

Technische Regeln zur Wasserwiederverwendung in Deutschland

Die DWA Merkblattreihe M 1200-1,2,3



Prof. Dr.-Ing. Dörte Ziegler
Hochschule Koblenz
DWA-AG KA 8.4
ziegler@hs-koblenz.de
+49 261 9528-632

Übersicht



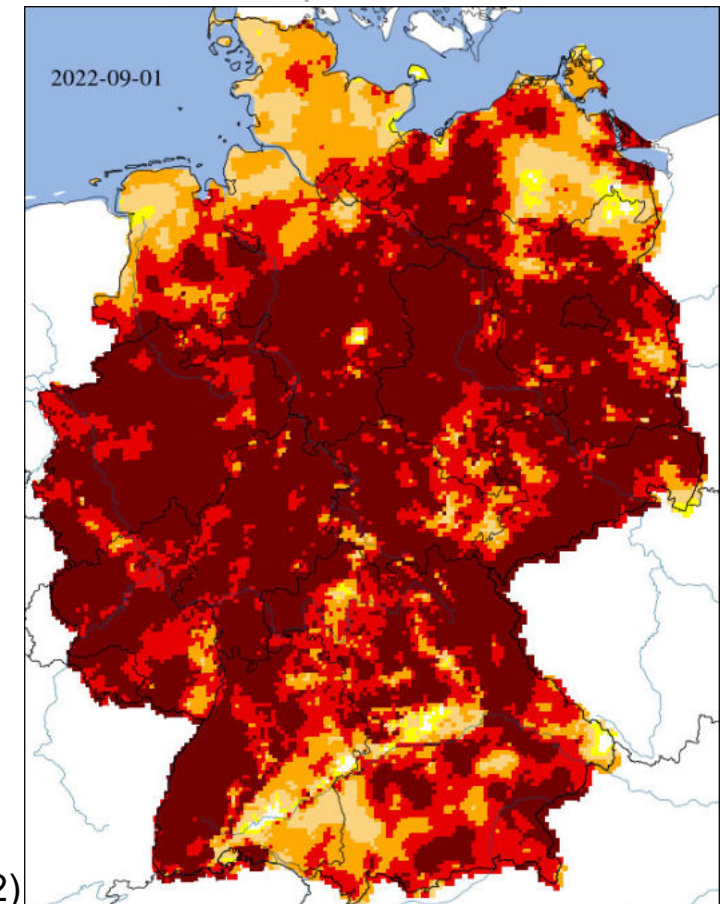
- Wasserwiederverwendung in Deutschland
- EU-Verordnung zur Wasserwiederverwendung 2020/741
- Die DWA-Merkblattreihe M 1200 – Teil 1, 2, 3
- Fazit und Ausblick

Mögliche Gründe für Wasserwiederverwendung in Deutschland



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

- „mögliche Antwort auf Dürre und Wasserknappheit“
- Dürre: regional sinkende Grundwasserspiegel, saisonal Austrocknung des Oberbodens
- Wasserknappheit: steigende Bewässerungswassermengen infolge sommerlicher Trockenperioden
 - 2019: ca. 0,4 Mrd. m³/a (2007: 0,1 Mrd m³/a) (0,3% des gesamten Wasserbedarfs, 50% der Flächen in Niedersachsen)
- Wasserknappheit: Nutzungskonkurrenzen, z. B. durch steigenden Bedarf der Trinkwasserversorgung



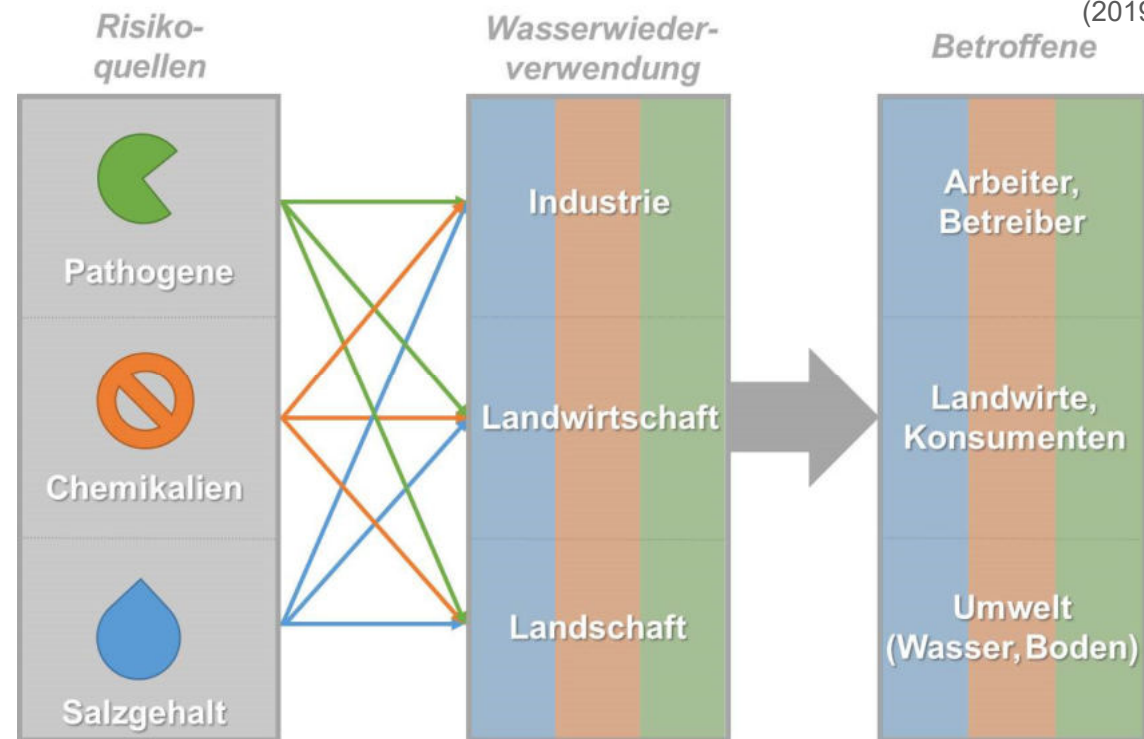
Quelle: UFZ-Dürremonitor Deutschland

UFZ-Dürremonitor des Gesamtbodens bis ca. 1,8 m Tiefe (09/2022)

Risiken der Wasserwiederverwendung

- **Mögliche Risiken** durch abwasserbürtige Inhaltsstoffe:
 - Krankheitserreger (intestinale Würmer, Protozoen, Bakterien, Viren)
 - anorganische und organische Schadstoffe
 - Salzgehalt des Wassers
- Schutz der **öffentlichen Gesundheit**
 - Nutzer des aufbereiteten Wassers
 - Konsumenten landwirtschaftlicher Erzeugnisse
 - Anwohner und Öffentlichkeit
- Schutz der **Umwelt**

Quelle: verändert nach „DWA Topics Non-Potable Water Reuse“ (2019)



Risikoquellen und -exposition bei Wasserwiederverwendung

Ziele der Wasserwiederverwendung in Deutschland



Nationale Wasserstrategie (2023)

Die Länder sollen **Wasserversorgungskonzepte** erstellen:

„Diese Konzepte [...] **berücksichtigen** [...] **Potenziale der Wasserwiederverwendung.**“

„Die Vorgaben der EU-Verordnung über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung werden umgesetzt, um die hygienisch sichere, gesundheitlich unbedenkliche sowie auch im Hinblick auf persistente Spurenstoffe umweltgerechte Nutzung von aufbereitetem Abwasser zur Bewässerung in der Landwirtschaft zu gewährleisten. [...]

Über die Sinnhaftigkeit der Verwendung von aufbereitetem Abwasser sollte zusätzlich mit Hilfe einer regionalen Nachhaltigkeitsabwägung (z. B. in Wasserversorgungskonzepten) entschieden werden. “

EU-Wasser-WVVO 2020/741

Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung



Quelle: www.eur-lex.europa.de

L 177/32

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

5.6.2020

VERORDNUNG (EU) 2020/741 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 25. Mai 2020

über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung

(Text von Bedeutung für den EWR)

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, insbesondere auf Artikel 192 Absatz 1,
auf Vorschlag der Europäischen Kommission,

nach Zuleitung des Entwurfs des Gesetzgebungsakts an die nationalen Parlamente,

nach Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses (1),

nach Stellungnahme des Ausschusses der Regionen (2),

gemäß dem ordentlichen Gesetzgebungsverfahren (3),

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Die Wasserressourcen in der Union geraten zunehmend unter Druck, was zu Wasserknappheit und einer Verschlechterung der Wasserqualität führt. Insbesondere der Klimawandel, unvorhersehbare Wetterverhältnisse und Dürren tragen wesentlich dazu bei, den durch Stadtentwicklung und Landwirtschaft verursachten Druck auf die Süßwasserressourcen zu erhöhen.
- (2) Die Fähigkeit der Union, dem zunehmenden Druck auf die Wasserressourcen zu begegnen, könnte durch eine umfassendere Wiederverwendung von behandeltem Abwasser verbessert werden, indem die Entnahme aus Oberflächenwasserkörpern und Grundwasserkörpern begrenzt, die Auswirkungen der Einleitung von behandeltem Abwasser in Wasserkörper verringert und Wassereinsparungen durch verschiedene Nutzungsarten für kommunales Abwasser, bei gleichzeitiger Gewährleistung eines hohen Umweltschutzniveaus gefördert werden. In der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (4) wird die Wasserwiederverwendung in Verbindung mit der Förderung des Einsatzes von Techniken mit hohem Wassernutzungsgrad in der Industrie und wassersparenden Bewässerungstechniken als ergänzende Maßnahmen genannt, die die Mitgliedstaaten zur Verwirklichung der Ziele jener Richtlinie, einen quantitativ und qualitativ guten Gewässerzustand der Oberflächenwasserkörper und der Grundwasserkörper zu erreichen, anwenden können. Gemäß der Richtlinie 91/271/EWG des Rates (5) soll gereinigtes Abwasser nach Möglichkeit wiederverwendet werden.
- (3) In der Mitteilung der Kommission vom 14. November 2012 „Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen“ betont die Kommission, dass ein unionsweites Instrument zur Regelung von Normen für die Wasserwiederverwendung geschaffen werden muss, um auf diese Weise Probleme zu beseitigen, die die allgemeine Nutzung dieser alternativen Wasserversorgungsoption behindern, nämlich eine, die dazu beitragen kann, die Wasserknappheit zu begrenzen und die Anfälligkeit der Versorgungssysteme zu reduzieren.

- EU-weit **vereinheitlichte Mindestanforderungen**
 - in Kraft seit dem 25. Juni 2020
 - unmittelbare **Gültigkeit seit dem 26. Juni 2023**
- **EU Wasser-WVVO** gilt in Zusammenhang mit EU Wasserrahmenrichtlinie
 - Hierarchie von Maßnahmen zur Bewältigung von Wasserknappheit und Dürre
- Gilt dann, wenn **behandeltes kommunales Abwasser** aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen gemäß Kommunalabwasser-Richtlinie **für die landwirtschaftliche Bewässerung wiederverwendet** wird

EU-WasserWVVO 2020/741

Einschränkungen und Umsetzung

- Einsatz aufbereitetes Wassers für **weitere Anwendungen** steht Mitgliedstaaten offen, z. B.:
 - industrielle Zwecke
 - urbane Grünflächen
- **Ausschluss von Wasserwiederverwendung** unter Beachtung bestimmter Kriterien möglich
 - klimatische Gegebenheiten, Zustand von Grundwasserleitern, Oberflächengewässern etc.
 - Ausschlusskriterien sind mindestens alle sechs Jahre erneut zu überprüfen
- Konkretisierung der EU-Verordnung durch **Leitlinien** zu ihrer Anwendung (2022/C 298/01)

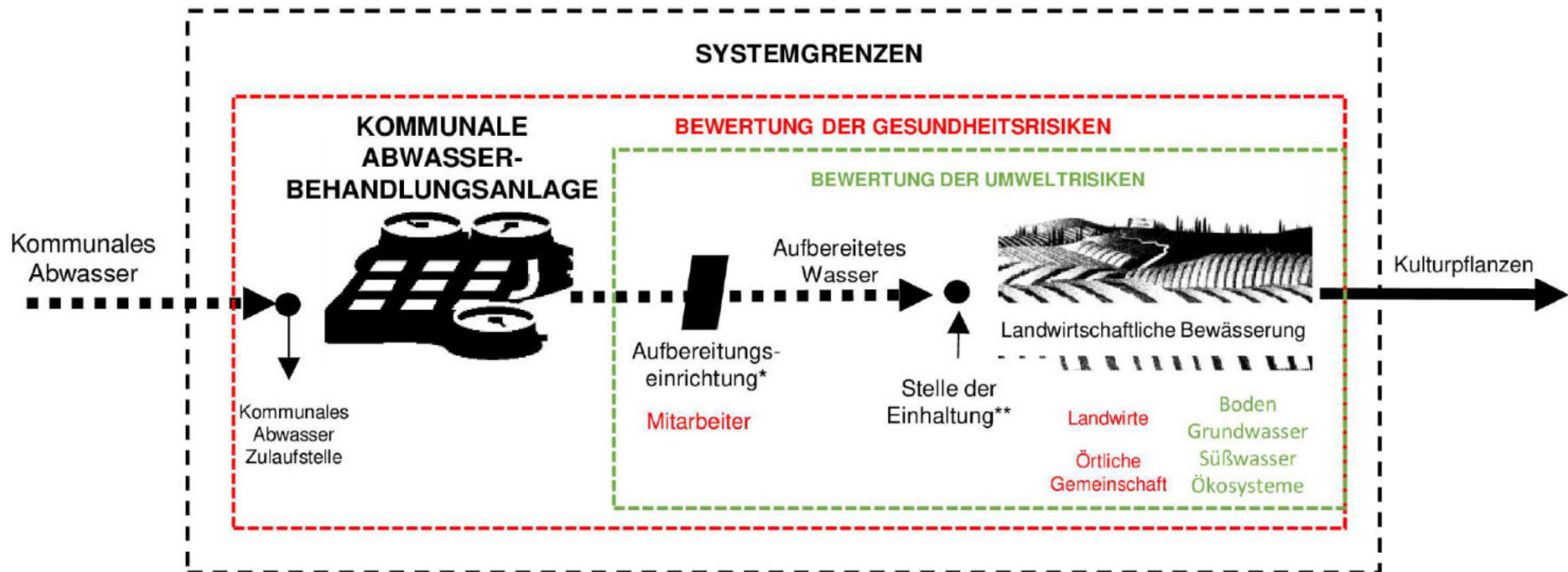


Quelle: J. Haberkamp

Grünflächenbewässerung in Bahrain

Leitlinien zur Anwendung der EU-WasserWVVO (EC 2022/C 298/01)

Hauptelemente eines Systems der WasserWV



EU-WasserVVVO 2020/741

Mindestgüteklassen für Bewässerungszwecke



Güte-klasse	Kategorie der Nutzpflanzen	Bewässerungs- methode
A	<i>Roh</i> verzehrte Nutzpflanzen, deren essbarer Teil <i>unmittelbar mit aufbereitetem Wasser in Kontakt</i> kommt, und roh verzehrte Hackfrüchte	Alle Bewässerungs- methoden
B	<i>Roh</i> verzehrte Nutzpflanzen, deren essbarer Teil <i>über dem Boden</i> erzeugt wird und <i>nicht</i> unmittelbar mit aufbereitetem Wasser in Kontakt kommt, <i>verarbeitete</i> Nutzpflanzen und Non-Food-Kulturen, einschließlich Futterkulturen für milch-/fleischerzeugende Tiere	Alle Bewässerungs- methoden
C	<i>Roh</i> verzehrte Nutzpflanzen, deren essbarer Teil <i>über dem Boden</i> erzeugt wird und <i>nicht</i> unmittelbar mit aufbereitetem Wasser in Kontakt kommt, <i>verarbeitete</i> Nutzpflanzen und Non-Food-Kulturen, einschließlich Futterkulturen für milch-/fleischerzeugende Tiere	Tropfbewässerung oder Bewässerung ohne Kontakt mit essbaren Teilen
D	Industrie- und Energiepflanzen sowie aus Saatgut gewonnene Pflanzen (d. h. Pflanzen zur Saatgutproduktion)	Alle Bewässerungs- methoden

EU-WasserWVVO 2020/741

Anforderungen an die Wasseraufbereitung



- **Krankheitserreger:**

Nachweis der \log_{10} -Eliminationsleistung im Zuge der [Verfahrensvalidierung](#)

- *E. coli* und *Clostridium-perfringens*-Sporen: ≥ 5 Zehnerpotenzen
- Coliphagen (insgesamt): ≥ 6 Zehnerpotenzen

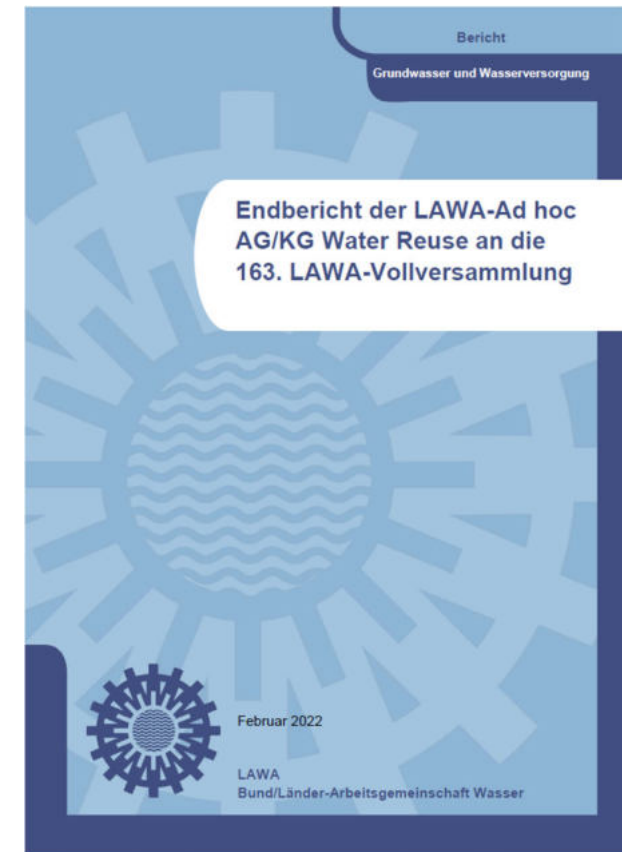
- **Risikomanagementplan**

- Betreiber der Aufbereitungsanlage, Behörde, Stakeholder
- Anforderungen an evtl. [weitere Aufbereitung](#)
- 11 Key Elements or Risk Management (KRM)

Nationale Umsetzung der EU-WasserWVVO

Integration in deutsches Wasserrecht

- **Empfehlungen** durch Ad-hoc-Kleingruppe der **LAWA** als Grundlage für deutsche Rechtsverordnung, u.a.:
 - nur bedarfsgerechte Bewässerung
 - nur außerhalb Wasserschutzgebietszone I und II
 - keine Bewässerung von Pflanzen, deren roh verzehrbare Anteil im Boden oder bodennah wächst und mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt
 - keine Anwendung in hydroponischen Systemen
 - weitergehende Anforderungen an die Wasserqualität im Zuge der Validierung erfordern Filtration auch für Güteklassen B und C
 - Grenzwert für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)
- **WHG-Änderung** und **Rechtsverordnung** voraussichtlich 2024



DWA-Merkblattreihe M 1200 (Merkblätter: Stand der Technik)



DWA-M 1200-1 – „Grundsätze zur Wasserwiederverwendung für unterschiedl. Nutzungen“

DWA-M 1200-2 – „Anforderungen an die weitergehende Wasseraufbereitung“

DWA-M 1200-3 – „Verwendung von aufbereitetem Wasser für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau und Grünflächen“

Ziel: Fertigstellung des Gelbdrucks Anfang 2024

**DWA Hauptausschuss Kommunale
Abwasserbehandlung:
AG KA-8.4 Wasserwiederverwendung
für landwirtschaftliche und urbane Zwecke**

- ca. 45 Vertreter:innen von Hochschulen, Ingenieurbüros, Kläranlagenbetreibern, Behörden, Anlagenherstellern, GIZ
- hervorgegangen aus der AG BIZ-11.4 Water Reuse, HA Bildung & Internationale Zusammenarbeit

**DWA Hauptausschuss Gewässer & Boden:
AG GB-4.1 Klarwasserverwendung
für die Bewässerung**

- ca. 15 Vertreter:innen von Hochschulen, Behörden, Fachverbänden, Ingenieurbüros, Unternehmen, Landwirtschaftskammern

DWA-M 1200-1

Grundsätze der Wasserwiederverwendung



1, 2: Anwendungsbereich, Begriffe

3. Relevanz der Wasserwiederverwendung

4. Wasserinhaltsstoffe und damit potentiell verbundene **Risiken der Wasserwiederverwendung**

5. Regulatorischer Rahmen der Wasserwiederverwendung

- Güteklassen und **Anforderungen an aufbereitetes Wasser**
- Erweiterung der EU-WasserWVVO u.a. um Anforderungen der DIN 19650 (1999) “Hygienische Belange von Bewässerungswasser”

6. Risikomanagement bei der Wasserwiederverwendung

- (s. nächste Folie)

7. Genehmigung von Wasserwiederverwendung

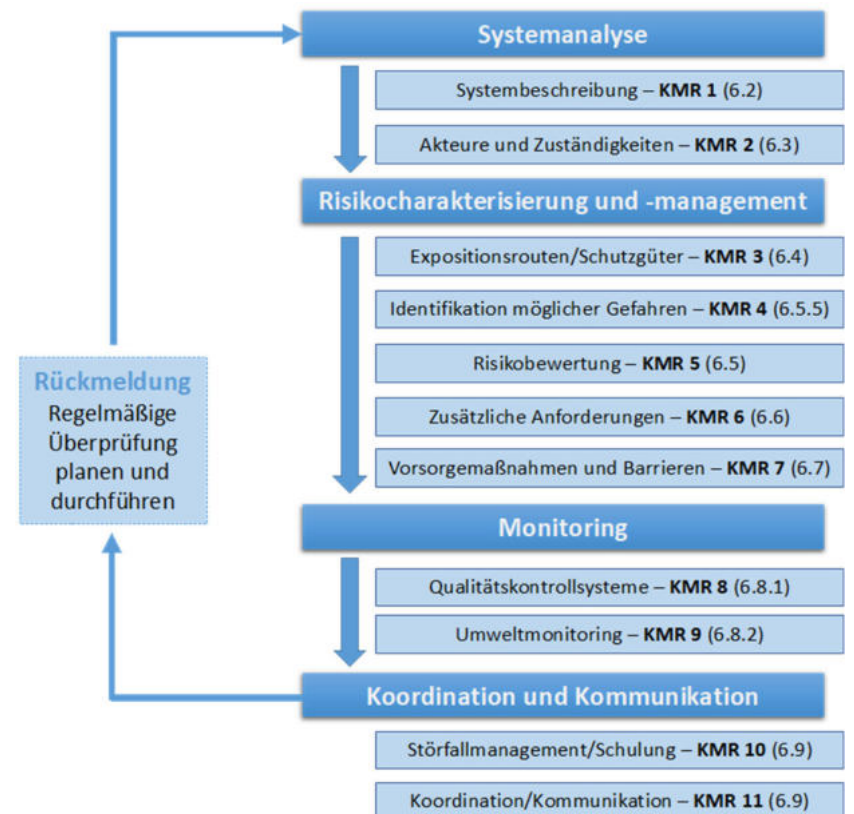
8. Wirtschaftlichkeit

9. Kommunikation und Information

DWA-M 1200-1

Grundsätze; Kap. 6: Risikomanagementplan

- **Risikomanagementplan** wird Kernelement der **Genehmigungsunterlagen**
 - **Beteiligung aller Akteure** unter Federführung des Betreibers der weitergehenden Aufbereitung
 - **einzelfallspezifische** Ableitung der zur Risikominimierung ggf. erforderlichen Maßnahmen
- **Key Elements of Risk Management (KRM 1-11)**
 - Systembeschreibung
 - Risikocharakterisierung und –management
 - Monitoring
 - Koordination und Kommunikation



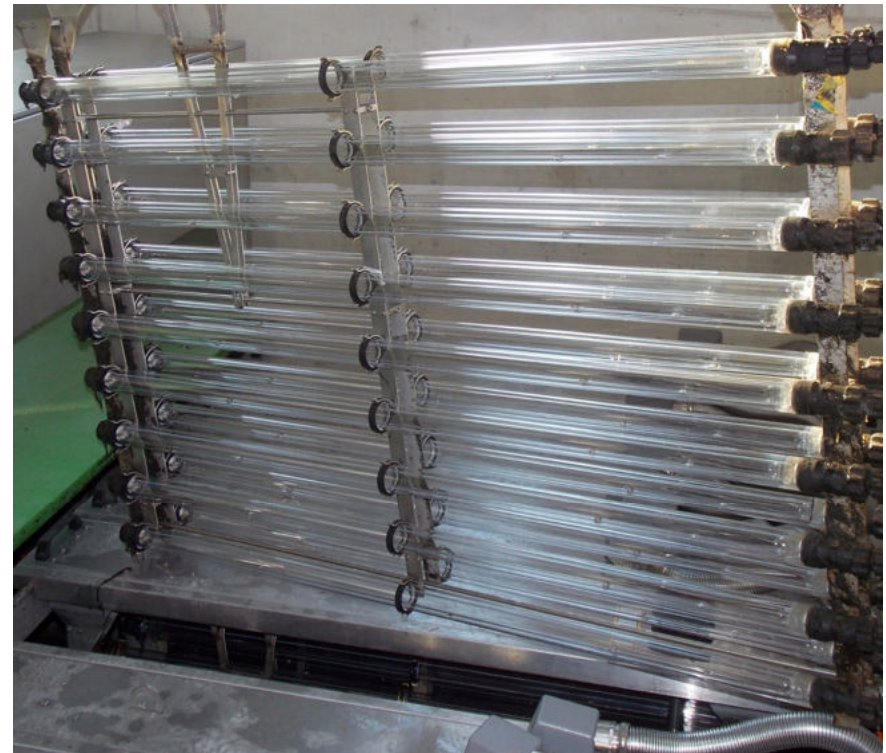
Quelle: DWA-M 1200-1 (in Bearbeitung)

Erstellung eines Risikomanagementplans

DWA-M 1200-2

Anforderungen an die Wasseraufbereitung

- Anforderungen an die technische Infrastruktur für **weitergehende Aufbereitung**, **Speicherung** und **Transport** des aufbereiteten Wassers
- **Aufbereitungsverfahren** zur sicheren Einhaltung der Qualitätsanforderungen
 - Verfahren zur **Filtration**, **Desinfektion** und **Spurenstoffelimination** sowie deren Kombinationen
 - **Validierung** der Verfahren zur Sicherstellung der Elimination von Krankheitserregern
- Besondere Aspekte des **Betriebs** von Anlagen zur weitergehenden Wasseraufbereitung



Quelle: J. Haberkamp

UV-Desinfektionsanlage der Kläranlage Berlin-Ruhleben

DWA-M 1200-3

Bewässerung mit aufbereitetem Wasser

- **Bewässerungstechnik**
 - Planungsgrundlagen für die Bewässerung
 - Infrastrukturen
- **Anwendungsmöglichkeiten**
 - Landwirtschaft
 - Gartenbau
 - Forstwirtschaft und Baumschulen
 - urbane und sonstige Freiflächen
- **Einschränkungen und Herausforderungen**
 - Fruchtarten und Fruchtfolgen
 - Auswirkungen auf Ökosysteme
 - ggf. weitergehende
nutzungsspezifische Anforderungen



Quelle: J. Haberkamp

Beregnungsanlagen bei Braunschweig

Fazit und Ausblick

- **EU-WasserWVVO 2020/741** gibt der Wasserwiederverwendung neue Impulse und einheitlichen regulatorischen Rahmen
- Konkretisierung und teilweise Verschärfung der Anforderungen durch **deutsche Rechtsverordnung** erwartet
- Betreiber, Anwender und Genehmigungsbehörden erhalten durch **Merkblattreihe DWA-M 1200** Hilfestellung zur Umsetzung
- Wasserwiederverwendung soll über **landwirtschaftliche Bewässerung** und ggf. weiteren Anwendungen zur nachhaltigen Wasserbewirtschaftung beitragen



5.177732 [DE] Amtlicher der Europäischen Union 5.6.2020

VERORDNUNG (EU) 2020/741 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung

(Text von Bedeutung für den EWR)

Das EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION —
gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, insbesondere auf Artikel 192 Absatz 1,
auf Vorschlag der Europäischen Kommission,
nach Zustimmung des Ernennungs- und Gesetzgebungsorgans an die nationalen Parlamente,
nach Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses (1),
nach Stellungnahme des Ausschusses der Regionen (2),
gemäß dem ordentlichen Gesetzgebungsverfahren (3),
in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Die Wasserressourcen in der Union sind durch die Verschlechterung der Wasserqualität für Dürren sowie durch den steigenden Meeresspiegel und die Erhöhung der Meeresspiegel zu gefährden.

(2) Die Mitgliedstaaten der Union, die Wasserwiederverwendung von Oberflächenwasserläufen und Grundwasser in Wasserwerken vorantreiben, sind in der Lage, die Wasserwiederverwendung zu fördern und die Wasserwiederverwendung zu erleichtern, um die Wasserwiederverwendung zu fördern und die Wasserwiederverwendung zu erleichtern, um die Wasserwiederverwendung zu fördern und die Wasserwiederverwendung zu erleichtern.

(3) In der Mitteilung der Kommission vom 1. März 2017 über die Wasserwiederverwendung in der Union ist die Wasserwiederverwendung als ein wichtiger Bestandteil der Wasserwirtschaft in der Union hervorgehoben worden.

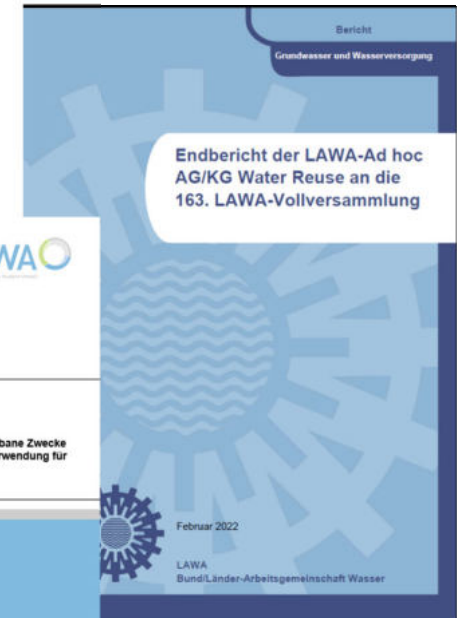
(4) In der Mitteilung der Kommission vom 1. März 2017 über die Wasserwiederverwendung in der Union ist die Wasserwiederverwendung als ein wichtiger Bestandteil der Wasserwirtschaft in der Union hervorgehoben worden.

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 1200-1

Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke in Deutschland – Teil 1: Grundsätze zur Wasserwiederverwendung für unterschiedliche Nutzungen

Juni 2023



Vielen Dank.

EU-WasserWVVO

Anforderungen an die Qualität von aufbereitetem Wasser



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

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Zielvorgabe für die Technik	Qualitätsanforderungen				
		<i>E. coli</i> (Anzahl/100 ml)	BSB ₅ (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			—	

[In Deutschland sind weitergehende Anforderungen zu erwarten, u.a. für die Trübung.]

EU-WasserWVVO

Mindesthäufigkeit der Routineüberwachung



Tabelle 3 — Mindesthäufigkeit der Routineüberwachung von aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Mindesthäufigkeit der Überwachung					
	<i>E. coli</i>	BSB ₅	TSS	Trübung	<i>Legionella</i> spp. (falls zutreffend)	Intestinale Nematoden (falls zutreffend)
A	Einmal pro Woche	Einmal pro Woche	Einmal pro Woche	Kontinuierlich	Zweimal pro Monat	Zweimal pro Monat oder wie vom Betreiber der Aufbereitungseinrichtung nach Anzahl der Eier festgelegt wird, die sich im in die Aufbereitungseinrichtung einlaufenden Abwasser befinden
B	Einmal pro Woche	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Abschnitt D)	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Abschnitt D)	—		
C	Zweimal pro Monat			—		
D	Zweimal pro Monat			—		

EU-WasserWVVO

Überwachung zur Validierung



Die Überwachung zur Validierung

- wird für die strengste Güteklasse von aufbereitetem Wasser, d. h. Güteklasse A, durchgeführt, um festzustellen, ob die Leistungsziele (log₁₀-Reduktion) eingehalten werden
- ist vor der Inbetriebnahme einer neuen Aufbereitungseinrichtung, bei jeder Modernisierung der Ausstattung sowie bei jedem Einsatz neuer Ausstattung oder neuer Verfahren durchzuführen

[Es ist zu erwarten, dass die Validierung in Deutschland für die Güteklassen A, B und C erforderlich sein wird.]

Tabelle 4 — Überwachung zur Validierung bei aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Indikator-Mikroorganismen (*)	Leistungsziele für die Behandlungskette (log ₁₀ -Reduktion)
A	<i>E. coli</i>	≥ 5,0
	Coliphagen insgesamt/f-spezifische Coliphagen/somatische Coliphagen/Coliphagen (**)	≥ 6,0
	<i>Clostridium perfringens</i> -Sporen/sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien (***)	≥ 4,0 (bei <i>Clostridium perfringens</i> -Sporen) ≥ 5,0 (bei sporenbildenden sulfatreduzierenden Bakterien)

Nationale Umsetzung der EU-Verordnung (Entwurf)

Technisches Regelwerk DWA-M 1200

Mindestanforderungen an die hygienische Qualität in Deutschland



Wasser- güteklass e	Zielvorgabe für Aufbereitung	Qualitätsanforderungen				Andere
		E. coli (KBE/100 ml) (nach EU- WasserWVVO und DIN 19650)	Intestinale Enterokokken (KBE/100 l) (nach DIN 19650)	Intestinale Nematoden (Eier/l) (nach EU Wasser- WVVO und DIN 19650) ¹	Chemische Parameter	
A	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 10	≤ 100	Nicht nachweisbar	BSB ₅ ≤ 10 mg/l AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	<p style="color: red; font-size: 2em; transform: rotate(-15deg); font-weight: bold;">ENTWURF</p> <p>Legionella spp. < 1,000 KBE/l wenn das Risiko einer Aersolbildung besteht</p>
B	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 100	≤ 100	Nicht nachweisbar	BSB ₅ nach UWWTD 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	
C	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 1,000	≤ 400	Nicht nachweisbar	BSB ₅ nach UWWTD 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	
D	Mech.-biol. Behandlung, Desinfektion	≤ 10,000	-	≤ 1	BSB ₅ nach UWWTD 91/271/EWG	

* Soweit dies für die Sicherung der Gesundheit von Mensch und Tier erforderlich ist, kann eine Untersuchung des vorgesehenen Bewässerungswassers auf Darm-Nematoden (Ascaris- und Trichuris-Arten sowie Hakenwürmer) und/oder Bandwurm-Lebensstadien (insbesondere Taenia) nach WHO-Empfehlung angeordnet werden.

Nationale Umsetzung der EU-Verordnung (Entwurf)

Technisches Regelwerk DWA-M 1200
Anforderungen an die Validierung

Wasser- güteklasse	Zielvorgabe für die Aufbereitung	Leistungsziele für die Behandlungskette Bakterien/Viren(Protozoen) (log ₁₀ - Reduktion)
A	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	<i>E. coli</i> ≥ 5,0 Coliphagen insgesamt ≥ 6,0 <i>Clostridium perfringens</i> -Sporen/sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien ≥ 5,0
B	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	<i>E. coli</i> ≥ 5,0 Coliphagen insgesamt ≥ 6,0 <i>Clostridium perfringens</i> -Sporen/sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien ≥ 5,0
C	Mech.-biol. Behandlung, Filtration, Desinfektion	<i>E. coli</i> ≥ 5,0 Coliphagen insgesamt ≥ 6,0 <i>Clostridium perfringens</i> -Sporen/sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien ≥ 5,0
D	Mech.-biol. Behandlung, Desinfektion	-

ENTWURF