

PROF. DR. MED. THOMAS KISTEMANN

Stv. Direktor des Instituts für Hygiene und Public Health
Universitätsklinikum Bonn (Direktor: Prof. Dr. med. N. Mutters)

**Prospektive hygienisch-medizinische
Risikoabschätzung zum
Geplanten Bau des
Regenrückhaltebeckens Thelens Wiese**

27. Juni 2022

Bearbeiter:

Dr. rer. nat. Christian Timm, Prof. Dr. med. Thomas Kistemann M.A.

Auftraggeber: Entsorgungsbetriebe Wesseling

Inhalt

1	Problemstellung.....	3
2	Methodisches Vorgehen und Vorarbeiten	5
2.1	Literaturrecherche.....	5
3	Ergebnisse.....	6
3.1	Mischwasser als Quelle humanpathogener Mikroorganismen	6
3.2	Mischwasser als Quelle gesundheitsrelevanter chemischer Substanzen	7
3.3	Risikobetrachtungen für verschiedene Expositionspfade	7
3.3.1	Mikrobielle Exposition durch direkten Wasserkontakt.....	8
3.3.2	Mikrobielle Exposition durch Bodenkontakt.....	8
3.3.3	Mikrobielle Kontamination des Grundwassers	9
3.3.4	Chemische Belastung durch Mischwasser	10
4	Bewertung der Erkenntnisse hinsichtlich der Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens	11
5	Empfehlungen für den Realisierungsprozess des geplanten abwassertechnischen Vorhabens..	13
5.1	Mikrobielle Belastung durch Mischwasser.....	13
5.1.1	Direkter Kontakt mit Mischwasser	13
5.1.2	Kontakt mit belasteten Boden.....	13
5.1.3	Belastungspfad Grundwasser	14
5.2	Chemische Belastung durch Mischwasser	14
5.2.1	Direkter Wasserkontakt	15
5.2.2	Bodenkontakt	15
5.2.3	Belastungspfad Grundwasser.....	15
6	Zusammenfassung.....	16
7	Quellenverzeichnis	18
7.1	Literatur	18
7.2	Vorarbeiten	18
7.3	Rechtliche Grundlagen und Richtlinien	19

1 Problemstellung

Durch Starkregenereignisse kam es in den Jahren 2008, 2012, 2017 und 2021 im Stadtgebiet von Wesseling zu erheblichen Überschwemmungen. Durch diese außergewöhnlichen Regenereignisse ist ein Handlungsbedarf entstanden, um den Anwohnern des Problembereichs Abhilfe zu leisten.

Die Entsorgungsbetriebe Wesseling haben eine Betrachtung für die zukünftige Vermeidung von derartigen Überschwemmungen unter Berücksichtigung der vorhandenen baulichen Situation und der siedlungswasserwirtschaftlichen, städtebaulichen und verkehrlichen Gesichtspunkte durchgeführt. Hieraus hat sich ergeben, dass eine sich im Besitz der Stadt Wesseling befindliche Freifläche, genannt „Thelens Wiese“ im Bereich zwischen Wiesenweg und Rodenkirchener Straße, bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen eine räumliche Möglichkeit bieten würde, anfallendes Mischwasser aus dem Kanalsystem, insbesondere aus dem Kanalstauraum (DN 2800) in der Rodenkirchener Straße, aufzunehmen. Bereits im Jahr 2015 wurde die Möglichkeit, Thelens Wiese als multifunktionale Retentionsfläche, welche, wenn nicht überflutet, als attraktives Gelände für Freizeitaktivitäten genutzt werden soll, in Betracht gezogen. Zur Prüfung und Bewertung gesundheitlicher Belange regte deshalb das zuständige Gesundheitsamt des Rhein-Erft-Kreises bereits am 26.03.2015 an, das Institut für Hygiene und Public Health des Universitätsklinikums Bonn (IHPH) als Gutachter einzubeziehen. Die Entsorgungsbetriebe Wesseling haben daraufhin Herrn Prof. Dr. Kistemann (IHPH) beauftragt, eine hygienisch-medizinische Risikoabschätzung zum Projekt Mischwasser-Notüberlauf Thelens Wiese durchzuführen (Kistemann und Timm 2016).

Die Entsorgungsbetriebe Wesseling haben im Mai 2022 dem IHPH den Erläuterungsbericht zur Genehmigungsplanung „Bau des Regenrückhaltebeckens Thelenswiese“, Baupläne der Planungsbüros MUST® und Die Drei Landschaftsarchitektur® sowie Bauwerkpläne zum Regenrückhaltebecken des Ingenieurbüros Björnsen beratende Ingenieure GmbH® übergeben.

Aus diesen Unterlagen ist zu entnehmen, dass eine Kombination aus dem bereits entstehenden Stauraumkanal und einem im Nebenschluss geplanten unterirdischen Retentionsbauwerk (RBW) im Mischsystem mit einem Fassungsvermögen von 5.000 m³ vorgesehen ist. Oberhalb des RBW ist eine multifunktionale Fläche, welche im Extremwetterfall bei Überstau des Beckens geflutet werden kann und dann als Regenrückhaltebecken (RRB) fungiert, vorgesehen. Das RBW mit der darüber liegenden multifunktionalen Fläche ist eine von vier zusammenwirkenden Maßnahmen, welche das Kanalnetz in dem Gebiet um Thelens Wiese im Ganzen entlasten werden. Es ist vorgesehen, auf der Schwelle zwischen Stauraumkanal und RBW eine Lamellentauchwand zu installieren, um den Abschlag von Feststoffen in das Becken zu reduzieren. Die multifunktionale Fläche auf dem RBW wird rund A=2.300 m² umfassen und ein maximales Rückhaltevolumen von VRück

=3.800 m³ aufweisen. Es ist ein zentral gelegenes, befestigtes versiegeltes Becken oberhalb des RBW vorgesehen, sowie zwei zusätzliche Sickermulden seitlich des RBWs, welche i.M. rund 10 cm unterhalb des Hauptbeckens liegen. Die Schwelle des Abschlags auf die oberirdische Multifunktionsfläche wird mit einer Länge von 18,0 m und einer Öffnungsweite von 0,15 m beschrieben. Der Auslass ist als Betonbauwerk gefasst. Da die Überlaufschwelle aus der Fläche hinausragen, werden diese in die multifunktionale Fläche durch die Integration einer Sitzbank geplant. Die Gesamtsituation ist in Abb. 1 dargestellt.

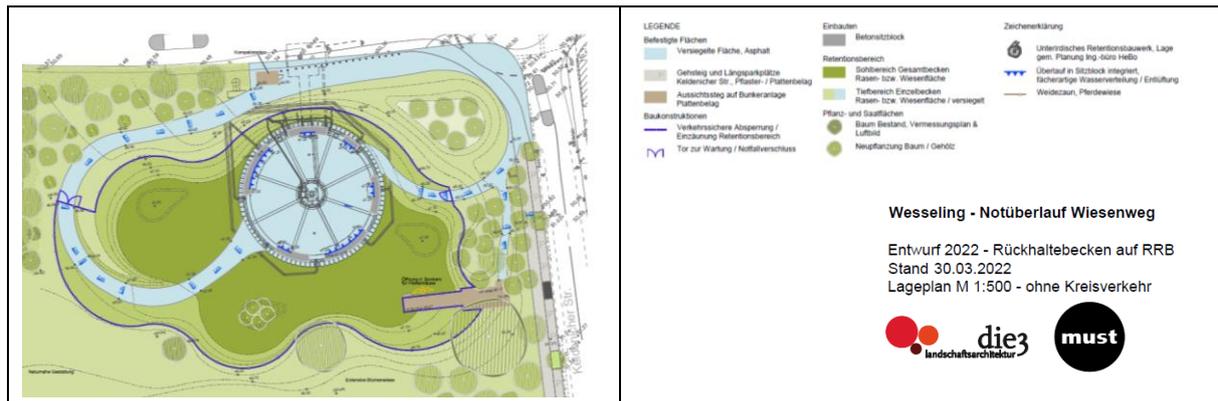


Abb. 1: Planung des Notüberlaufs Wesseling, Thelens Wiese

Zu einem Abschlag aus dem unterirdischen Retentionsbauwerk in das oberirdische Regenrückhaltebecken kommt es in einer modellierten sehr geringen Jährlichkeit von weniger als 1-mal in 10 Jahren. Die maximale Wassermenge, die in das oberirdische Becken überstaut, kann bei 3.819 m³ liegen, so dass bei einer Fläche von 2.300 m² der maximale Wasserstand mit einer Höhe von 1,66 m bei 48,86 m.ü.NN berechnet wurde.

Nach einem Starkniederschlag-Ereignis erfolgt die Entleerung des RBWs ab einer bestimmten Einstauhöhe über Pumpen zurück in das Kanalsystem. Die oberirdisch gelegene, befestigte multifunktionale, als RRB fungierende Fläche entleert sich dann konsekutiv in das RBW. Restwasser, welches sich in den beiden Sickergruben gesammelt hat, wird nicht zurückgeführt und der Versickerung überlassen.

Die multifunktionale Fläche soll als attraktives Gelände für Freizeitnutzung dienen. Eine Einzäunung und eine Absperrungsmöglichkeit der Fläche sind vorgesehen.

Die Entsorgungsbetriebe Wesseling haben, aufbauend auf dem Bericht zum Projekt Mischwasser-Notüberlauf Thelens Wiese (Kistemann und Timm 2016), den Gutachter mit einer aktualisierten hygienisch-medizinische Risikoabschätzung zu diesem nun weiterentwickelten und konkretisierten Bauvorhaben beauftragt.

Diese Nutzungskombination ist heute immer noch innovativ und es liegen weiterhin kaum Erfahrungen, weder im In- noch im Ausland, vor, welche eine vergleichbare Situation als Bewertungsgrundlage zulassen, so dass die Risikoabschätzung wie im Jahr 2016 auf Basis einer

wissenschaftlichen Recherche erfolgte. Die aktuellen Fragestellungen sind dementsprechend angelehnt an den Bericht aus 2016:

1. Sind unter Berücksichtigung des geplanten mit Mischwasser beschickten Regenrückhaltebeckens sowie der bauwerklichen Planung der multifunktionalen Fläche potenzielle gesundheitliche Risiken, die sich aus der geplanten Doppelnutzung der Freifläche sowohl als Freizeitareal als auch als temporäres Regenrückhaltebecken für Wasser aus der Mischwasserkanalisation ergeben können, zu besorgen?
2. Kann erwartet werden, dass das konkrete Bauvorhaben ohne nicht akzeptable gesundheitliche Risiken realisiert werden kann?
3. Welche Möglichkeiten und Erfordernisse bestehen, um mögliche gesundheitliche Risiken zu minimieren?

2 Methodisches Vorgehen und Vorarbeiten

2.1 Literaturrecherche

Diesem Bericht liegt das umfangreiche wissenschaftliche Literaturreview aus dem Jahr 2016 zu Grunde. Dieses wurde durch aktuelle Literatur aus Forschungsprojekten des IHPH 2015-2022 ergänzt. Eine detaillierte Erläuterung des methodischen Vorgehens sowie der verwendeten und ausgewerteten Literatur ist dem Bericht Kistemann und Timm (2016) zu entnehmen. Ergänzende Literatur ist im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Zusätzlich konsultierte Verordnungen, Normen, Richtlinien und Empfehlungen, die indirekt zur gesundheitlichen Bewertung von Mischwasser in Beziehung gesetzt werden können, wurden auf Aktualität geprüft. Diese Quellen sind ebenfalls im Literaturverzeichnis dieser Stellungnahme vollständig aufgeführt.

Die Literaturrecherche berücksichtigte folgende Aspekte:

- Mikrobielle und chemisch-toxische Bedeutung von Mischwasser
- Mikrobielle und chemisch-toxische Risiken durch Mischwasser
- Mikrobielle und chemisch-toxische Risiken durch Mischwasser-belasteten Boden
- Mikrobielle und chemisch-toxische Risiken für das Grundwasser durch Mischwasserbelastung des Bodens

3 Ergebnisse

Eine Recherche zur Literatur aus den Jahren 2015-2022 ergab keine wesentlichen neuen Erkenntnisse. Vielmehr wurden die Annahmen des Berichts von 2016 bestätigt gestützt. Eine systematische Unterscheidung zwischen den potentiellen gesundheitlichen Risiken durch mikrobielle Belastungen und chemische Substanzen bei direktem oder indirektem Kontakt mit Mischwasser erscheint weiterhin sinnvoll und wird dementsprechend beibehalten.

3.1 Mischwasser als Quelle humanpathogener Mikroorganismen

Die besondere Bedeutung von Mischwasser für eine mikrobielle Verunreinigung von Fließgewässern konnte auch in aktuellen Forschungsarbeiten des IHPH belegt werden (Zacharias et al. 2020). Hinzu kommen nun auch gesicherte Erkenntnisse zum Vorkommen von Antibiotika und Antibiotika-resistenten Bakterien, welche sowohl in Oberflächengewässern als auch in Abwässern in urbanen Kanalisationen nachgewiesen wurden (Müller et al. 2018). Die Ergebnisse dieser Studien stützen im Ganzen die Aussagen der Stellungnahme aus 2016, welche nun um den Aspekt Antibiotika und Antibiotika-resistente Bakterien erweitert werden. So kann die Aussage festgestellt werden, dass durch Entlastungsereignisse der Mischkanalisation vor allem bei hohen Niederschlagsintensitäten innerhalb weniger Minuten sehr hohe Bakterien- und Parasitenfrachten auftreten, welche den Tagesmengen von Einleitungen aus Kläranlagen in Vorflutern entsprechen können, weiterhin Gültigkeit hat. Es wird auch weiter angenommen, dass die Konzentrationen relevanter Mikroorganismen sich während des Abschlagsereignisses, bedingt durch „First Flush“-Phänomene, nicht systematisch ändern und dass aufgrund des raschen Wasseranstiegs und des ausreichend großen Volumens zur Vermischung im Kanal während eines Starkregenereignisses von einer recht homogenen Pathogen-Fracht auszugehen ist (Kistemann und Timm 2016). Diese wird auch für das RRB angenommen, wobei bedingt durch das zusätzliche Volumen von 5.000 m³ ein erheblicher zusätzlicher Verdünnungseffekt erwartet wird, welcher die Konzentration pathogener Mikroorganismen herabsetzen kann. Die geplante Lamellentauwand am Ausgang des Stauraumkanals vor dem RRB reduziert zudem die Pathogen-Fracht in das geplante RRB. Dennoch ist die konkrete mikrobielle Zusammensetzung des Mischwassers naturgemäß von den Bedingungen im jeweiligen Einzugsgebiet abhängig, wobei diese saisonalen und epidemischen Schwankungen unterliegt (vgl. Kistemann und Timm 2016). Letztlich kann die mikrobielle Last des Mischwassers nur durch konkrete Messungen und Analysen bestimmt werden.

3.2 Mischwasser als Quelle gesundheitsrelevanter chemischer Substanzen

Die Tatsache, dass das Mischwasser durch eine Vielzahl chemischer Substanzen belastet ist (Kistemann und Timm 2016), wurde in aktuellen Forschungsarbeiten bestätigt, wobei auch das Vorkommen von Antibiotika in urbanen Kanalsystemen in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat (Voigt et al. 2020). Die systematische Unterscheidung von anthropogenen Spurenstoffen, häufig auch als Mikroschadstoffe bezeichnet, und Schwermetallen ist weiterhin sinnvoll und wird in diesem Bericht beibehalten. Anthropogene Spurenstoffe, vor allem sogenannte *personal care* Produkte (Kosmetikprodukte, Haushaltschemikalien, Arzneimittel) und deren Abbauprodukte, Schwermetalle (Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei, Zink) und auch Pflanzenbehandlungsmittel und Antibiotika können, wenn auch teils in niedrigen Konzentrationen, Bestandteile des Mischwassers sein. Die Schwermetall-Konzentrationen liegen für Cadmium, Chrom und Kupfer in der Regel, wenn nicht eine punktuelle gewerbliche oder industrielle Belastung besteht, unter den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung und für Blei, Nickel und Quecksilber zumindest in der Größenordnung der jeweiligen Grenzwerte liegen. Gesundheitliche Risiken sind nicht grundsätzlich auszuschließen und für den konkreten Einzelfall unter Berücksichtigung von Konzentration, Expositionsweg, Aufnahmemenge und akuter sowie chronischer Toxizität zu bewerten. Aufgrund einer im Vergleich zu den mikrobiellen Verunreinigungen homogeneren Verteilung von chemischen Substanzen können weiterführende Wasseranalysen das Spektrum der gesundheitsgefährdenden chemischen Substanzen im Mischwasser konkreter eingrenzen (Kistemann und Timm 2016).

3.3 Risikobetrachtungen für verschiedene Expositionspfade

Eine Grenzwert-orientierte Bewertung des gesundheitlichen Risikos, basierend auf gesetzlichen Grundlagen oder Richtlinien, kann nur teilweise vorgenommen werden. Dies gilt vornehmlich für die Bewertung des mikrobiellen Risikos.

Es gilt weiterhin, drei potentielle Expositionspfade – direkte Exposition durch Kontakt mit Mischwasser; indirekte Exposition durch Kontakt zu Mischwasser-beaufschlagtem Boden sowie -beaufschlagte Vegetation; indirekte Exposition durch potentielle Belastung und konsekutive Nutzung des Grundwassers – separat zu betrachten. Die Expositionsmatrix aus chemischen und mikrobiellen Belastungen sowie den unterschiedlichen Aufnahmepfaden (Kistemann und Timm 2016) wird beibehalten.

Für die mikrobielle Risikoabschätzung steht das Risiko (hier = Wahrscheinlichkeit) einer gastro-intestinalen Infektion, d.h. an Durchfall zu erkranken, quantitativ im Vordergrund.

3.3.1 Mikrobielle Exposition durch direkten Wasserkontakt

Grundsätzlich setzt eine Belastung des Mischwassers mit pathogenen Mikroorganismen voraus, dass sich menschliche oder (bei Zoonosen) tierische Erkrankte bzw. Ausscheider im Einzugsgebiet des Abwasser-Kanalsystems aufhalten (oder kürzlich aufgehalten haben).

Es liegen weiterhin nur wenige Studien vor, die eine Risikobewertung hinsichtlich der Exposition mit Mischwasser vorgenommen haben. Eine Wasseraufnahme bei direktem Wasserkontakt durch Verschlucken kann als bedeutendster Eintragungspfad in den menschlichen Körper angenommen werden. So kann die Wahrscheinlichkeit, durch das Bakterium *Campylobacter* zu erkranken, für Kinder durch Spielen in Mischwasser-belastetem Wasser bei 0,045% bei dem jeweiligen Ereignis liegen. Beim Spielen in dem direkten Mischwasserablauf liegt diese Wahrscheinlichkeit bei 34%, für den direkten Kontakt von erwachsenen Menschen mit dem Mischwasser wird eine Erkrankungswahrscheinlichkeit von bis zu 28%/Ereignis beschrieben (Man et al. 2013; Sales-Ortells und Medema 2014, 2015; Kistemann und Timm 2016). Ein gesundheitliches Risiko durch Antibiotika-resistente Bakterien durch den Kontakt mit Mischwasser ist bisher nicht beschrieben oder bewertet worden.

3.3.2 Mikrobielle Exposition durch Bodenkontakt

Auch die Bewertung gesundheitlicher Risiken durch Mischwasser-beaufschlagte Böden gestaltet sich aufgrund weiterhin fehlender wissenschaftlicher Erkenntnisse schwierig. Dieser Aspekt wird dementsprechend analog zu Kistemann und Timm (2016) berücksichtigt.

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBoSchV) sieht weiterhin keine Regulierung mikrobieller Belastungen von Böden vor und bezieht sich diesbezüglich nur auf Altlasten. Zur Umsetzung dieser Verordnung wird vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Arbeitsblatt W 22 vorgeschlagen (vgl. Kistemann und Timm 2016).

Von großer Bedeutung für die Risikobetrachtung ist die Frage, wie lange verschiedene pathogene Mikroorganismen im Boden und auf der Vegetation überleben können und vermehrungsfähig bleiben. Den *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater* (2006) sowie Schoening et al. (2007) konnten Angaben zu durchschnittlichen Überlebenszeiten von Pathogenen im Boden entnommen werden (Kistemann und Timm 2016). Diese Annahmen werden für die beiden geplanten Sickermulden getroffen und gelten nicht für die betonierte Überlaufläche oberhalb des RRBs. Demnach können pathogene Viren Überlebenszeiten von bis 100 Tagen (Enterovirus) und pathogene Bakterien von bis zu 70 Tagen (thermotolerante Coliforme, *Salmonella spp.*) im Boden aufweisen. Die Überlebenszeit

ist abhängig von diversen Umweltfaktoren, wie z.B. Sonneneinstrahlung, Feuchte und Dichte des Bodens. Die Protozoenart *Ascaris* kann bis zu 625 Tage im Boden überleben.

Die gesundheitlichen Relevanz von mikrobiell beaufschlagten Böden ist im Vergleich zum direkten Kontakt mit dem Mischwasser deutlich geringer. Hier werden Infektionswahrscheinlichkeiten (nicht Erkrankungswahrscheinlichkeiten) durch Salmonellen, bestimmte Virenarten und Protozoen beschrieben (s. Tab. 1, übernommen aus Kistemann und Timm 2016).

Tabelle 1: Infektionswahrscheinlichkeiten durch verschiedene Aktivitäten in Gärten, die mit menschlichen Fäzes gedüngt wurden (Quelle: Schoening et al. 2007; Bearbeitung: Kistemann & Timm 2016)

Pathogen	Infektionswahrscheinlichkeit/Jahr	
	Gärtnern	Andere Freizeitaktivitäten
Salmonellen	2×10^{-9}	7×10^{-10}
Rotavirus	4×10^{-2}	3×10^{-3}
Hepatitis A	1×10^{-6}	1×10^{-6}
Giardia	2×10^{-4}	5×10^{-5}
Cryptosporidium	1×10^{-3}	1×10^{-3}
Ascaris	8×10^{-4}	2×10^{-3}

3.3.3 Mikrobielle Kontamination des Grundwassers

Eine Belastung des Grundwassers ist insbesondere dann als Expositionspfad relevant, wenn dieses zur Trinkwassernutzung genutzt.

Eine mikrobielle Belastung des Grundwassers durch großflächige Beaufschlagung mit Mischwasser kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Sie hängt aber entscheidend von der Durchlässigkeit des Bodens und des geologischen Untergrunds einerseits sowie dem Flurabstand des Grundwassers andererseits ab, denn diese beiden Größen bestimmen die zu erwartende Filtrationsleistung der Deckschichten. Genaue Ausführungen sind bei Kistemann und Timm (2016) zu finden. Für eine genauere Abschätzung einer Grundwasserbelastung müssen die bodenhydrologische Gegebenheiten und die versickernde Menge berücksichtigt werden.

3.3.4 Chemische Belastung durch Mischwasser

Hinsichtlich der chemischen Belastung des Mischwassers werden anthropogene Spurenstoffe und Schwermetalle als besonders relevant angesehen. Vielen dieser Stoffe wird eine humantoxikologische Bedeutung zugeschrieben. Es wird zwischen akuter und (sub-) chronischer Toxizität unterschieden.

Eine akute Toxizität durch Mischwasser, auch im Hinblick auf das Vorkommen von Antibiotika, ist eher unwahrscheinlich, und nur dann zu besorgen, wenn ein zusätzliches Schadensereignis mit Freisetzung hoher Dosen chemischer Substanzen vorliegt.

Eine chronische Toxizität kann in Abhängigkeit von Expositionsdauer und -häufigkeit eintreten. Hierbei können insbesondere kanzerogene, neurotoxische und genotoxische Wirkungen auftreten. Viele der humantoxischen Wirkungen sind noch nicht hinreichend bewiesen, werden aber vermutet. (Kistemann und Timm 2016).

Für eine Risikobewertung bieten sich diejenigen Verordnungen an, welche die menschliche Gesundheit als Schutzgut definieren. Die Grenzwerte der Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA), die Güteanforderungen an Fließgewässer in Abhängigkeit vom spezifischen Nutzen formuliert, bieten sich für eine Risikoabschätzung zum geplanten Notüberlauf an. Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sieht für die Bodenbelastung durch Altlasten, insbesondere durch Schwermetalle, die Anwendung von Prüf- bzw. Maßnahmenwerten vor, die auf verschiedene Wirkungspfade (Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze, Boden-Grundwasser) und Nutzungsszenarien (z.B. Kinderspielfläche, Gewerbeflächen) anzuwenden sind (vgl. Bund 1999; LANUV 2004). Auch die Grenzwerte der Trinkwasserschutzverordnung (TrinkwV 2001) für Trinkwasser als die höchstwertige Wassernutzung können für eine orientierende Bewertung herangezogen werden.

In unserer Stellungnahme von 2016 wurden die Analyseergebnisse einer in 2015 unter Starkniederschlagsbedingungen genommenen Mischwasserprobe aus dem Stauraumkanal Rodenkirchener Straße in Wesseling den Anforderungen von AGA und Trinkwasserverordnung gegenüber gestellt.

Die Ergebnisse zeigten, dass die chemische Qualität des Mischwassers mit Ausnahme des Wertes für Blei den gesundheitlich begründeten Grenzwerten der TrinkwV 2001 genügt. Der Grenzwert der BBodSchV für Blei, der Akkumulationsprozesse reflektiert, wird, auch unter Berücksichtigung der abweichenden Bezugsgröße, sehr deutlich ($< 1:1.000$) unterschritten. Eine entsprechende Akkumulation ist vor dem Hintergrund der erwarteten Beaufschlagungsfrequenz und der anzunehmenden Verdünnungseffekte im Regenrückhaltebecken auch langfristig nicht zu besorgen.

Die damals festgestellten Überschreitungen der Grenzwerte für die Indikatorparameter Aluminium, Ammonium, Eisen und Mangan gem. Anlage 3 TrinkwV und die Überschreitung der Summenparameter CSB und TOC gemäß den Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) sind für die Bewertung sowohl akuter als auch chronischer gesundheitlicher Risiken nicht relevant.

Um die Belastung chemischer Belastungen weiter eingrenzen zu können, wären weitere Beprobungen unter den gleichen Bedingungen sinnvoll, um die eine mögliche Dynamik in der chemischen Zusammensetzung des Mischwassers abbilden zu können.

4 Bewertung der Erkenntnisse hinsichtlich der Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens

Im Einklang mit den Ergebnissen aus der früheren Stellungnahme von Kistemann und Timm (2016) sind für das Bauvorhaben des Retentionsbauwerks (RBW) Thelens Wiese mit integrierter multifunktionaler, temporär als Regenrückhaltebecken (RRB) fungierender Fläche sowohl mikrobielle als auch chemische mögliche gesundheitliche Risiken durch direkten und indirekten Mischwasserkontakt im Zusammenhang mit dem oberirdischen RRB zu berücksichtigen.

Diese sind aufgrund von Verdünnungs- und Sedimentationseffekten durch das dem Stauraumkanal nachgeschaltete RBW und der zwischen Stauraumkanal Rodenkirchener Straße und RBW geschalteten Lamellentauchwand als weitaus niedriger einzustufen als bei der in 2016 geplanten direkten Beaufschlagung aus dem Stauraumkanal Rodenkirchener Straße. Es kann von einer relevanten Sedimentation von Feststoffen im RBW ausgegangen werden, welche das in das offene RRB austretende Wasser zusätzlich sowohl mikrobiell als auch chemisch entlasten kann.

Die Unterscheidung nach drei möglichen Expositionspfaden – direkter Kontakt mit dem Mischwasser, Kontakt mit dem durch das Mischwasser belastetem Boden, insbesondere in den Sickermulden, mögliche Kontamination des Grundwassers durch versickerndes Mischwasser – mit jeweils unabhängigen Risikobewertungen wurden bei der Betrachtung beibehalten. Für die Risikoabschätzung hinsichtlich chemischer Belastungen können normative Grundlagen herangezogen werden (BBoSchV; AGA). Hinsichtlich der mikrobiellen Belastung von Abwasser gibt es keine normativen Vorgaben.

Die diesbezüglichen Risiken müssen deshalb unter Berücksichtigung bekannter bzw. ermittelbarer Parameter (Konzentration im Mischwasser, Aufnahmemenge bei verschiedenen

Szenarien, Infektionsdosis, Erkrankungswahrscheinlichkeit) für den Einzelfall modelliert und bewertet werden (vgl. Kistemann und Timm 2016).

Eine differenzierte, ortsspezifische **Bewertung des mikrobiellen Risikos** ist nach jetzigem Kenntnisstand für die Expositionspfade direkter Wasserkontakt und Bodenkontakt möglich, wenn die mikrobielle Zusammensetzung des Mischwassers sowie die Bodeneigenschaften bekannt sind. Es werden hierfür noch weitere Proben sowohl des Mischwassers als auch des Bodens benötigt, um ein Risiko zu modellieren und zu bewerten. Sinnvoll ist die Bestimmung mikrobiologischer Referenzwerte für den Boden vor einer ersten Überflutung mit Mischwasser, um den Ausgangszustand zu erfassen (vgl. Kistemann und Timm 2016).

Es wird bis auf weiteres von einem klassischen kommunalen Siedlungsabwasser mit geringfügigen Anteilen aus Kleingewerbe ausgegangen.

Es ist davon auszugehen, dass sich der mit Mischwasser beaufschlagte Boden in den Sickermulden so zügig regenerieren wird, dass der mikrobielle Ausgangszustand nach einem Beaufschlagungsereignis wieder erreicht wird. Zur Abschätzung der hierfür erforderlichen Regenerationszeit wäre ein kleinmaßstäbiger Feldversuch, bei welchem eine wasserdicht abgegrenzte Fläche von etwa 2 x 2 m Größe experimentell mit Mischwasser beaufschlagt wird, zu empfehlen, da Erfahrungswerte von vergleichbarer Situationen bislang nicht vorliegen bzw. nicht publiziert sind (vgl. Kistemann und Timm 2016).

Hinsichtlich möglicher **Risiken durch chemische Substanzen** steht die chronische Toxizität von Schwermetallen im Vordergrund. Wegen der insgesamt recht niedrigen Konzentrationen der in 2016 gefundenen Substanzen können gesundheitliche Risiken durch eine akute Toxizität weitestgehend ausgeschlossen werden, da ohnehin noch weitere Verdünnungseffekte erwartet werden. Leichtflüchtige halogenorganische Verbindungen werden wegen ihrer raschen Ausgasung aus oberflächlichen Wasserkörpern keine gesundheitliche Relevanz haben. Bezüglich Pflanzenbehandlungs- und -schutzmitteln (PBSM) ist bei kleinen Mengen aufgenommenen Mischwassers und seltener Aufnahme weder mit einer akuten noch mit einer chronischen toxischen Relevanz zu rechnen.¹ Das gesundheitliche Risiko durch Antibiotikavorkommen im Ab- bzw. Mischwasser ist derzeit noch nicht wissenschaftlich abschließend bewertet, wird hinsichtlich akuter Wirkungen allerdings als sehr gering eingeschätzt.

Aufgrund der in der ersten orientierenden Mischwasser-Untersuchung aus 2015 gefundenen, insgesamt recht niedrigen Konzentrationen, welche durch Verdünnungseffekte im Regenrückhaltebecken noch niedriger erwartet werden können, sowie unter der Annahme,

¹ Der Grenzwert von 0,0001 mg/l für PBSM-Einzelsubstanzen in der TrinkwasserV ist nicht gesundheitlich begründet, sondern basiert auf dem Minimierungsgebot für Fremdstoffe im Trinkwasser.

dass der überflutete Zustand nicht von längerer Dauer sein wird (maximal wenige Tage) und die Frequenz der Überflutungsereignisse niedrig sein wird, ist keine gesundheitlich relevante Akkumulation von Schwermetallen im Boden zu erwarten. Die erwähnten, dem Gesundheitsschutz dienenden gesetzlichen Bestimmungen (AGA, BBodSchV) können auf das Mischwasser-Überflutungsszenario übertragen und mit ihren Grenzwerten für die Risikobewertung herangezogen werden.

Hygienisch-medizinisches Fazit: Aus hygienisch-gesundheitlicher Perspektive ist die Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens gegeben. Insofern wird die weitergehende Umsetzung des Bauplans unter Einhaltung präventiver Maßnahmen als sinnvoll erachtet und empfohlen.

5 Empfehlungen für den Realisierungsprozess des geplanten abwassertechnischen Vorhabens

5.1 Mikrobielle Belastung durch Mischwasser

Die Empfehlungen bzgl. mikrobieller Risiken sind den verschiedenen Expositionspfaden zugeordnet. Eine detaillierte Bewertung bzgl. der mikrobiellen Belastung ist bereits im Bericht aus 2016 dargestellt worden.

5.1.1 Direkter Kontakt mit Mischwasser

Die mikrobielle Fracht von Mischwasser, insbesondere mit pathogenen fäkalen Mikroorganismen, muss als sehr hoch angenommen werden. Eine genauere Abschätzung sollte auf der Grundlage mehrerer hygienisch-mikrobiologischer Untersuchungen erfolgen.

Es ist vor diesem Hintergrund aus hygienisch-medizinischer Sicht nachdrücklich zu fordern, einen direkten Kontakt der Öffentlichkeit mit dem eingestauten Mischwasser konsequent auszuschließen. Dies gilt auch für einen indirekten Kontakt, der z.B. durch herumspritzendes Wasser durch Hunde verursacht werden kann. Der temporär überflutete Bereich sollte daher während der gesamten Überflutungszeit für die Öffentlichkeit mit entsprechendem Sicherheitsabstand gesperrt sein. Ebenso sollte das Zutrittsbefugte Personal über die Risiken aufgeklärt sein, da auch während notwendiger Arbeiten im Einstaubereich (z.B. Reinigungsarbeiten) ein ungeplanter Kontakt mit dem Wasser erfolgen und zu einer ungewollten Wasseraufnahme führen kann (vgl. Kistemann und Timm 2016).

5.1.2 Kontakt mit belasteten Boden

Die betonierte Fläche oberhalb des Regenrückhaltebeckens sollte nach Beaufschlagungen gereinigt werden, wobei das Zutrittsbefugte Personal insbesondere über Risiken durch

Aerosolbildung des Reinigungswassers aufgeklärt sein sollte, da hierdurch während notwendiger Reinigungsarbeiten ein ungeplanter Kontakt mit dem Wasser erfolgen und zu einer ungewollten Wasseraufnahme führen kann.

Eine Abschätzung des Risikos durch Bodenkontakt aus den beiden Sickermulden kann primär nicht abgeleitet werden, da bis jetzt nur sehr wenige Studien bekannt sind, die eine entsprechende Bewertung vorgenommen haben. Eine situationspezifische Risikoanalyse bezüglich relevanter infektiöser Erkrankungswahrscheinlichkeiten kann durchgeführt werden, wenn Messwerte hierzu vorliegen. Auch die Modellierung des zeitlichen Verlaufs (Rückgangs) von Erkrankungswahrscheinlichkeiten nach einem Einstau-Ereignis ist grundsätzlich möglich, um den Wieder-Freigabezeitpunkt der mit Mischwasser beaufschlagten Flächen abschätzen zu können. Von einer spontanen mikrobiologischen Regeneration des Bodens in den Sickermulden ist auf Grund der natürlichen Abbaumechanismen von Mikroorganismen im Boden auszugehen. Eine zusätzliche Behandlung des Bodens, etwa durch Umpflügen, Mähen mit Abtransport des Mähguts oder durch Reinigung der befestigten Flächen mit Frischwasser nach einem Einstau-Ereignis kann diesen Vorgang beschleunigen (Kistemann und Timm 2016). Da es keine Referenzwerte für mikrobielle Risiken durch Bodenkontakt gibt, ist eine Vorab-Bestimmung der mikrobiellen Beschaffenheit des Bodens zu empfehlen, um nach einem Entlastungsereignis den unbeanspruchten Zustand wieder anstreben zu können.

5.1.3 Belastungspfad Grundwasser

Eine Untersuchung der das Grundwasser überdeckenden bzw. schützenden Schichten wurde durch Björnsen Beratende Ingenieure GmbH[®] vorgenommen. Das Risiko einer mikrobiellen Verunreinigung des Grundwassers durch Beaufschlagung der Sickermulden kann aufgrund der Beschaffenheit des Untergrundes, der Sedimentation von Feststoffen im vorgeschalteten RBW sowie im RRB, der starken Verdünnung des Wassers und der erwarteten großen Seltenheit eines solchen Ereignisses als gering eingeschätzt werden. Dennoch sollte die mögliche Versickerung in den beiden Sickermulden nach Ereignissen kritisch beobachtet werden. Bei länger anhaltender Beaufschlagung sollten ggf. Wasserproben zur mikrobiellen Analyse gewonnen werden.

5.2 Chemische Belastung durch Mischwasser

Die Empfehlungen sind den verschiedenen Expositionspfaden zugeordnet. Eine detaillierte Bewertung bzgl. der chemischen Belastung ist bereits im Bericht aus 2016 dargestellt worden.

5.2.1 Direkter Wasserkontakt

Eine akute Toxizität durch Schwermetalle und andere chemische Substanzen ist vor dem Hintergrund der Konzentrationen, die bei der orientierenden Untersuchung in 2015 gefunden wurden, sehr unwahrscheinlich.

Dennoch sollte zur empirischen Absicherung die chemische Belastung des Mischwassers mit gesundheitsrelevanten Substanzen einschließlich der möglichen saisonalen und witterungsbedingten Variabilität durch mehrere weitere Untersuchungen bestimmt werden. Außerdem sollte eine chemische Analyse zukünftig vorerst bei jedem Einstau-Ereignis durchgeführt werden.

Ein direkter Kontakt mit dem Wasser ist zu vermeiden, da ansonsten eine akzidentielle orale, dermale und auch inhalative Wasseraufnahme nicht ausgeschlossen werden kann. Der temporär überflutete Bereich sollte daher während der gesamten Überflutungszeit für die Öffentlichkeit mit entsprechendem Sicherheitsabstand gesperrt sein. Ebenso sollte das Zutrittsbefugte Personal über die Risiken aufgeklärt sein, da auch während notwendiger Arbeiten im Einstaubereich (z.B. Reinigungsarbeiten) ein ungeplanter Kontakt mit dem Wasser erfolgen und zu einer ungewollten Wasseraufnahme führen kann.

5.2.2 Bodenkontakt

Die Einhaltung der in der AGA Anhang 1 und 2 aufgeführten Grenzwerte sollte angestrebt werden. Eine orientierende Untersuchung und Bewertung gem. Bodenschutzverordnung § 3 Abs. 3 (inklusive Bodenkundlicher Kartierung) für die beiden Sickermulden sollte vorgenommen werden. Eine orientierende Beprobung zur Erfassung von Ausgangswerten sollte vor dem ersten Einstau-Ereignis durchgeführt werden, um einen Ausgangszustand zu definieren, auch wenn der Tatbestand eines „Eintrag[es] von Schadstoffen über einen *längeren* Zeitraum und in *erheblicher* Menge“ gem. § 3 Abs. 1 BBodSchV als nicht gegeben angesehen werden kann. (vgl. Kistemann und Timm 2016).

5.2.3 Belastungspfad Grundwasser

Eine mögliche chemische Belastung des Grundwassers durch Versickerung von Mischwasser in den beiden Sickergruben ist nicht auszuschließen. Hinsichtlich der gesundheitlichen Relevanz einer derartigen Kontamination ist zu klären, inwiefern das Grundwasser im Unterstrom als Ressource zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Die Schwellenwerte gem. Anlage 2 der Grundwasserverordnung sind hierbei relevant. Die Versickerung in den beiden Sickermulden sollte nach Ereignis kritisch beobachtet werden. Bei länger anhaltender Beaufschlagung sollten ggf. Wasserproben zur chemischen Analyse genommen werden.

6 Zusammenfassung

Die Entsorgungsbetriebe Wesseling haben für die zukünftige Vermeidung von Überschwemmungen ein Konzept und einen Bebauungsplan für die „Thelens Wiese“ im Bereich zwischen Wiesenweg und Rodenkirchener Straße erstellt, welcher bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen eine Möglichkeit aufzeigt, Mischwasser eines Stauraumkanals in ein Regenrückhaltebecken zu leiten, welches bei Erreichen der Kapazitätsgrenze in eine multifunktionale Fläche überläuft und damit Überschwemmungsereignisse im Stadtgebiet vermeiden soll. Die multifunktionale Fläche soll im Normalzustand bei Nicht-Überflutung für Freizeitnutzung zur Verfügung stehen.

Eine derartige Nutzungskombination ist für den Umgang mit Mischwasser innovativ. Zur Prüfung und Bewertung gesundheitlicher Belange wurde deshalb das Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit des Universitätsklinikums Bonn (IHPH) als gutachterlich einbezogen. Die hygienisch-medizinische Bewertung des Vorhabens erfolgte auf der Grundlage des Berichtes „Projekt Mischwasser-Notüberlauf Wiesenweg / Thelens Wiese. Bericht zu Arbeitspaket I: Prospektive hygienisch-medizinische Risikoabschätzung“ (Kisteman und Timm 2016), welcher auf einer umfassenden Literaturstudie sowie einer ersten orientierenden Mischwasseruntersuchung aus dem Jahr 2015 basiert. Es wurden sowohl potenzielle chemische als auch mikrobielle Belastungen über drei unterschiedliche Belastungspfade – direkter Kontakt mit Mischwasser, Bodenkontakt nach Beaufschlagung mit Mischwasser und zur Trinkwassergewinnung genutztes Grundwasser – betrachtet.

Als Präventivmaßnahmen zum Gesundheitsschutz wird gefordert, dass

1. während eines Einstau-Ereignisses der direkte Kontakt von Personen (Erwachsene und insbesondere Kinder) mit Mischwasser durch geeignete Absperrmaßnahmen konsequent vermieden wird;
2. der versiegelte Bereich der multifunktionalen Fläche, der temporär als RRB fungiert hat, nach Rückführung des Mischwassers in das Kanalsystem gründlich gereinigt wird;
3. bis zur Wiedereröffnung der unbefestigten Fläche für die Öffentlichkeit eine mehrwöchige Warte- und Abklingzeit eingehalten wird, um sicherzustellen, dass die Konzentration pathogener Mikroorganismen auf der Bodenoberfläche, insbesondere in den beiden Sickermulden, wieder als unkritisch angesehen werden kann;
4. die Versickerung in den Boden der beiden Sickergruben zum Schutz des Grundwassers nach Ereignis kritisch beobachtet werden sollte und bei einer Beaufschlagungszeit von mehr als 2-3 Tagen mikrobielle und chemische Analysen des Wassers erfolgen sollten.
5. die mikrobielle Regeneration durch geeignete Maßnahmen (Mähen begrünter Flächen nach einem Einstau- und Versickerungsereignis, Abspülen befestigter Flächen) unterstützt und beschleunigt wird;

6. die erforderliche Länge der Warte- und Abklingzeit nach den ersten 2-3 Überflutungsereignissen zunächst empirisch mittels einiger hygienisch-mikrobiologischer Bodenuntersuchungen bestimmt wird. Im Ereignisfall könnten entsprechende Bodenproben vom IHPH innerhalb von 48-72 Stunden gewonnen werden.

Hygienisch-medizinische Untersuchungen (mikrobiologisch und chemisch) von Mischwasser aus dem betroffenen Kanalsystem werden empfohlen, um weitere Absicherung bezüglich des Risikos für die Gesundheit zu erlangen. Außerdem sollten hygienisch-medizinische Bodenuntersuchungen durchgeführt werden. Empfohlen wird weiterhin ein Beaufschlagungsversuch einer Bodenfläche mit Mischwasser im technischen Maßstab, um die in Abhängigkeit von Abwasserbelastung, Witterungsbedingungen und Untergrundeigenschaften lokal spezifische Kontamination des Oberbodens durch das aufgestaute Mischwasser sowie die mikrobielle Abbaudynamik bestimmen zu können. Die weitere hygienisch-medizinische Begleitung des innovativen Vorhabens wird empfohlen.

Hygienisch-medizinisches Fazit: Aus hygienisch-gesundheitlicher Perspektive ist die Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens gegeben.

Köln und Bonn, den 27. Juni 2022



Prof. Dr. med. Thomas Kistemann
Projektleitung



Dr. rer. nat. Christian Timm
Projektbearbeitung

7 Quellenverzeichnis

7.1 Literatur

Aufgenommen sind hier lediglich explizit zitierte Arbeiten sowie Ergänzungen gegenüber der Stellungnahme von 2016, auf welche für weitere Quellen und Details verwiesen wird.

- Man, H. de; van den Berg, H. H. J. L.; Leenen, E. J. T. M.; Schijven, J. F.; Schets, F. M.; van der Vliet, J. C. et al. (2014): Quantitative assessment of infection risk from exposure to waterborne pathogens in urban floodwater. In: *Water Research* 48, S. 90–99.
- Müller, H.; Sib, E.; Gajdiss, M.; Klanke, U.; Lenz-Plet, F.; Barabasch, V. et al. (2018): Dissemination of multi-resistant Gram-negative bacteria into German wastewater and surface waters. In: *FEMS microbiology ecology* 94 (5).
- Sales-Ortells, H.; Medema, G. (2014): Screening-level microbial risk assessment of urban water locations: a tool for prioritization. In: *Environmental science & technology* 48 (16), S. 9780–9789.
- Sales-Ortells, H.; Medema, G. (2015): Microbial health risks associated with exposure to stormwater in a water plaza. In: *Water Research* 74, S. 34–46.
- Schoening, C.; Westrell, Therese; Stenström, T. A.; Arnbjerg-Nielsen, K.; Hasling, A. B.; Høiby, L.; Carlsen, A. (2007): Microbial risk assessment of local handling and use of human faeces. In: *Journal of Water and Health* 5 (1), S. 117.
- Voigt, A. M.; Zacharias, N.; Timm, C.; Wasser, F.; Sib, E.; Skutlarek, D. et al. (2020): Association between antibiotic residues, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in anthropogenic wastewater - An evaluation of clinical influences. In: *Chemosphere* 241, S. 125032.
- WHO (2006): Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume II Wastewater use in agriculture. Geneva: World Health Organization.
- Zacharias, N.; Essert, S. M.; Brunsch, A. F.; Christoffels, E.; Kistemann, T.; Schreiber, C. (2020): of retention soil filters for the reduction of hygienically-relevant microorganisms in combined sewage overflow and treated wastewater. In: *Water science and Technology* 81 (3), S. 535–543.

7.2 Vorarbeiten

Kistemann und Timm (2016): Projekt Mischwasser-Notüberlauf Wiesenweg / Thelens Wiese, Bericht zu Arbeitspaket I: Prospektive hygienisch-medizinische Risikoabschätzung, Gutachten für die Entsorgungsbetrieb Wesseling.

7.3 Rechtliche Grundlagen und Richtlinien

Abwasserabgabengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Januar 2005 (BGBl. I S. 114), das zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 2. September 2014 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. Januar 2022 (BGBl. I S. 87) geändert worden ist

Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft - IV B 7 1571/11-30707 - v. 14.5.1991

ATV-A115 Einleiten von nicht häuslichem Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513)

LANUV (2004): Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der BBodSchV für die Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der BBodSchV für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze. LANUV Arbeitsblatt 22. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen.

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001)