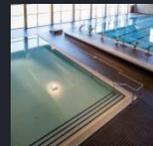




# WEBINAR 4 – ZIRKULÄRES WASSER

## GRAUWASSERNUTZUNG: REGULARIEN UND PARAMETER

05/05/2021  
Collignon Daniel

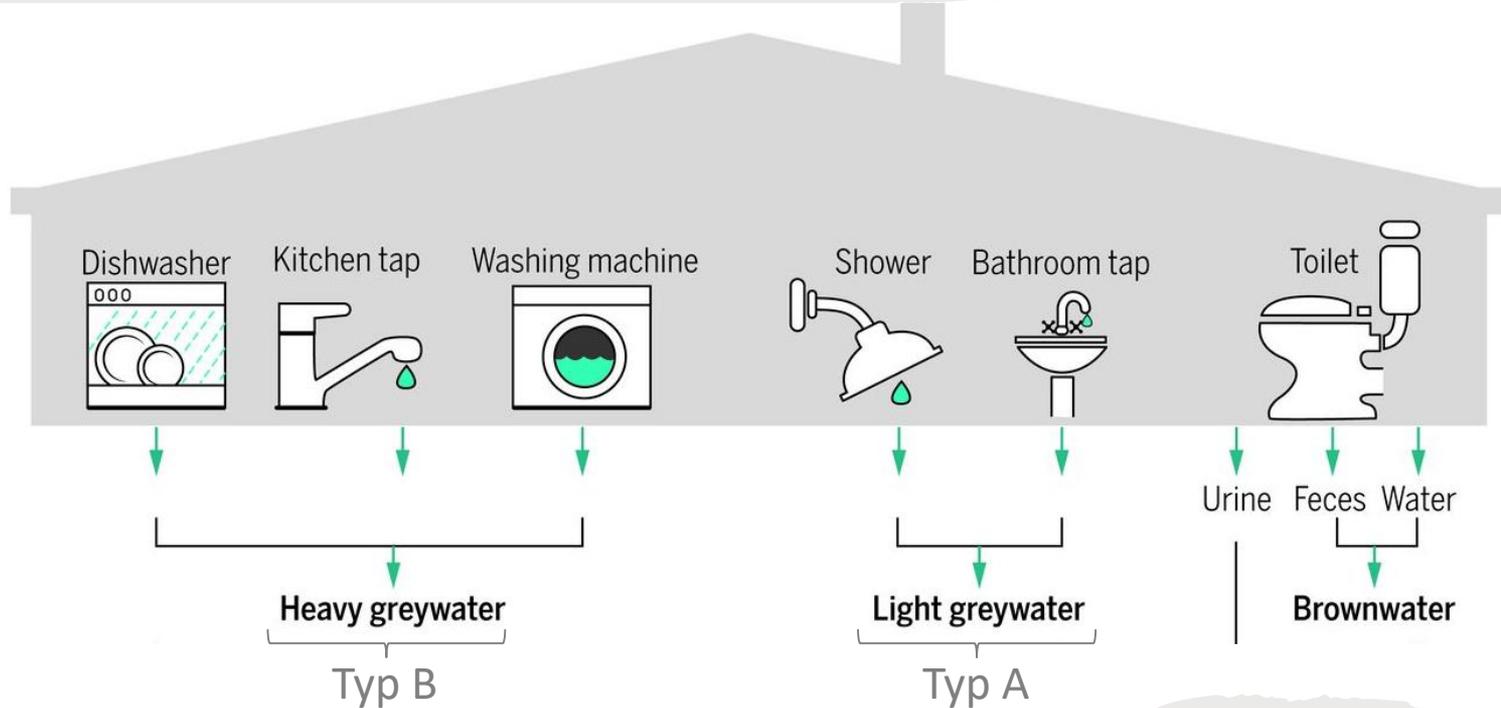




# Themengebiete der heutigen Präsentation

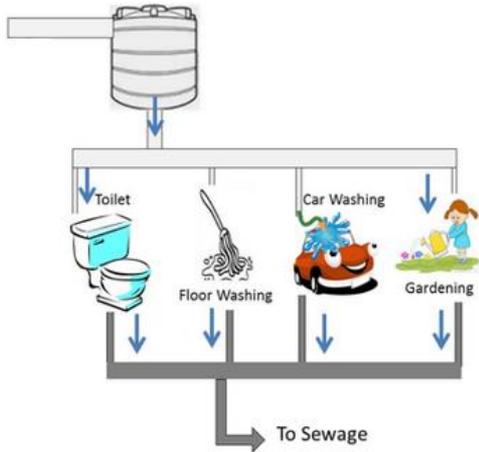
- Typen von Grauwasser
- Anwendungsmöglichkeiten
- Grauwasserbeschaffenheit
- Aufbereitungsverfahren
- Gesetzgebung
- Qualitätsanforderungen
- Zusammenfassung / Ausblick für Luxemburg

# Was ist Grauwasser?



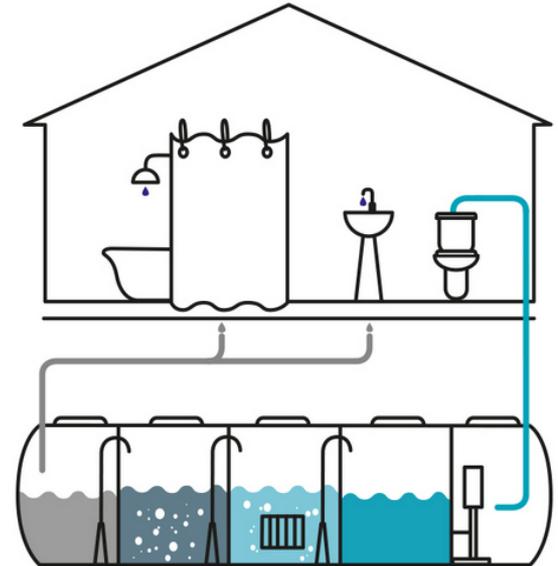
# Anwendungsmöglichkeiten aufbereitetes Grauwassers

Treated Greywater



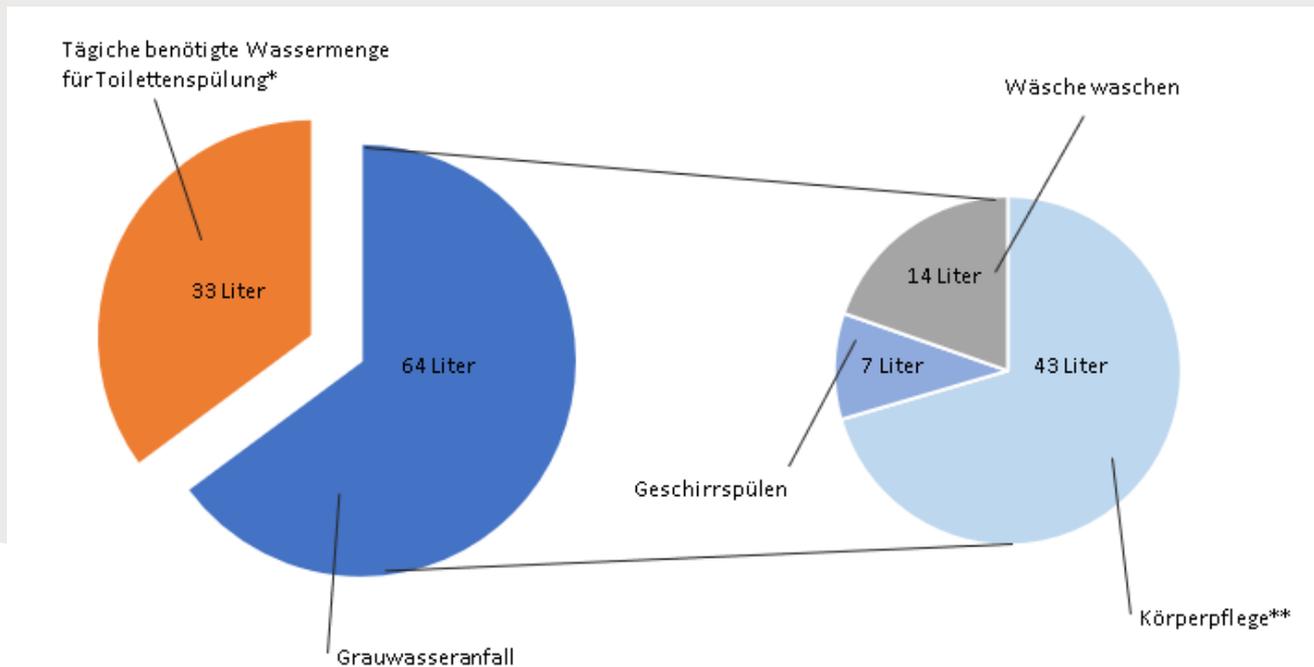
rajeshnaik.com

- ▲ Trinkwasser
- ▲ Betriebswasser
- ▲ Grauwasser



<https://www.reuter.de/magazin/trinkwasser-sparen-bei-toilette.html>

# Grauwasseranteil im täglichen Trinkwasserverbrauch



\* Keine Vakuumtoiletten inbegriffen, Daten basierend auf 6-9 Liter Spülkästen

\*\* Keine Wassersparenden Duschköpfe / sonstige wassersparende Armaturen inbegriffen



# Grauwasserbeschaffenheit

**Tabelle 2: Beschaffenheit von Grauwasserteilströmen unterschiedlicher Herkunftsbereiche**

(Quelle: DWA 2008, Keyser 2007, fbr 2005)

Parameter		Herkunftsbereiche					
		Dusche	Badewanne	Waschbecken	Textilwaschmaschine	Spülbecken Küche	Geschirrwashmaschine
Wassermenge (l/E-d)		10 - 50	0 - 30 (200 l/Woche)	10 - 15	10 - 15	5 - 10	5 - 10
Organische Belastung		sehr gering			mittelmäßig	mittelmäßig - hoch	mittelmäßig - hoch
CSB	Konzentration (mg/l)	80 - 200			500 - 800	400 - 800	
	Fracht (g/d)	0,8 - 10			5 - 12	2 - 8	
AFS (mg/l)		7 - 120			80 - 280	130 - 1.300	
pH-Wert (-)		5 - 8,6			9,3 - 10	6,3 - 7,4	
Belastung mit Nährstoffen		sehr gering - gering (mäßig)		sehr gering	mäßig	hoch	sehr hoch
Belastung mit Keimen		sehr gering - gering (mäßig)		sehr gering	sehr hoch	hoch	hoch - sehr hoch
Hydraulische Belastung (l/min)		6 - 25	20 - 50	3 - 15	20 - 30	10 - 20	10 - 30
Besonderheiten		Körperpflegemittel ggf. Nährstoffe und CSB durch Urin und Spuren von Faeces erhöht	hydraulische Stöße, Körperpflegemittel	Farbe, geringe Mengen Blut	Flusen, Waschmittel, Tenside, Trübung	Speisereste, Fette, Reinigungsmittel	Säuren, Fette, aufgelöste Speisen, Reinigungsmittel
Grauwassertyp		A1: 20 l(E-d) - 85 l(E-d)					
		A2: 40 l(E-d) - 100 l(E-d)					
		B1: 50 l(E-d) - 115 l(E-d)					
		B2: 60 l(E-d) - 130 l(E-d)					



# Grauwasserbeschaffenheit

## Beschaffenheit schwach belastetes Grauwasser aus dem Sanitärbereich

Parameter	Einheit	Handwasch- becken	Dusche	kommunales Abwasser
Temperatur	°C	18 - 38		8 - 20
pH-Wert	-----	7 - 7,3	7,3 - 7,5	7,2 - 8,3
Trübung (NTU)	NTU	164	84,8 - 375	-----
BSB <sub>5</sub>	mg/l	155 - 205	40,2 - 424	200 - 400
CSB	mg/l	386 - 587	77 - 645	800
TS	mg/l	153 - 259	89 - 353	467
Gesamtcoliforme Bakterien	KBE/100 ml	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>9</sup>
Fäkalcoliforme Bakterien	KBE/100 ml	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> - 10 <sup>8</sup>
E. coli	KBE/100 ml	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>6</sup> (Bad gesamt)		10 <sup>5</sup> - 10 <sup>7</sup>
Fäkale Enterokokken	KBE/100 ml	10 <sup>1</sup> - 10 <sup>6</sup> (Bad gesamt)		10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>



# Faktoren welche Grauwasser beeinflussen?

- Lebensstil/kultureller und sozialer Hintergrund
- Nutzerverhalten
- Altersstruktur/Anzahl der Bewohner
- Uhrzeit/Wochentag
- Geografischen Eigenschaften
- Pflegemittel/Kosmetika/Haushaltschemikalien

# Vorteil der Grauwasserwiederverwendung?

- Gering belastet
- Fällt jeden Tag in etwa in gleicher Menge an
- GW Anfall witterungsunabhängig
- Ressourcenschonung

→ **Nutzung für Anwendungen wo keine Trinkwasserqualität gefordert wird:**





# Aufbereitungsverfahren

## ➤ Technische Verfahren:

- 1) Chemisch-physikalische Reinigung
- 2) Biologische Reinigung

## ➤ Naturnahe Verfahren:

- 1) Physikalisch-biologische Reinigung



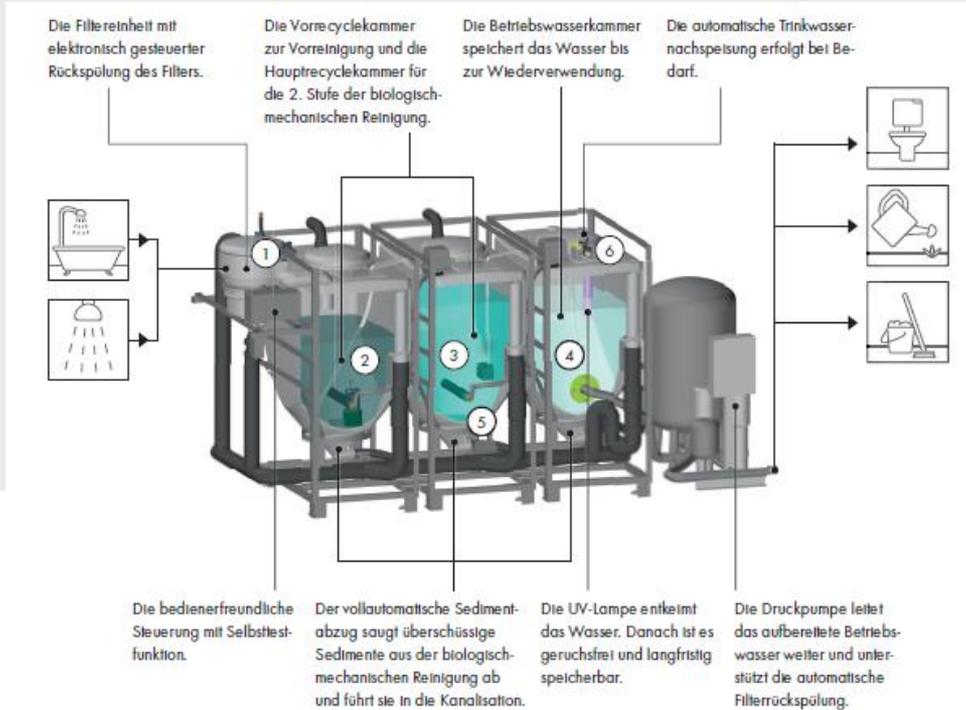
<https://www.intewa.com/de/produkte/aqualoop-wasseraufbereitung>



<https://www.ellquastutz.com/de/referenzen-291.html/articles-retentionsbodenfilter-emmingen-und-lipzingen>



# Beispiel einer Grauwasseraufbereitung



Fotos AquaCycle 2500 - Hansgrohe INT <http://pro.hansgrohe-int.com/assets/global/...>



<https://waterwisegruppe/>



# Anforderungen an Grauwasserqualität

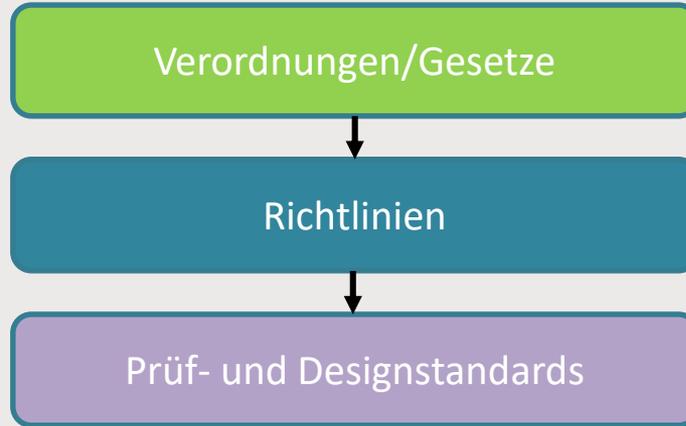
- Hygienisch/mikrobiologisch unbedenklich
- Schwebstofffrei
- Farblos/Klar
- Geruchlos

Aber europaweit sowie außerhalb der EU:

- Keine einheitliche Richtlinien/Regelwerke/Empfehlungen
- Unterschiedliche Auffassungen bezüglich der erforderlichen Qualität



# Übersicht Rechtsgrundlage



Verbindlicher Rechtsakt: Muss im vollen Umfang umgesetzt werden



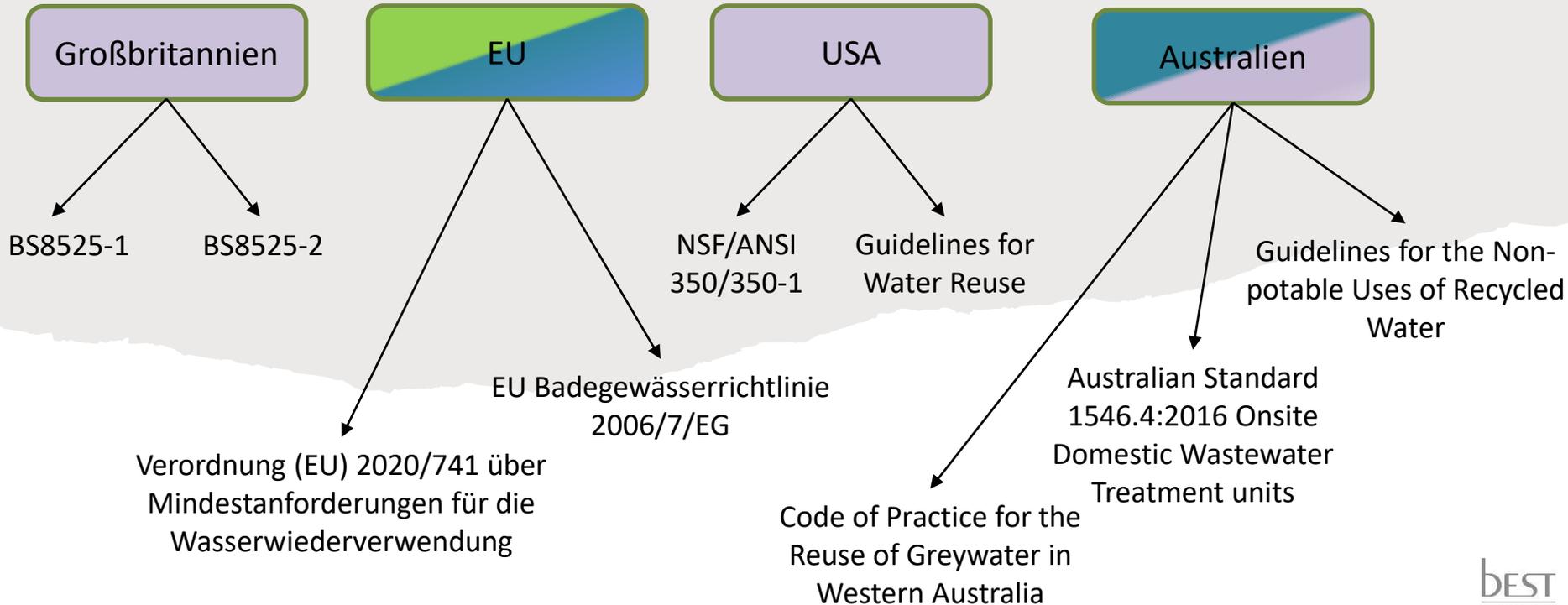
Gemeinsames Ziel wurde festgelegt. Eigene unterschiedliche Rechtsvorschriften in Mitgliedsstaaten (EU) und Bundesstaaten (USA, Australien)



Freiwillige Basis: gibt Hinweise, Stand der Technik, Prüfbedingungen vor, nicht rechtlich bindend



# Verordnungen/Richtlinien/Standards





# Richtlinien: Westaustralien

## ➤ Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water: Inbetriebnahme

Anforderungen an die Validierungs- und Verifizierungsüberwachung bei der Inbetriebnahme					
Mögliches menschliches Kontaktisiko	Mögliche Endanwendung	Parameter	Einhaltungswerte Ablauf	Häufigkeit der Zulaufüberwachung	Häufigkeit der Ablaufüberwachung
Hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrfamilienhäuser, interne Nutzung und externe Oberflächenbewässerung</li> <li>- Landwirtschaftliche Bewässerung für unverarbeitete Lebensmittel</li> <li>- Stadtbewässerung mit uneingeschränktem Zugang und Anwendung</li> <li>- Gemeinschaftliche Nutzung - Toiletten mit Wasserspülung und ausgewiesene Kaltwasser-Waschmaschinen</li> </ul>	E.coli	< 1 KBE/100ml	Wöchentlich	Wöchentlich
		BSB	< 10 mg/L	Nicht erforderlich	Wöchentlich
		SS	< 10 mg/L	Nicht erforderlich	Wöchentlich
		pH	6,5 - 8,5	kontinuierliches Onlinemonitoring oder wöchentlich	kontinuierliches Onlinemonitoring
		Trübung	< 2NTU (95%ile) < 5 NTU (maximum)	kontinuierliches Onlinemonitoring oder wöchentlich	kontinuierliches Onlinemonitoring
		Desinfektion	- Cl: 0,2-2,0 mg/L - UV - UVT > 75% - Ozone - UV dose: 40-70 ml/cm <sup>2</sup>	Nicht zutreffend	kontinuierliches Onlinemonitoring
		Coliphages	< 1 KBE/100ml	alle 2 Wochen	Wöchentlich
		Chlostridien	< 1 KBE/100ml	alle 2 Wochen	Wöchentlich
Es müssen mindestens 6 Proben vorliegen während der Inbetriebnahmephase					

Erstellt aus: guidelines for the non-potable uses of recycled water in western Australia – WA HEALTH



# Richtlinien: Westaustralien

## ➤ Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water: Laufende Überwachung

Mindestanforderungen an die laufende Überwachung					
Mögliches menschliches Kontaktisiko	Mögliche Endanwendung	Parameter	Einzuhaltender Wert	Häufigkeit der Überwachung	Audit Häufigkeit
Hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrfamilienhäuser, interne Nutzung und externe Oberflächenbewässerung</li> <li>- Landwirtschaftliche Bewässerung für unverarbeitete Lebensmittel</li> <li>- Stadtbewässerung mit uneingeschränktem Zugang und Anwendung</li> <li>- Gemeinschaftliche Nutzung - Toiletten mit Wasserspülung und ausgewiesene Kaltwasser-Waschmaschinen</li> </ul>	E.coli	< 1 KBE/100ml	Wöchentlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Auditprüfung jedes Jahr erforderlich</li> <li>-(Stichprobenartige Prüfung zu jedem Zeitpunkt möglich)</li> <li>Prüfung der Sanitäranlagen sind alle 5 Jahre erforderlich, einschließlich Rückfluss- und Querverbindungsprüfung</li> </ul>
		BSB	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	
		SS	< 10 mg/L	Nicht erforderlich	
		pH	6,5 - 8,5	kontinuierliches Onlinemonitoring oder wöchentlich	
		Trübung	< 2NTU (95%ile) < 5 NTU (maximum)	kontinuierliches Onlinemonitoring oder wöchentlich	
		Desinfektion	- Cl: 0,2-2,0 mg/L - UV - UVT > 75% - Ozone - UV dose: 40-70 ml/cm <sup>2</sup>	Nicht zutreffend	
		Coliphages	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	
		Chlostridien	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	

Erstellt aus guidelines for the non-potable uses of recycled water in western Australia – WA HEALTH



# Empfehlungen Wasserwiederverwendung: USA

Vorgeschlagene Richtwerte für die Wiederverwendung von aufbereitetem Wasser			
Wiederverwendungskategorie und Beschreibung	Behandlung	Qualität des aufbereiteten Wassers	Überwachung des aufbereiteten Wassers
<b>Städtische Wiederverwendung</b>			
<b>Uneingeschränkt:</b> Die Verwendung von aufbereitetem Wasser für nicht trinkbare Anwendungen im kommunalen Bereich, wo der öffentliche Zugang nicht eingeschränkt ist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologische Reinigung</li> <li>- Filtration</li> <li>- Desinfektion</li> </ul>	pH = 6,0 - 9,0	Wöchentlich
		BSB < 10 mg/l	Wöchentlich
		Trübung < 2 NTU	kontinuierliches Onlinemonitoring
		Fäkale Keime < 0/100ml	täglich
		Restwert Cl <sub>2</sub> = 1mg/l minimum	kontinuierliches Onlinemonitoring
<b>Eingeschränkt:</b> Die Verwendung von wiederaufbereitetem Wasser für Trinkwassersysteme in Gemeinden, in denen der öffentliche Zugang durch physische oder institutionelle Barrieren wie Zäune, Hinweisschilder oder zeitliche Zugangsbeschränkungen kontrolliert oder eingeschränkt wird	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologische Reinigung</li> <li>- Desinfektion</li> </ul>	pH = 6,0 - 9,0	Wöchentlich
		BSB < 30 mg/l	Wöchentlich
		TSS < 30 mg/l	täglich
		Fäkale Keime < 200/100ml	täglich
		Restwert Cl <sub>2</sub> = 1mg/l minimum	kontinuierliches Onlinemonitoring

Erstellt aus EPA, United States Environmental Protection Agency (September 2012) Office of Wastewater Management Office of Water Washington, D.C. Guidelines for Water Reuse EPA 800/R-12/018



# Prüfstandards: USA

<b>NSF/ANSI Standard 350: Vor-Ort-Aufbereitungssysteme für die Wiederverwendung von Wasser für Privathaushalte und Gewerbe</b>	
<u>Gebäudetypen</u>	Wohnbereich bis zu einer Kapazität $\leq 5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ Gewerblich, mit einer Kapazität $> 5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ und alle Kapazitäten von gewerblichem Waschwasser
<u>Abwasserart</u>	Kombiniertes Schwarz- und Grauwasser Grauwasser Wäschewasser
<u>Anwendung</u>	Nicht Trinkwasseranwendungen wie Oberflächenbewässerung und unterirdische Bewässerung sowie Toiletten- und Urinalspülungen
<u>Klassifizierung</u>	Zwei Klassifizierungen, die sich sehr leicht in der Abwasserqualität unterscheiden: - Klasse R: Einfamilienhäuser - Klasse C; Mehrfamilienhäuser und Gewerblich
<b>NSF/ANSI Standard 350-1: Vor-Ort-Grauwassersysteme für private und gewerbliche Zwecke zur unterirdischen Bewässerung</b>	
<u>Gebäudetypen</u>	Wohnbereich bis zu einer Kapazität $\leq 5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ Gewerblich, mit einer Kapazität $> 5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ und alle Kapazitäten von gewerblichem Waschwasser
<u>Abwasserart</u>	Kombiniertes Schwarz- und Grauwasser Grauwasser Wäschewasser
<u>Anwendung</u>	Nur für Untergrundbewässerung
<u>Klassifizierung</u>	Einzelne Abwasserqualität ohne Klassifizierung



# Prüfstandards: USA

Zusammenfassung der Abflusskriterien des NSF-Standards 350 für einzelne Klassifizierungen sowie NSF350-1 für Untergrundbewässerung

Parameter	Klassifizierungsklasse R		Klassifizierungsklasse C		NSF/ANSI 350-1
	Test-Durchschnittswert	Einzel Probenwert (Maximum)	Test-Durchschnittswert	Einzel Probenwert (Maximum)	Test-Durchschnittswert
BSB <sub>5</sub> (mg/L)	10	25	10	25	25
TSS (mg/L)	10	30	10	30	30
Trübung (NTU)	5	10	2	5	/
E.coli (KBE/100mL)	14	240	2,2	200	/
Farbe	6,0-9,0	nicht zutreffend	6,0-9,0	nicht zutreffend	nicht zutreffend
Geruch	nicht anstößig	nicht zutreffend	nicht anstößig	nicht zutreffend	nicht anstößig
Ölfilm und Schaum	Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar

Zusammengestellt aus EPA, United States Environmental Protection Agency (September 2012) Office of Wastewater Management/Office of Water/Washington, D.C. Guidelines for Water Reuse EPA/600/R-12/618

NSF-350

NSF-350-1



# Verordnung 2020/741: Europäische Union

Tabelle 2 — Anforderungen an die Qualität von aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Zielvorgabe für die Technik	Qualitätsanforderungen				
		E. coli (Anzahl/100 ml)	BSB <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Trübung (NTU)	Sonstige
A	Zweitbehandlung, Filtration und Desinfektion	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella</i> spp.: < 1 000 KBE/l, wenn das Risiko der Aerosolbildung besteht Intestinale Nematoden (Eier von Helminthen): ≤ 1 Ei/Liter für die Bewässerung von Weideflächen oder Futterpflanzen
B	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 100	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Tabelle 1)	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Tabelle 1)	—	
C	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 1 000			—	
D	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 10 000			—	

- A= Alle roh verzehrten Nahrungsmittelpflanzen, deren essbarer Teil unmittelbar mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt und roh verzehrte Hackfrüchte  
 B= Alle roh verzehrten Nahrungsmittelpflanzen, deren essbarer über den Boden erzeugt wird und nicht unmittelbar mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt  
 C= Idem zu B nur Bewässerungsmethode zugelassen welche nicht direkt mit dem essbaren Teil in Verbindung kommt  
 D= Industrie- und Energiepflanzen sowie aus Saatgut gewonnene Pflanzen



# Badegewässerrichtlinie: Europäische Union:

## ANHANG I

### Binnengewässer

	A	B	C	D	E
	Parameter	Ausgezeichnete Qualität	Gute Qualität	Ausreichende Qualität	Referenzanalysemethoden
1	Intestinale Enterokokken (cfu/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 oder ISO 7899-2
2	Escherichia coli (cfu/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 oder ISO 9308-1

(\*) Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

(\*\*) Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

### Küstengewässer und Übergangsgewässer

	A	B	C	D	E
	Parameter	Ausgezeichnete Qualität	Gute Qualität	Ausreichende Qualität	Referenzanalysemethoden
1	Intestinale Enterokokken (cfu/100 ml)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 oder ISO 7899-2
2	Escherichia coli (cfu/100 ml)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 oder ISO 9308-1

(\*) Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

(\*\*) Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.



# Fbr-Hinweisblatt H201: Deutschland

Tabelle 3: Qualitätsanforderungen für  
Toilettenspülwasser  
[SenStadt, 2003]

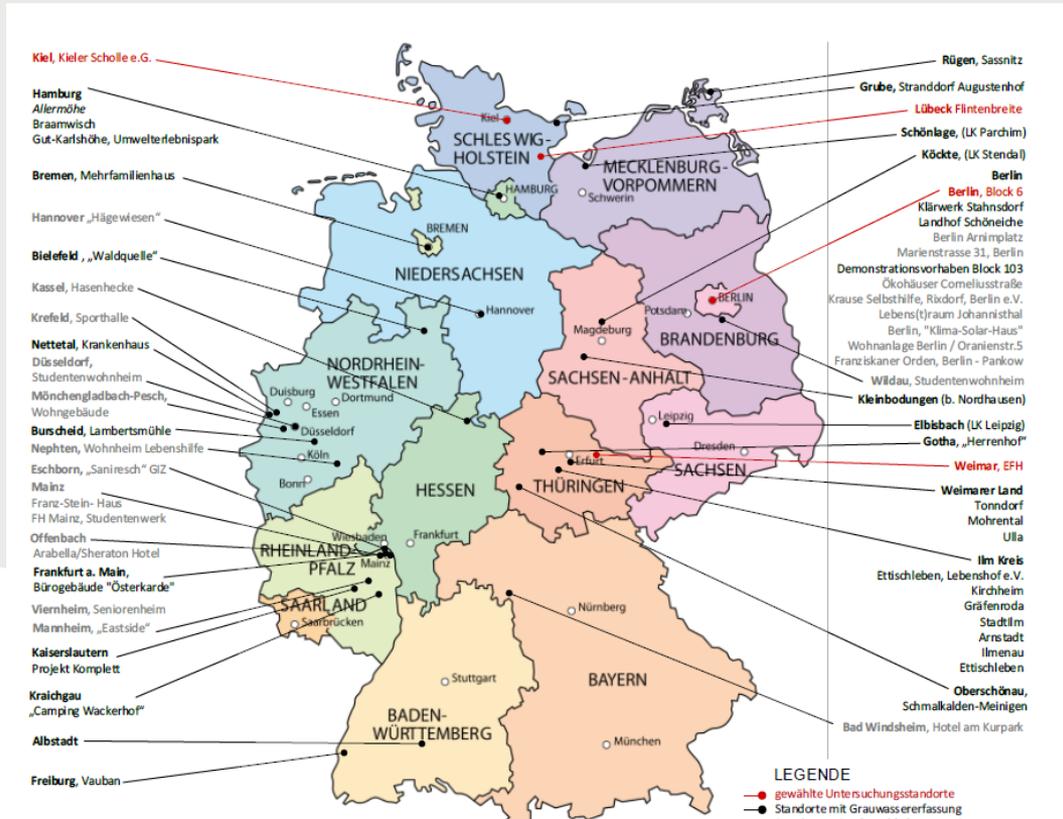
BSB <sub>7</sub>	< 5 mg/l
Sauerstoffsättigung	> 50%
Gesamtcoliforme Bakterien <sup>A)</sup>	< 100/ml
Fäkalcoliforme Bakterien <sup>A)</sup>	< 10/ml
Pseudomonas aeruginosa: <sup>B)</sup>	< 1/ml

A) Analyse entsprechend EU Richtlinie 76/160/EWG

B) Analyse in Anlehnung an TrinkwV 2001



# Übersichtskarte Grauwasserprojekte Deutschland!!!





# Richtlinien/Standards: Luxemburg

- Stand heute keine Anforderungen bezüglich Qualität und Nutzung von Grauwasser sowie aufbereitetem Wasser zur Wiederverwendung
- Gibt eine zur Nutzung von Regenwasser: Règlement grand-ducal du 14 mai 2003 concernant l'allocation d'une aide budgétaire aux particuliers pour la mise en place d'une installation de collecte des eaux de pluie.
  - keine Kriterien an Qualität
  - Förderung beschrieben
  - Abnahme sowie Förderkriterien



# Übersicht internationaler Qualitätsanforderungen

Tab. 5.1.1 Internationale Qualitätsanforderungen für die Wiederverwendung als Toilettenspülwasser

Parameter	USA [11]	CA [12]	AU [13]	GB [14]	CN [15]	DE 1995 [16]	DE 2017 [17]
pH-Wert	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5 - 8,5	5,0 - 9,5	6,0 - 9,0	-----	6,5 - 9,5
Sauerstoffsättigung	-----	-----	-----	-----	-----	> 50 %	> 50 %
Geruch	-----	-----	-----	-----	keine unangenehmen Gerüche	nahezu geruchlos	-----
Trübung	≤ 2 NTU	≤ 2 NTU - ≤ 5 NTU	< 2 NTU - < 5 NTU	< 10 NTU	≤ 5 NTU	-----	< 2 NTU
UV-Trans. b. 254 nm	-----	-----	-----	-----	-----	≥ 60 %	> 60 % (Empfehlung)
BSB <sub>5</sub>	≤ 10 mg/l	≤ 10 mg/l - ≤ 20 mg/l	≤ 10 mg/l	-----	≤ 10 mg/l	< 5 mg/l (BSB <sub>5</sub> )	< 5 mg/l
X <sub>TS</sub> (TS)	-----	≤ 10 mg/l - ≤ 20 mg/l	≤ 10 mg/l	-----	-----	nahezu Schwebstofffrei	-----
Gesamtcolliforme Bakterien	-----	-----	-----	-----	≤ 3/1000 ml	< 10 <sup>4</sup> /100 ml	< 10 <sup>4</sup> /100 ml
Fäkalcoliforme Bakterien	0/100 ml	-----	-----	-----	-----	< 10 <sup>3</sup> /100 ml	-----
E. coli	-----	0/100 ml - ≤ 200/100ml	< 1/100 ml	< 25/100ml	-----	-----	< 10 <sup>3</sup> /100 ml
Pseudomonas aeruginosa	-----	-----	-----	-----	-----	< 100/100 ml	< 100/100 ml
Coliphagen	-----	-----	< 1/100 ml	-----	-----	-----	-----
Clostridien	-----	-----	< 1/100 ml	-----	-----	-----	-----
Restchlor	≥ 1 mg/l	≥ 0,5 mg/l	0,2-2 mg/l	< 2mg/l	nacht 30 Min. ≥ 1 mg/l Rohmetzende ≥ 0,2 mg/l	-----	-----

## Ziel:

Kompromiss finden zwischen technischem Aufwand und qualitativen Mindestanforderungen sowie Akzeptanz durch Endnutzer



# Was bedeutet dies für Luxemburg?

- Zertifizierte Monteure / Sanitärbetriebe
- Getrenntes und klar erkennbares Brauchwassernetz
- Klar definierte Zuständigkeiten für Zertifizierung und Abnahme
- Gesetzlich verpflichtende Qualitätsparameter bezüglich Grauwasserqualität
- Festlegung Anlagenbetreiber
- Anwendung für Neubauprojekten (Wohnsiedlung 20-40 Häuser)

**→ Diese Punkte müssen gesetzlich geregelt sein**



# Mögliche Qualitätsanforderungen?

Tab. 5.1.1 Mögliche Qualitätsanforderungen für Grauwassernutzung in Luxemburg

pH-Wert	Sauerstoffsättigung	Trübung	BSB <sub>5</sub>	TS-Gehalt	E-coli	Gesamtcolimforme Bakterien	Intestinale Enterokokken	Farbe	Geruch	Chlorgehalt
6,5 - 8,5	> 50%	≤ 2 NTU	≤ 10 mg/l	Schwebstofffrei	< 10 <sup>3</sup> cfu/100ml	< 10 <sup>4</sup> cfu/100ml	< 4*10 <sup>2</sup> cfu/100ml	klar	Geruchlos	?

## Wichtig!!!

- Regelmäßige Analysen der Ablaufqualität durch zertifizierte Labore
- Onlineüberwachung wichtigster Parameter vor Ort



**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!**