

Einheitliche Methodik zur Frachtermittlung im Abwasser im Rahmen internationaler Berichtspflichten

1 Einführung

Zur Erfüllung internationaler Berichtspflichten und als Instrument der nationalen Wasserwirtschaft sind u.a. von den Ländern periodisch Berichte zu den direkt oder indirekt ins Gewässer eingeleiteten Frachten für unterschiedliche Stoffe zu liefern.

Ziele der Frachtermittlung sind neben der im Bereich des Meeresschutzes notwendigen Überprüfung der Einhaltung vertraglich vereinbarter Minderungsziele die Feststellung des Status Quo der Belastung, die Überprüfung der Wirksamkeit technischer und gesetzlicher Regelungen, die Erfassung von Trends, die Überprüfung des weiteren Regelungsbedarfes und die Information der Öffentlichkeit.

Je nach Regelungsbereich können die räumlichen und zeitlichen Bezugseinheiten der geforderten Emissionsinventare wechseln. So vielfältig wie die Bezeichnungen („Emissionsinventar“, „Bestandsaufnahme“, „Einträge in die oberirdischen Gewässer“ u. a.) sind auch die Bezugsgrößen (reale oder geschätzte Frachten, nur industrielle Einleitungen, eventuell beschränkt auf bestimmte Branchen, nur Direkt- oder/und Indirekteinleiter, nur Einleiter bestimmter Stoffe, einzelne Einleiter oder aggregierte Frachten). Eine Übersicht über die internationalen Regelungsbereiche, aus denen Emissionsinventare unter Angabe von Emissionen/Einträgen aus Punktquellen als Frachten gefordert werden, zeigt Tabelle 1. Die Frachten werden entweder berechnet basierend auf Messwerten, hier bezeichnet als „reale Frachten“ oder werden mit Hilfe von Faktoren (Emissionsfaktoren oder mittlere Ablaufkonzentrationen) geschätzt, hier bezeichnet als „geschätzte Frachten“.

Tabelle 1: Bestandsaufnahmen von Emissionen/Einträgen aus Punktquellen (Emissionsinventare)

Internationale Berichtspflicht	Regelungsbereich	Separate Erfassung von Indirekteinleitern?	Angabe von realen ¹⁾ oder geschätzten ²⁾ Jahresfrachten	Flussgebietsbezogen aggregiert?	Namentliche Veröffentlichung von Einleitern	Schwellenwerte für die Erfassung vorgegeben
Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister PRTR (E-PRTR-VO, 166/2006/EG)	Industrielle und kommunale Punktquellen	Ja <i>(Verbringung von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen außerhalb des Standorts)</i>	reale oder geschätzte Frachten	nein	alle	ja
Berichte der Internationalen Gewässerschutzkommissionen (IKSR, IKSE, IKSD, IKSO)	Industrielle und kommunale Punktquellen	nein	reale oder geschätzte Frachten	nein	nein	nein
EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) bzw. § 4 Abs. 1 Oberflächengewässerverordnung (OGewV)	Industrielle und kommunale Punktquellen	nein	reale oder geschätzte Frachten	Ja	falls erforderlich im Maßnahmenprogramm	nein
Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-RL 2008/105/EG, geändert 2013/39/EU, Tochterrichtlinie der WRRL) bzw. § 4 Abs. 2 OGewV	Industrielle und kommunale Punktquellen	nein	reale oder geschätzte Frachten	Ja	nein	nein
EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL, 2008/56/EG) sowie Meeresberichterstattung für Ost- und Nordsee (HELCOM, OSPAR)	Industrielle und kommunale Punktquellen	nein	reale oder geschätzte Frachten	nein	nein	nein
EU-Kommunalabwasserrichtlinie (UWWTD, 91/271/EGW)	Punktquellen, die unter die UWWTD fallen: Kommunale Punktquellen und ggf. bestimmte industrielle Punktquellen (Nahrungsmittelproduktion)	nein	reale Frachten	nein	alle	ja

IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rhein; IKSE – Internationale Kommission zum Schutz der Elbe; IKSD – Internationale Kommission zum Schutz der Donau; IKSO – Internationale Kommission zum Schutz der Oder; HELCOM – Helsinki Kommission (Übereinkommen zum Schutz der Ostsee; OSPAR – Oslo-Paris Konvention (Übereinkommen zum Schutz der Nordsee)

¹⁾ siehe Kapitel 2.1; ²⁾ siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**;

Zur Ermittlung der Frachten existieren in der Regel keine Vorgaben zur Methodik aus den Abkommen/Richtlinien heraus, ebenso wenig Absprachen der betroffenen Länder oder Mitgliedstaaten. Auf Bestandsaufnahmen und Emissionsinventaren aufbauende Maßnahmen erfordern jedoch eine sichere und für Vergleiche geeignete Datengrundlage. Zur Sicherung der Datenqualität in Deutschland wurden grundsätzliche Empfehlungen zur länderübergreifenden kohärenten Vorgehensweise bei der Ermittlung und Darstellung der Ergebnisse erarbeitet, die im Folgenden aufgeführt sind.

2 Berechnung der einleiterbezogenen Jahresfracht

Als Fracht wird das Produkt aus Konzentration und Abwassermenge bezeichnet.

2.1 Einleiterbezogene Frachtberechnung aus Messwerten („reale Fracht“)

Bei der Frachtermittlung können neben geeigneten Daten aus der Eigenüberwachung des Betreibers auch die Daten aus der behördlichen Überwachung genutzt werden.

2.1.1 Vorgehen/Kriterien zur Berechnung

Pro Messereignis wird aus der gemessenen Konzentration und der zugehörigen Abwassermenge (z.B. $\text{m}^3/0,5\text{h}$ oder $\text{m}^3/2\text{h}$ oder m^3/d) eine Einzelfracht für die entsprechende Zeitspanne errechnet. Zur Berechnung der mittleren Fracht ist das arithmetische Mittel der Einzelfrachten (mit gleichem Zeitspannenbezug) zu bilden. Die mittlere Fracht ist anschließend auf die Jahresfracht hochzurechnen.

Ist keine betriebsbedingte Ausfallzeit bzw. abweichende Einleitungsdauer bekannt, so werden 365 Tage für die Berechnung der Jahresfracht herangezogen.

Liegen nur zu einem kleinen Teil der Konzentrationsmessungen korrespondierende Abwassermengen vor, so kann die Jahresfracht näherungsweise errechnet werden aus der mittleren Stoffkonzentration multipliziert mit entweder:

- 1) der Jahresabwassermenge (Verfahren bei kommunalen Kläranlagen) oder
- 2) dem arithmetischen Mittel der Abwassermengen (auf das Jahr gerechnet).

Lediglich für den Fall, das weder die korrespondierende Abwassermenge, noch die Abwassermenge nach 1) oder nach 2) bekannt ist und aufgrund der Entwässerungssituation die Jahresabwassermenge der Jahresschmutzwassermenge ähnlich ist, kann ausnahmsweise auf die im Bescheid festgelegte Jahresschmutzwassermenge (nach AbwAG) zurückgegriffen werden. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Verwendung der Jahresschmutzwassermenge,

die lediglich das Schmutz- und Fremdwasser, nicht aber das in der Abwasserbehandlungsanlage mitbehandelte Niederschlagswasser umfasst, zu einer Unterschätzung der Jahresfracht führen kann.

2.1.2 Berücksichtigung von Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze

Bei der Frachtberechnung werden Messwerte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (BG) wie folgt berücksichtigt:

- a) Wenn 10 % oder mehr der Messwerte einer Messstelle im Bezugszeitraum über der BG liegen, werden alle Messwerte kleiner BG mit der halben BG eingerechnet, ansonsten mit dem Wert „0“.
- b) Eingesetzt wird dabei die jeweilige Bestimmungsgrenze der einzelnen bei der Frachtberechnung berücksichtigten Untersuchungen.

Das Ergebnis einer Frachtermittlung unter Berücksichtigung der Vorgaben nach a) und b) sollte – ggf. stichprobenweise – auf Plausibilität geprüft werden.

2.1.3 Berücksichtigung der Vorbelastung

Die Vorbelastung eines bestimmten Stoffes in einem Oberflächengewässer (Fluss, See) kann bei betriebsbedingter Wasserentnahme gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Die Vorbelastung des entnommenen Oberflächenwassers wird von der Fracht an der Einleitungsstelle abgezogen, soweit die Einleitung in das gleiche Oberflächengewässer erfolgt, aus dem das Wasser entnommen wurde. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- a) Die Berücksichtigung der Vorbelastung erfolgt für jeden Parameter gesondert.
- b) Einleitungen, bei denen die Abwasserbelastung nicht über die Vorbelastung des entnommenen Oberflächenwassers hinausgeht, sind bei Emissionsinventaren nicht zu berücksichtigen.

Ggf. weitere vorhandene länderspezifischen Regelungen zur Ermittlung/Schätzung sowie Anerkennung einer Vorbelastung sind zu berücksichtigen.

2.2 Einleiterbezogene Frachtberechnung auf der Basis von Emissionsfaktoren bzw. mittleren Konzentrationen (geschätzte Fracht)

Liegen einleiterbezogen keine Messergebnisse mit ausreichend niedriger Bestimmungsgrenze vor und ist eine Ermittlung der eingetragenen Gesamtfrachten mangels Datenbasis nach Kapitel 2.1 nicht möglich, kann für die betreffenden Parameter auf abgeleitete Emissionsfaktoren bzw. mittlere Konzentrationswerte (Ablaufkonzentrationen) zurückgegriffen werden. In Abhängigkeit

vom betrachteten Parameter/Stoff und dessen Herkunft können mögliche Bezugsgrößen für kommunale Kläranlagen angeschlossene Einwohner, behandelte Einwohnerwerte (angeschlossene Einwohner + Einwohnergleichwerte), aber auch die behandelte Jahresabwassermenge sein. Für kommunale Kläranlagen liegen für ausgewählte Stoffe wie Metalle, DEHP, Diuron, Isoproturon, PAK₁₆, Fluoranthen und Nonylphenol abgeleitete Emissionsfaktoren bzw. mittlere Konzentrationswerte¹ vor. Bezugsgröße für die Emissionsfaktoren sind die behandelten Einwohnerwerte (EW) bzw. die Jahresabwassermenge für die mittleren Konzentrationswerte. Die Berechnung der Fracht erfolgt dementsprechend wie folgt:

- a) Emissionsfaktor für entsprechenden Parameter/Stoff (mg/EW/Jahr) multipliziert mit der Anzahl der in der Anlage behandelten EW oder
- b) Mittlerer Konzentrationswert für entsprechenden Parameter/Stoff (mg/l oder µg/l) multipliziert mit der Jahresabwassermenge (m³/Jahr (1 m³ entspricht 1.000 l/Jahr)).

Die Emissionsfaktoren und mittleren Konzentrationswerte sowie ihre Herleitung können folgenden Quellen entnommen werden:

- 1) Fuchs, St., Scherer, U., Wander, R., Behrendt, H., Venohr, M., Opitz, D., Hillenbrand, Th., Marscheider-Weidemann, F. und Götz, Th. (2010). Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS - Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. UBA-Texte 45/2010, Dessau-Roßlau. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berechnung-von-stoffeintraegen-in-fluessgewaesser>.
- 2) Lambert, B.; Fuchs, S.; Toshovski, S.; Sacher, F.; Thoma, A. (2014): Entwicklung eines Bilanzierungsinstrumentes für den Eintrag von Schadstoffen aus kommunalen Kläranlagen in Gewässer. Forschungsvorhaben gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Länder, 2014. Online: <http://bibliothek.dbu.de/libero/WebOpac.cls?VERSION=2&ACTION=DISPLAY&RSN=400017900&DATA=DBU&TOKEN=cC4FMxnML39246&Z=1&SET=1>.
- 3) Toshovski, S.; Kaiser, M.; Fuchs, St.; Sacher, F.; Thoma, A. und Lambert, B. (2020): Prioritäre Stoffe in kommunalen Kläranlagen – Ein deutschlandweit harmonisiertes Monitoring. UBA-Texte 173/2020. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/prioritaere-stoffe-in-kommunalen-klaeeranlagen>.

Die Emissionsfaktoren und mittleren Konzentrationswerte zur Abschätzung von Schadstofffrachten aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen sind in Anlage 1 zusammengefasst.

Anzumerken ist, dass mit Blick auf sich möglicherweise ändernde Einleitungen, eine Anpassung der Emissionsfaktoren und mittleren Konzentrationswerte notwendig werden kann.

3 Abschätzung der Gesamteinträge aus Punktquellen für eine geographische oder strukturelle Einheit, z. B. Flusseinzugsgebiet

Können für alle Punktquellen in einem Betrachtungsraum einleiterbezogene reale bzw. geschätzte Jahresfrachten für die betrachteten Stoffe berechnet werden (siehe Kapitel 2.1 und 2.2), so wird der Gesamteintrag aus der Summe der Frachten der einzelnen Einleitungen im Betrachtungsgebiet ermittelt. Wird die Gesamtfracht im Wesentlichen durch wenige große Einleiter eingetragen, hängt die Genauigkeit der Gesamtfracht von der Ermittlung dieser Einzelfrachten ab. Bei der Verwendung von Emissionsfaktoren bzw. mittleren Konzentrationswerten ist zu berücksichtigen, dass diese für eine großräumige Betrachtung gute Ergebnisse liefern, es aber für einzelne Anlagen zu einer Unter- oder Überschätzung der Einträge kommen kann.

4 Darstellung/Bereitstellung der Ergebnisse

Die Datenbereitstellung ist abhängig von der jeweiligen Berichtspflicht. Bei der Veröffentlichung der Frachten sollte allerdings grundsätzlich Folgendes beachtet werden:

- Datenbasis und Methode der Frachtabschätzung sind anzugeben.
- Um Missverständnisse hinsichtlich der Genauigkeit der Daten zu vermeiden, sollten die Frachtwerte auf signifikante Stellen gerundet werden. Im PRTR sind z.B. die Frachten auf höchstens 3 signifikante Stellen zu runden.
- Soweit Daten aus offiziellen EU-Richtlinien-Berichtsprozessen wie dem E-PRTR nach E-PRTR-VO (166/2006/EG) oder der EU-Kommunalabwasserrichtlinie übernommen werden, sind diese entsprechend zu kennzeichnen und die Ermittlungsart (Schätzung, Berechnung, Messung) mit anzugeben.
- Frachten auf der Basis von Hilfsgrößen, geschätzte Frachten (z. B. Emissionsfaktoren oder mittlere Konzentrationswerte), sind als solche anzugeben.

Anlage 1 (aktualisiert März 2022)

Hilfsgrößen, „mittlere Konzentrationswerte“ und Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Freisetzungen in Wasser aus kommunalen Kläranlagen nach Nr. 5f) der E-PRTR-Verordnung:

Für berichtspflichtige kommunale Kläranlagen nach **Nr. 5f)** der **E-PRTR-VO** „Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Leistung von 100.000 Einwohnerequivalenten“ steht den Betreibern eine Arbeitshilfe mit dem Titel „Empfehlung zur Bestimmung von Stofffrachten im Abwasser für die PRTR-Berichterstattung“ unter dem PRTR Expertenwiki (siehe https://wiki.prtr.thru.de/wiki/PRTR_Dokumente) zur Verfügung für den Fall, dass für bestimmte Parameter keine eigenen Messwerte zu Ablaufkonzentrationen vorliegen. Die in der o.a. Arbeitshilfe beschriebene Berechnungsmöglichkeit für Freisetzungen in Wasser ist auch in BUBE-Online (**B**etriebliche **U**mweltdaten **B**ericht **E**rstattung; www.bube.bund.de) integriert.

Für die Berechnung der freigesetzten Frachten sind in BUBE-Online als Hilfsgrößen Konzentrationswerte hinterlegt. Gibt der Anwender die Bezugsabwasserwassermenge (m³/a) in BUBE-Online ein und startet die Berechnung, werden als Ergebnisse die ermittelten Frachtwerte angezeigt.

In den PRTR-Bericht übernommen werden Werte, für die der Anwender in der Spalte „Wähle“ ein Häkchen setzt (siehe Abbildung A-1).

Abbildung A-1: Screenshot aus BUBE Online

Wähle	Schadstoff	E-Faktor (kg/t)	Schwellenwert (kg/a)	Jahresfracht (kg/a)	Bestimmungsmethode
<input checked="" type="checkbox"/>	017 - Arsen und Verbindungen (als As)	0,326 (0,326)	5	16,626	C
<input type="checkbox"/>	018 - Cadmium und Verbindungen (als Cd)	0,06 (0,06)	5	3,06	C
<input checked="" type="checkbox"/>	019 - Chrom und Verbindungen (als Cr)	2,36 (2,36)	50	120	C

Eine Meldung der Schadstofffrachten aus kommunalen Kläranlagen ist nur für die Schadstoffe erforderlich, bei denen der Schwellenwert des PRTR gemäß Anhang II der E-PRTR-VO überschritten wird.

Die aktualisierten Konzentrationswerte sind für die PRTR-Berichterstattung ab dem Berichtsjahr 2022 relevant.

Tabelle A-1 gibt einen Überblick über die verfügbaren mittleren Ablaufkonzentrationen und Emissionsfaktoren für insgesamt vierzehn Schadstoffe. In BUBE-Online wurden die mittleren Konzentrationswerte hinterlegt. Die Tabelle zeigt ebenfalls, ab welchem Berichtsjahr die mittleren Konzentrationswerte für PRTR gelten.

Tabelle A-1: Mittlere Ablaufkonzentrationen (BUBE-Online) und Emissionsfaktoren zur Berechnung von Ablauffrachten für kommunale Kläranlagen

Schadstoff	PRTR-Stoff-Nr.	Mittlere Konzentration in µg/L	Emissionsfaktor in mg/(EW*a)	Gültigkeit Berichtsjahr
Arsen und Verbindungen (als As)	17	0,326	-	ab 2008
Blei und Verbindungen (als Pb)	23	0,14	11,6	ab 2022
Cadmium und Verbindungen (als Cd)	18	0,006	0,5	ab 2022
Chrom und Verbindungen (als Cr)	19	2,36	-	ab 2008
Kupfer und Verbindungen (als Cu)	20	7,61	-	ab 2008
Nickel und Verbindungen (als Ni)	22	4,4	365	ab 2022
Quecksilber und Verbindungen (als Hg)	21	0,002	0,2	ab 2022
Zink und Verbindungen (als Zn)	24	51,6	-	ab 2008
DEHP	70	1,7	141	ab 2022
Diuron	37	0,016	1,3	ab 2022
Isoproturon	67	0,019	1,6	ab 2022
PAK16	72	0,02	1,65	ab 2022
Fluoranthen	88	0,0021	0,2	ab 2022
Nonylphenol	64	0,043	3,6	ab 2022

Für die Berichterstattung in PRTR wurden die in Tabelle A-1 aufgeführten Werte auch in BUBE-Online und in der „[Empfehlung zur Bestimmung von Stofffrachten im Abwasser für die PRTR-Berichterstattung](#)“ aktualisiert, die auf der öffentlichen PRTR-Expertenwiki-Seite unter „[Dokumente zum Abwasser](#)“ eingestellt ist. Sie enthält Empfehlungen für die Berechnung von Stofffrachten im Abwasser, insbesondere für die Anwendung von Konzentrationswerten. Im Zusammenhang mit der Aktualisierung der Konzentrationswerte wurde die Empfehlung 2022 an die neuen Erkenntnisse angepasst.