by plants



lowest potential for uptake by plants

Crop Species

celery
spinach
lettuce
cabbage
carrots
radish
late-season potatoes
spring potatoes
mid-season potatoes
cucumber
green beans
okra
marrows
tomatoes
watermelons
melons
pepper
eggplant
maize
alfalfa
peanuts
haricot beans
wheat
barley
bananas
walnut
citrus and avocado
fruit trees
pistachio
table olives
almonds
table grapes

Potential der Aufnahme von Mikroverunreinigungen (CECs –contaminants of emerging concern) in wesentlichen Anbaufrüchte. Höchstes Aufnahmepotential ist in dunkelrot angezeigt, geringstes in dunkelgrün.

Quelle: Christou et al. 2019: Ranking of crop plants according to their potential to uptake and accumulate contaminants of emerging concern, *Environmental Research*, Volume 170, 422-432, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.048>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001395511830687X>

Bestehende Richtlinien und Normen zu Wasserwiederverwendung

WHO	Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater Water Safety Plan, Sanitation Safety Plans, Guidelines for Potable Reuse
ISO	ISO 16075 „Water reuse in irrigation“ (weitere in Bearbeitung)
Australien	Australian Guidelines for water recycling: managing health and environmental risk (2006, 2008)
USA	EPA: Guidelines for Water Reuse (2012), Kalifornien: Regulations Related to Recycled Water (2009) (Title 22)

Regelwerke zu Wasserwiederverwendung in EU Mitgliedstaaten

EU Mitgliedstaaten	<ul style="list-style-type: none">• Spanien, Zypern, Italien, Griechenland, Frankreich, Portugal
--------------------	--

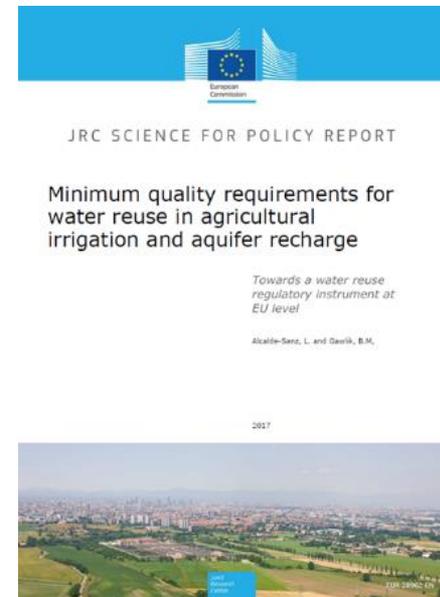
Relevante Richtlinien und Normen in EU

EU	<ul style="list-style-type: none">• Wasserrahmenrichtlinie (WRRL -2000/60/EG)• Grundwasserrichtlinie (GWRL - 2006/118/EG)• Kommunalabwasserrichtlinie (91/271/EWG)• Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene• Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln
D	<ul style="list-style-type: none">• DIN 19650 Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung und Anwendung von Bewässerungswasser

Wasserwiederverwendung für Bewässerung in der EU

- 2012: „Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen“ : Wiederverwendung als wichtige Handlungsoption
- Bestandteil des Kreislaufwirtschaftspakets der KOM (COM(2015(614)) - integriertes Wassermanagement
- **Ziele:** gemeinsame EU-Umwelt- und Gesundheitsstandards; Abbau potenzieller Hindernisse im freien Verkehr mit Agrarerzeugnissen
- Wasserqualitätsanforderungen nach Nutzung und Bewässerungstechnologie
- Gegenwärtig: In D und EU keine verbindlichen Qualitätsanforderungen für landwirtschaftliche Bewässerung

<http://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>



Verordnungsvorschlag der KOM für Water Reuse

28.05.2018: Vorschlag für eine Verordnung über Mindestanforderungen für die Wasserwiederverwendung



Brüssel, den 28.5.2018
COM(2018) 337 final
2018/0169 (COD)

Aktuell: Verhandlungen im EU Umweltrat

Inhalte:

- Wasserqualitätsanforderungen nach Nutzungskategorie: *E.coli*, BSB5, Schwebstoffe, Trübung
- Validierungsüberwachung Viren/ Protozoen für Güteklasse A
- Standortbezogenes Risikomanagement
- Anforderungen für die Datenbereitstellung

Vorschlag für eine
VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
über Mindestanforderungen für die Wasserwiederverwendung

(Text von Bedeutung für den EWR)
{SEC(2018) 249 final} - {SWD(2018) 249 final} - {SWD(2018) 250 final}

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A337%3AFIN;>
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109291/jrc109291_online_08022018.pdf

Verordnungsvorschlag - Güteklassen

.... für die Qualität von aufbereitetem Wasser und zulässige landwirtschaftliche Verwendungszwecke und Bewässerungsmethoden

Mindestgüteklasse	Kategorie der Kulturpflanzen	Bewässerungsmethode
A	Alle Nahrungsmittelpflanzen, einschließlich roh verzehrten Hackfrüchten und Nahrungsmittelpflanzen, deren essbarer Teil unmittelbar mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt	Alle Methoden
B	Roh verzehrte Nahrungsmittelpflanzen, deren essbarer Teil über dem Boden erzeugt wird und nicht unmittelbar mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt,	Alle Methoden
C	verarbeitete Nahrungsmittelpflanzen und Non-Food-Kulturen, einschließlich Futterkulturen für milch- oder fleischerzeugende Tiere	Tropfbewässerung
D	Industrie- und Energiepflanzen sowie aus Saatgut gewonnene Pflanzen	Alle Methoden

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e8951067-627c-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0003.03/DOC_2&format=PDF

Verordnungsvorschlag - Qualitätsanforderungen

... für aufbereitetes Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung

Güteklasse	Zielvorgabe Technologie	Qualitätsanforderungen				Sonstige
		E. Coli (KBE/100 ml)	BSB ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Trübung (NTU)	
A	Zweitbehandlung, Filtration und Desinfektion	≤10 oder unter der Nachweisgrenze	≤10	≤10	≤5	Legionella spp.: <1 000 KBE/l, wenn das Risiko der Aerosolbildung in Gewächshäusern besteht
B	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤100	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG des Rates (Anhang I Tabelle 1)	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG ((Anhang I Tabelle 1)	-	
C	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤1 000			-	Intestinale Nematoden (Helminth-Wurmeier): ≤ 1 Ei/Liter für die Bewässerung von Weideflächen oder Futterpflanzen
D	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤10 000			-	

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e8951067-627c-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0003.03/DOC_2&format=PDF

Verordnungsvorschlag - Validierungsüberwachung

... bei aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung für Güteklasse A

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Indikator-Mikroorganismen (*)	Leistungsziele für die Behandlungskette (log ₁₀ -Reduktion)
A	E. coli	≥ 5,0
	Coliphagen insgesamt/ f-spezifische Coliphagen/somatische Coliphagen/Coliphagen (**)	≥ 6,0
	Clostridium perfringens -Sporen/ sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien(***)	≥ 5,0

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e8951067-627c-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0003.03/DOC_2&format=PDF

VO-Vorschlag: Offene Fragen und Konkretisierungsbedarf

Anforderungen an die Wasserqualität

- Strengere/ weitere Anforderungen (z.B. ISO 16075)
- Ergänzung Validierungsmonitoring für alle Lebensmittel (Viren/ Protozoen)
- Berücksichtigung Desinfektionsnebenprodukten, Mikroverunreinigungen, per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), ...
- Aufbereitungsverfahren konkretisieren

Zuständigkeiten und Verpflichtungen

- Transport, Verteilung und Speicherung
- Anwendung durch Endnutzer
- Umsetzung Risikomanagement

Einhaltung bestehender rechtlicher Vorgaben

- Kommunalabwasserrichtlinie (91/271/EWG)
- Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) – z.B. Verschlechterungsverbot
- Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) - z.B. Qualitätsnormen Grundwasser
-

Zusammenfassung

- Wasserwiederverwendung kann zur Ernährungs-/Ertragssicherheit beitragen
- Geplante und ungeplante Wasserwiederverwendung sind mit chemischen und mikrobiologische Risiken verbunden
- Wassereffizienzmaßnahmen vor Wiederverwertung
- EU-weite Regelung könnte Chancen für einheitliche Standards in der Bewässerung und Lebensmittelproduktion bieten
- Anforderungen aus Wasserrecht sind einzuhalten (u.a. Verschlechterungsverbot)
- Anspruchsvolle Abwasserbehandlung muss Bestandteil einer Regelung sein
- Kommissionsvorschlag wenig konkret mit Freiheitsgraden zur Umsetzung vor Ort und hohem Umsetzungsaufwand

Weitere Informationen des UBA zu Wasserwiederverwendung

- UBA-Texte 34/2016 Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung;
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rahmenbedingungen-fuer-die-umweltgerechte-nutzung>
- UBA-Empfehlungen für die Entwicklung von EU-Mindestqualitätsanforderungen für Wasserwiederverwendung 2017,
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/water-reuse_positionspapier_uba_de.pdf
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasserbewirtschaften/wasserwiederverwendung>



The screenshot shows a webpage from the UBA website. The header includes the UBA logo and the text 'Für Mensch & Umwelt'. Below the header, it says 'Stand: 01. Juni 2017'. The main title of the page is 'Empfehlungen des Umweltbundesamtes für die Entwicklung von EU-Mindestqualitätsanforderungen für Wasserwiederverwendung'. The page has a dark navigation bar with icons for 'Das UBA', 'Themen', 'Presse', 'Publikationen', 'Tipps', and 'Daten'. A search bar is also present. On the right side, there is a 'Themen' menu with options for 'Wasser', 'Wasser bewirtschaften', 'Wasserwiederverwendung', and 'Fragen und Antworten zur Wasserwiederverwendung'. The main content area shows the start of an article titled 'Fragen und Antworten zur Wasserwiederverwendung' with a sub-heading 'Die Wiederverwendung von aufbereitetem Abwasser kann helfen, Wasserknappheit zu verringern. Aber wiederverwendetes Wasser kann Krankheitserreger und Schadstoffe enthalten. Fragen und Antworten zum Verordnungsvorschlag der Europäischen Kommission vom 28. Mai 2018.' and a date '11.07.2018' with a star icon indicating it has been helpful.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Manuela Helmecke

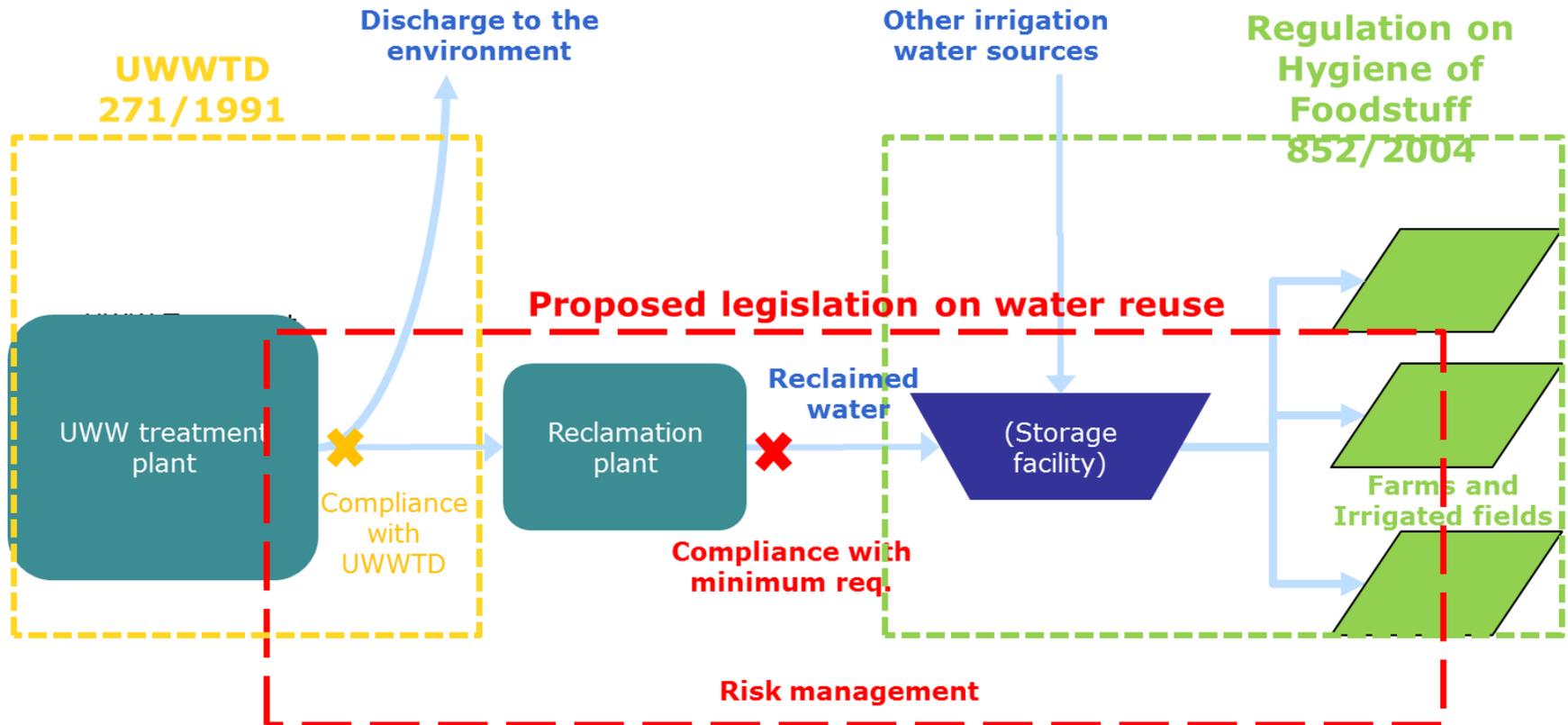
manuela.helmecke@uba.de

Umweltbundesamt

FG II 2.1 - Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden



Angestrebter Geltungsbereich der vorgeschlagenen VO



Water reuse – scope of different EU legislations

Impact Assessment für VO-Vorschlag der KOM;
http://ec.europa.eu/environment/water/pdf/water_reuse_regulation_impact_assessme

Anforderungen in der vorgeschlagenen VO - Risikomanagement

Kernelemente eines Risikomanagements (Anhang 2)

- Beschreibung des Wasserwiederwendungssystems,
- Identifizierung potenzieller Gefahren,
- Identifizierung der Umweltgegebenheiten, Bevölkerungsgruppen und Individuen, die dem Risiko ausgesetzt sind,
- Risikobewertung im Hinblick auf die Risiken für Umwelt, Mensch und Tier,
- Festlegung zusätzlicher Anforderungen,
- Identifizierung von Vorsorgemaßnahmen,
- Sicherstellung von Qualitätskontrollsystemen,
- Umweltüberwachungssysteme und Ermittlung negativer Auswirkungen,
- Sicherstellung eines Notfallmanagements

...werden voraussichtlich als CIS-Guidance weiter ausgearbeitet (bis Mitte 2020)