8 Gewässerbelastungen aus Abwassereinleitungen

8.1 Gewässerbelastungen aus kommunalen und industriellen Einleitungen

Im Rahmen der amtlichen Überwachung gemäß § 94 LWG werden alle Abwassereinleitungen auf die Einhaltung der im wasserrechtlichen Bescheid festgelegten Grenzwerte für Abwasserinhaltsstoffe (Parameter) hin überprüft. Eine Zusammenstellung der Gewässerbelastungen aus den verschiedenen Abwassereinleitungen zeigt Tabelle 8.1 für die Parameter Abwassermenge, TOC (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff als Maß für die Konzentration an organischer Substanz im Abwasser), Nährstoffe (Stickstoff (Nges) und Phosphor (Pges)), für den Summenparameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen als Maß für bestimmte potenziell gefährliche Stoffe) sowie für die Schwermetalle Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Quecksilber (Hg). Diese Parameter stellen in Deutschland die klassischen Überwachungsparameter dar.



Bild 8.1: Einleitstelle einer Niederschlagswasserbehandlungsanlage an der Ruhr (Foto: LANUK NRW)

Die Ermittlung der Wassermengen ist ausführlich in Kapitel 2 dargestellt. Sie erfolgt auf Basis von Daten der landesbehördlichen Überwachung (kommunale Abwasserbehandlung, industrielle Direkteinleitungen), auf Berechnungen anhand mittlerer Niederschlagsreihen und versiegelter außerörtlicher Straßenflächen (Niederschlagswassereinleitungen von außerörtlichen Straßen) bzw. auf Basis von an kommunalen und industriellen Trennsystemen angeschlossenen Flächen (Niederschlagswassereinleitung aus Trennsystemen) sowie anhand von Berechnungen zu kommunalen Entlastungsvolumenströmen (Mischwasserentlastung) aus Mischsystemen.

Die Frachtabschätzung auf Basis von Überwachungsdaten (kommunale Abwasserbehandlung und industrielle Direkteinleitungen) erfolgt entsprechend der Empfehlung „Einheitliche Methodik zur Frachtberechnung im Abwasser im Rahmen internationaler Berichtspflichten“ des Bund-Länder-Arbeitskreises (BLAK) Internationale Berichtspflichten mit Stand März 2022. In dieser Empfehlung wird die Berechnung von Abwasserfrachten beziehungsweise der Umgang mit Konzentrationswerten unterhalb der Bestimmungsgrenze geregelt. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze gehen mit halbem Wert in die Berechnung ein. Sind die Bestimmungsgrenzen deutlich höher als die Emissionsfaktoren wurden bei einzelnen Schwermetallen statt der halben Bestimmungsgrenze die Emissionsfaktoren verwendet. Liegen jedoch mehr als 90 % der Messergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze, wird die Fracht z. T. als „0“ angegeben (Details siehe Anhang C).

Die Frachtabschätzung der übrigen Eintragspfade beruht auf mittleren Konzentrationen ausgewerteter Literaturangaben (niederschlagsrelevante Einleitungen) oder geschätzten Konzentrationsangaben (Kleinkläranlagen). Die Details hierzu befinden sich im Anhang C bzw. im Kapitel 6. In Bezug auf die Abwassermenge stellen kommunale Kläranlagen mit einem Anteil von 54 % den größten Eintragspfad dar. Dieses gilt ebenfalls für den Nährstoff N_{ges} (55 %). Für den Parameter AOX sind die prozentualen Anteile der eingeleiteten Frachten durch kommunale Kläranlagen (44 %) und durch industrielle Direkteinleitungen (30 %) am höchsten.

Tabelle 8.1: Gewässerbelastungen aus kommunalen und industriellen Einleitungen in NRW

Eintragspfad	Abwassermenge		TOC-Fracht		N_{ges}-Fracht		P_{ges}-Fracht		AOX-Fracht	
	[Mio. m³/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
Kommunale Abwasserbehandlung	2.741	54	18.566	28	14.795	55	885	29	65	44
Kleinkläranlagen	26	<1	1.707	2	1.409	5	164	5	<1	<1
Regenwasserentlastung aus Trennsystemen	1.160	23	29.015	43	4.642	17	1.161	39	23	16
Regenwasserabflüsse von außerörtlichen Straßen	239	5	5.983	9	957	4	239	8	5	3
Mischwasserentlastung	223	4	7.789	12	1.780	7	445	15	11	7
Industrielle Direkteinleitungen	647	13	4.017	6	3.174	12	130	4	44	30
Gesamt NRW	**5.036**	**100**	**67.077**	**100**	**26.757**	**100**	**3.024**	**100**	**148**	**100**

Eintragspfad	Cu-Fracht		Zn-Fracht		Pb-Fracht		Cd-Fracht		Cr-Fracht		Ni-Fracht		Hg-Fracht	
	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
Kommunale Abwasserbehandlung	13	10	72	9	<1	<1	0,03	<1	4	13	11	18	0,006	19
Kleinkläranlagen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,01	<1	<1	<1	<1	<1	<0,001	<1
Regenwasserentlastung aus Trennsystemen	75	59	499	64	110	71	2,79	70	17	55	34	57	0,012	39
Regenwasserabflüsse von außerörtlichen Straßen	16	13	103	13	23	15	0,57	14	3,6	13	6,9	12	0,002	6
Mischwasserentlastung	20	16	86	11	21	14	0,53	13	3	10	6	10	0,002	6
Industrielle Direkteinleitungen	2	2	19	2	<1	<1	0,06	2	3	10	2	3	0,009	29
Gesamt NRW	**126**	**100**	**779**	**100**	**154**	**100**	**3,98**	**100**	**31**	**100**	**60**	**100**	**0,031**	**100**

Stand: 2024

Bei den Schwermetallen Kupfer, Zink, Blei, Cadmium, Chrom und Nickel dominiert der Eintragspfad der Niederschlagswassereinleitungen aus Trennsystemen mit entsprechenden prozentualen Anteilen von 59 %, 64 %, 71 %, 70 %, 55 % und 57 %. Die hohen Schwermetallkonzentrationen im Niederschlagsabfluss liegen vor allem an der Abschwemmung von Metalldächern (Zink und Kupfer), verzinkten Niederschlagsrinnen, Fallrohren, Verkleidungsblechen oder Dachluken durch Verwitterung oder Korrosion, am Austrag aus Abgasen und Katalysatoren und am Abrieb von Reifen, Bremsbelägen und Fahrbahnen.

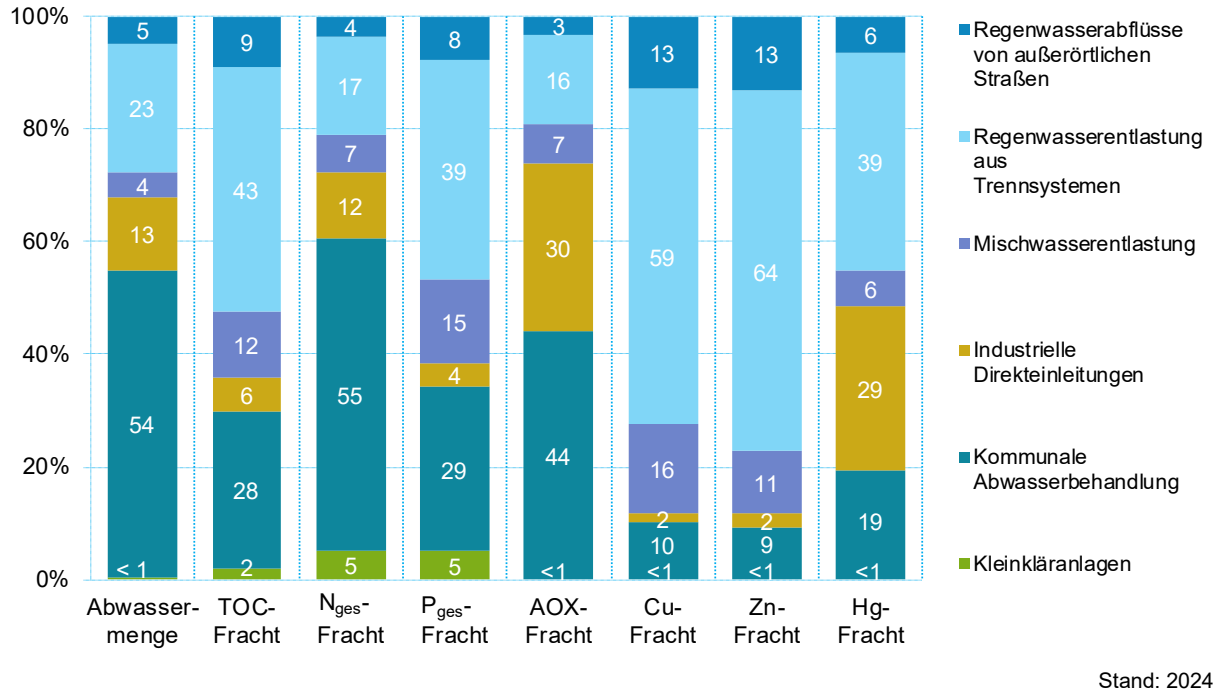
Für den Parameter Quecksilber sind die Eintragspfade Niederschlagswassereinleitung aus dem Trennsystem und Einleitungen der industriellen Direkteinleiter mit den prozentualen Anteilen von 39 % und 29 % gegenüber den übrigen Eintragspfaden bestimmend.

Der Eintrag aus Mischwasserentlastungen ist für keinen aufgezeigten Parameter dominant, die Einträge sind insgesamt allerdings auch nicht vernachlässigbar.

Der Handlungsbedarf bei der Niederschlagswasserbeseitigung wird besonders deutlich, weil die Belastungen aus Niederschlagswassereinleitungen im Vergleich zu kommunalen und industriellen Einleitungen nur zeitweilig bzw. temporär erfolgen. Allerdings können die Niederschlagsabflüsse je nach Ereignis die Belastungen aus kommunalen Kläranlagen um ein Mehrfaches übertreffen.

In Abbildung 8.1 sind die prozentualen Anteile der jeweiligen Eintragspfade an den Gesamtfrachten im Abwasser, grafisch aufgearbeitet, dargestellt. Die Schwermetalle Kupfer und Zink sind beispielhaft auch für die Parameter Blei, Cadmium, Chrom und Nickel aufgeführt. Wie in Tabelle 8.1 sind ebenfalls die in Abbildung 4.3 (Kapitel 4.4) aufgeführten Einträge aus kommunalen und industriellen Trennsystemregenbecken sowie von sonstigen Trennsystemflächen in dem Eintragspfad Niederschlagswassereinleitung aus Trennsystemen zusammengefasst.

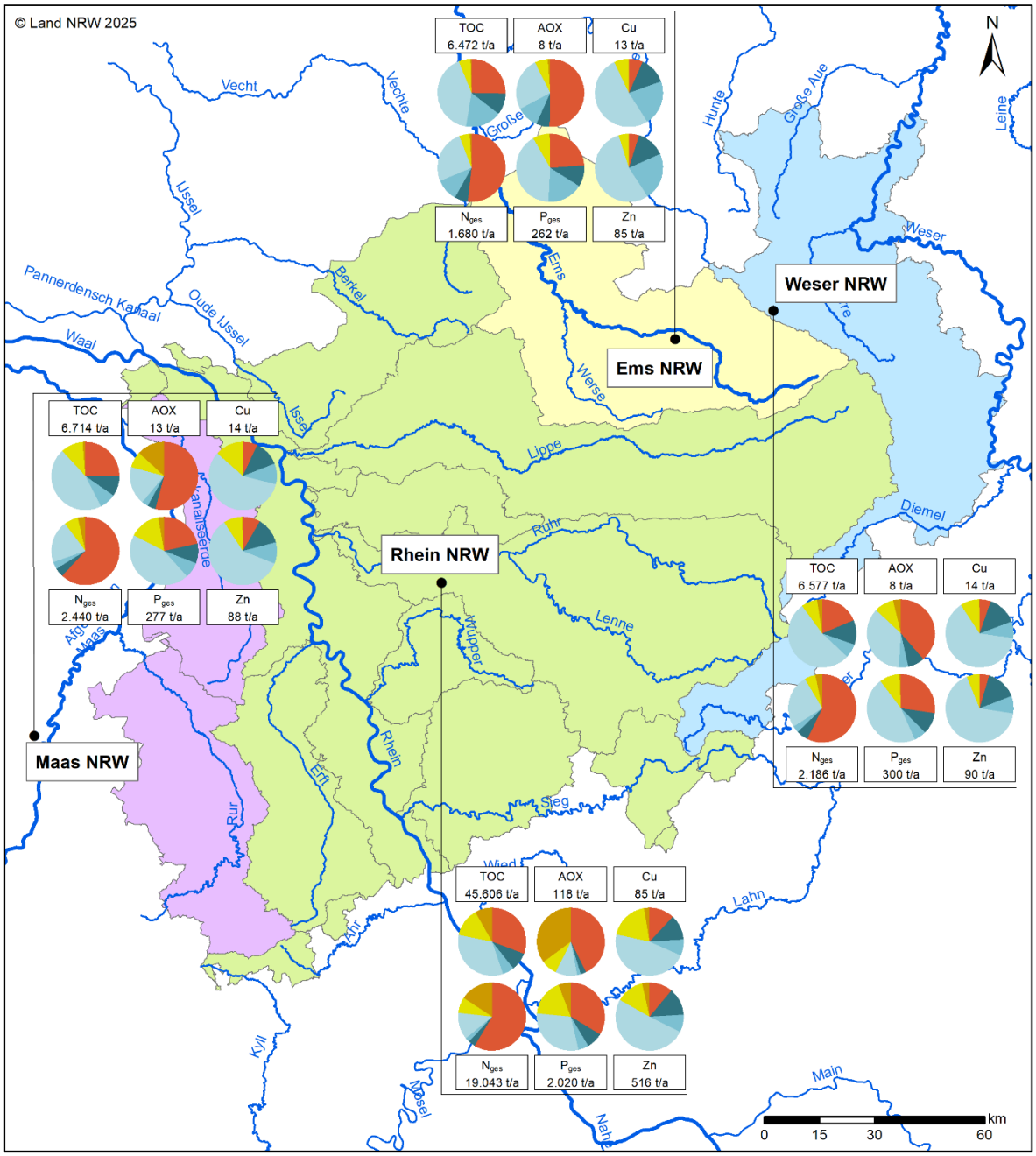
Der Anteil der Stoffeinträge über das Abwasser an den Gesamteinträgen inklusive diffuser Einträge kann mithilfe von Modellergebnissen abgeschätzt werden (siehe Kapitel 8.2 Modellierung von Stoffeinträgen in die Gewässer).



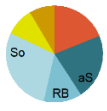
Stand: 2024

Abbildung 8.1: Frachten kommunaler und industrieller Einleitungen im Jahr 2024 (in %)

Karte 8.1 zeigt die Gewässerbelastungen aus kommunalen und industriellen Einleitungen zusammengefasst für die vier nordrhein-westfälischen Flussgebiete (Ems, Maas, Rhein und Weser) für das Jahr 2024. In diesen Darstellungen sind die Einträge aus Kleinkläranlagen nicht berücksichtigt, da die Frachten auf Schätzungen beruhen.



Frachten [t/a] und ihre Herkunft



TOC 58.949 t/a — Frachtart, Frachtmenge

- aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen
- aus Niederschlagswassereinleitungen im Trennsystem: außerörtliche Straßen (aS), Regenbecken (RB) und Sonstige (So)
- aus Mischwasser-entlastungsanlagen
- aus industriellen Direkteinleitungen

Flussgebietseinheiten NRW

- Rhein NRW
- Ems NRW
- Maas NRW
- Weser NRW

- Größere Fließgewässer
- Weitere Fließgewässer

Stand: 2024

Karte 8.1: Gewässerbelastungen aus kommunalen und industriellen Einleitungen

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist seit dem Jahr 2000 die europaweit gültige Grundlage für den Gewässerschutz. Der 3. Bewirtschaftungsplan 2022–2027 für Nordrhein-Westfalen wurde am 22. Dezember 2021 veröffentlicht. Weitere Informationen zur Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes einschließlich des zugehörigen Maßnahmenprogramms sind in Kapitel 1.2 dargelegt.

Entsprechend dem behördenverbindlichen Bewirtschaftungsplan sind die Maßnahmen des Maßnahmenprogramms umzusetzen. Dies betrifft auch den Bereich der Abwasserbeseitigung. Im Abwasserbereich sind – in Fortsetzung der bisherigen Gewässerschutzpolitik – quasi flächendeckend Maßnahmen vorgesehen. Diese Maßnahmen betreffen den Bereich der kommunalen und industriellen Abwasserbehandlung sowie insbesondere die Niederschlagswasserbeseitigung im Trenn- und Mischsystem sowie von außerörtlichen Straßen.

Nähere Informationen zu Maßnahmen sind in Kapitel 1.2 „Umsetzung Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) – Bewirtschaftungsplan“ und im Bewirtschaftungsplan und den dazugehörigen Planungseinheitensteckbriefen zu finden: https://www.flussgebiete.nrw.de/bewirtschaftungsplan-2022-2027-fuer-nrw

Neben den Stoffen, die aktuell gemäß WRRL (2020) bzw. Oberflächengewässerverordnung (2016) konkret geregelt sind, rücken zunehmend weitere Gewässerbelastungen in den Fokus, die zu chronisch-toxikologischen Wirkungen auf die Biozönose und zu Problemen bei Wassernutzungen, wie z. B. der Trinkwasseraufbereitung, führen können. Hierzu zählt ein breites Spektrum von Mikroverunreinigungen, von denen einige erst in den letzten Jahren durch die fortschreitende Entwicklung der Analysentechnik nachweisbar sind, viele andere aber auch erst in den letzten Jahren neu entwickelt wurden und nun über einen großflächigen Einsatz, z. B. als Haushaltschemikalien oder Humanarzneimittel, über die Kläranlagen in die Gewässer gelangen. Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt und das Hinzukommen neuer immer kleinerer Stoffe (Nanopartikel) sind ein weltweites Problem, das insbesondere in den Gebieten anzugehen ist, in denen das Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung durch anthropogene, industrielle und auch natürliche Einflüsse beeinträchtigt wird.

8.2 Modellierung von Stoffeinträgen in die Gewässer

Im Landesumweltamt (LANUK) werden derzeit unterschiedliche modellbasierte Methoden zur Quantifizierung der Stoffeinträge, auch hinsichtlich unterschiedlicher Eintragspfade, in Oberflächengewässer betrieben. Diese Modelle werden teilweise durch das LANUK selber betrieben und gepflegt, oder über externe Auftragnehmer. Ältere Modellprojekte sind an dieser Stelle nicht genannt.

Die verwendeten Modelle unterscheiden sich bezüglich ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung sowie ihrer Eingangsdaten als auch ihrer Ergebnisse (Tabelle 8.2). Auch sind die Modelle für unterschiedliche Stoffe bzw. Stoffgruppen geeignet. Darüber hinaus werden verschieden Berechnungsgrundlagen zugrunde gelegt.

Eine modellbasierte Methode bietet die Modellsoftware MoRE (Modeling of Regionalized Emissions), die bereits mehrfach deutschlandweit angewandt wurde[16]. Für Nordrhein-Westfalen wurde aufbauend auf dem deutschlandweiten Modell im Rahmen des Projekts „Modellierung der Nährstoff- und Schwermetalleinträge in die Oberflächengewässer NRWs mithilfe des Modells MoRE unter besonderer Berücksichtigung der Niederschlagswassereinleitungen“ eine aktualisierte und verbesserte Modellversion MoRE NRW erstellt. Die Modellversion wurde mithilfe von NRW-weit vorliegenden höher aufgelösten Eingangsdaten, NRW-spezifischen Daten und Berechnungsansätzen angepasst. Die Modellversion MoRE NRW wurde für einen Berechnungszeitraum von 5 Jahren (2010–2014) angelegt. Auf Basis dieses IST-Zustandes (Ausgangssituation) wurden Maßnahmen zur Stoffeintragsminderung modelliert.

[16] Fuchs, S.; Kaiser, M.; Kiemle, L.; Kittlaus, S.; Rothvoß, S.; Toshovski, S. et al. (2017a): Modeling of Regionalized Emissions (MoRE) into Water Bodies. An Open-Source River Basin Management System. In: Water 9 (4), S. 239.

Tabelle 8.2: Übersicht über die derzeit verwendeten Modelle mit Bezug auf Oberflächengewässer im LANUK. Informationen zu den betrachteten Stoffen, den berücksichtigten Eintragspfaden, sowie ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung sind gegeben.

Betrachtete Größen		Modelle		
		MoRE NRW	GREAT-ER	GROWA+ NRW2021/2027**
Stoffe				
	Stickstoff	x		x
	Phosphor	x		x
	Schwermetalle	x		
	Mikroschadstoffe		x	
Eintragspfade				
Punktquellen	Kommunale Kläranlagen	x	x	x
	Industrielle Direkteinleiter	x		x
	Kleinkläranlagen			x
	Trennkanalisation*	x		x
	Mischwasserentlastung*	x		x
	Altbergbau	x		x
Diffuse Quellen	Atmosphärische Deposition	x		x
	Grundwasser	x		x
	Zwischenabfluss			x
	Dränagen	x		x
	Erosion	x		x
	Abschwemmung	x		x
Zielgröße				
	Frachten	x		x
	Konzentrationen		x	
Auflösung				
	Räumliche	227 Gebiete	max. 2 km lange Gewässerabschnitte	100 x 100 m / 10 x 10 m Raster; Bilanziert für Flussgebiete
	Zeitlich, Bezugszeitraum	Jährliche Mittelwerte, 2010 - 2014	Abwassermengen, Lagebericht 2016	Jährliche Mittelwerte, Projekts 2021: 2014 - 2016

* Misch- und Trennkanalisation werden in MoRE unter Kanalisationssysteme zusammengefasst und den diffusen Quellen zugeordnet.
** Fortführung / Aktualisierung des Kooperationsprojekts GROWA+ NRW2021

Stand: 2024

Ein weiteres Modell ist GREAT-ER (Georeferenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers), welches zur Abschätzung und Risikobewertung von Umweltkonzentrationen chemischer Stoffe entwickelt und ebenfalls bereits deutschlandweit angewendet wurde[17]. Mittels des NRW spezifischen GREAT-ER GIS Addin (GREAT-ER NRW) wurden Stoffeinträge ausgehend von kommunalen Kläranlagen in Oberflächengewässer berechnet. Aufgrund einer Softwareumstellung muss der Betrieb des Modells eingestellt werden. Alternative Lösungen zur NRW-weiten Modellierung von (Arzneimittel-) Einträgen aus kommunalen Kläranlagen befinden sich in der Prüfung.

Im Rahmen des Kooperationsprojekts GROWA+ NRW2021 mit dem Titel „Regionalisierte Quantifizierung der diffusen Stickstoff- und Phosphoreinträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer NRWs“ wurde mit der Modellkette RAUMIS-mGROWA-DENUZ-WEKU-MEPhos-MONERIS der IST-Zustand bezogen auf die Herkunft und die Höhe der Nährstoff-Einträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer bestimmt. Damit erfahren die in

[17] Lämmchen, V., Niebaum, G., Berlekamp, J., Klasmeier, J. (2021): Geo-referenced simulation of pharmaceuticals in whole watersheds: application of GREAT-ER 4.1 in Germany. Environmental Science and Pollution Research, accepted.

Wendland et al (2010) veröffentlichten Ergebnisse eine grundlegende Überarbeitung, indem sämtliche Eingangsdaten aktualisiert wurden[18]. Die diffusen Phosphoreinträge werden mit dem Modell MePhos berechnet. Diffuse Stickstoff-Einträge werden mit dem Modellsystem mGROWA-DENUZWEKU berechnet. Des Weiteren sind für Punktquellen Ergebnisse aus dem Modell MoRE NRW eingeflossen. Die Modellierung erfolgt abhängig nach Eintragspfad im Raster von 100 x 100 m oder 10 x 10 m. Die Emissionen über alle Pfade werden für die Flussgebiete summiert und gegebenenfalls Verluste infolge gewässerinterner Retention bilanziert. Aufbauend auf dem IST-Zustand wurden auch hier Szenarien gerechnet. Das Kooperationsprojekt wird derzeit im Rahmen des Projekts GROWA+NRW 2027 fortgeführt. Im Rahmen des Projekts werden die Eingangsdaten aktualisiert und verbessert. Weitere Informationen stehen auf der Projektseite zur Verfügung: https://www.flussgebiete.nrw.de/regional-hoch-aufgeloeste-quantifizierung-der-diffusen-stickstoff-und-phosphoreintraege-ins

An dieser Stelle ist ergänzend das Projekt RELAS zu nennen. In dessen Rahmen wird deutschlandweit mit der eben genannten Modellkette gerechnet. Allerdings ist hier darauf hinzuweisen, dass sich teilweise die Eingangsdaten und auch die Berechnungsansätze im Vergleich zu GOWA+ NRW2021 unterscheiden. Auch wenn unter anderem die Daten und Ansätze des Projekts GROWA+NRW 2027 weitgehend in die deutschlandweite RELAS Modellierung übernommen werden, lassen sich die Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichen.

Dieses Beispiel zeigt, dass Ergebnisse aus Modellberechnungen niemals alleinstehend betrachtet werden können. Es müssen unbedingt die unterschiedlichen Randbedingungen, sprich Eingangsdaten in ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung, sowie die zugrunde gelegten Berechnungsansätze berücksichtigt werden. Für die Modellberechnungen werden je nach Modellsoftware zahlreiche aktuelle klimatische, hydrologische, bodenkundliche, topographische, hydrogeologische sowie statistische Daten in teilweise hoher räumlicher Auflösung benötigt. Deren Güte und Umfang spiegelt sich maßgeblich in den Modellergebnissen und deren Güte wider. Die Modellergebnisse können immer nur so gut wie ihre Eingangsdaten sein. Daraus ergibt sich, dass die Ergebnisse unterschiedlicher Modelle nicht eins zu eins miteinander verglichen werden können. Bei der Interpretation und Verwendung der Modellergebnisse müssen die Grundlagen unbedingt Beachtung finden. Perspektivisch ist eine Homogenisierung von Eingangsdaten und Berechnungsansätzen anzustreben, um eine bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

[18] Wendland, F., Kreins, P., Kuhr, P., Kunkel, R., Tetzlaff, B. u. Vereecken, H. (2010): Räumlich differenzierte Quantifizierung der N- und P-Einträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen unter besonderer Berücksichtigung diffuser landwirtschaftlicher Quellen.- Forschungszentrum Jülich, Reihe Energie und Umwelt, 88, 216 S. ISBN 978-3-89336-674-3.