



ISOE-Diskussionspapiere **43**

**Engelbert Schramm, Thomas Dockhorn,
Björn Ebert, Martina Winker**

Wasserwiederverwendung im Gemeinschaftsrecht / Water reuse in European Communities law

**Kritische Hinweise zur geplanten EU-Verordnung
Critical comments on the planned EU regulation**

ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 43

ISSN 1436-3534

**Engelbert Schramm, Thomas Dockhorn,
Björn Ebert, Martina Winker**

Wasserwiederverwendung im Gemeinschaftsrecht / Water reuse in European Communities law

**Kritische Hinweise zur geplanten EU-Verordnung
Critical comments on the planned EU regulation**

Key words:

Wasserwiederverwendung, Bewässerung, Landwirtschaft, Qualitätsmanagement,
Vorsorgeprinzip, Gemeinschaftsrecht, water reuse, irrigation, agriculture, quality
management, precautionary principle, EU law

Herausgeber/Publisher:

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH

Hamburger Allee 45

60486 Frankfurt am Main



Namensnennung – Weitergabe unter gleichen
Bedingungen 3.0 Deutschland (CC BY-SA 3.0 DE)
Attribution-ShareAlike 3.0 Germany

Frankfurt am Main, 2018

Inhalt/Content

Die geplante EU-Verordnung im Überblick.....	4
Wasserwiederverwendung braucht rechtliche Rahmensetzung	5
Einzelpunkte der vorgeschlagenen EU-Verordnung in der Kritik.....	6
Handlungsempfehlungen	11
The planned EU Regulation at a glance	13
Water reuse needs a legal framework.....	14
Critique of individual points of the proposed EU Regulation	15
Recommendations for action	20
Literatur/References	22

Die geplante EU-Verordnung im Überblick

Um auch zukünftig den Wasserbedarf zu sichern, muss vermehrt auf die Wiederverwendung von Wasser zurückgegriffen werden. Die EU-Kommission hat 2015 in ihrem Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft „Den Kreislauf schließen“ (COM(2015)614) das Potenzial der Wasserwiederverwendung, insbesondere in der Landwirtschaft, deutlich unterstrichen. 2016 und 2017 fand eine europaweite Konsultation statt, um eine einheitliche Regelung von Mindestanforderungen vorzubereiten. Dabei haben sich das Umweltbundesamt und der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft deutlich ablehnend positioniert (vgl. Helmecke/Rechenberg 2017). Ein Ende Mai 2018 von der EU-Kommission vorgeschlagener Gesetzentwurf (COM(2018) 337 bzw. Bundesratsdrucksache 223/18) liegt nun dem Europäischen Parlament und dem Ministerrat sowie den nationalen Parlamenten (in Zweikammersystemen auch der zweiten Kammer) zur Beratung vor. Angestrebt wird eine Einigung vor der Europawahl im Mai 2019, damit die Verordnung ab dem 1. Juli 2020 europaweit gelten kann. Der Verband Kommunaler Unternehmen hat den Verordnungsvorschlag begrüßt, da die regionalen Unterschiede innerhalb der Europäischen Union respektiert würden und die Entscheidung, Abwasser wiederzuverwenden, letztlich den Mitgliedstaaten überlassen bleibe (VKU 2018).

Das von der EU-Kommission vorgeschlagene Gesetz will gewährleisten, dass aufbereitetes Kommunalabwasser „sicher“ ist, sobald es für die landwirtschaftliche Bewässerung verwendet wird. Ziel ist vor allem der Schutz der Verbrauchergesundheit. Festgelegt werden sollen vor allem herkömmliche Mindestanforderungen, die sich vorrangig auf mikrobiologische Aspekte (Anwesenheit von vor allem Koli-Bakterien als Anzeiger für Krankheitserreger) und Bedingungen für die Routine- und die Validierungsüberwachung beziehen. Darüber hinaus soll eine – nicht näher definierte – „Zweitbehandlung“ des Wassers und eine Desinfektion vorgeschrieben werden; es ist unklar, ob es sich um eine „Zweitbehandlung“ im Sinne weitergehender Verfahren im Anschluss an die herkömmliche Klärtechnik handelt oder um eine rein mechanisch-biologische Abwasserbehandlung.¹ Für zahlreiche Anwendungen in der Landwirtschaft sind die genannten Anforderungen schärfer als die der Weltgesundheitsorganisation, wenn Zweitbehandlung als weitergehendes Verfahren verstanden wird (wie das aus Umweltgründen eigentlich der Fall sein sollte).

Aus Sicht der Autor*innen² sind zahlreiche Nachbesserungen notwendig, damit die Verordnung die angestrebten Ziele erreichen kann: Zum einen fehlen grundlegende

¹ Diese wird nach der Kommunalabwasser-Richtlinie 91/271/EWG Art. 2 Nr. 8 so bezeichnet, wird aber nur für nicht-empfindliche Gebiete nach Art. 5 als ausreichend angesehen.

² Die Autoren beschäftigen sich u.a. im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens HypoWave mit Fragestellungen zur adäquaten Aufbereitung von Abwasser für die Bewässerung hydroponischer Systeme. Hierbei stellt die Frage nach der erreichbaren Produktqualität in Abhängigkeit des Aufbereitungsaufwands einen zentralen Punkt dar. Das dieser Stellungnahme zugrunde liegende Vorhaben „HypoWave: Einsatz hydroponischer Systeme zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserverwendung“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter

Definitionen, zum anderen sind die Mindestvoraussetzungen insbesondere für Industrie- und Energiepflanzen, aber auch für Produkte aus Gärtnereien und Baumschulen sehr hoch. Zudem sollte die Verordnung neben gesundheitlichen Aspekten der Wasserwiederverwendung auch den Umweltschutz regeln. Schließlich bleiben die in der Begründung der Verordnung angeführten Bedarfsentwicklungen der Landwirtschaft angesichts der absehbaren Verteilungskonflikte mit den Sektoren Industrie und Kommunen ungelöst. Insbesondere wird keine Möglichkeit geschaffen, die Landwirtschaft zu unterstützen.

Verordnung, Richtlinie und Entscheidung – Rechtssetzung durch die EU

„Verordnungen“ sind die unmittelbar wirkenden Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft. Sie gelten direkt (also ohne weitere Umsetzung) in allen Mitgliedsstaaten und sind in allen Teilen hochgradig verbindlich; nationale „Parallelgesetze“ sind nicht zulässig, sondern nur Ausführungsbestimmungen. Wählt der Europäische Gesetzgeber diese Form des Rechtsaktes, will er damit den zu regelnden Bereich im besonderen Maße vereinheitlichen. Die „Richtlinie“ ist hingegen eine verbindliche Anweisung an die Mitgliedstaaten, durch nationale Gesetze oder Verordnungen bestimmte Ziele innerhalb einer gesetzten Frist zu erreichen. Sie ist eine Art Rahmengesetz und wird in Rechtsgebieten erlassen, in denen Europa (wie im Umweltbereich) keine oder nur eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz hat. Die „Entscheidung“ ist nur eine verbindliche Einzelfallregelung und mit einem Verwaltungsakt zu vergleichen.

Wasserwiederverwendung braucht rechtliche Rahmensetzung

Wasser droht vielerorts knapp zu werden. Das ist zunehmend auch in Deutschland der Fall, wo die Landwirtschaft aufgrund ihrer internationalen Ausrichtung zunehmend auf Beregnung angewiesen ist (vgl. Nölting et al. 2015). Im Unterschied zu den Stellungnahmen von BDEW und UBA sehen wir, dass die Wasserwiederverwendung auch in Deutschland zu regeln ist. Z.B. kommen in Nordost-Niedersachsen, zwischen Gifhorn und Lüneburg, längst unkonventionelle Wasserquellen in der Landwirtschaft zum Einsatz. Dabei handelt es sich um Wasser aus den Schifffahrtsstraßen ebenso wie um Abwasser von Zuckerfabriken. Auch der Einsatz von aufbereitetem Siedlungsabwasser wurde dort diskutiert (vgl. Ostermann 2012).

Die Wasserwiederverwendung verlangt vor allem aus umwelt-, arbeits- und verbraucherpolitischen Gesichtspunkten rechtliche Rahmensetzungen. Nicht nur in trockenen Ländern außerhalb Europas, sondern auch in Teilen Europas ist zu beobachten, dass Landwirte für die Bewässerung ihrer Felder Wasser aus dem Ablauf von Abwasserbehandlungsanlagen und sogar Rohabwasser verwenden. Teilweise geschieht das gänzlich unregelt, nur zum Teil werden Vorschriften eingehalten, die aber die Idee eines

vorsorgenden Handelns nur unvollkommen aufnehmen (vgl. Drewes et al. 2017). Bei der Wasserwiederverwendung ist nicht nur das gesundheitliche Vorsorgeprinzip, sondern auch das umweltpolitische Vorsorgeprinzip einzuhalten, um Schäden für die Umwelt (z.B. Einträge von Nitrat, Phosphat und Schadstoffen ins Grundwasser) zu vermeiden (vgl. Helmecke/Rechenberg 2017).

Einzelpunkte der vorgeschlagenen EU-Verordnung in der Kritik

Konzentration auf konventionelle Qualitätsanforderungen

Der Entwurf der EU-Verordnung baut insbesondere auf Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation und der US-Umweltbehörde auf. Diese haben vor allem den gesundheitlichen Verbraucherschutz im Blick. Die Konzentration liegt damit auf Mindestanforderungen, die die gesundheitliche Vorsorge gegenüber Krankheitserregern und Parasiten umsetzen. Allerdings werden aktuelle Anforderungen (z.B. Antibiotika-Resistenzen, vgl. Schwartz/Alexander 2014) bei der Regelung vernachlässigt. Auch eine eventuelle Belastung des Wassers mit pflanzenpathogenen Keimen wie dem Erreger der Kraut- und Knollenfäule wird nicht thematisiert (vgl. Schönbeck 1979, S. 58 sowie Pietsch et al. 2014). Hinsichtlich der Umweltvorsorge werden in Anhang II Nr. 5 der Verordnung zwar im Rahmen eines standortspezifischen Risikomanagements fakultativ Ergänzungen angeregt³; diese sind jedoch mit einer Betonung klassischer Umweltchemikalien ebenfalls sehr konventionell gehalten (Spurenstoffe werden nicht erwähnt). Mit der Konzentration alleine auf die bereits üblichen Mindestanforderungen wird (von den Erregern der Legionärskrankheit im Gewächshaus abgesehen) auch der Schutz der in der Landwirtschaft Tätigen vernachlässigt. Für den Einzelfall vorgesehene Qualitätssicherungsmaßnahmen konzentrieren sich bisher auf den Betrieb der Wasseraufbereitung und deren Überwachung.⁴ Ihre gesetzlich verbindliche Erweiterung um die nachfolgenden „Kettenglieder“ Wasserverteilung, Bewässerung, Ernte der Produkte und ihre Veredelung sowie deren Integration in ein umfassendes Qualitätsmanagement fehlt.

Innovative Bewässerungstechnologien nicht ausreichend berücksichtigt

Neuere Technologien zur Bewässerung (vgl. Tabelle 1) sind in der geplanten EU-Verordnung nur z.T. besonders berücksichtigt. Die derzeit in der Verordnung nicht erwähnte Unterflurbewässerung und hydroponische Systeme, bei denen wie in der

³ „Sofern es für die Sicherstellung eines ausreichende Schutzes der Umwelt und der menschlichen Gesundheit erforderlich und zweckmäßig ist, sind über die in Anhang I genannten Anforderungen an die Wasserqualität und an die Überwachung hinaus zusätzlich und/oder strengere Anforderungen an die Wasserqualität und an die Überwachung festzulegen.“ Hinzu soll nach Anhang II Nr. 8 der Betrieb von „Umweltüberwachungssystemen zur Ermittlung aller negativen Auswirkungen“ kommen.

⁴ Vgl. Anhang II Nr. 7

Tropfbewässerung eine hygienische Barriere zu den essbaren Teilen vorhanden ist, werden mit problematischen Technologien gleichgesetzt und damit in ihrer Ausbreitung behindert, auch wenn ihr Einsatz unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu fördern wäre. Zudem wird möglicherweise jede Form der „Rieselbewässerung“ mit der Tropfbewässerung gleichgesetzt (vgl. Anhang I. Abschn. 2.1. Tabelle 1, Fußnote).

Tabelle 1: Herkömmliche und innovative Bewässerungssysteme im Vergleich (Einschätzungen ISOE)

	Berücksichtigung in VO	Marktreife	Wassereffizienz	Breite der Anwendung	Innovationsgrad
Staubewässerung	summarisch	X	0	20	0
Rieselbewässerung	summarisch ?	X	0	20	0
Sprühbewässerung	summarisch	X	5	20	3
Tropfbewässerung	privilegiert	X	10	4	5
Hydroponische Wasserführung mit Barriere zu essbaren Teilen	–	X	20	5	15
Unterflurbewässerung	–	?	6	8	15

Eine konventionelle Behandlung von Abwasser dient zunächst dem Gewässerschutz. Sie ist daher nicht per se gleichzusetzen mit einer ausreichenden Aufbereitung für die Wasserwiederverwendung, für die sich weitergehende Aufbereitungsverfahren empfehlen. Die Verordnung fordert keinesfalls konkret einen neuen Stand der Technik ein, sondern kombiniert den von der Weltgesundheitsorganisation bzw. US-Umweltbehörde eingeschlagenen Weg über wenige Mindestanforderungen, die abhängig von der Verwendung der erzeugten Kulturpflanzen sind, mit extrem unspezifischen Anforderungen an die technische Aufbereitung.⁵ Die EU will zudem vorschreiben, in relativ häufigen Intervallen mikrobiologische Belastungen zur „Routineüberwachung“ zu messen⁶ (vgl. Tab. 2).

⁵ Vgl. Anhang I. Abschn. 2.1. Tabelle 2

⁶ Vgl. Anhang I. Abschn. 2.1. Tabelle 3

Tabelle 2: Mindestanforderungen der EU-Verordnung in Abhängigkeit von der Nutzung der Kulturpflanzen (vereinfacht)

Nutzung	Technik	E. coli (KBE/100ml)	Trübung	BSB ₅ & TSS	Legionellen (im Gewächshaus)	Wurmeier
A) Direkt für menschliche Ernährung; essbarer Teil in Kontakt mit Wasser	Zweitbehandlung, Filtration + Desinfektion	≤ 10 (od. unter Nachweisgrenze) 1/Woche	≤ 5 kontinuierlich	≤ 10 1/Woche	(bei Gewächshaus) 1.000 KBE/l 0,5/Woche	≤ 1 pro Liter
B) Nahrungsmittelpflanzen (essbarer Teil bei Rohverzehr ohne Wasserkontakt) sowie Futterpflanzen	Zweitbehandlung + Desinfektion	≤ 100 1/Woche	–	Gemäß RL 91/217/ EWG		
C) Nahrungsmittelpflanzen (essbarer Teil bei Rohverzehr ohne Wasserkontakt) sowie Futterpflanzen	Zweitbehandlung + Desinfektion sowie Tropfbewässerung	≤ 1.000 0,5/Woche	–			
D) Industrie- & Energiepflanzen	Zweitbehandlung + Desinfektion	≤ 10.000 0,5/Woche	–			

Unzureichende Monitoringverfahren

Die Trübung kann kontinuierlich auf der Anlage gemessen werden und ist (nicht nur für Anwendungsklasse A) ein guter Indikator für das Funktionieren der Aufbereitung. Mit Ausnahme der Trübung wird aber die Qualität des erzeugten Wassers erst sehr spät bestimmt; die vorgeschriebenen mikrobiologischen Analysen benötigen im Labor drei Tage: Zu diesem Zeitpunkt ist das beprobte Wasser im Regelfall längst vom Landwirt auf seine Kulturen gebracht. Zudem werden keine Regelungen vorgesehen, die den Aufbereitungsprozess und dessen Beherrschung ins Zentrum stellen. Das Beschreiten bestimmter technischer Alternativen bei der Zweitbehandlung wird in der Verordnung nicht vorgeschrieben; z.B. können bei einer weitergehenden Wasserbehandlung mit einer Membranpassage die bakteriellen Krankheitskeime zurückgehalten werden, so das z.B. für weniger kritische Anwendungen wie Futterpflanzen oder Schnittblumen auf eine Regel-Desinfektion verzichtet werden kann. Auch fehlen anwendungsorientierte Priorisierungen von Technik. Stattdessen werden Mindeststandards für Routineüberwachungen mit (zwei-)wöchentlichen Probenahmen vorgeschrieben.

Häufige Laboruntersuchungen sind vor allem bei großen Abweichungen in der Abwasserzusammensetzung (oder bei erheblichen Schwankungen im Prozess der Wasseraufbereitung) sinnvoll. Bei zuverlässig funktionierenden Aufbereitungsverfahren müsste nur in seltenen Fällen mikrobiologisch beprobt werden. Das im Entwurf vor-

gesehene Prozedere⁷ hat ohnehin den Nachteil, dass die Ergebnisse zu spät vorliegen und Überschreitungen der Werte Maßnahmen eines Risikomanagements erfordern, die aber häufig nicht verhindern können, dass die Ernte nicht mehr vom Lebensmittel-Einzelhandel abgenommen wird. Im Vergleich mit dieser Vorgehensweise wäre vermutlich eine gesetzlich geförderte Einführung einer integrierten Qualitätssicherung (die die Aufbereitungsverfahren ebenso betrifft wie die Wasserverteilung und die landwirtschaftliche Produktion) wesentlich zielführender.

Fehlende Vernetzungen der Risikobewertungen und Risikomanagementpläne

Dabei bleibt unklar, wieweit die vorgeschlagenen Vorschriften gut an die bereits etablierten und z.T. weitergehenden Qualitätssicherungssysteme des Lebensmittel-Einzelhandels anschlussfähig sind (z.B. bei der Bio-Vermarktung). Insofern besteht überhaupt keine Garantie, dass landwirtschaftliche Produkte, die mit Wasserwiederverwendung unter Beachtung der Verordnung hergestellt wurden, tatsächlich europaweit angeboten (und von den Konsumentinnen und Konsumenten akzeptiert) werden. Es ist zu begrüßen, dass nach der EU-Verordnung vor jeder bewilligten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung Risikobewertungen und Risikomanagementpläne erstellt werden müssen.⁸ Allerdings ist unklar, wieso hierfür die Zuständigkeit alleine bei den Betreibern der Wasseraufbereitung gesehen wird. In Gebieten mit etablierter Bewässerungswirtschaft ist häufig der Betreiber der Wasseraufbereitung nicht der Lieferant des Bewässerungswassers. Auf dem unter Umständen mehrere Kilometer langen Weg zwischen der Aufbereitung und dem Feld kann es aber, insbesondere bei längeren Standzeiten in Vorrattanks, zu einer Wiederverkeimung des Wassers kommen (vgl. Bischoff 2015: 167ff.). Vernetzungen der Risikobewertungen und Risikomanagementpläne des Aufbereiteters mit bestehenden Prozessen und Institutionen zum Qualitäts- und zum Risikomanagement im Bereich der landwirtschaftlichen Produktion sind nicht vorgeschrieben. Hier ist mit Inkompatibilitäten und Umsetzungsproblemen zu rechnen. Da die Verantwortung für die Qualitätssicherung für das wiederverwendete Bewässerungswasser ebenso wie für das Risikomanagement alleine bei dem Aufbereiter liegt, werden die Landwirte aus der Pflicht entlassen, hier Rückfragen zu stellen und gleichberechtigt mitzugestalten. Eine gute Kommunikation und wechselseitiges Lernen zwischen den Akteuren wird schwieriger, zumal die vorgeschlagene Verordnung das Risikomanagement nicht dezidiert in Richtung einer Risikoprävention ausbuchstabiert.⁹

⁷ Vgl. Anhang I Abschn. 2.1. Es ist dabei ausreichend, wenn die dort in Tab. 2 vorgegebenen Werte „in mindestens 90 % der Proben eingehalten werden“.

⁸ Vgl. Art. 6-8 der Verordnung mit Anhang II

⁹ Vgl. Art. 4 und 6 der Verordnung mit Anhang II

Keine Lösungen für Nutzungskonkurrenzen

In Teilen der EU, in den deutschen Bundesländern Hessen, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern ebenso wie im spanischen Katalonien, ist die Versorgung mit Trink- und auch mit Betriebswasser bereits seit Längerem Pflichtaufgabe der Daseinsvorsorge. Wo auch im Zuge des Klimawandels ausreichend Wasser bleibt, kann diese Aufgabe weiterhin einheitlich mit Trinkwasser erfüllt werden. In einigen Landesteilen Deutschlands (etwa im Weser-Ems-Gebiet, in Brandenburg und in Südhessen) wird künftig das Trinkwasser (z.T. auch aufgrund landwirtschaftlicher Belastungen) ähnlich knapp wie im Mittelmeerraum (vgl. Becker et al. 2017, Fritz et al. 2015, Nölting et al. 2015). Daher ist es wahrscheinlich, dass dort zukünftig über den Aufbau und Betrieb von Betriebswasserversorgungen, z.B. zur Bewässerung von Straßenbäumen und Stadtgrün, nachgedacht wird. Die Verordnung lässt sich zwar so interpretieren, dass die Bewässerung von Straßenbäumen und Stadtgrün analog zu Pflanzungen für nachwachsende Rohstoffe eingerichtet werden kann. Vorgeschrieben ist das aber nicht, weil es ja nur um „landwirtschaftliche Bewässerung“ geht. Rechtssicherheit, die die Kommunen (auch in Deutschland) in der Zukunft benötigen, wird nicht hergestellt. Für die Landwirtschaft ist, auch bei Befolgen der vorgeschlagenen Verordnung, unklar, wieweit bei entsprechendem kommunalem usw. Bedarf überhaupt ausreichend Wasser für sie überbleibt.

Wenn es der Zweck der Verordnung sein sollte, derartige Konkurrenzen in der Wasserbereitstellung mit anderen Sektoren zu lösen, müssten in ihr Regeln oder Abwägungsgrundsätze und -verfahren aufgestellt werden, wie die Auswahl zwischen den Sektoren für eine Zuweisung von wiederverwendetem Wasser aussehen kann. Dabei wären als weiterer Einsatzzweck auch der Landschaftsbau und die Rekultivierung von Landschaften in Erwägung zu ziehen. Für die in der Zukunft absehbaren Verteilungskonflikte – hervorgerufen durch den Klimawandel und bestehende Nutzungsmuster – zwischen den verschiedenen Sektoren bietet die Verordnung keine Lösung. Mit ihrer Ausgestaltung wird nur von der Grundidee her ermöglicht, mehr Wasser in der Landwirtschaft wiederzuverwenden. Tatsächlich wird es immer (mehr) auf zusätzliche Regelungen der einzelnen Mitgliedsländer ankommen, um hier politische Wirkung zu erzielen. Folglich ist es in keiner Weise zielführend, das Gesetz als unmittelbar geltende Verordnung anzulegen.

Die Nutzungsquoten, die die EU-Kommission mit der Verordnung erreichen will,¹⁰ können bestenfalls über flankierende Maßnahmen erreicht werden, die größtenteils subsidiär von den Mitgliedsstaaten oder über freiwillige Vereinbarungen zwischen den Wirtschaftssektoren erarbeitet werden müssen. Letztlich ist die Verordnung nur

¹⁰ In der Begründung (S. 2) referiert die Kommission Schätzungen, nach denen „durch das vorgeschlagene Instrument bis zu 6,6 Mrd. m³ Wasser pro Jahr für die landwirtschaftliche Bewässerung wiederverwendet werden“ könnten „im Vergleich zu 1,7 Mrd. m³ pro Jahr ohne einen solchen Rechtsrahmen“. Würden 50 % des aufbereiteten Kommunalabwassers aus der EU für die Bewässerung verwendet, so könnten die Direktentnahmen aus den Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern und damit „der Wasserstress“ um mehr als 5 % reduziert werden.

sehr bedingt geeignet, die erwünschte Förderung einer Wasserwiederverwendung in allen Teilen der Landwirtschaft zu erreichen. Für einige der landwirtschaftlichen Verwendungszwecke (z.B. Anbau von Energiepflanzen, aber auch Industriepflanzen für die meisten Anwendungen oder Heister als Bäume für Parks oder Straßen und weitere Zierpflanzen für den Gartenbereich) sind die Hürden, die die Verordnung aufbaut, sehr hoch. Indirekt wird die Verordnung folglich dazu führen, dass durch sie andere Möglichkeiten der Wasserwiederverwendung bevorzugt werden, z.B. die Nutzung für industrielle oder kommunale Zwecke.

Zusammenhänge im Blick behalten

Damit die Landwirtschaft daher, insbesondere in Dürreperioden, nicht zum Verlierer wird, müssen langfristig Anreize zur Umstellung landwirtschaftlicher Betriebe auf die Ziele der Kreislaufstrategie in einem weitaus größeren Rahmen gesetzt werden. Letztlich geht es um eine Klimaanpassungsstrategie für die europäische Landwirtschaft im Rahmen einer Reform der „Gemeinsamen Agrarpolitik“. Diese orientiert sich noch immer sehr stark an den bewirtschafteten Flächen eines Betriebes, was zu Konzentrationsprozessen im Agrarsektor führt.

Eine integrierte Betrachtung der landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung, die die Ziele der Kreislaufstrategie produktiv aufnehmen möchte, hat unbedingt Bewirtschaftungsformen in substratfreien („hydroponischen“) Systemen unter Glas, die deutlich weniger Fläche, Wasser und Nährstoffe benötigen, zu berücksichtigen. Sie lassen sich so gestalten, dass die essbaren Pflanzenteile nicht mit dem Wasser in Berührung kommen und damit Risiken der Wasserwiederverwendung deutlich reduziert werden. Zudem könnten sie dazu beitragen, den Flächenabdruck der Landwirtschaft zu verringern. Nicht mehr benötigte Flächen können zum Erhalt der Biodiversität genutzt werden.

Handlungsempfehlungen

- Die Europäische Kommission begründet die Verordnung mit schwerwiegenden wirtschaftlichen Folgen von Dürreperioden und der Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Binnenmarktes. Ebenso wie gesundheitlicher Verbraucher- und Arbeitsschutz ist auch der Umweltschutz bei der landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung prioritär zu berücksichtigen. Daher wäre es hier angemessener, mit dem Rechtsinstrument „Richtlinie“ statt dem Rechtsinstrument „Verordnung“ zu regulieren.
- Die Verordnung arbeitet – im Vergleich zur Weltgesundheitsorganisation – mit sehr großen Anwendungsklassen, es fehlen hingegen Differenzierungen zwischen unterschiedlichen Nutzungen. Dies führt dazu, dass die Wasserwiederverwendung für in der Bioökonomie-Strategie der EU bzw. Deutschland wichtig werdende Anwendungsbereiche vermutlich unterbleiben wird. Denn die Mindestanforderungen

für Industrie- und Energiepflanzen sind sowohl hinsichtlich des obligatorisch vorgeschlagenen Desinfektionsschrittes als auch hinsichtlich der maximal zulässigen Wurmeier für die meisten Anwendungen viel zu hoch. Auch für die nur pauschal behandelten „Non-Food-Pflanzen“ (z.B. Baumschulprodukte und Zierpflanzen, die erworben und in den eigenen Garten ausgepflanzt werden) reichen teilweise niedrigere Anforderungen aus.

- Die Anforderungen hinsichtlich der pauschal vorgesehenen „Desinfektion“ sollten konkretisiert werden. Bei problematischer Wahl der Technik sind, z.B. in Mitgliedsstaaten, in denen hier auf Chlor zurückgegriffen wird, evtl. schädliche Umwelteinträge zu besorgen (Bischoff 2015: 168ff.). Hier sind unbedingt Verfahren vorzuschreiben, mit denen entsprechende Umweltschäden minimiert werden können. Mit geeigneten Vorgehensweisen lässt sich auch das Wiederkeimungspotenzial senken.
- Häufige Probenahmen führen bei den mikrobiologischen Parametern nicht unbedingt dazu, risikobehaftetes Wasser rechtzeitig zu erkennen: Denn es ist bereits auf den landwirtschaftlichen Flächen, wenn problematische Ergebnisse aus dem Labor bekannt werden. Eine proaktive Einführung von qualitätssicheren Aufbereitungsverfahren ist wesentlich zielführender und verringert für die Beteiligten den analytischen und bürokratischen Aufwand.
- In der Verordnung fehlen einige zentrale Definitionen: So ist unbedingt festzulegen, was eine „Zweitbehandlung“ oder „Filtration“ wenigstens umfasst. Auch sollte geklärt werden, ob „landwirtschaftliche Bewässerung“ nur in landwirtschaftlichen Betrieben erfolgt oder auch durch Landschaftspfleger usw. Ebenso sollte geklärt sein, ob auch daran gedacht wird, mit „landwirtschaftlicher Bewässerung“ (z.B. von Kurzumtriebsplantagen oder einer Wiedervernässung von Mooren) sehr bewusst eine Grundwasseranreicherung zu betreiben.
- Die Verordnung betont zurecht die Verringerung gesundheitlicher Risiken in Fällen, in denen essbare Teile nicht mehr mit dem Wasser direkt in Berührung kommen; jenseits der Tropfbewässerung sind weitere innovative Lösungen zur Bewässerung, die ähnlich sicher sind (z.B. Unterflurbewässerung oder hydroponische Systeme mit sicherem Abschluss zwischen unter- und oberirdischen Pflanzenteilen), ebenfalls zu privilegieren.

The planned EU Regulation at a glance

In order to meet future water requirements, more emphasis must be placed on water reuse. In 2015, in its Action Plan for “Closing the Cycle” (COM(2015)614) the EU Commission has clearly underlined the potential of water reuse, especially in agriculture. A Europe-wide consultation took place in 2016 and 2017 to prepare a uniform regulation of minimum requirements. The German Federal Environment Agency (UBA) and the Federal Association of the German Energy and Water Industries (BDEW) have taken a clearly negative position (cf. Helmecke/Rechenberg 2017). A law proposed by the EU Commission at the end of May 2018 (COM(2018) 337) is now for consideration before the European Parliament and the Council of Ministers as well as the national parliaments (in bicameral systems also the second chamber). The aim is to reach an agreement before the European elections in May 2019 so that the regulation can apply throughout Europe from 1 July 2020. The Association of Municipal Enterprises in Germany (VKU) welcomed the proposed regulation, as regional differences within the European Union would be respected and the decision to reuse wastewater would ultimately be left to the Member States (VKU 2018).

The law proposed by the EU Commission aims to ensure that treated municipal wastewater is “safe” if it is used for agricultural irrigation. The main aim is to protect consumer health. Therefore minimum requirements are defined relating primarily to microbiological aspects (presence of mainly coli bacteria as pathogen indicators). They are also used as conditions for routine and validation monitoring. In addition, a “secondary treatment” of the water and disinfection – not defined in more detail – should be stipulated. It is unclear whether this is a “secondary treatment” in the sense of more advanced processes following conventional treatment technology or a purely mechanical-biological wastewater treatment.¹ If secondary treatment is understood as advanced procedures, as should be the case for environmental reasons, for many agricultural applications, these requirements are stricter than those of the World Health Organisation.

From the point of view of the authors,² numerous improvements are necessary so that the regulation can achieve the desired aims: On the one hand, there are no basic definitions, and on the other, the minimum requirements are very high, especially for industrial and energy crops, but also for products from plant and tree nurseries. In addition to the health aspects of water reuse, the regulation should also provide for environmental protection. Finally, in view of the foreseeable distribution conflicts

¹ In the Urban Waste Water Treatment Guideline 91/271/EEC art. 2 no. 8 it is defined as a “secondary treatment” but is considered sufficient only for non-sensitive areas according to article 5.

² Within the framework of the joint project HypoWave, the authors deal with questions on the adequate treatment of wastewater for the irrigation of hydroponic systems. Here, the question of the achievable product quality depending on the preparation effort is a central point. The project “HypoWave: Use of hydroponic systems for resource-efficient agricultural water reuse” is being funded by the Federal Ministry of Education and Research of Germany under the funding number 02WAV1402. Responsibility for the information and views set out in this publication lies entirely with the authors.

with the industrial and municipal sectors, the trends in agricultural needs set out in the explanatory memorandum to the regulation remain unresolved. In particular, no possibility is created to support agriculture.

European harmonised “authorisation” in Germany

The EU Commission has developed its own legal instrument in the draft regulation: If the conditions are met by the reclamation plant operator, a “permit to supply reclaimed water” should be issued and reviewed regularly or at least every five years. This perspective fits only to a very limited extent into the legal concept anchored in German water law, according to which a (preventive) prohibition of water use exists, subject to permission or approval by the state. The legal instruments developed for this purpose (“approval”, “permission”) are without a legal claim, i.e. with an always possible option of refusal by the state. This is different from an authorisation, which is subject to a cyclical review but which has a kind of legal claim. As a result, a great deal of adjustment work will probably still be required, irrespective of whether the “approval” under European law is taken over from the regulation or brought into correspondence with one of the customary legal forms of the Water Resources Act.

Water reuse needs a legal framework

Water scarcity is a looming threat in many places. This is also increasingly the case in Germany, where agriculture is more and more dependent on irrigation due to its international orientation (see Nölting et al. 2015). In contrast to the statements of the BDEW and UBA, we think that water reuse must also be regulated in Germany. For example, in north-eastern Lower Saxony, between Gifhorn and Lüneburg, unconventional water sources have long been used in agriculture. These are water from water ways as well as wastewater from sugar factories. The agricultural use of reclaimed municipal wastewater was also discussed in this region (cf. Ostermann 2012).

Water reuse requires a legal framework, particularly from an environmental, labour and consumer policy point of view. Not only in dry countries outside Europe, but also within parts of Europe itself, farmers are using water from wastewater treatment plants and even raw wastewater to irrigate their fields. In some cases, this is done in a completely unregulated manner; only some of the regulations are complied with, but only incompletely incorporating the idea of precautionary action (cf. Drewes et al. 2017). When reusing water, not only the precautionary health principle but also the precautionary environmental principle must be observed in order to avoid damage to the environment (e.g. nitrate, phosphate and pollutants in groundwater) (cf. Helmecke/Rechenberg 2017).

Critique of individual points of the proposed EU Regulation

Concentration on conventional quality requirements

The draft EU regulation is based in particular on requirements of the World Health Organization and the US Environmental Protection Agency. The main focus is on consumer health protection. The focus is therefore on minimum requirements that implement precautions for health precaution against pathogens and parasites. However, current requirements (e.g. antibiotic resistance, cf. Schwartz/Alexander 2014) are neglected in the minimum requirements worked out. The possible contamination of the water with plant-pathogenic germs such as the late blight agent is also not discussed (cf. Schönbeck 1979, p. 58 and Pietsch et al. 2014). With regard to environmental precautions, optional additions are proposed in Annex II No. 5 of the Regulation as part of site-specific risk management³ but these are also kept very conventional with an emphasis on conventional environmental chemicals (micropollutants are not mentioned). Concentrating solely on the minimum requirements already in place (apart from the pathogens of Legionnaire's disease in the greenhouse) also neglects the protection of agricultural workers. Quality assurance measures planned for each individual case have so far concentrated on the operation and monitoring of water treatment.⁴ Their legally binding extension by the following "chain links" of water distribution, irrigation, harvesting of the products and their refinement as well as their integration into a comprehensive quality management is missing.

Innovative irrigation technologies not sufficiently considered

Newer irrigation technologies (see Table 1) are only partially considered in the planned EU regulation. The underfloor irrigation and hydroponic systems currently not mentioned in the regulation, where as in drip irrigation there is a hygienic barrier to the edible parts are equated with problematic technologies and their spread is thus hindered, even if their use would have to be promoted from a sustainability perspective. Furthermore, any form of "trickle irrigation" may be equated with drip irrigation (see Annex I, section 2.1., table 1, footnote).

³ "When necessary and appropriate to ensure sufficient protection of the environment and human health, specify requirements for water quality and monitoring that are additional to and/or stricter than those specified in Annex I". Following Annex II No. 8, the operation of "environmental monitoring systems ... that will detect any negative effects" is to be added.

⁴ cf. annex II no. 7

Table 1: Comparison of conventional and innovative irrigation systems (ISOE assessments)

	Consideration in VO	Market readiness	Water efficiency	Scope of application	Degree of innovation
Dust irrigation	Total	X	0	20	0
Trickle irrigation	Total?	X	0	20	0
Spray irrigation	Total	X	5	20	3
Drip irrigation	Privileged	X	10	4	5
Hydroponic water flow with barrier to edible parts	–	X	20	5	15
Underground irrigation	–	?	6	8	15

Conventional wastewater treatment is initially used for water protection. It is therefore not in itself equivalent to sufficient treatment for water reuse, for which advanced treatment processes are recommended. The regulation in no way specifically demands a new state of the art, but combines the path taken by the World Health Organization or the US Environmental Protection Agency via a few minimum requirements, which depend on the use of the crops produced, with extremely unspecific requirements for technical processing.⁵ The EU also wants to stipulate that microbiological contamination should be measured at relatively frequent intervals for “routine monitoring”⁶ (see Table 2).

⁵ cf. annex I, section 2.1, table 2

⁶ cf. annex I, section 2.1, table 3

Table 2: Minimum requirements of the EU Regulation depending on the use of arable crops (simplified)

Usage	Technology	E. coli (KBE/100ml)	Turbidity	BSB ₅ & TSS	Legionella (in green-houses)	Worm eggs
A) Directly for human consumption; edible part in contact with water	Secondary treatment, filtration + disinfection	≤ 10 (or below limit of detection)	≤ 5 continuous	1/week	(for green-houses) 1,000 KBE/l 0.5/week	≤ 1 per litre
B) Food crops (edible part for raw consumption without water contact) plus forage crops	Secondary treatment + disinfection	≤ 100 1/week		According to RL 91/217/EWG		
C) Food crops (edible part for raw consumption without water contact) plus forage crops	Secondary treatment + disinfection and drip irrigation	≤ 1,000 0.5/week				
D) Industrial crops & energy crops	Secondary treatment + disinfection	≤ 10,000 0.5/week				

Insufficient monitoring procedures

The turbidity can be measured continuously on the plant and is (not only for application class A) a good indicator for the functioning of the treatment. With the exception of turbidity, however, the quality of the water produced is measured with time delay; the stipulated microbiological analyses require three days of laboratory time: by then, the sampled water has usually long since been transferred from the farmer to his crops. In addition, no regulations are provided that focus on the treatment process and its control. The regulation does not stipulate the use of certain technical alternatives in secondary treatment, e.g. advanced water treatment with a membrane passage (in which the bacterial pathogens are retained) and it neither considers the fact that for less critical applications as for example in the case of fodder plants or cut flowers standard disinfection is not necessary in the case of advanced water treatment. There is also a lack of application-oriented prioritisation of technology. Instead, minimum standards for routine monitoring with (bi-)weekly sampling are stipulated.

Frequent laboratory tests are particularly useful in the case of large deviations in the wastewater composition (or considerable fluctuations in the water treatment process).

Only in rare cases do reliable processing methods require microbiological routine monitoring. In any case, the draft procedure⁷ has the disadvantage that the results are available too late and exceedances of the values require risk management measures which often cannot prevent the harvest from no longer being accepted by food retailers. Compared to this approach, a legally promoted introduction of integrated quality assurance (which concerns treatment processes as well as water distribution and agricultural production) would probably be much more effective.

Missing links between risk assessments and risk management plans

It remains unclear to what extent the proposed regulations are well compatible with the already established and in some cases more extensive quality assurance systems of the food retail trade (e.g. in organic marketing). In this respect, there is absolutely no guarantee that agricultural products produced with water reuse in compliance with the regulation will actually be on offer (and accepted by consumers) throughout Europe. It is to be welcomed that, under the EU Regulation, risk assessments and risk management plans must be drawn up before every approved agricultural water reuse.⁸ However, it is unclear why the responsibility for this is seen solely with the operators of water treatment. In areas with established irrigated agriculture, the water treatment operator is often not the supplier of irrigation water. However, on the route between the treatment plant and the field (which can in some cases be several kilometres long) the water may be recontaminated especially if it is left in storage tanks for longer periods of time (cf. Bischoff 2015: 167ff.). Networking risk assessments and the operator's risk management plans with existing processes and institutions that are dealing with quality and risk management in the field of agricultural production is not required. Incompatibilities and implementation problems are to be expected here. Since the responsibility for quality assurance for the reused irrigation water, as well as for risk management, lies solely with the reclamation plant operator, farmers are released from the obligation to ask questions and participate on an equal footing. Good communication and mutual learning between the actors becomes more difficult, especially as the proposed regulation does not spell out risk management with regard to risk prevention.⁹

No solutions for utilization competition

In parts of the EU, in the German states of Hesse, Thuringia and Mecklenburg-Western Pomerania as well as in Spanish Catalonia, the supply of drinking and service water has long been regarded as a mandatory task of public services. In areas

⁷ See section 2.1 of Annex I. It is sufficient if the values given in Table 2 “are met in 90 % or more of the samples”.

⁸ cf. articles 6-8 of the proposed regulation including annex II

⁹ cf. articles 4 and 6 of the regulation including annex II

where sufficient water is still available in the course of climate change, this task can throughout continue to be fulfilled with drinking water. In some parts of Germany (for example in the Weser-Ems region, in Brandenburg and in southern Hesse) drinking water (partly also due to agricultural pollution) will in future be as scarce as in the Mediterranean region (see Becker et al. 2017, Fritz et al. 2015, Nölting et al. 2015). It is therefore likely that in those areas the development and operation of service water supplies, e.g. for the irrigation of roadside trees and urban greenery, will be considered in the future. The regulation can be interpreted in such a way that the irrigation of roadside trees and urban greenery can be set up analogously to plantations for renewable resources. However, this is not mandatory because it is all about “agricultural irrigation”. Legal certainty, which the municipalities (also in Germany) will need in the future, will not be established. Even if the proposed regulation is complied with, it remains unclear if there will be sufficient reclaimed water left for agriculture considering the respective municipal and other needs. If the purpose of the regulation is to resolve such competition in water supply that occur with other sectors, it should establish rules or balancing principles and procedures dealing with the selection of sectors for the allocation of reuse water. Landscaping and recultivation of landscapes should also be taken into consideration as a further application. The regulation does not offer a future solution to the foreseeable conflicts of distribution between the various sectors caused by climate change and existing patterns of use. Its present form allows an increased application of reused water in agriculture only as a basic idea. In fact, it will always depend on additional national legislation to have political impact. Consequently, it is in no way appropriate to establish the law as a directly applicable regulation.

The utilization quotas that the EU Commission wants to achieve with the regulation¹⁰ can at best be reached through accompanying measures, most of which have to be drawn up subsidiarily by the member states or through voluntary agreements between the economic sectors. Ultimately, the regulation is only to a very limited extent suitable for achieving the desired promotion of water reuse in all parts of agriculture. For some of the agricultural uses (e.g. cultivation of energy crops, but also industrial plants for most applications or “light feathers” as trees for parks or roads and ornamental plants for gardens) the hurdles that the regulation creates are very high. The regulation will therefore indirectly lead to other possibilities of water reuse being favoured, e.g. for industrial or municipal purposes.

¹⁰ In the explanatory memorandum (p. 2), the Commission refers to estimates according to which “the proposed instrument could lead to water reuse in agricultural irrigation in the magnitude of 6,6 billion m³ per year, as compared to 1,7 billion m³ per year in the absence of any EU legal framework”. If 50% of treated urban wastewater from the EU were used for irrigation, direct abstractions from surface waters and groundwater bodies and thus “water stress” could be reduced by more than 5%.

Keeping interdependencies in view

To ensure that agriculture does not lose out, especially during periods of drought, long-term incentives to convert farms according to the objectives of the cycle strategy must be set on a much larger scale. What is ultimately needed is a climate adaptation strategy for European agriculture within the framework of a reform of the “Common Agricultural Policy”. This policy is still very much oriented towards the cultivated areas of a farm, which leads to concentration processes in the agricultural sector.

An integrated view of agricultural water reuse, which seeks to productively incorporate the objectives of the recycling strategy, must take into account forms of management in substrate-free (“hydroponic”) systems under glass, which require significantly less space, water and nutrients. They can be designed in such a way that the edible parts of a plant do not come into contact with the water and thus significantly reduce the risk posed by water reuse. They could also help to reduce agricultural land use. Areas that are no longer needed can be used to preserve biodiversity.

Recommendations for action

- The European Commission legitimates the regulation with serious economic consequences of droughts and the need to ensure the functioning of the internal market. Just like consumer health and safety at work, environmental protection must also be given priority when agricultural water is reused. It would therefore be more appropriate to regulate with the legal instrument of a “directive” rather than using “regulations”.
- Compared to the World Health Organisation, the regulation refers to very large application classes, but there is only partial differentiation between different usages. As a result, water reuse will most probably not occur for areas of application that are becoming important in the bio-economic strategy of the EU and Germany. This is because the minimum requirements for industrial and energy crops are far too high for most use-patterns, both with regard to the compulsory proposed disinfection step and with regard to the maximum permissible worm eggs. In some cases, lower requirements are also sufficient for the “non-food plants” (like tree nursery products and ornamental plants that are planted outside in one’s own garden), which are only treated in their entirety.
- The requirements with regard to “disinfection” as a general rule should be specified. In cases of a problematic choice of technology, e.g. in member states in which chlorine is used for this purpose, possible harmful environmental inputs have to be taken care of (Bischoff 2015: 168ff.). It is essential to stipulate procedures with which environmental damage can be minimized. Suitable procedures can also be used to reduce the recontamination potential.
- Frequent sampling of microbiological parameters does not necessarily lead to the early detection of risky water: Because it is already on the agricultural land when

problematic results from the laboratory become known. A proactive introduction of quality assurance processing procedures is much more effective and reduces the analytical and bureaucratic effort for those involved.

- Some central definitions are missing from the regulation: It is for instance essential to specify the details for “secondary treatment” or “filtration”. It should also be clarified whether “agricultural irrigation” only takes place on farms or whether it is also executed by landscape managers, etc.). It is also necessary to determine whether in the context of “agricultural irrigation” (e.g. of short-rotation plantations or in the case of rewetting of moor areas) a conscious groundwater recharge is being regulated.
- The regulation rightly emphasizes the reduction of health risks in cases where edible parts no longer come into direct contact with water. Apart from drip irrigation, other innovative irrigation solutions that are similarly safe (e.g. underfloor irrigation or hydroponic systems with safe closure between underground and above-ground plant parts) should also be privileged.

Literatur/References

- Becker, Dennis/Alexander Frey/Christina Jungfer/Kerstin Krömer/Philipp Kulse/ Sebastian Maaßen/Engelbert Schramm/Kristina Wencki/Barbara Zimmermann/ Martin Zimmermann (2017): Marktpotenziale der Wasserwiederverwendung – Anforderungen und Kriterien in unterschiedlichen Sektoren und mögliche Zielmärkte für das MULTI-ReUse-Verfahren. ISOE-Materialien Soziale Ökologie, 49. Frankfurt am Main
- Bischoff, Astrid (2015): Desinfektion von behandeltem Abwasser: Vergleich verschiedener Desinfektionsverfahren. Schriftenreihe IWAR Bd. 225. Darmstadt
- Cornel, Peter/Marius Mohr/Andreas Nocker/Hans-Christoph Selinka/Engelbert Schramm/Claudia Stange/Jörg E. Drewes (2018): Relevanz mikrobiologischer Parameter für die Wasserwiederverwendung. Wissenschaftliches Begleitvorhaben „TransWave“ (Förderkennzeichen: 02WAV1400)
- Drewes, Jörg E./Uwe Hübner/Veronika Zhiteneva/Sema Karakurt (2017): Characterization of Unplanned Water Reuse in the EU. Final Report for European Commission DG Environment. Contract No. 070201/2017/758172/SER/EMV.C.1
- Drewes, Jörg E./Engelbert Schramm/Peter Cornel/Sebastian Maaßen (2018): Anforderungen an Wasserrecycling-Projekte. Wissenschaftliches Begleitvorhaben „TransWave“ (Förderkennzeichen: 02WAV1400)
- Fritz, Sabine/Jesko Hirschfeld/Katrin Mehler (2015): Ergebnisse des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung – Grundwasser zwischen Nutzung und Klimawandel. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/uba-dialog_grundwasser_ergebnispapier.pdf
- Helmecke, Manuela/Jörg Rechenberg (2017): Ringen um eine europäische Regelung für Wasserwiederverwendung. Zeitschrift für Umweltrecht 28: 513–514
- Merkel, Wolf/Barbara Zimmermann/Engelbert Schramm/Dennis Becker/Sebastian Maaßen (2018): Wasserwiederverwendung – ein Thema für deutsche Kommunen, Industrie und Landwirtschaft? Mülheim an der Ruhr
- Nölting, Bernhard et al. (2015): Gereinigtes Abwasser in der Landschaft: Ein Orientierungsrahmen für strategische Entscheidungsprozesse. http://www.elan-bb.de/files/elan/download/ELaN_Orientierungsrahmen_2015.pdf
- Nölting, Bernhard/Timothy Moss/Uta Steinhardt (2017): Governance für nachhaltiges Landmanagement – Strategien zur alternativen Nutzung von gereinigtem Abwasser. In: Jana Rückert-John/Martina Schäfer (Hg.): Governance für eine Gesellschaftstransformation. Herausforderungen des Wandels in Richtung nachhaltige Entwicklung. Wiesbaden, 261–279
- Ostermann, Ulrich (2012): Beregnung in Nordostniedersachsen: Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Wasser & Abfall 12: 18–22
- Pietsch, Magdalene et al. (2014): Risikoanalyse der bodenbezogenen Verwertung kommunaler Klärschlämme unter Hygieneaspekten. Umweltforschungsplan Forschungskennzahl 371171240. Braunschweig
- Schönbeck, Friedrich (1979): Pflanzenkrankheiten: Einführung in die Phytopathologie. Wiesbaden

Schwartz, Thomas/Johannes Alexander (2014): Antibiotikaresistenzen in Abwasser –
Nachweis und Vermeidung der Verbreitung. Korrespondenz Abwasser 61: 183-185
Verband Kommunalen Unternehmen (2018): VKU begrüßt Mindestanforderungen für
Wasserwiederverwendung. Pressemitteilung, 29. Mai 2018

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main

Das ISOE gehört zu den führenden unabhängigen Instituten der Nachhaltigkeitsforschung. Seit mehr als 25 Jahren entwickelt das Institut wissenschaftliche Grundlagen und zukunftsfähige Konzepte für Politik, Zivilgesellschaft und Wirtschaft – regional, national und international. Zu den Forschungsthemen gehören Wasser, Energie, Klimaschutz, Mobilität, Urbane Räume, Biodiversität und sozial-ökologische Systeme.

<https://www.isoe.de>

<https://www.isoe.de/wissenskommunikation/newsletter>

<https://twitter.com/isoewikom>

ISOE – Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt/Main, Germany

ISOE is one of the leading independent institutes for sustainability research. For over 25 years now, the Institute has been developing fundamental scientific principles and future orientated concepts for governments/policy makers, the civil society and business leaders – on a regional, national and international scale. The research topics include water, energy, climate protection, mobility, urban spaces, biodiversity, and social-ecological systems.

<https://www.isoe.de/en/home/>

<https://www.isoe.de/en/news-media/research-news/>

<https://twitter.com/isoewikom>