

# **BESTANDSAUFNAHME DER EMISSIONEN, EINLEITUNGEN UND VERLUSTE NACH ART. 5 DER RL 2008/105/EG FÜR LUXEMBURG**



Katharina Lenz  
Clemens Steidl

Wien, November 2020

**Projektleitung**

Katharina Lenz (Umweltbundesamt)

**AutorInnen**

Katharina Lenz

Clemens Steidl

**Umschlagphoto**

Einleitung Niederschlagswasserkanal in Oberflächengewässer © Katharina Lenz

Die Autoren danken der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung, dem Luxemburger Service de la Navigation, dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Trier, sowie dem deutschen Umweltbundesamt für die Bereitstellung von Daten für diesen Bericht.

Dieser Bericht wurde im Auftrag der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2016

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-###-#

# INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>3</b>
<b>1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 METHODIK</b> .....	<b>6</b>
2.1 Allgemeines.....	6
2.2 Auswahl der räumlichen Bezugsebene.....	7
2.3 Auswahl der zeitlichen Bezugsebene.....	8
2.4 Relevanzabschätzung .....	9
2.5 Methodische Ansätze zur Durchführung der Bestandsaufnahme und Immissionsfrachtberechnung ..	19
2.6 Berechnung der Einträge aus Punktquellen.....	23
2.6.1 Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen .....	23
2.6.2 Industrielle Direkteinleiter .....	26
2.7 Abschätzung diffuser Stoffeinträge.....	26
2.7.1 Nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossene Einwohner.....	27
<b>3 ERGEBNISSE</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1 PAK</b> .....	<b>28</b>
3.1.1 Anthracen.....	28
3.1.2 Fluoranthen.....	29
3.1.3 Benzo(a)pyren .....	29
3.1.4 Benzo(b)fluoranthen .....	30
3.1.5 Benzo(k)fluoranthen .....	30
3.1.6 Benzo(g,h,i)perylene.....	31
3.1.7 Indeno(1,2,3-cd)-pyren .....	31
3.1.8 Zusammenfassende Bewertung .....	32
<b>3.2 Metalle</b> .....	<b>34</b>
3.2.1 Arsen.....	34
3.2.2 Cadmium.....	35
3.2.3 Blei .....	37
3.2.4 Kobalt.....	37
3.2.5 Kupfer .....	38
3.2.6 Nickel .....	42
3.2.7 Quecksilber .....	44
3.2.8 Selen.....	45
3.2.9 Zink .....	45
<b>3.3 Pestizide</b> .....	<b>48</b>
3.3.1 Cypermethrin .....	50
3.3.2 Heptachlor und Heptachlorepoxyd .....	51
3.3.3 Chlortoluron .....	51

3.3.4	Diflufenican .....	52
3.3.5	2,4 MCPA.....	52
3.3.6	Flufenacet .....	52
3.3.7	Isoproturon.....	53
3.3.8	Metazachlor .....	53
3.3.9	Nicosulfuron.....	54
3.3.10	Terbutylazin .....	54
<b>3.4</b>	<b>Polybromierte Diphenylether (PBDE) .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5</b>	<b>Perfluorooctansulfonsäure (PFOS).....</b>	<b>56</b>
<b>3.6</b>	<b>Tributylzinn.....</b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b>HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>RECHTSNORMEN UND RICHTLINIEN .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>65</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>88</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>89</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserbehandlungs/-reinigungsanlage
As	Arsen
BAF	Bioakkumulationsfaktor
BG	Bestimmungsgrenze
Cd	Cadmium
EQS	Environmental Quality Standard AA-EQS...Annual average-EQS MAC-EQS...maximum allowable concentration-EQS
EW <sub>60</sub>	Einwohnergleichwert
FGE	Flussgebietseinheit
HBCDD	Hexabromcyclododecan
Hg	Quecksilber
MNQ	Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss
MoRe	Modelling of Regionalised Emissions
MQ	Mittlerer Abfluss
Ni	Nickel
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OWK	Oberflächenwasserkörper
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PFAS	Per- und polyfluorierte alkylierte Substanzen
PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
Q	Abfluss im Gewässer
SFA	Stoffflussanalyse
TS	Trockensubstanz
UQN	Umweltqualitätsnorm JD-UQN...Jahresdurchschnitts-UQN, ZHK-UQN...Zulässige Höchstkonzentrations-UQN
WFD	Water Framework Directive
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)



## ZUSAMMENFASSUNG

Die Quantifizierung von Emissionsfrachten aus punktförmigen und diffusen Eintragspfaden ist eine wesentliche Voraussetzung für die Festlegung von Maßnahmen zur Erreichung des guten Zustands von Gewässern gemäß Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG). Eine erste Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste prioritärer Stoffe gemäß RL 2013/39/EU erfolgte im zweiten Gewässerbewirtschaftungsplan für Luxemburg. Im Jahr 2018 wurde diese Bestandsaufnahme gemäß den Vorgaben des technischen Leitfadens zur Erstellung von Emissionsinventaren (CIS Guidance document No 28) (EU KOM, 2012) überarbeitet. Im Zuge des vorliegenden Projektes wurde die Bestandsaufnahme aus dem Jahr 2018 anhand aktueller Messdaten aktualisiert. Als räumliche Bezugsebene dienten die sieben wasserwirtschaftlichen Betrachtungsräume Luxemburgs.

Aus der Liste der 45 prioritären Stoffe gemäß RL 2013/39/EU und der 22 national relevanten Schadstoffe in Luxemburg wurden 29 Stoffe aufgrund ihres Vorkommens in Oberflächengewässern (Überschreitung von Umweltqualitätsnormen) für die Erstellung des Emissionsinventars priorisiert. Manche Stoffe sind dabei nur in einzelnen Betrachtungsräumen Luxemburgs relevant (z.B. Blei, Cadmium, Flufenacet), andere Stoffe (z.B. PAK, Arsen) überschreiten in Wasserkörpern fast aller Betrachtungsräume die Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer.

Die Stoffe, die für die Erstellung des Emissionsinventars priorisiert wurden, unterscheiden sich zum Teil von jenen Stoffen, die für die Verfehlung des guten chemischen Zustands der Oberflächengewässer verantwortlich sind. Der Grund dafür ist, dass die Priorisierung laut Emissionsinventar Überschreitungen der halben Umweltqualitätsnorm und vorrangig aktuelle Messdaten berücksichtigt, während die Beurteilung des chemischen Zustands gegen die Umweltqualitätsnormen erfolgt und der gesamte Messzeitraum des dritten Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans (2015 – 2020) bewertet wird. Auch wurden Daten genutzt, die für die Zustandsbewertung nicht berücksichtigt wurden, etwa, weil die vorgegebene Frequenz nicht eingehalten wurde, oder die Daten von Messstellen stammen, die nicht als operative Messstellen genutzt werden.

Je nach Verfügbarkeit der Informationen wurde die Emissionsabschätzung für die einzelnen Stoffe in den Betrachtungsräumen unterschiedlich durchgeführt. Dabei wurde grundsätzlich der Flussfrachtspezifische Ansatz (Tier 2 des technischen Leitfadens) angestrebt. In diesem Ansatz wurden für jeden Betrachtungsraum Frachten im Gewässer berechnet und diesen Frachten die Emissionen aus Punktquellen gegenübergestellt, um diffuse Einträge abschätzen zu können. Gewässerfrachten wurden anhand von Monitoringdaten an Gewässergütemessstellen und mittleren Jahresabflüssen an assoziierten Pegeln berechnet. War die Berechnung des Flussfrachtspezifischen Ansatzes nicht möglich, so wurden Emissionen aus Punktquellen ermittelt (Tier 1 des technischen Leitfadens).

Frachten im Gewässer eines Betrachtungsraums konnten für nur wenige Stoffe ermittelt werden. An den Übergabepunkten der Betrachtungsräume (wo Flüsse in ein oder aus einem Betrachtungsraum fließen) lag oftmals der Großteil der Messwerte unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen oder es waren keine Monitoringdaten an den einzelnen Übergabepunkten verfügbar. Auf der anderen Seite fehlten für einzelne Stoffe (z.B. Kobalt, Terbutylazin) Emissionsdaten aus Punktquellen. Die Berechnung des Flussfrachtspezifischen Ansatzes war nur für PAK (Fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)-fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren), Arsen, Kupfer, Zink und Tributylzinn möglich. Für Quecksilber, Heptachlor, PBDE und PFOS konnten anhand von Messungen in Biota theoretische Konzentrationen in der Wasserphase und somit Gewässerfrachten berechnet werden. Diese lagen in der Regel jedoch unter den Emissionen aus Punktquellen, wodurch eine Zuordnung zu Eintragspfaden nicht möglich war.

Für die PAKs dominierten Emissionen aus diffusen Eintragungspfad die Frachten im Gewässer. Auch für Arsen waren diffuse Einträge überwiegend für die Frachten im Gewässer verantwortlich, wobei der Anteil der diffusen Einträge an den Gesamteinträgen in den verschiedenen Betrachtungsräumen stärker schwankte als bei den PAK. Für Kupfer ergab sich in den einzelnen Betrachtungsräumen ein differenzierteres Bild. Im Betrachtungsraum Alzette stellten kommunale Kläranlagen den Haupteintragungspfad in die Gewässer dar (52%), während sie in den übrigen Betrachtungsräumen von geringerer Bedeutung waren (4% - 41%). Für Zink stellten kommunale Kläranlagen mit jeweils rund 40% Anteil am Gesamteintrag in den Betrachtungsräumen Alzette und Chiers einen wesentlichen Eintragungspfad dar.

Um die Abschätzung der Emissionen, Einleitungen und Verluste für Luxemburg weiter zu verbessern und ein Emissionsinventar auf Basis der Betrachtungsräume durchführen zu können, ist eine Verbesserung der emissions- und immissionsseitigen Datenlage anzustreben. Vor allem sollte bei jenen Stoffen, die nur vereinzelt mit Überschreitungen der ZHK-UQN (und gegebenenfalls der JD-UQN) gemessen wurden, die Überschreitungen nochmals geprüft bzw. ausgeschlossen werden, dass es sich um ein Einzelfallereignis handelt (Tributylzinn, HBCDD, Cypermethrin, Nicosulfuron). Darüber hinaus sollten diese Stoffe an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume analysiert werden.

Dabei sind ausreichend sensitive Analysemethoden anzuwenden, um eine Quantifizierung der zu erwartenden Konzentrationen zuzulassen. Bei der Auswahl der Gewässergütemessstellen und des Probenumfangs ist die Relevanz der zu messenden Stoffe im Betrachtungsraum zu berücksichtigen. In Luxemburg wurde im Jahr 2020 eine Vorstudie zur Modellierung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer mithilfe des Modells MoRE abgeschlossen (MoRE Luxemburg). Dafür wurden Analysegebiete definiert und analysegebietsbezogene Eingangsdaten (z.B. Wasserbilanzkomponenten, Landnutzungsdaten) erhoben. Die im Rahmen des vorliegenden Projekts priorisierten Stoffe sollten in den unterschiedlichen Eintragungspfaden (z.B. atmosphärische Deposition, Boden, Straßenabwasser) gemessen werden, um die verfügbare Datenbasis zu verbessern. Diese Daten könnten zukünftig gemeinsam mit den unter MoRE Luxemburg erhobenen analysegebietsbezogenen Eingangsdaten für die Anwendung des eintragungspfadbezogenen Ansatzes (Tier 3) für die Erstellung eines Emissionsinventars genutzt werden.



## SUMMARY

The determination of discharges via diffuse and point emission pathways is an essential prerequisite for the definition of measures to achieve good status of water bodies according to the Water Framework Directive (RL 2000/60/EC). A first inventory of emissions, discharges and losses of priority substances according to Directive 2013/39/EU was included in the second river basin management plan for Luxembourg. In 2018, this inventory was revised according to the CIS Guidance document No 28 (Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances, EU COM, 2012). In the course of this project, the inventory from 2018 was updated using current measurement data. The inventory was elaborated on the level of seven river basin districts in Luxemburg (“Betrachtungsräume”).

From the list of 45 priority substances according to Directive 2013/39/EU and the 22 nationally relevant pollutants in Luxembourg, 25 substances were prioritized for the preparation of the emission inventory due to their occurrence in surface waters (exceeding of environmental quality standards). While some substances are only relevant in selected river basin districts (e.g. lead, cadmium, flufenacet), other substances (e.g. PAH, arsenic) exceed the environmental quality standards for surface waters in most surface waters across Luxembourg.

The substances prioritized for the preparation of the emission inventory differ partly from those substances that are responsible for failure of good chemical status of surface water bodies. The reason for this is that the prioritization according to the emission inventory takes into account exceedances of half the environmental quality standard and primarily current measurement data, while the assessment of the chemical status is carried out against the environmental quality standards. In addition, the entire measurement period of the third National Water Management Plan (2015 – 2020) is evaluated.

Depending on data availability, the emission inventory was elaborated in different levels of complexity. In general the current project aimed at applying the riverine load approach (Tier 2 of CIS guidance document No 28), which quantifies riverine loads and point source emissions in order to estimate diffuse emissions as the difference of the first two components. Riverine loads were calculated based on in-stream monitoring data from water quality monitoring sites and mean annual flows at associated hydrologic monitoring stations. In case the riverine load approach could not be applied in one river basin district, point source emissions were evaluated (Tier 1 of CIS guidance document No 28).

Riverine loads could be calculated for only few substances. At the transfer points of the river basin districts the concentration of the monitored substances was often below the limit of detection or no monitoring data was available at specific transfer points. In addition, emission data was missing for single substances (e.g. cobalt, terbutylazine). The riverine load approach was calculated for PAH (Fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)-fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren), arsenic, copper, zinc and tributyltin. For mercury, heptachlor, PBDE and PFOS results from biota monitoring allowed the calculation of theoretical concentrations in the water phase and riverine loads, accordingly. However, calculated point source emissions usually exceeded these theoretical riverine loads, which impeded the application of the riverine load approach.

Diffuse sources could be identified as major input pathway for PAH. Also for arsenic diffuse sources were identified as major input pathway, with its share varying in the investigated river basin districts. For copper, the picture was more differentiated in the individual areas under consideration. In the Alzette, municipal wastewater treatment plants were the main input pathway to surface waters (52%), while they were of less importance in the other river basin districts (4% -

41%). For zinc, municipal wastewater treatment plants represented a significant input path, counting for around 40% in the river basins Alzette and Chiers.

In order to further improve the inventory of emissions, discharges and losses for Luxembourg and to be able to carry out an emissions inventory on the basis of the seven river basin districts, it is essential to improve the database for emissions as well as for river concentrations. Especially those substances that were only measured sporadically with exceedances of the AA-EQS (environmental quality standard expressed as an annual average value) or the MAC-EQS (environmental quality standard expressed as a maximum allowable concentration) should be measured at those monitoring points where exceedances occurred in order to check the exceedance again or to exclude the possibility of outliers (tributyltin, HBCDD, cypermethrin, nicosulfuron). Furthermore, these substances should be analysed at the transfer points of the river basin districts.

Sufficiently sensitive analytical methods are to be applied to allow a quantification of the expected concentrations. When selecting the water quality measuring points and the sample size, the relevance of the substances to be measured in the area under consideration shall be taken into account. In Luxembourg, a preliminary study was achieved in 2020 to evaluate nutrient inputs into surface waters using the MoRE model (MoRE Luxembourg). For this purpose, analytical units were defined and input data related to the analytical units (e.g. water balance components, land use data) were collected. The substances prioritized within the scope of the present project should be measured in the different input paths (e.g. atmospheric deposition, soil, road runoff) in order to improve the available data basis. In the future, these data could be used for the application of the pathway-related approach (Tier 3) for the preparation of an emission inventory.

# 1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, RL 2000/60/EG) zielt darauf ab, dass die Gewässer Europas einen guten ökologischen und chemischen Zustand erreichen. Am 13. Januar 2009 trat die europäische Richtlinie RL 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen in Kraft (UQN-Richtlinie), die das Umweltziel „guter chemischer Zustand“ des Art. 4 der WRRL spezifiziert und im Einklang mit Art. 16 der WRRL Umweltqualitätsnormen (UQN) für prioritäre und bestimmte andere Schadstoffe europaweit verbindlich festlegt. Eine Überarbeitung der RL 2008/105/EG erfolgte im Jahr 2013 (RL 2008/105/EG in der Fassung der RL 2013/39/EU) und führte zu einer Verschärfung der UQN einiger Stoffe, sowie zur Erweiterung der Liste auf insgesamt 45 prioritäre Stoffe.

Zur Überprüfung, ob die in Artikel 4, Absatz 1a der WRRL genannten Ziele der Beendigung oder schrittweisen Einstellung bzw. der Reduzierung der Emissionen eingehalten werden, fordert Art. 5 der RL 2008/105/EG die Mitgliedsstaaten auf, eine Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste aller prioritären Stoffe und bestimmter anderer Schadstoffe auf Ebene der Flussgebietseinheiten (FGE) zu erstellen. Die Bestandsaufnahme soll dabei unter Nutzung vorhandener Daten (Daten der Bestandsaufnahme unter Art. 5 der WRRL, Monitoring-Ergebnisse gemäß Art. 8 der WRRL, Informationen aus dem Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (PRTR) gemäß Verordnung (EU) 2006/166) erstellt werden und in den zweiten Gewässerbewirtschaftungsplan gemäß Art. 13 der WRRL einfließen. Um eine europaweite Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Bestandsaufnahme sicherzustellen, wurde von einer europäischen Arbeitsgruppe ein technischer Leitfaden erarbeitet (CIS Guidance Document No 28 – Technical guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances) (EU KOM, 2012).

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des zweiten Gewässerbewirtschaftungsplans Luxemburgs (Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2015) befand sich die Bestandsaufnahme gemäß Art. 5 der RL 2008/105/EG noch im Aufbau. Im Rahmen eines Forschungsprojektes (LIST, 2015) wurde ein Emissionskataster für anthropogene Schadstoffe erstellt, der das Ziel hatte, die Relevanz der prioritären Stoffe in Luxemburg festzustellen, Emittenten der prioritären Stoffe zu identifizieren und gegebenenfalls investigative Monitoringprogramme vorzuschlagen, wenn die Emittenten nicht identifizierbar waren. Für das Emissionskataster wurden Messergebnisse interner Monitoringkampagnen der Wasserwirtschaftsverwaltung und Ergebnisse eigener Messkampagnen vorwiegend aus den Jahren 2000 – 2011 genutzt. Das Projekt zeigte, dass polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), sowie die Phenylharnstoffe Diuron und Isoproturon als relevante prioritäre Stoffe einzustufen sind (oft detektierte Stoffe mit Überschreitung der JD-UQN oder der ZHK-UQN gemäß RL 2008/105/EG).

Im Jahr 2018 wurde die Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste der prioritären Stoffe gemäß Richtlinie 2008/105/EG, die im zweiten Gewässerbewirtschaftungsplan laut WRRL des Großherzogtums Luxemburg beinhaltet war, gemäß dem technischen Leitfaden (EU KOM, 2012) überarbeitet (Umweltbundesamt, 2018). Für die Erstellung des dritten Gewässerbewirtschaftungsplans laut WRRL, der bis Ende Dezember 2021 publiziert werden muss, wurde die Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste der prioritären Stoffe unter Berücksichtigung von neuen Daten der Referenzjahre 2018 und 2019 aktualisiert. Die Daten von 2020 des Monitoringzyklus 2018-2020 werden in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt, da sie zum Zeitpunkt der Bearbeitung noch nicht vorlagen. Durch die Verwendung von Übergabepunkten im Emissionskataster wurden Messstationen und Messwerte betrachtet, die möglicherweise nicht bei der Zustandsbewertung erfasst werden. Das kann daran liegen, dass diese nicht mit der für die Zustandsbewertung nötigen Frequenz beprobt werden, oder es sich nicht um operative Messstellen handelt. Dieser Umstand kann zu einer unterschiedlichen Bewertung im Emissionskataster und in der Zustandsbewertung führen.

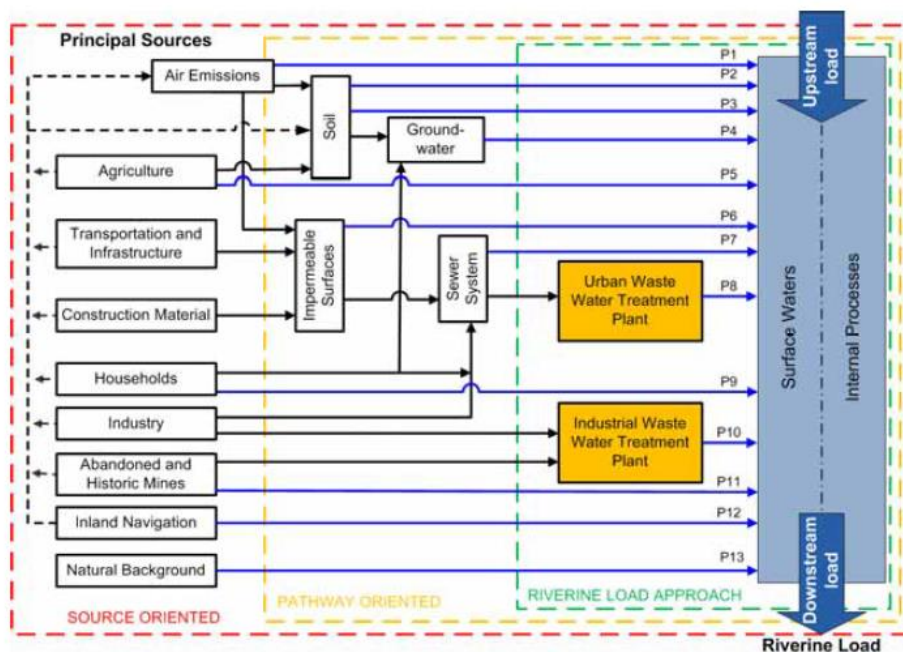
## 2 METHODIK

### 2.1 Allgemeines

Der technische Leitfaden für die Erstellung des Emissionsinventars (EU KOM, 2012) empfiehlt übergeordnet ein zweistufiges Vorgehen, um einen effektiven Ressourceneinsatz bei der Durchführung der Bestandsaufnahme sicherzustellen.

In einem ersten Arbeitsschritt sind auf Ebene der Flussgebietseinheiten relevante prioritäre Stoffe zu identifizieren. Im zweiten Arbeitsschritt erfolgt die Erstellung der Bestandsaufnahme für diese als relevant eingestuft Substanzen. Je nach spezifischer Datenverfügbarkeit sieht der technische Leitfaden vier methodische Ansätze vor, die in ihrer Komplexität zunehmen (Abbildung 1).

Abbildung 1: Generelles Arbeitsschema für die Bestandsanalyse (EU KOM, 2012)



- |  |   |  |
|--|---|--|
| P1: Atmospheric Deposition directly to Surface Waters                    | P2: Erosion   | P3: Surface Runoff from Unsealed Areas                       |
| P4 Interflow, Tile Drainage and Groundwater <sup>4</sup>                 | P5: Direct Discharges and Drifting                    | P6: Surface Runoff from Sealed Areas                         |
| P7: Storm Water Outlets, Combined Sewer Overflows and Unconnected Sewers | P8: Urban Waste Water Treated                         | P9: Individual - Treated and Untreated- Household Discharges |
| P10 Industrial Waste Water treated                                       | P11: Direct Discharges from Mining Areas <sup>5</sup> | P12: Direct Discharges from Navigation <sup>6</sup>          |
| P13 Natural Background   |   |  |

**Tier 1 – Punktquelleninformation:** Bei diesem Ansatz werden die Emissionen eines Stoffes aus Punktquellen (kommunale Kläranlagen gemäß RL 91/271/EWG, industrielle Direkteinleiter gemäß PRTR-Verordnung) ermittelt.

**Tier 2 – Flussfrachtbezogener Ansatz:** Bei diesem Ansatz wird die Gesamtfracht einer Substanz im Gewässer auf Basis von Monitoringdaten abgeschätzt. Diese Information lässt sich bei Vorliegen quantifizierter Punktquelleneinträge verwenden, um eine erste Abschätzung der diffusen Einträge vorzunehmen.

**Tier 3 – Eintragspfadbezogener Ansatz:** Im Gegensatz zu Tier 2 wird für diesen Ansatz ein umfangreicherer Datensatz benötigt, der Informationen zur Landnutzung, Hydrologie und Transportprozessen im Gewässer berücksichtigt. Dieser Ansatz erlaubt die Identifikation von Eintragungsschwerpunkten und regionalen Haupteintragspfaden.

**Tier 4 – Quellebezogener Ansatz:** Dieser Ansatz berücksichtigt alle Emissionsquellen während der Stoffherstellung, der Nutzungs- und Nachnutzungsphase. Zu diesem Ansatz gehört auch die Stoffflussanalyse (SFA). Hierbei können wichtige Informationen zu Emissionen in die Umwelt gewonnen werden. Allerdings steht dabei eine Regionalisierung i.d.R. nicht im Vordergrund und ist oft nur unter Zuhilfenahme von zusätzlichen lokalen Randbedingungen (z.B. Bevölkerungszahl) möglich.

## 2.2 Auswahl der räumlichen Bezugsebene

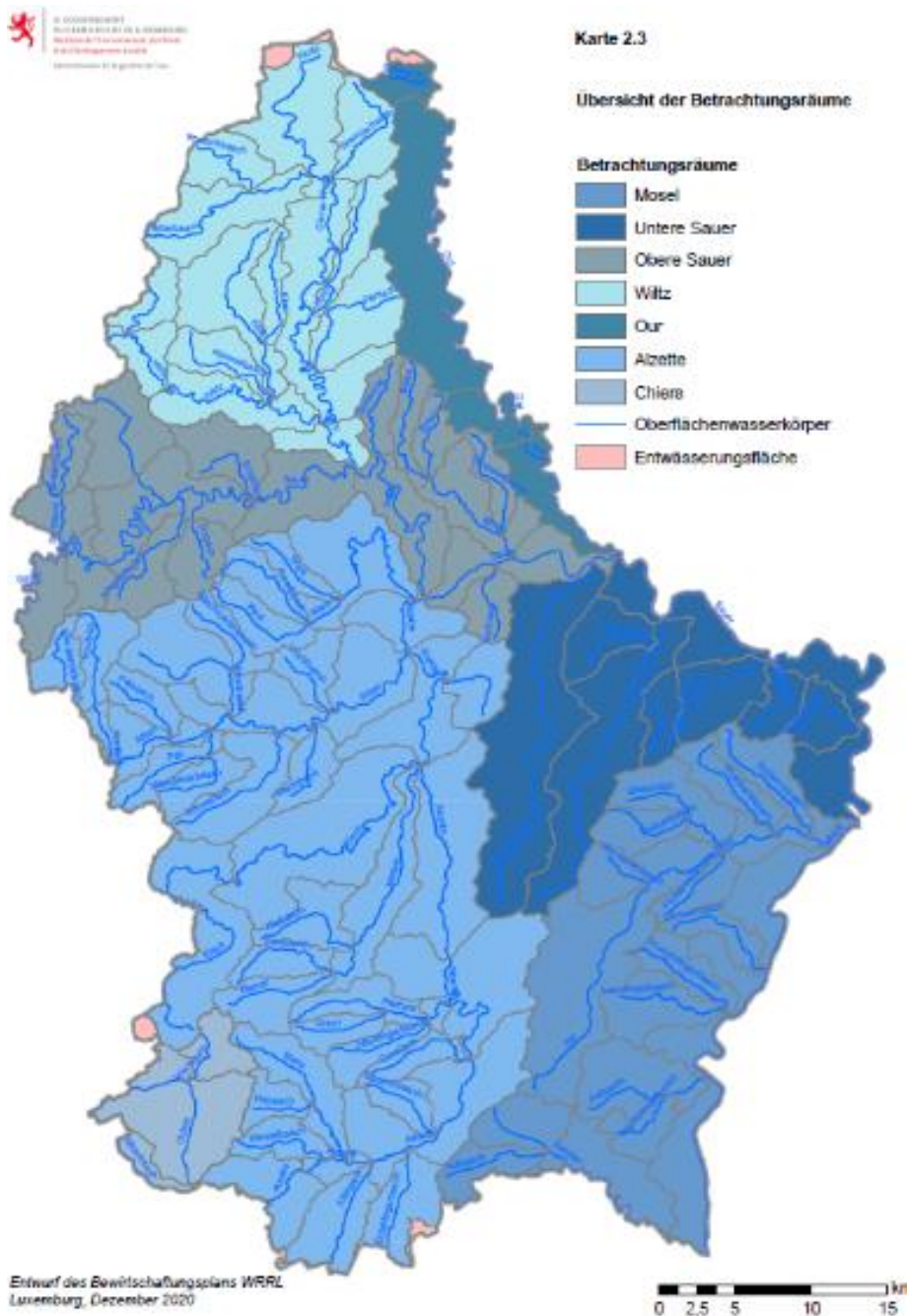
Der technische Leitfaden (EU KOM, 2012) gibt die Flussgebietseinheit bzw. den nationalen Anteil in einem internationalen Flussgebiet als übergeordnete Betrachtungsebene für die Bestandsaufnahme vor. Das Großherzogtum Luxemburg hat Anteile an zwei internationalen Flussgebietseinheiten (FGE), welche beide grenzüberschreitend sind. Es sind dies die internationale Flussgebietseinheit Rhein (rund 97% der Fläche Luxemburgs) und die internationale Flussgebietseinheit Maas (knapp 3% der Fläche Luxemburgs).

In Luxemburg werden sieben Betrachtungsräume ausgewiesen (Abbildung 2), von denen sechs mit einer Gesamtfläche von 2524,55 km<sup>2</sup> zu der FGE Rhein gehören, während nur ein Betrachtungsraum mit ca. 72,82 km<sup>2</sup> zur FGE Maas zählt (Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2015).

Die Betrachtungsräume entsprechen im Wesentlichen den großen Einzugsgebieten des Landes und wurden im vorliegenden Projekt als räumliche Bezugsebene ausgewählt. Die sieben Betrachtungsräume sind:

- Betrachtungsraum I: Einzugsgebiet Mosel (428 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum II: Einzugsgebiet Untere Sauer (313 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum III: Einzugsgebiet Obere Sauer (354 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum IV: Einzugsgebiet Wiltz (346 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum V: Einzugsgebiet Our (106 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum VI: Einzugsgebiet Alzette (972 km<sup>2</sup>)
- Betrachtungsraum VII: Einzugsgebiet Chiers (70 km<sup>2</sup>)

Abbildung 2: Übersicht der Betrachtungsräume in Luxemburg – Karte 2.3 des Gewässerbewirtschaftungsplan



## 2.3 Auswahl der zeitlichen Bezugsebene

Artikel 5(2) der UQN-Richtlinie besagt, dass der Referenzzeitraum für die Festlegung der Werte in den aktualisierten Bestandsaufnahmen das Jahr vor dem voraussichtlichen Abschluss dieser Analyse sein soll. Grundsätzlich sollte die Referenzperiode des Inventars mit dem Beginn des Berichtszyklus zum Gewässerbewirtschaftungsplan übereinstimmen, um die Auswirkungen der

Maßnahmenprogramme laut WRRL überprüfen zu können. Der technische Leitfaden weist jedoch explizit darauf hin, dass aufgrund der Komplexität der Datenlage zu Monitoringergebnissen und Emissionen Informationen außerhalb der Referenzperiode verwendet werden können.

Für die vorliegenden Arbeiten wurden Informationen folgender Referenzjahre genutzt:

- Monitoringdaten immissionsseitig: 2015 bis 2019, Biota-Proben Referenzjahr 2016, 2017, 2018 und 2019
- Hydrologische Daten: langjährige mittlere Jahresabflüsse (2002 – 2015, Regionalisierung von 2018)
- Kläranlagendaten: 2018 (Daten zur mittleren Belastung aus 2016)
- Industrielle Direkteinleiter: mittlere Emissionen der Jahre 2013 – 2018
- Nicht-angeschlossene Einwohner: Mittelwert aus 2015 – 2017

## 2.4 Relevanzabschätzung

Die Relevanzbeurteilung der Stoffe wurde in einem ersten Schritt auf gesamtnationaler Ebene (Berücksichtigung mehrerer Monitoring-Kampagnen, Biota-Messungen, PRTR-Daten) durchgeführt und in einem zweiten Schritt auf Ebene der Betrachtungsräume verfeinert (Berücksichtigung des Monitorings der Jahre 2017, 2018 und 2019).

Der technische Leitfaden (EU KOM, 2012) sieht zur Prüfung der Stoffrelevanz die folgenden drei immissionsbezogenen und zwei emissionsbezogenen Kriterien vor:

- Die Substanz verursacht einen schlechten chemischen Zustand in mindestens einem Wasserkörper
- Die Konzentration einer Substanz ist größer als die halbe Umweltqualitätsnorm in mehr als einem Wasserkörper
- Monitoringergebnisse zeigen einen steigenden Trend der Konzentration einer Substanz, wodurch sich im nächsten WRRL-Bewirtschaftungszyklus Probleme ergeben könnten
- PRTR-Daten zeigen wasserrelevante Emissionen der Substanz, die zu einer Überschreitung der immissionsseitigen Kriterien (siehe oben) führen können
- Es sind Quellen oder Aktivitäten bekannt, die zu einer Überschreitung der immissionsseitigen Kriterien (siehe oben) führen können

Die Relevanzabschätzung erfolgte erneut für die 45 prioritären Stoffe gemäß UQN-Richtlinie (2008/105/EG in der Fassung der RL 2013/39/EU), sowie für 22 national relevante Stoffe, die im Rahmen des zweiten WRRL-Bewirtschaftungszyklus als flussgebietsspezifische Stoffe identifiziert wurden (Großherzogliche Verordnung, 2016). Diese Stoffe umfassen Metalle, Pestizide und Arzneistoffe (Tabelle 1).

Tabelle 1: Flussgebietsspezifische Stoffe in Luxemburg (Großherzogliche Verordnung, 2016)

		<b>Nationaler Grenzwert Guter Zustand</b>	
	<b>Parameter</b>	<b>CAS</b>	<b>Jahresmittelwert [µg/L]</b>
<b>Metalle</b>			
1	Arsen	7440-38-2	0,83
2	Chrom	7440-47-3	18
3	Kobalt	7440-48-4	0,30
4	Kupfer	7440-50-8	1,4
5	Selen	7782-49-2	0,95
6	Zink	7440-66-6	7,8
<b>Pestizide</b>			
7	2,4 D	94-75-7	2,2
8	2,4 MCPA	94-74-6	0,50
9	Chlortoluron	15545-48-9	0,10
10	Diflufenican	83164-33-4	0,010
11	Flufenacet	142459-58-3	0,040
12	Glyphosat	1071-83-6	28
13	Metazachlor	67129-08-2	0,019
14	Metazachlor ESA	172960-62-2	3,0
15	Metazachlor OXA	1231244-60-2	3,0
16	Metolachlor	51218-45-2	0,070
17	Metolachlor ESA	171118-09-5	3,0
18	Metolachlor OXA	152019-73-3	3,0
19	Nicosulfuron	111991-09-4	0,035
20	Tebuconazol	107534-96-3	1,0
21	Terbutylazin	5915-41-3	0,060
<b>Arzneistoffe</b>			
22	Carbamazepin	298-46-4	2,5

Für die Beurteilung der ersten beiden immissionsbezogenen Kriterien wurden Monitoringdaten aus den Jahren 2015 bis 2019 herangezogen. Traten Überschreitungen der UQN an einzelnen Messstellen in den Jahren 2015 – 2017 auf, die durch Wiederholungsmessungen in den Jahren 2018/2019 widerlegt werden konnten, so wurde der jeweilige Stoff für das vorliegende Emissionsinventar als nicht mehr relevant erachtet. Traten Überschreitungen der UQN an einzelnen Messstellen in den Jahren 2015 – 2017 auf, die nicht durch Wiederholungsmessungen in den Jahren 2018/2019 widerlegt werden konnten, so wurde der jeweilige Stoff als relevant für das vorliegende Emissionsinventar erachtet.

Prioritäre und national relevante Stoffe wurden in den Jahren 2018 und 2019 an unterschiedlichen Messstellen zum Teil wiederholt gemessen und ausgewählte prioritäre Substanzen in den Jahren 2016 – 2019 in Biota bestimmt. Eine Darstellung der Ergebnisse der Messungen aus den unterschiedlichen Messperioden (Anzahl der Messungen, Anzahl der Detektionen, Bestimmungsgrenzen) findet sich in Tabelle 16 im Anhang. In einem weiteren Schritt wurde das erste emissionsbezogene Kriterium überprüft. Hierfür wurden PRTR-Daten zu industriellen Direkteinleitern für die Jahre 2013 bis 2018 herangezogen.



Die Relevanzabschätzung für das Emissionsinventar kann Unterschiede zur Relevanzbeurteilung der Stoffe, die eine Verfehlung des guten chemischen Zustands nach sich ziehen, zeigen. Durch die unterschiedliche Datenlage an den einzelnen Messstellen wurden im Gegensatz zur Relevanzbeurteilung für die Erstellung des Emissionsinventars auch ältere Daten verarbeitet. Besonders deutlich wird das bei den Stoffen Tributylzinn, HBCDD oder Cypermethrin, wo Überschreitungen der JD-UQN oder der ZHK-UQN vereinzelt und in den Jahren 2015 – 2017 vor längerer Zeit auftraten. Für diese Stoffe sollte der Fokus der Messungen in der nahen Zukunft auf jenen Messstellen liegen, die in der Vergangenheit Überschreitungen zeigten, bzw. auf den Übergabepunkten der Betrachtungsräume.

Bei der Relevanzbeurteilung für das Emissionsinventar wurden

- a) Jene Stoffe, die vor 2017 vereinzelt mit einer Überschreitung der JD-UQN oder der ZHK-UQN detektiert wurden, ansonsten aber meist unter der BG lagen, nicht berücksichtigt, da die Berechnung von immissionsseitigen Frachten aufgrund der geringen Anzahl von Messwerten > BG meist nicht möglich ist
- b) Jene Stoffe berücksichtigt, die in mehr als einem OWK die JD-UQN/2 überschritten.

Bei der Relevanzbeurteilung für die Verfehlung des guten chemischen Zustands wurden für den Entwurf des dritten Bewirtschaftungsplans Stoffe berücksichtigt, die im Zeitraum 2015 – 2019 eine Überschreitung der JD-UQN, der ZHK-UQN und/ oder der Biota-UQN zeigten. Bei der Relevanzbeurteilung der flussgebietsspezifischen Schadstoffe wurden ebenfalls Daten aus den Jahren 2015 – 2019 berücksichtigt. Die genaue Vorgehensweise wird im Entwurf des dritten Bewirtschaftungsplans beschrieben. Für den finalen dritten Bewirtschaftungsplan werden die Monitoringergebnisse aus dem Jahr 2020 noch mitberücksichtigt werden.

In der ersten Überarbeitung des Emissionsinventars (Umweltbundesamt, 2018) konnte die Relevanz zahlreicher Stoffe nicht bewertet und folglich nicht ausgeschlossen werden, da die Bestimmungsgrenzen (BG) über der UQN lagen. Für diese Stoffe lagen entweder alle Messwerte unter der BG oder einzelne Messwerte lagen über der BG und zeigten somit eine tatsächliche Überschreitung der UQN an. Es handelte sich um folgende Stoffe (Tabelle 2):

Tabelle 2: Stoffe, die im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 Bestimmungsgrenzen > UQN hatten

Stoff	Monitoring-Zeitraum 2015 - 2017
Cadmium	BG (0,1 µg/L) > der strengsten (Härteabhängigen) UQN. Keine Berücksichtigung der Wasserhärte an den einzelnen Messstellen
Cyclodien-Pestizide	Alle Messwerte < BG
Endosulfan	Alle Messwerte < BG
Nickel	Überschreitung der BG (5 µg/L) an einzelnen Messstellen
Tributylzinn	Messungen mit BG < UQN nur im Betrachtungsraum Obere Sauer und Wiltz
Dicofol	Alle Messwerte < BG
PFOS	Überschreitung der BG (0,01 µg/L) der wässrigen Phase an einzelnen Messstellen, zusätzliche Berücksichtigung der Biota-UQN
Cybutryn	Alle Messwerte < BG
Cypermethrin	Überschreitung der BG (0,02 µg/L) an einzelnen Messstellen
Dichlorvos	Alle Messwerte < BG
HBCDD	Überschreitung der BG (0,01 µg/L) an einzelnen Messstellen
Diflufenican	2015 – 2017 zum Teil Messungen mit BG < UQN, keine Überschreitungen

Für einige Stoffe konnte erst im Laufe der Messjahre 2018/2019 eine Bestimmungsgrenze erreicht werden, die kleiner als die Umweltqualitätsnorm war (z.B. Cypermethrin). Für diese Stoffe kann sich folgendes Bild ergeben:

- Alle Messungen, die mit der  $BG < UQN$  durchgeführt wurden, lagen unter der BG → Relevanz kann ausgeschlossen werden;
- In einzelnen Betrachtungsräumen liegen keine Messungen mit ausreichend niedrigen BG vor → hier kann die Relevanz weiterhin nicht ausgeschlossen werden;
- In einzelnen Betrachtungsräumen liegen keine Messungen mit ausreichend niedrigen BG vor aber die BG (die größer als die UQN ist) wird überschritten → Relevanz ist gesichert nachgewiesen.

Für die folgenden Stoffe konnte im letzten Emissionsinventar (Umweltbundesamt, 2018) keine Relevanzbewertung erfolgen, da die jeweiligen Bestimmungsgrenzen über den UQN lagen und alle Messwerte  $< BG$  waren. Im Referenzjahr 2019 wurden für diese Stoffe deutlich niedrigere Bestimmungsgrenzen erreicht, weshalb in der vorliegenden Bewertung die Relevanz aufgrund der angegebenen Kriterien ausgeschlossen wurden:

- **Cyclodien-Pestizide:** Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin (2019: BG 0,002 µg/L, 0 Detektionen bei jeweils 60 Messungen. JD-UQN  $\sum$  0,01 µg/L, keine Überschreitung)
- **Endosulfan** (2019: BG 0,001 µg/L  $<$  JD-UQN 0,005 µg/L, alle Werte lagen unterhalb der BG)
- **Dicofol** (2019: BG 0,0004 µg/L  $<$  JD-UQN 0,0013 µg/L, alle Werte lagen unterhalb der BG)
- **Cybutryn** bzw. Irgarol (2019: BG 0,0008 µg/L  $<$  JD-UQN 0,0025 µg/L, alle Werte lagen unterhalb der BG)
- **Dichlorvos** (2019: BG 0,0002 µg/L  $<$  JD-UQN 0,0006 µg/L, alle Werte lagen unterhalb der BG).

Anders als bei der letzten Überarbeitung des Emissionsinventars (Umweltbundesamt, 2018) wurde **Cadmium** für die Messjahre 2018 und 2019 in Abhängigkeit der Wasserhärte überprüft. Dabei wurden an drei Messstellen im OWK IV-2.3 (Betrachtungsräume Wiltz) Konzentrationen über der JD-UQN und an zwei Messstellen im OWK VII-1.1 (Betrachtungsräume Chiern) Konzentrationen über der halben Umweltqualitätsnorm (JD-UQN/2) gemessen. Da der technische Leitfaden zur Prüfung der Stoffrelevanz (EU KOM, 2012) eine Überschreitung von JD-UQN/2 in mindestens zwei OWK je Betrachtungsräume als Relevanzkriterium vorsieht, wurde die festgestellte Überschreitung im Betrachtungsräume Chiern nicht berücksichtigt. Eine Relevanz aufgrund einer Überschreitung der JD-UQN ist nur im Betrachtungsräume Wiltz gegeben.

Für **Tributylzinn** wurde die Bestimmungsgrenze bereits im Jahr 2016 auf 0,00006 µg/L und somit auf einen Wert  $< UQN$  gesenkt. In den Jahren 2016 – 2017 wurde Tributylzinn in allen Betrachtungsräumen mit Ausnahme der Betrachtungsräume Obere Sauer und Wiltz mit einer BG von 0,00006 µg/L gemessen. Von insgesamt 156 Einzelmessungen lagen mit Ausnahme einer Messung im Jahr 2017 an der Messstelle Chiern - Rodange - pont à Athus (0,00174 µg/L) alle unter der BG. An der Messstelle Chiern - Rodange - pont à Athus wurde die ZHK-UQN (0,0015 µg/L) überschritten. In den Jahren 2018/2019 erfolgten auch Messungen in den Betrachtungsräumen Obere Sauer und Wiltz mit einer Bestimmungsgrenze von 0,00006 µg/L, wodurch die Relevanz des Stoffes im Sinne des Emissionsinventars in diesen beiden Betrachtungsräumen ausgeschlossen werden konnte. Da jene Messstelle, die 2017 einmal von einer Überschreitung betroffen war, nicht wiederholt beprobt wurde, kann eine Relevanz im Betrachtungsräume Chiern auch

bei der Erstellung dieses Berichts nicht ausgeschlossen werden. Tributylzinn stellt einen Stoff dar, der für die Verfehlung des guten chemischen Zustands von OWK verantwortlich ist (siehe auch Tabelle 32 im Anhang).

**PFOS** wurde in allen Jahren in der wässrigen Phase mit einer BG (0,01 µg/L) > UQN (0,00065 µg/L) gemessen. 2015 wurde an sieben Messstellen gemessen, wobei an einer Messstelle im Betrachtungsraum Wiltz (Wiltz Kautenbach - amont embouchure Clerve) der Jahresdurchschnittswert die BG überschritt (0,018 µg/L) und an einer weiteren Messstelle im Betrachtungsraum Chiers ein Messwert > BG gemessen wurde (0,03 µg/L an der Messstelle Chiers - Rodange - pont à Athus). 2016 wurde an sechs Messstellen gemessen, wobei an einer Messstelle im Betrachtungsraum Alzette ein Messwert > BG gemessen wurde (0,01 µg/L an der Messstelle Mess – Noertzange). Alle übrigen Messwerte lagen ebenso wie die Messungen des Jahres 2017 an sechs Messstellen und die Messungen 2018 an ebenfalls sechs Messstellen unter der BG. Ab 2019 wurde PFOS in der wässrigen Phase mit einer BG von 0,001 µg/L gemessen, was noch immer größer als die UQN ist. An allen sechs Messstellen im Betrachtungsraum Alzette wurden Messwerte > BG betrachtet, was zu einer Überschreitung der JD-UQN führte.

Für PFOS liegen in den Jahren 2016 – 2019 auch Messungen in Biota vor, die Überschreitungen der Biota-UQN in den Betrachtungsräumen Mosel und Wiltz zeigten (siehe auch Kapitel 3.5).

Für **Cypermethrin** wurde die Bestimmungsgrenze im Messjahr 2019 von 0,02 µg/L auf 0,001 µg/L gesenkt und liegt nach wie vor über der UQN (0,00008 µg/L). Überschreitungen der ZHK-UQN (0,0006 µg/L) lagen im Messjahr 2017 im Betrachtungsraum Mosel und 2019 im Betrachtungsraum Alzette vor. Während im Betrachtungsraum Mosel keine Messwerte an den Gebiets“zuläufen“ und Gebiets“abläufen“ vorlagen, lagen Messwerte am Gebietsablauf des Betrachtungsraums Alzette vor.

**HBCDD** wurde vor 2019 mit einer BG von 0,01 µg/L gemessen, im Jahr 2019 wurde die Bestimmungsgrenze auf 0,0005 µg/L und somit auf einen Wert < UQN gesenkt. Im Jahr 2016 wurde die JD-UQN an je einer Messstelle im Betrachtungsraum Alzette (Messstelle Alzette - Ettelbruck) und Chiers (Chiers - Rodange - pont à Athus) überschritten. Weitere Messungen an der Messstelle Chiers - Rodange - pont à Athus im Jahr 2017 sowie an der Messstelle Alzette – Ettelbruck im Jahr 2019 zeigten keine Überschreitung mehr. Für die Erstellung des überarbeiteten Emissionsinventars wurde HBCDD nicht berücksichtigt, da die Überschreitungen vereinzelt und zeitlich weiter zurück vorlagen.

Für **Diflufenican** konnte bei der letzten Bewertung (Umweltbundesamt, 2018) keine Einstufung erfolgen, da die Bestimmungsgrenze aller Messwerte (0,025 µg/L) über der UQN (0,01 µg/L) lag. Im Referenzjahr 2019 wurde Diflufenican an insgesamt 75 Messstellen untersucht, wobei an 61 Messstellen ab etwa der Mitte des Jahres mit einer Bestimmungsgrenze von 0,0025 µg/L gemessen wurde. An 12 Messstellen wurden dabei ein oder mehr Messwerte über der UQN detektiert. Diese lagen in den Betrachtungsräumen Alzette, Obere Sauer und Chiers und führten bei der Jahresmittelwertbildung an Messstellen im Betrachtungsraum Alzette und Chiers zu Überschreitungen der JD-UQN. An 14 Messstellen wurde auch im Jahr 2019 ausschließlich mit einer Bestimmungsgrenze von 0,025 µg/L gemessen, wobei der Messwert einer Messstelle im Betrachtungsraum Chiers über der Bestimmungsgrenze lag. Für den Betrachtungsraum Alzette und Chiers konnte daher die Relevanz eindeutig nachgewiesen werden; während die Relevanz für die übrigen Betrachtungsräume aufgrund der Anzahl der Messwerte mit einer BG > UQN nicht ausgeschlossen werden kann.

**Nicosulfuron** wurde in den Messjahren 2015 – 2017 an 133 Messstellen (2015: 58 Messstellen mit BG 0,001 µg/L, 2016: 37 Messstellen mit BG 0,025 µg/L und 2017: 38 Messstellen mit BG 0,025 µg/L) gemessen, wobei Überschreitungen der UQN 2015 an der Messstelle Wark-Ettelbruck im Betrachtungsraum Alzette (JD: 0,041 µg/L) und 2017 an der Messstelle Biwerbach-Biwer im Betrachtungsraum Mosel (JD: 64 µg/L) beobachtet wurden. 2018 wurde an 62 Messstellen

mit einer BG von 0,025 µg/L gemessen, wobei bei 272 der insgesamt 534 Messungen Nicosulfuron als *nicht detektierbar* angegeben wurde. Alle übrigen Messungen lagen unter der Bestimmungsgrenze. An der Messstelle Wark-Ettelbruck lagen sieben der 13 Messungen unter der BG (bei den restlichen Messungen wurde Nicosulfuron als *nicht detektierbar* angegeben). 2019 wurde an insgesamt 75 Messstellen mit einer BG von 0,025 µg/L gemessen, wobei eine von vier Messungen an der Messstelle Kolerbach-Hagen im Betrachtungsraum Alzette eine Überschreitung zeigte (0,0636 µg/L), die zur Überschreitung der JD-UQN/2 führte. Nicosulfuron stellt jedoch einen Stoff dar, der für die Verfehlung des guten ökologischen Zustands von OWK verantwortlich ist.

Für die Metalle wurde für die Relevanzbeurteilung jeweils die gelöste Fraktion (und nicht die Gesamtgehalte) herangezogen. Für **Kupfer, Nickel und Zink** wurde weiters der bioverfügbare Anteil berücksichtigt, der von der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung anhand des Programms Bio-met (<https://bio-met.net/>) an jenen Messstellen ermittelt wurde, wo es unter Berücksichtigung der gelösten Fraktion zu Überschreitungen der JD-UQN kam. Für das Emissionsinventar ergibt sich unter Berücksichtigung der Relevanzkriterien laut technischem Leitfaden (siehe Kapitel 2.4) im Vergleich zur Bewertung der Oberflächenwasserkörper (OWK) gemäß RL 2013/39/EU die Diskrepanz, dass im Emissionsinventar auch jene Stoffe berücksichtigt werden, die UQN/2 in mehr als einem Wasserkörper überschreiten, während gemäß Bewertung des chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper nach RL 2013/39/EU ein Wasserkörper bei einer Überschreitung von UQN/2 keine Verfehlung des guten Zustands ausweist. Um diese Diskrepanz abzubilden, wurde die Bewertung von Kupfer, Nickel und Zink in den Kapiteln 3.2.5, 3.2.6 und 3.2.9 detailliert dargestellt.

**PBDE** sowie **Heptachlor und Heptachlorepoxyd** wurden aufgrund von Messungen in der wässrigen Phase als „Relevanz kann nicht ausgeschlossen werden“ eingestuft, da alle Messwerte der wässrigen Phase unter der Bestimmungsgrenze lagen. Allerdings liegen für diese Stoffe auch Biota-UQN vor, die bei den BPDE in einigen Fällen überschritten wurden. In jenen Betrachtungsräumen, in denen eine Überschreitung der Biota-UQN erfolgte, wurde die Relevanz des Stoffes gesichert angenommen.

Die Überprüfung der Stoffe auf nationaler Ebene ergab in Summe 29 relevante Stoffe. Bei der Durchführung der Beurteilung auf Ebene der Betrachtungsräume konnte die Relevanz weiter eingegrenzt werden (Tabelle 4). Im Vergleich zum letzten Emissionsinventar (Umweltbundesamt, 2018), wo 28 Stoffe als national relevant erachtet wurden, ergaben sich folgende Unterschiede:

Tabelle 3: Unterschiede bei der Relevanzbeurteilung des Emissionsinventars 2018 und 2020

Stoff	Relevanz		Anmerkung
	2018	2020	
Anthracen		x	In den Jahren 2014 – 2017 keine Überschreitung, danach Überschreitung der ZHK an zwei Messstellen (2018: Messstelle Alzette – Ettelbruck, 2019: Messstelle Maragole - amont confluent)
Diuron	x		Positivbefunde, aber keine Überschreitung von JD-UQN und ZHK-UQN seit 2015. Überschreitungen in den Jahren 2000 - 2011. Wurde 2018 aufgenommen, da Positivbefunde im Süden (Alzette) zunahmen
Chlortoluron		x	2014 – 2017: keine Überschreitungen der JD-UQN. 2019: 3 Detektionen bei 571 Messungen, max=0,51 µg/L, BG=0,025 µg/L, UQN 0,1 µg/L
Metazachlor ESA	x		2015 Überschreitung von UQN/2 in zwei OWK im Betrachtungsraum Obere Sauer (III-2.2.2 und III-2.2.3), seither keine Überschreitungen der JD-UQN oder von JD-UQN/2
Diflufenican		x	2014 – 2017: BG > UQN. 2019: niedrigere BG. Überschreitungen der JD-UQN in den Betrachtungsräumen Alzette und Chiers

Im Betrachtungsraum Chiers wurde beim Stoff **Anthracen** im OWK VII-1.1 an einer Messstelle (L300038A01, nur ein Messwert) eine Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration und des Jahresdurchschnitts festgestellt. Da sich im selben OWK noch weitere Messstellen ohne Überschreitung befinden, wurde die einzelne Überschreitung als Ausreißer eingestuft und im Betrachtungsraum Chiers in der weiteren Beurteilung nicht weitergehend bearbeitet.

Bei dem nationalen relevanten Stoffen **Metolachlor** wurde im Oberflächenwasserkörper VI-10.1.a bei zwei Messwerten (5. Juni 2019) die zulässige Höchstkonzentration um das 6- bzw. 13-fache überschritten (0,478 µg/L und 0,971 µg/L). Die beiden Werte wurden als Ausreißer bewertet und damit wurde der Stoff für die Erstellung des Emissionsinventars als nicht relevant erachtet.

Tabelle 4: Relevanzabschätzung der Stoffe für die einzelnen Betrachtungsräume aufgrund der Überschreitung von Biota-UQN, JD-UQN, ZHK-UQN oder JD-UQN/2 in mehr als einem Wasserkörper (Betrachtungszeitraum 2015 bis 2019). Grundsätzlich erfolgte die Relevanzeinschätzung aufgrund von Messungen der Jahre 2018/2019; wenn frühere Messjahre berücksichtigt wurden, wurde dies in den „Anmerkungen“ beschrieben

Parameter	Mosel	Untere Sauer	Obere Sauer	Wiltz	Our	Alzette	Chiers	Anmerkung
Anthracen						ZHK-UQN	(JD-UQN ZHK-UQN)	Überschreitung der ZHK jeweils in einem OWK
PBDE	Biota-UQN	?	Biota-UQN	Biota-UQN	?	Biota-UQN	?	2016-2019 keine Messung in Biota in den Betrachtungsräumen Untere Sauer, Our und Chiers
Cadmium und -verbindungen				JD-UQN			(JD-UQN/2)	Überschreitung der JD-UQN/2 an 2 Messstellen in einem OWK im BR Chiers
Fluoranthren	Biota-UQN* JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN	JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN	
Isoproturon				JD-UQN				2015 Überschreitung der JD-UQN im Betrachtungsraum Wiltz (Messstelle L110078A01 – Lameschbaach - aval Boxhorn), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurde und eine Überschreitung der ZHK-UQN im Betrachtungsraum Chiers (Messstelle L300030A06 - Chiers - Rodange - pont à Athus), die durch Wiederholungsmessungen aus 2016 – 2019 widerlegt wurde
Blei und Bleiverbindungen				JD-UQN				
Quecksilber und -verbindungen	Biota-UQN	?	Biota-UQN	Biota-UQN	?	Biota-UQN ZHK-UQN	?	2016-2019 keine Messung der Biota in den Betrachtungsräumen Untere Sauer, Our und Chiers. 2015 Überschreitung der ZHK-UQN im Betrachtungsraum Obere Sauer (Messstelle L112012A01 - Schlierbech – Heiderscheidergrund), die durch Messungen 2018 widerlegt wurde
Nickel und Nickelverbindungen			JD-UQN	JD-UQN	?			Siehe Kapitel 3.2.6
Nickel und Nickelverbindungen (bioverfügbar)			JD-UQN		?			
Benzo(a)pyren	JD-UQN Biota-UQN*	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN ZHK-UQN	JD-UQN	
Benzo(b)fluoranthren	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	
Benzo(k)fluoranthren	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	
Benzo(g,h,i)perylen	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	ZHK-UQN	

prioritäre Stoffe

Parameter	Mosel	Untere Sauer	Obere Sauer	Wiltz	Our	Alzette	Chiers	Anmerkung
Indeno(1,2,3-cd)-pyren								relevant, weil im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan Überschreitungen aus der Summe Benzo(g,h,i)perylen + Indeno(1,2,3-cd)-pyren beschrieben wurden
Tributylzinn							ZHK-UQN	2017 Überschreitung der ZHK-UQN im Betrachtungsraum Chiers (Messstelle L300030A06 – Chiers - Rodange - pont à Athus), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurde
PFOS	Biota-UQN	?	?	Biota-UQN	?	JD-UQN	?	BG (0,01 µg/L) > JD-UQN (0,00065 µg/L) 2016-2019 keine Messung der Biota in den Betrachtungsräumen Untere Sauer, Our und Chiers
Cypermethrin	JD-UQN	?	?	?	?	ZHK-UQN	?	BG (0,02 µg/L) > JD-UQN (0,00008 µg/L). 2017 Überschreitungen der BG im Betrachtungsraum Mosel (Messstelle L200030A11 - Gander- Ermerange und L202030A12 - Syr – Mertert), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurden. Betrachtungsraum Alzette: Relevanz aufgrund von Messungen 2018/2019
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	?	?	?	?	?	?	?	2017-2019 Biota-BG > UQN
Arsen	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN		JD-UQN	JD-UQN	
national relevante Stoffe	Kobalt	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN/2	JD-UQN	JD-UQN	(JD-UQN/2)	2017 Überschreitungen der UQN im Betrachtungsraum Mosel (Messstelle L202030A01-4 - Syr - source lieu Pontdréisch und L202036A01 - Fluesweilerbach - Wecker) und im Betrachtungsraum Untere Sauer (L147030A03- Girtserbach- aval Dickweiler), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurden. Übrige Betrachtungsräume: Relevanz aufgrund von Messungen 2017 sowie 2018/2019
	Kupfer	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN JD-UQN/2	JD-UQN JD-UQN/2	JD-UQN JD-UQN/2	JD-UQN	Siehe Kapitel 3.2.5
	Kupfer (bioverfügbar)					JD-UQN		
	Selen	JD-UQN					JD-UQN	JD-UQN

Parameter	Mosel	Untere Sauer	Obere Sauer	Wiltz	Our	Alzette	Chiers	Anmerkung
								2019 widerlegt wurden. Übrige Betrachtungs-räume: Relevanz aufgrund von Messungen 2018/2019
Zink	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN/2	JD-UQN		JD-UQN	JD-UQN	Siehe Kapitel 3.2.9
Zink (bioverfügbar)				JD-UQN		JD-UQN		
2,4 MCPA			JD-UQN					2017 Überschreitung der JD-UQN an zwei Messstellen im Betrachtungsraum Obere Sauer (L112018A01-1 - Syrbach - CR 315 pont à Surré-amont STEP und L112032A01 - Betlerbaach - amont Surré), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurde
Chlortoluron						JD-UQN		Überschreitung in einem OWK
Diflufenican	?	?	?	?	?	JD-UQN	JD-UQN	
Flufenacet			JD-UQN	JD-UQN		JD-UQN		2016 Überschreitung der JD-UQN im Betrachtungsraum Mosel (L202030A12 - Syr- Mertert), die durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurde. Übrige Betrachtungs-räume: Relevanz aufgrund von Messungen 2018/2019
Metazachlor	JD-UQN/2	JD-UQN/2	JD-UQN/2	JD-UQN/2	?	JD-UQN	JD-UQN/2	BG (0,025 µg/L) > JD-UQN (0,019 µg/L); bei einigen Proben BG = 0,005 µg/L, dadurch wurde nicht an allen Messstellen JD/2 überschritten
Nicosulfuron	JD-UQN							2015 Überschreitung der UQN im Betrachtungsraum Alzette (Messstelle L107030A10 - Wark-Etelbruck), die durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurde und 2017 im Betrachtungsraum Mosel (Messstelle L202033A01 - Biberbach-Biwer), die durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 nicht widerlegt wurde
Terbutylazin		JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	JD-UQN	2017 Überschreitung der JD-UQN im Betrachtungsraum Untere Sauer und Our (mehrere Messstellen), die nicht durch Wiederholungsmessungen 2018/ 2019 widerlegt wurden. Übrige Betrachtungs-räume: Relevanz aufgrund von Messungen 2018/2019

\*Überschreitung in Biota-Probe aus 2015



## 2.5 Methodische Ansätze zur Durchführung der Bestandsaufnahme und Immissionsfrachtberechnung

Die Auswahl des methodischen Ansatzes zur Durchführung der Bestandsaufnahme erfolgte entsprechend der Datenverfügbarkeit sowohl stoff- als auch Betrachtungsraumspezifisch. Grundsätzlich wurde angestrebt, die Bestandsaufnahme der relevanten Stoffe je Betrachtungsraum gemäß des Flussfrachtbezogenen Ansatzes (Tier 2 laut technischem Leitfaden) durchzuführen. Dort, wo Monitoringdaten im Gewässer nicht vorlagen, wurde der Punktquellenansatz (Tier 1 laut technischem Leitfaden) angewandt.

Beim Flussfrachtbezogenen Ansatz wird die Gesamtfracht in einem Fluss auf Basis der Gewässer-Monitoringdaten geschätzt. Darüber hinaus werden Punktquelleneinträge (kommunale Kläranlagen, industrielle Direkteinleiter) im Einzugsgebiet quantifiziert. Aus der Differenz der Gesamtfracht im Gewässer (Immission) und den gesamten Einträgen aus Punktquellen (Emissionen) ist nach Empfehlung des technischen Leitfadens die Größenordnung der diffusen Einträge rechnerisch abzuschätzen.

Die Berechnung der Immissionsfrachten erfolgte für alle relevanten Stoffe für alle sieben Betrachtungsräume. Zu diesem Zweck wurden 21 Gewässerqualitätsmessstellen (Bezugsmessstellen) an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume ausgewählt (Messstellen, in der Nähe jener Punkte, wo Flüsse in den bzw. aus dem jeweiligen Betrachtungsraum fließen) und assoziierte Abflusspegelmessstellen eruiert. Die Gewässerqualitätsmessstellen sind in Tabelle 5 angeführt und in Abbildung 3 dargestellt. Für jene Gewässerqualitätsmessstellen, für die keine Abflusspegelmessstellen ermittelt werden konnten, wurden von der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung regionalisierte Daten zum langjährigen mittleren Abfluss (MQ) zur Verfügung gestellt. Bei der Regionalisierung wurde mit mathematisch-statistischen Methoden flächendeckend für Luxemburg die hydrologischen Kenngrößen „Mittlerer Abfluss (MQ)“ und „Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss (MNQ)“ regionalisiert.

Tabelle 5: Bezugsmessstellen an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume

Betrachtungsraum	Messstelle ID	Messstelle Name	Übergabepunkte	Nr Karte
Alzette	L100011A01	ALZETTE - Esch/Alzette frontière	Zulauf	1
	L102030A01	KAYLBACH - Rumelange Frontière	Zulauf	2
	L103030A01	DÜDELINGERBACH - Dudelange frontière	Zulauf	3
	L106030A01-1	ATTERT - Grendel	Zulauf	4
	L106039A05	NOUTEMERBACH - Grendel	Zulauf	20
	L105031A01-1	KOLERBACH - Kleinbettingen	Zulauf	21
	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	Ablauf	5
Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	Ablauf	6
Mosel	L299001A01	MOSELLE - Schengen	Zulauf	7
	L299001A04	MOSELLE - Wasserbillig	Ablauf	8
Obere Sauer	L110030A12	WILTZ - amont Goebelsmühle	Zulauf	9
	L112010A01	SÛRE - Martelange	Zulauf	10
	L112018A01	SYRBACH - aval Rommelerkräiz, LB 177	Zulauf	11
	L112015A01	BÉIWENERBAACH - Bavigne	Zulauf	12
	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	Zulauf	5

Betrachtungsraum	Messstelle ID	Messstelle Name	Über-gabe-punkte	Nr Karte
	L112010A17	SÛRE - Reisdorf	Ablauf	13
Our	L122020A01	OUR - Ouren	Zulauf	14
	L122020A07-2	OUR - amont Wallendorf-Pont	Ablauf	15
Untere Sauer	L112010A17	SÛRE - Reisdorf	Zulauf	13
	L122020A07-2	OUR - amont Wallendorf-Pont	Zulauf	15
	L112010A24	SÛRE - amont Wasserbillig	Ablauf	16
Wiltz	L110030A01	WILTZ - Station de Schimpach	Zulauf	17
	L110034A01	WEMPERBACH - aval Schimpach	Zulauf	18
	L110044A04	TRETTERRBAACH - Sassel	Zulauf	19
	L110030A12	WILTZ - amont Goebelsmühle	Ablauf	9

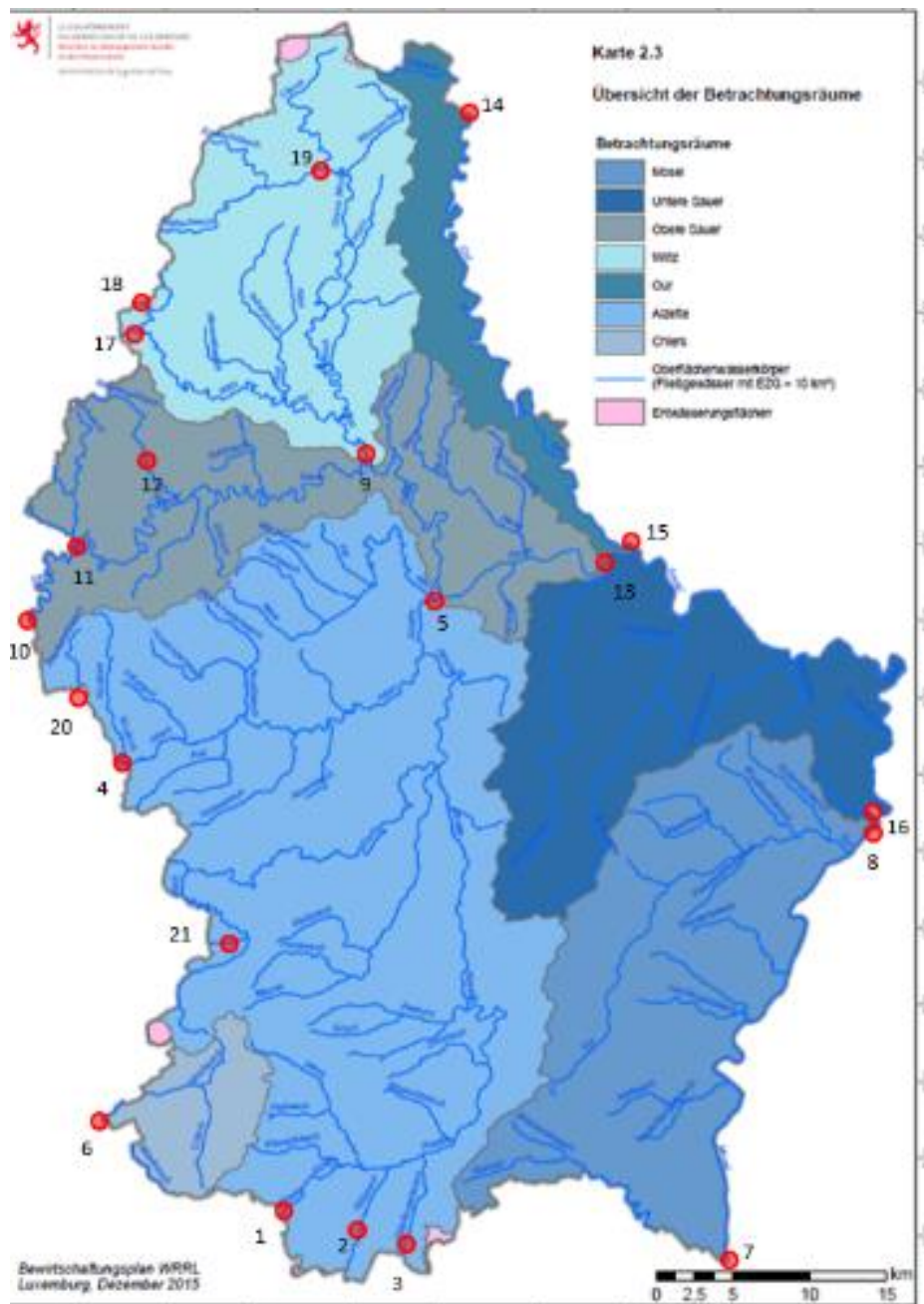
Für die Bezugsmessstellen wurden soweit möglich immissionsseitige Frachten errechnet. Dafür wurden Einzelmesswerte der relevanten Stoffe der Bezugsjahre 2018 und 2019, wenn keine aktuellen Daten vorhanden waren auch der Jahre 2015-2017, verwendet. Wie schon weiter oben erwähnt, wurden die Messdaten aus dem Jahr 2020 aufgrund der Verfügbarkeit nicht für die Auswertung berücksichtigt. Zur Frachtenberechnung der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Selen und Zink wurden ausnahmslos Gesamtkonzentrationen herangezogen, um eine unmittelbare Vergleichbarkeit mit den Emissionsfrachten herstellen zu können.

Die Konzentration prioritärer Stoffe in Gewässern kann häufig nicht bestimmt werden, weil möglicherweise vorhandene Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Um die Frachtenabschätzung an den einzelnen Bezugsmessstellen trotzdem mit einer akzeptablen Belastbarkeit vornehmen zu können, wurde die folgende Vorgehensweise gewählt, die von der Elbe-Kommission zur Berechnung von Jahresfrachten mit Werten kleiner Bestimmungsgrenze empfohlen wird: Konzentrationswerte unter der Bestimmungsgrenze gehen mit dem halben Wert der Bestimmungsgrenze in die Berechnung ein ( $< BG = BG/2$ ). Wenn der Mittelwert aus allen Konzentrationswerten einer Messstelle nach Berücksichtigung der Regel „ $< BG = BG/2$ “ kleiner als die Bestimmungsgrenze ist, dann wird die Fracht im Gewässer für diese Messstelle nicht berechnet, sondern mit 0 angegeben. Ist der Mittelwert jedoch größer als die Bestimmungsgrenze, werden die Frachten berechnet.

Für insgesamt neun Stoffe (Cadmium, Nickel, Cypermethrin, Selen, Chlortoluron, Diflufenican, Metazachlor, Nicosulfuron und Terbutylazin) wurde an keiner der untersuchten Bezugsmessstellen eine Gewässerfracht berechnet, da die Messwerte einer Jahresreihe an allen Messstellen zumeist unterhalb der BG lagen. Für diese Stoffe können in den einzelnen Betrachtungsräumen nur Informationen zu Punktquellen (Tier 1) dargestellt werden.

Für PBDE und PFOS lagen die Messwerte der Wasserphase ebenfalls meist unter der Bestimmungsgrenze. Für diese beiden Stoffe waren jedoch Ergebnisse von Biota-Untersuchungen in den Betrachtungsräumen Obere Sauer, Wiltz und Alzette verfügbar, weshalb theoretische Konzentrationen in der Wasserphase berechnet werden konnten. Anhand der theoretischen Konzentration und den Jahresabflüssen an den „Ablauf“-Messstellen der Betrachtungsräume wurde eine theoretische Gewässerfracht errechnet. Die Biota-Proben im Betrachtungsraum Alzette wurden an der Gewässergütemessstelle Alzette – Ettelbruck entnommen und somit direkt an der „Ablauf“-Messstelle des Betrachtungsraums. Auch für Quecksilber sowie Heptachlor konnten theoretische Gewässerfrachten berechnet werden, da Ergebnisse von Biota-Untersuchungen zur Verfügung standen.

Abbildung 3: Ungefähre Lage der Bezugsmessstellen an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume



Anhand von langjährigen mittleren Jahresabflüssen an den Bezugsmessstellen wurden aus den Jahresdurchschnittskonzentrationen der relevanten Stoffe Jahresfrachten im Gewässer berechnet.

Im nächsten Schritt wurde die Immissionsfracht der relevanten Stoffe je Betrachtungsraum errechnet, indem von den Frachten in den „Ablauf“-Messstellen (Exporte aus dem Betrachtungsraum) die Frachten der „Zulauf“-Messstellen (Importe in den Betrachtungsraum) subtrahiert wurden. Da nicht für alle „Zulauf“- und „Ablauf“-Messstellen eines Betrachtungsraums Frachten für

alle relevanten Stoffe berechnet werden konnten, wurde folgender Ansatz gewählt, um festzulegen, ob das Emissionsinventar nach dem Flussfrachtbezogenen (Tier 2) oder dem Punktquellen-Ansatz (Tier 1) berechnet werden kann:

Tier 2	An der „Ablauf“-Messstelle eines Betrachtungsraums wurde eine Gewässerfracht berechnet. An allen „Zulauf“-Messstellen wurde eine Gewässerfracht berechnet (100% des Zulaufs) oder an jenen „Zulauf“-Messstellen, die $\geq 50\%$ des mittleren Jahresabflusses aller „Zulauf“-Messstellen ausmachen, wurde eine Gewässerfracht berechnet.
Tier 2*	An der „Ablauf“-Messstelle eines Betrachtungsraums wurde eine Gewässerfracht berechnet. An keiner „Zulauf“-Messstelle wurde eine Gewässerfracht berechnet (0% des Zulaufs) oder an jenen „Zulauf“-Messstellen, die $< 50\%$ des mittleren Jahresabflusses aller „Zulauf“-Messstellen ausmachen, wurde eine Gewässerfracht berechnet.  In diesen Fällen kann der Flussfrachtbezogene Ansatz nur eingeschränkt berechnet werden, da Informationen zu den Importen in den Betrachtungsraum fehlen. Diffuse Stoffeinträge werden in diesen Betrachtungsräumen tendenziell überschätzt.
Tier 1	An der „Ablauf“-Messstelle eines Betrachtungsraums wurde keine Gewässerfracht berechnet.  Exporte aus dem Betrachtungsraum sind kleiner als die Importe in den Betrachtungsraum  In einem Betrachtungsraum wurden für einen Stoff weder Gewässerfrachten in den „Zulauf“- noch in den „Ablauf“-Messstellen berechnet.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über jene 29 relevanten Stoffe, für die je Betrachtungsraum unterschiedliche Berechnungsansätze gewählt wurden.

Tabelle 6: Berechnungsansätze der relevanten Stoffe in den sieben Betrachtungsräumen (leere Zellen markieren Stoffe, die im Betrachtungsraum nicht relevant sind)

Betrachtungsraum	Mosel	Untere Sauer	Obere Sauer	Wiltz	Our	Alzette	Chiers
Anthracen						Tier 2	Tier 2 <sup>1</sup>
Fluoranthren	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Isoproturon				Tier 1			
Quecksilber	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 1
Benzo(a)pyren	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Benzo(b)fluoranthren	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Benzo(k)fluoranthren	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Benzo(g,h,i)perylene	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	Tier 2*	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2
Tributylzinn							Tier 2

<sup>1</sup> Nicht relevant in diesem Betrachtungsraum, Berechnung wurde jedoch aufgrund vorhandener Messwerte durchgeführt

Betrachtungsraum	Mosel	Untere Sauer	Obere Sauer	Wiltz	Our	Alzette	Chiers
PBDE	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 1
PFOS	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 1
Cypermethrin	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2*	Tier 1
Heptachlor und -epoxid	Tier 1	Tier 1	Tier 2*	Tier 2*	Tier 1	Tier 2*	Tier 1
Arsen	Tier 2	Tier 1	Tier 2	Tier 2		Tier 2	Tier 2
Blei				Tier 1			
Cadmium				Tier 1			Tier 1
Kobalt	(Tier 2)		(Tier 2)	(Tier 2)		(Tier 2)	(Tier 2)
Kupfer	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2*	Tier 2	Tier 2*	Tier 2
Nickel			Tier 1	Tier 1	Tier 1		
Selen	Tier 1					Tier 1	Tier 1
Zink	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 1		Tier 2	Tier 2
2,4 MCPA			(Tier 2*)				
Chlortoluron						Tier 1	
Diflufenican	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1
Flufenacet			Tier 1	Tier 1		Tier 2*	
Metazachlor	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1
Nicosulfuron	Tier 1						
Terbutylazin		Tier 1	Tier 1	Tier 1	(Tier 2*)	Tier 1	Tier 1

Tier 2\*...Flussfrachtbezogener Ansatz kann nur eingeschränkt berechnet werden, da keine oder unzureichende Informationen zu Frachten am Gebiets-„Zulauf“ vorliegen

(Tier 2\*)...Flussfrachtbezogener Ansatz kann nur eingeschränkt berechnet werden, da keine oder unzureichende Informationen zu Frachten am Gebiets-„Zulauf“ vorliegen. Zusätzlich sind derzeit keine Informationen/ Abschätzungen zu Emissionen aus Punktquellen verfügbar

(Tier 2)...Gewässerfrachten können berechnet werden. Da keine Informationen/Abschätzungen zu Emissionen aus Punktquellen vorliegen, kann Tier 2 nicht angewandt werden

## 2.6 Berechnung der Einträge aus Punktquellen

Bei der Abschätzung der Einträge aus Punktquellen wurden kommunale Abwasserbehandlungsanlagen und industrielle Direkteinleiter berücksichtigt.

### 2.6.1 Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen

Zur Abschätzung der Einträge aus kommunalen Kläranlagen wurden alle Kläranlagen, die im Referenzjahr 2018 in Betrieb waren, herangezogen. Für Luxemburg wurden dabei alle kommunalen Kläranlagen mit einer Ausbaupkapazität  $\geq 15$  EW<sub>60</sub> berücksichtigt. Jene Betrachtungsräume in denen die Hauptflüsse die Grenzen zu Deutschland darstellen (Mosel, Untere Sauer, Our) wurden weiters deutsche Kläranlagen, die in diese Flüsse direkt oder in relevante Nebenflüsse einleiten, mit einer Ausbaupkapazität  $\geq 2.000$  EW<sub>60</sub> herangezogen (persönliche Mitteilung, Dr. Antje Ullrich, UBA Deutschland). Tabelle 7 und Tabelle 8 geben Anzahl und Ausbaupkapazität der Kläranlagen (in EW<sub>60</sub>) untergliedert nach den Behandlungsstufen in den einzelnen Betrachtungsräumen an.

Tabelle 7: Anzahl der kommunalen Kläranlagen in den Betrachtungsräumen unterteilt nach Reinigungsstufen

Reinigungsstufen	Luxembourg (ARAs $\geq 15$ EW <sub>60</sub> )						Deutschland (ARAs $\geq 2000$ EW <sub>60</sub> )			Gesamt
	M	C	CN	CND	CNP	CNDP	CN	CND	CNDP	
Mosel	4	2	11	1		4		1	3	26
Untere Sauer	5	5	9		2	4	3	6	3	37
Obere Sauer	21	6	6		1	3				37
Wiltz	35	10	12	2		2				61
Our	6	1	5			1	1			14
Alzette	38	3	19			10				70
Chiers						1				1
<b>Gesamt</b>	<b>109</b>	<b>27</b>	<b>62</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>246</b>

M...Mechanische Reinigung, C...Kohlenstoffentfernung, N...Nitrifikation, D...Denitrifikation, P...Phosphorentfernung

Für die Ermittlung der Emissionen relevanter Stoffe aus kommunalen Kläranlagen wurden national und international verfügbare Monitoringdaten zu Stoffkonzentrationen im Ablauf kommunaler Abwasserbehandlungsanlagen (Emissionsfaktoren) herangezogen. Für die Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn) liegen auch Monitoringdaten in Luxemburger Kläranlagen vor. Da jedoch außer für Zink der Großteil der Messungen unter BG lag (BG 5 µg/L für Cd und Pb, BG 50 µg/L für Cr, Cu, Ni, Zn und BG 10 µg/L für As), wurden die Monitoringdaten der Luxemburger Kläranlagen in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt, sondern auf Daten aus der Literatur zurückgegriffen (siehe Tabelle 15).

Die Berechnung der Stoffeinträge aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen erfolgte für die als relevant eingestuftten Stoffe anhand von Emissionsfaktoren und jährlichen Abwassermengen, die für die Kläranlagen  $\geq 2.000$  EW<sub>60</sub> in der Regel zur Verfügung standen. Für jene Kläranlagen  $< 2.000$  EW<sub>60</sub>, für die keine Jahresabwassermengen bekannt waren, wurden diese anhand der Ausbaukapazität und der daraus abgeschätzten mittleren Belastung der Kläranlage, berechnet:

Mittlere Belastung der Kläranlage [EW<sub>60</sub>] = Ausbaukapazität [EW<sub>60</sub>]\*0,64 (Lindtner et al, 2003)

Jahresabwassermenge [L/a] = Mittlere Belastung der Kläranlage [EW<sub>60</sub>] \* 200 l/EW<sub>60</sub>/d\*365

Für Kläranlagen  $\geq 2.000$  EW<sub>60</sub> wurden Informationen zur mittleren Belastung der Kläranlagen von der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung zur Verfügung gestellt (Referenzjahr 2016).

Tabelle 8: Ausbaukapazität der kommunalen Kläranlagen (EW<sub>60</sub>) in den Betrachtungsräumen unterteilt nach Reinigungsstufen

	Luxembourg (ARAs ≥ 15 EW <sub>60</sub> )						Deutschland (ARAs ≥ 2000 EW <sub>60</sub> )			Gesamt
	M	C	CN	CND	CNP	CNDP	CN	CND	CNDP	
Alzette	5 660	480	32 700			558 500				597 340
Chiers						70 000				70 000
Mosel	1 880	280	16 435	7 500		64 500		4 000	27 120	121 715
Obere Sauer	3 180	1 260	5 325		80 000	19 200				108 965
Our	530	200	8 575			5 000	2 600			16 905
Untere Sauer	550	3 275	19 461		4 500	53 500	9 800	22 696	31 900	145 682
Wiltz	4 705	2 220	24 110	1 200		8 000				40 235
<b>Gesamt</b>	<b>16 505</b>	<b>7 715</b>	<b>106 606</b>	<b>8 700</b>	<b>84 500</b>	<b>778 700</b>	<b>12 400</b>	<b>26 696</b>	<b>59 020</b>	<b>1 100 842</b>

## 2.6.2 Industrielle Direkteinleiter

Zur Abschätzung der Stoffeinträge durch industrielle Direkteinleiter wurden alle verfügbaren Daten der Jahre 2013 bis 2018 herangezogen und die mittleren Emissionen aus diesen Jahren berücksichtigt. Neben den Emissionen industrieller Direkteinleiter, die aufgrund der Überschreitung eines wasserrelevanten Schwellenwertes nach E-PRTR-Verordnung berichtspflichtig sind, wurden für die vorliegende Arbeit auch industrielle Direkteinleiter berücksichtigt, die aufgrund der Schwellenunterschreitung nicht PRTR-berichtspflichtig sind. Die Daten wurden durch die Wasserwirtschaftsverwaltung zur Verfügung gestellt und auf Ebene der Betrachtungsräume aggregiert.

Tabelle 9 gibt die industriellen Direkteinleiter je Betrachtungsraum an. Für die Betrachtungsräume Mosel, Our, Untere Sauer, Obere Sauer und Wiltz waren keine Information zu industriellen Direkteinleitern verfügbar.

Tabelle 9: Betrachtungsraum und Angabe der industriellen Einleitungen

Betrachtungsraum	Industrieller Direkteinleiter	Einleitungen
Alzette	ArcelorMittal Belval & Differdange (Site de Belval)	Cu, Pb, Zn
	ArcelorMittal Bissen	Cu, Pb, Zn
	DuPont de Nemours (Luxembourg)	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
	DuPont Teijin Films Luxembourg	Cu, Ni, Pb, Zn
	Good-Year Wireplant	Cu, Zn
Chiers	ArcelorMittal Belval & Differdange (Site de Differdange)	As, Pb, Zn

## 2.7 Abschätzung diffuser Stoffeinträge

Zur Umsetzung des Flussfrachtbezogenen Ansatzes wurden alle vorliegenden Ergebnisse, Immissionsfracht und Emissionsfracht (kommunale Abwasserbehandlungsanlagen, industrielle Direkteinleiter) zusammengefasst und ausgewertet. Wie in Kapitel 4.3 beschrieben, liegen die verfügbaren Informationen nicht zeitlich synchron vor (so liegen etwa Immissionsdaten in den Betrachtungsräumen aus unterschiedlichen Jahren vor), wodurch es zu Unsicherheiten hinsichtlich der Interpretierbarkeit und Aussagefähigkeit der Ergebnisse kommt. Diffuse Stoffeinträge wurden berechnet, indem die Frachten aus Punktquellen von der Immissionsfracht im Betrachtungsraum subtrahiert wurden.

Eine Differenzierung der diffusen Stoffeinträge von prioritären und national relevanten Stoffen (Landwirtschaft, Straßenabwässer, atmosphärische Deposition, Altlasten, nicht angeschlossene Einwohner) erfolgte im vorliegenden Projekt nicht. Da allerdings durch die Wasserwirtschaftsverwaltung Daten zu den nicht-angeschlossenen Einwohnern je Betrachtungsraum zur Verfügung gestellt werden konnten, wurden für diesen diffusen Eintragspfad Frachten berechnet.



### 2.7.1 Nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossene Einwohner

Tabelle 10 gibt jene Einwohner in den einzelnen Betrachtungsräumen an (Mittelwert aus den Jahren 2015 – 2017), die nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossen sind. Für diesen Eintragungspfad wurden Frachten relevanter Stoffe anhand typischer Wasserverbräuche von nicht-angeschlossenen Einwohnern (130 L/E/d) und anhand von Literaturwerten im Rohabwasser berechnet (Zulauf von Kläranlagen – siehe Anhang).

*Tabelle 10: Nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossene Einwohner je Betrachtungsraum*

<b>Betrachtungsraum</b>	<b>Nicht angeschlossene Einwohner</b>
<b>Mosel</b>	16 559
<b>Untere Sauer</b>	1 511
<b>Obere Sauer</b>	95
<b>Wiltz</b>	135
<b>Our</b>	117
<b>Alzette</b>	2 618
<b>Chiers</b>	430
<b>Gesamt</b>	21 525

## 3 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme werden stoffspezifisch auf Ebene der sieben Betrachtungsräume dargestellt (Tabelle 18 bis Tabelle 31 im Anhang) und im Folgenden für jeden relevanten Stoff bzw. jede Stoffgruppe beschrieben. Frachten im Gewässer wurden grundsätzlich anhand der gemessenen Konzentrationen in der Wasserphase berechnet. Für PBDE, Quecksilber, PFOS und Heptachlor wurden theoretische Konzentrationen in der Wasserphase anhand von Biota-Werten berechnet.

### 3.1 PAK

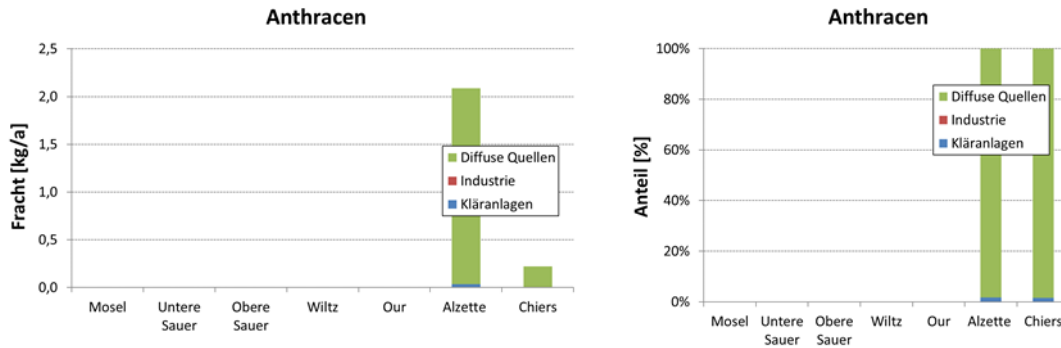
Der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) konnte für die einzelnen Substanzen in zwei bis fünf Betrachtungsräumen berechnet werden. Im Betrachtungsraum Mosel lagen Messwerte nur für die Bezugsmessstelle des Gebietsauslaufes vor, nicht aber für den Gebietszulauf. Eine Flussfrachtbezogene Betrachtung war daher nur eingeschränkt möglich, da in diesem Fall die Einträge aus diffusen Quellen überschätzt werden.

#### 3.1.1 Anthracen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die ZHK-UQN für Anthracen (0,1 µg/L) an Messstellen in zwei Betrachtungsräumen überschritten, 2018 an der Messstelle Alzette – Ettelbruck (L100011A21) (0,114 µg/L) und 2019 an der Messstelle Maragole – amont confluent Chiers (L300038A01) (0,103 µg/L).

Da die Überschreitung an der Messstelle Maragole - amont confluent Chiers durch einen einzelnen hohen Messwert verursacht wurde und sich im selben OWK weitere Messstellen ohne Überschreitung befanden, wurde der hohe Messwert als Ausreißer beurteilt und Anthracen im Betrachtungsraum Chiers nicht als relevant erachtet. Da jedoch an den Zu- und Ablaufmessstellen auch im Betrachtungsraum Chiers für Anthracen Messwerte > BG vorlagen, wurden die Frachten berechnet in Abbildung 4 dargestellt. In den Betrachtungsräumen Alzette und Chiers konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) berechnet werden (Abbildung 4).

Abbildung 4: Anthracen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

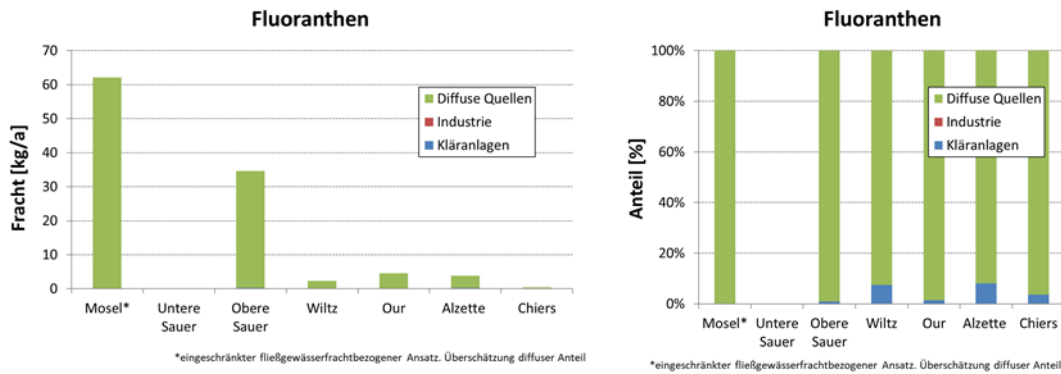


### 3.1.2 Fluoranthen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN für Fluoranthen (0,0063 µg/L) an Messstellen in allen Betrachtungsräumen überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Fluoranthen berechnet werden (Abbildung 5).

Abbildung 5: Fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

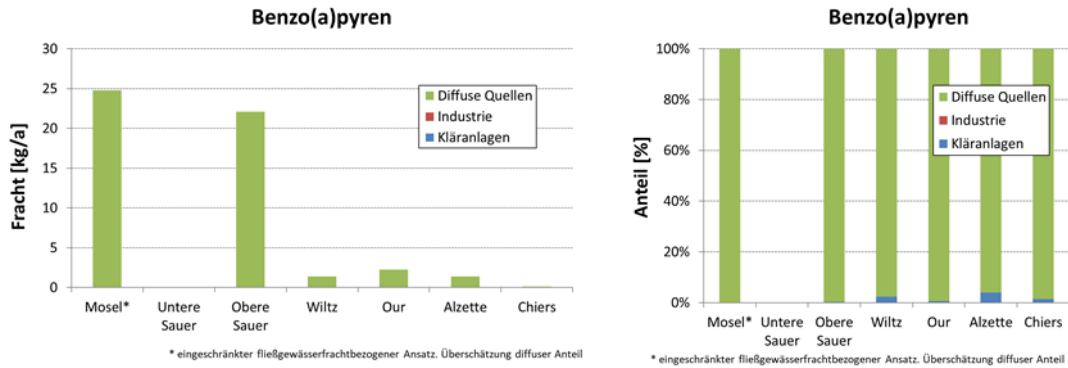


### 3.1.3 Benzo(a)pyren

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN für Benzo(a)pyren (0,00017 µg/L) an Messstellen in allen Betrachtungsräumen überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde. Im Betrachtungsraum Mosel wurde weiters in einer Biota-Probe aus dem Referenzjahr 2016 die Biota-UQN überschritten.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Benzo(a)pyren berechnet werden (Abbildung 6).

Abbildung 6: Benzo(a)pyren-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

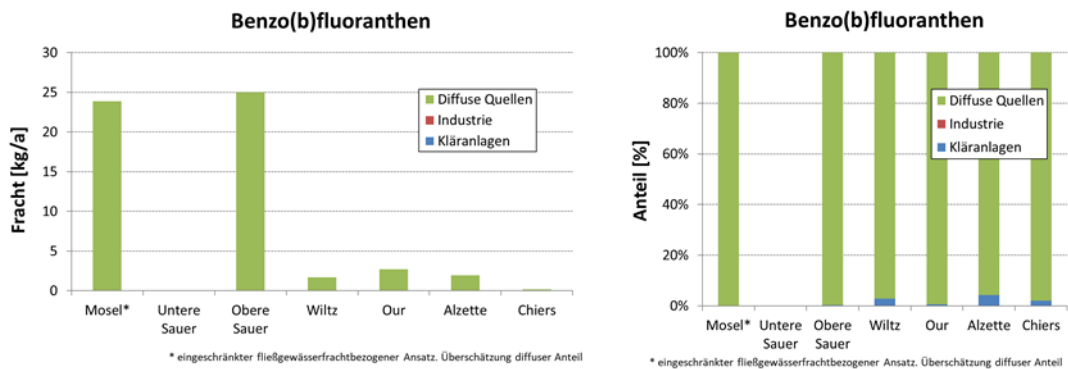


### 3.1.4 Benzo(b)fluoranthen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN für Benzo(b)fluoranthen (0,017 µg/L) an Messstellen in allen Betrachtungsräumen überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Benzo(b)fluoranthen berechnet werden (Abbildung 7).

Abbildung 7: Benzo(b)fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

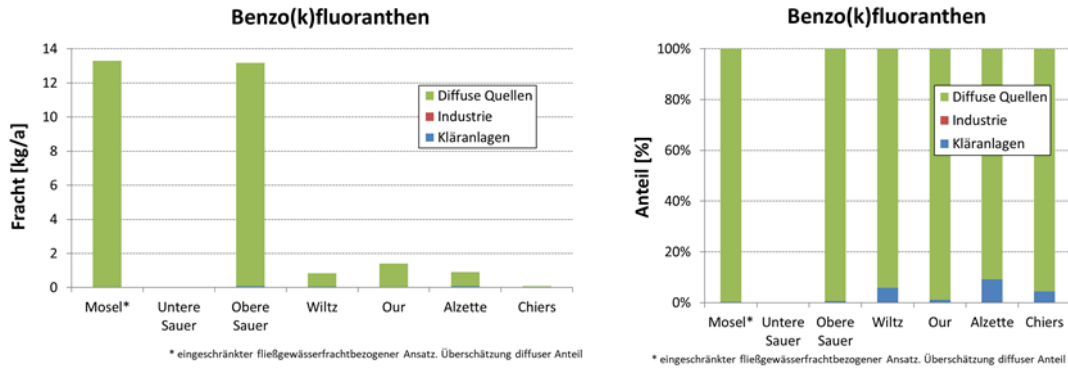


### 3.1.5 Benzo(k)fluoranthen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN für Benzo(k)fluoranthen (0,017 µg/L) an Messstellen in allen Betrachtungsräumen überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Benzo(k)fluoranthen berechnet werden (Abbildung 8).

Abbildung 8: Benzo(k)fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

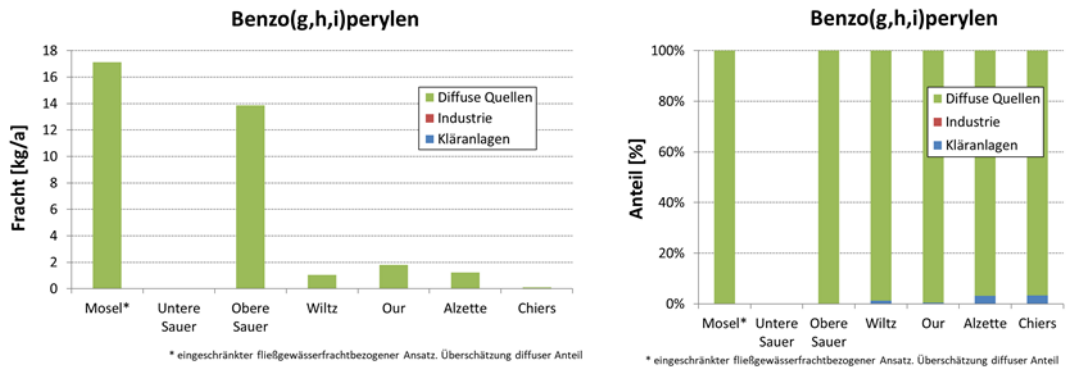


### 3.1.6 Benzo(g,h,i)perylen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN für Benzo(g,h,i)perylen (0,0082 µg/L) an Messstellen in allen Betrachtungsräumen überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Benzo(g,h,i)perylen berechnet werden (Abbildung 9).

Abbildung 9: Benzo(g,h,i)perylen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)

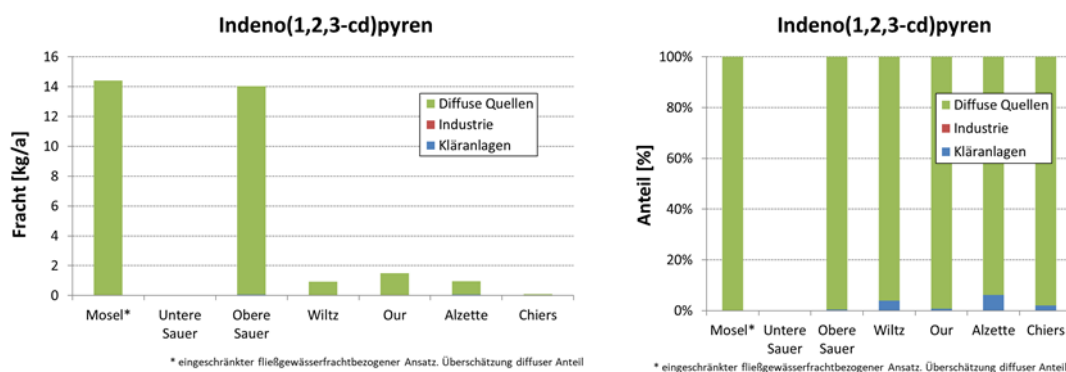


### 3.1.7 Indeno(1,2,3-cd)-pyren

Für Indeno(1,2,3-cd)-pyren sieht die RL 2013/39/EU keine eigenen UQN vor. In Fußnote 11, Anhang I, Teil A der RL wird vielmehr erwähnt, dass „Bei der Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) bezieht sich die Biota-UQN und die entsprechende JD-UQN in Wasser auf die Konzentration von Benzo(a)pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo(a)pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden; daher ist nur Benzo(a)pyren zum Vergleich mit der BIOTA-UQN und der entsprechenden JD-UQN im Wasser zu überwachen.“ Da Benzo(a)pyren in allen Betrachtungsräumen als relevant eingestuft wurde, wird auch Indeno(1,2,3-cd)-pyren als relevanter Stoff für alle Betrachtungsräume erachtet.

In fünf der sieben Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) für Indeno(1,2,3-cd)-pyren berechnet werden (Abbildung 10).

Abbildung 10: Indeno(1,2,3-cd)-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)



### 3.1.8 Zusammenfassende Bewertung

Wie bereits im zweiten Gewässerbewirtschaftungsplan Luxemburgs beschrieben, zeigte auch das vorliegende Projekt die landesweite Relevanz der PAK. Überschreitungen der UQN wurden in allen Betrachtungsräumen beobachtet und die Berechnung von Frachten war an fast allen Bezugsmessstellen der Betrachtungsräume möglich, wobei die höchsten Stoffeinträge durch Fluoranthen verursacht wurden (0,4 kg/a – 62 kg/a).

Bei den PAK sind Einträge aus Punktquellen in der Regel von untergeordneter Bedeutung. In den europäischen Bewirtschaftungsplänen unter der WRRL werden PAK-Belastungen häufig als ubiquitäres Phänomen mit atmosphärischer Deposition und Verkehr als diffuser Hauptquelle beschrieben.

In Österreich und Deutschland wurden PAK-Einträge ins Gewässer mittels des Modells „Modelling of Regionalised Emissions“ (MoRE) abgeschätzt. Dieses Modell wurde auch in der Luxemburger Vorstudie zur Modellierung der Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer Luxemburgs angewandt (KIT, 2020). In der Studie aus Österreich wurde der Eintrag von Benzo(a)pyren und Fluoranthen anhand von MoRE auf Ebene von 754 Teileinzugsgebieten abgeschätzt (BMNT, 2019). Dabei zeigte sich, dass für beide Stoffe der größte Anteil der Einträge in die Gewässer aus der Erosion von natürlichen Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 41% - 42%) und dem Oberflächenabfluss<sup>2</sup> (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 26% - 30%) stammt. Mischwasserentlastungen waren nur für jeweils 1% des Benzo(a)pyren bzw. Fluoranthen- Eintrags verantwortlich, Regenwasser aus Trennkanalesationen für jeweils 2% und der Ablauf kommunaler Kläranlagen zu jeweils < 1%. Die Ergebnisse verdeutlichten, dass sich die Österreichweiten Abschätzungen nicht ohne weiteres auf einzelne Einzugsgebiete übertragen lassen und dass sich die Bedeutung der einzelnen Eintragspfade in den Einzugsgebieten stark unterscheiden kann.

Auch in Deutschland wurden PAK-Einträge in Oberflächengewässer untersucht (Fuchs et al., 2010), wobei auf bestehende Unsicherheiten bei der Quantifizierung der eingetragenen PAK-Frachten hingewiesen wurde. Für PAK16 – Einträge wurde für den Zeitraum 2003 – 2005 eine

<sup>2</sup> Oberflächenabfluss = Abfluss von nicht-versiegelten, natürlichen Flächen

Fracht von 19 164 kg/a ermittelt, wobei der größte Anteil aus urbanen Systemen<sup>3</sup> (30%), atmosphärischer Deposition (22%) und Oberflächenabfluss (19%) stammt. Kommunale Kläranlagen trugen rund 7% zum Eintrag in die Gewässer bei.

Für den Zeitraum 2006 – 2011 wurden bei Fuchs et al. (2017) mittlere PAK16-Einträge von ca. 15 100 kg/a in die deutschen Oberflächengewässer ermittelt. Die Kanalisationssysteme stellten mit 48 % des Gesamteintrags den Haupteintragspfad dar. Ein weiterer wichtiger Pfad war die direkte atmosphärische Deposition auf die Gewässeroberfläche (18 %). Ebenfalls relevante Pfade waren der Oberflächenabfluss, die Erosion und die Binnenschifffahrt mit insgesamt 27 %. Eine untergeordnete Rolle spielten die restlichen Eintragspfade. So lag der Anteil kommunaler Kläranlagen bei etwa 6% des gesamten Eintrags.

In Luxemburg haben sich den letzten Jahren drei Projekte unter anderem mit der Herkunft und den Massenflüssen der PAK beschäftigt.

Im Projekt *FluxAlzette* wurde entsprechend dem Stoffflussansatz der PAK-Eintrag (PAK16) für ein Nass- (2002 – 2003) und ein Trockenjahr (2003 – 2004) in einem urban und einem ländlich geprägten Gebiet im Betrachtungsraum Alzette untersucht. Dieser Betrachtungsraum umfasst zum einen den ehemals stark von der Eisenindustrie geprägten Süden Luxemburgs als auch die Hauptstadt Luxemburg. Im urban geprägten Einzugsgebiet lag der Anteil kommunaler Kläranlagen an der Gesamtemission bei 3% (Nassjahr) bis 10% (Trockenjahr). Mischwasserentlastungen trugen zu 9% bis 22% zu den Gesamtemissionen bei, während Niederschlagswassereinleitungen für 6% bis 16% der PAK16-Einträge ins Gewässer verantwortlich waren. Im ländlich geprägten Einzugsgebiet lag der Anteil der PAK16-Einträge aus kommunalen Kläranlagen bei 0,7% - 5%, der Anteil der Mischwasserentlastungen bei 2% - 12% und der Anteil aus Niederschlagswassereinleitungen bei 1% - 7% (Gallé et al., 2018). Die Ergebnisse zeigten, dass in Luxemburg nur ein Teil der PAK-Belastung im Gewässer durch Einträge aus der Siedlungswasserwirtschaft (Kläranlagen als Punktquellen, Mischwasserentlastungen und Niederschlagswassereinleitungen als diffuse Quellen) verursacht wird (bis zu 50% der PAK-Belastung im Gewässer stammen aus diesem Bereich). Aus urbanen Flächen (Mischwasserentlastungen und Niederschlagswassereinleitungen) stammten zwischen 15% - 38% der PAK-Einträge im urban geprägten Einzugsgebiet und zwischen 3% und 19% im ländlich geprägten Einzugsgebiet. Ein bedeutender Anteil der PAK-Belastung in den Gewässern scheint laut Gallé et al. (2018) auf schwer zu verortende historische kontaminierte Flächen zurückzuführen zu sein. Die Berechnungen im Projekt bargen die Unsicherheit, dass Konzentrationen für den urbanen Oberflächenabfluss aus punktuellen Emissionsstudien stammten, deren Repräsentativität und Variabilität im jeweiligen Einzugsgebiet unbestimmt sind.

Im Projekt *Flush* wurde die PAK-Belastung in der Hochwasserwelle anhand von Autosamplern zeitlich hochaufgelöst beprobt und die jeweilige Fracht und das Transportverhalten bei unterschiedlichen hydrologisch-meteorologischen Randbedingungen untersucht. Die Ergebnisse des Projektes wiesen darauf hin, dass eine Vielzahl von punktuellen Kontaminationsquellen die (diffuse) Belastung der PAK generieren und dass urbaner Oberflächenabfluss nicht die wesentliche Quelle der PAK-Belastung darstellt. An der oberen Alzette zeigte sich eine hohe Grundbelastung, aber kaum erhöhte Frachten aus Entlastungen.

Im Projekt *ImmiCad* (2012) wurde in Ergänzung zu den oben genannten Projekten, die vorrangig urbane Einzugsgebiete betrachteten, die PAK-Belastung von ländlichen Strukturen untersucht. Die Beprobungen erfolgten bei Niedrigwasser an 14 Standorten im ganzen Land und

---

<sup>3</sup> Urbane Systeme = Einträge von versiegelten urbanen Flächen über Regenwasserkanäle, Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen über Mischkanalisationsüberläufe, Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen, die an eine Kanalisation, aber nicht an eine Kläranlage angeschlossen sind und Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen, die nicht an die Kanalisation angeschlossen sind.

zeigten ein sehr unregelmäßiges Verhalten der PAK-Belastung, das unabhängig von versiegelten Flächen im Einzugsgebiet war.

Vergleicht man die Ergebnisse der Untersuchungen in Luxemburg mit jenen aus Deutschland und Österreich, so liegen die Emissionen aus urbanen Systemen in allen drei Ländern in einem vergleichbaren Bereich. Die Schwankungsbreite der Ergebnisse in den drei Ländern ergibt sich durch unterschiedliche methodische Ansätze bei der Abschätzung der PAK-Einträge (z.B. Berücksichtigung von urban und ländlich geprägten Gebieten, Anwendung von Modellen, Verwendung von Messwerten).

Anhand der Ergebnisse unterschiedlicher Untersuchungen in Luxemburg zieht Gallé et al. (2018) den Schluss, dass die Quellen der PAK-Belastung zu einem großen Teil in Altlasten zu suchen sind, die alluvial an die Fließgewässer angeschlossen sind. Da PAK primär an Schwebstoffe und Sedimente gebunden sind, wird der Massenfluss der PAK einer Jahresbilanz entscheidend vom Schwebstofftransport in den großen Wellen dominiert. Die Situation bei Niederwasserverhältnissen spiegelt eine sehr differenzierte Expositionslage für Gewässerorganismen wieder, die auch von ihrer Dauer her für die Ausprägung des ökologischen Zustands relevant sind.

## **3.2 Metalle**

Gemäß RL 2013/39/EU erfolgte die Relevanzbewertung der Metalle anhand der gelösten Konzentrationen im Gewässer. Die Berechnung der Frachten für das Emissionsinventar erfolgte anhand von Gesamtkonzentrationen im Gewässer, um eine unmittelbare Vergleichbarkeit mit den Emissionsfrachten herstellen zu können. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass der Nachweis von Gesamtfractionen und gelösten Fractionen der Metalle keiner unmittelbaren Aussage hinsichtlich des Risikos für die aquatische Umwelt zulässt. Für diese Bewertung müssen die biologisch verfügbaren Konzentrationen der Metalle gemäß technischem Leitfaden R.7.13-2 unter REACH („Environmental risk assessment for metals and metal compounds“) bestimmt werden, wie dies bereits für Kupfer, Nickel und Zink durch die Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung erfolgte.

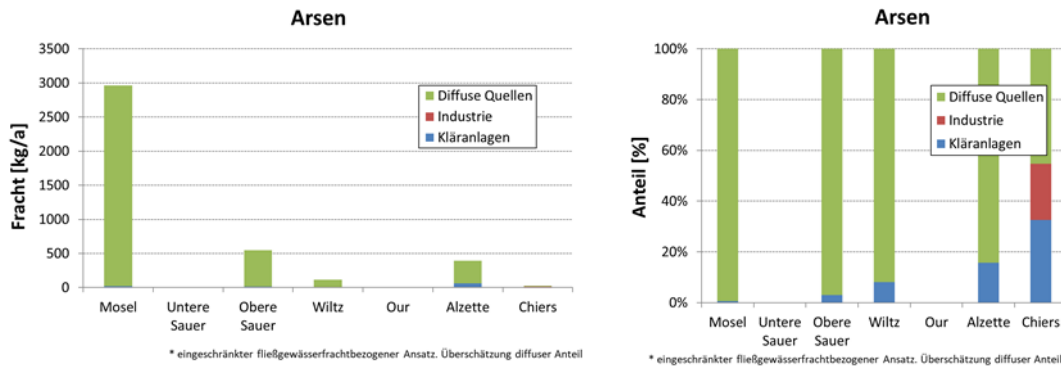
### **3.2.1 Arsen**

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde der nationale Grenzwert für Arsen (0,83 µg/L) in allen Betrachtungsräumen mit Ausnahme der Our überschritten, weshalb dieser Stoff landesweit als relevant eingestuft wurde.

In fünf der sechs Betrachtungsräume, in denen Arsen relevant ist, konnte der Flussfrachtbezogene Ansatz (Tier 2) berechnet werden (Abbildung 11). Im Betrachtungsraum Untere Sauer lagen die Messwerte am Gebietsauslauf alle unter der Bestimmungsgrenze (0,5 µg/L), weshalb an dieser Messstelle und somit für diesen Betrachtungsraum keine Fracht im Gewässer berechnet werden konnte. Für den Betrachtungsraum Untere Sauer konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).



Abbildung 11: Arsen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)



Die Arsen-Frachteinträge schwanken von 29 kg/a (Chiers) bis 2965 kg/a (Mosel), wobei die Relevanz der einzelnen Eintragspfade variiert. In den Betrachtungsräumen Alzette, Chiers und Wiltz verursachen Emissionen aus kommunalen Kläranlagen etwa 10 - 30% der Frachteinträge ins Gewässer. Eine Bilanzierung des Eintrags prioritärer Schwermetalle in Deutschland (Böhm et al., 2001) konnte für Arsen nicht umfassend durchgeführt werden, da keine ausreichende Datenbasis zur Quantifizierung diffuser und kommunaler Arseneinträge vorhanden war. In den Niederlanden lagen die Arsen-Einträge in Oberflächengewässer im Jahr 1996 bei 3220 kg/a, wobei rund 67% der Einträge aus Kläranlagenabläufen erfolgte (HIMH, 1998).

Für Arsen kann die natürliche geogene Hintergrundbelastung zur Konzentration in Gewässern beitragen. Arsen kommt in verschiedenen Mineralien, wie Arsenkies, und als Begleiter anderer Mineralien, wie Zinkblende oder Eisenkies (Schwefelkies) vor (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2018). In deiner Studie des Bundeslands Sachsen-Anhalt (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, 2010) wurden als Hauptquellen anthropogen bedingter Arsen-Freisetzung in die Umwelt die Verhüttung von Erzen, die Energieerzeugung aus fossilen Kohlenstoffträgern und die Zementindustrie genannt. In derselben Studie wurden geogene Hintergrundkonzentrationen für Arsen in der gelösten Phase (überwiegend 0,25 µg/L) sowie für Gesamtgehalte (salinaren Gewässerlandschaften 2,3 µg/L, metallo gene Gewässerlandschaften 0,25 µg/L, karbonatisch-dolomitische Gewässerlandschaften 0,9 µg/L) ermittelt.

### 3.2.2 Cadmium

Für Cadmium ist die UQN gemäß RL 2013/39/EU von der Wasserhärte abhängig (Tabelle 11).

Tabelle 11: Umweltqualitätsnormen für Cadmium und Cadmiumverbindungen gemäß Richtlinie 2013/39/EU

Umweltqualitätsnorm	Wert
JD-UQN Binnenoberflächengewässer <sup>†</sup>	≤ 0,08 µg/L (Klasse 1), 0,08 µg/L (Klasse 2), 0,09 µg/L (Klasse 3), 0,15 µg/L (Klasse 4), 0,25 µg/L (Klasse 5)
ZHK-UQN Binnenoberflächengewässer <sup>†</sup>	≤ 0,45 µg/L (Klasse 1), 0,45 µg/L (Klasse 2), 0,6 µg/L (Klasse 3), 0,9 µg/L (Klasse 4), 1,5 µg/L (Klasse 5)

<sup>†</sup> die UQN hängt von der Wasserhärte ab, die in fünf Klassenkategorien abgebildet wird (Klasse 1: < 40 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Klasse 2: 40 bis < 50 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Klasse 3: 50 bis < 100 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Klasse 4: 100 bis < 200 mg/L CaCO<sub>3</sub> und Klasse 5: ≥ 200 mg/L CaCO<sub>3</sub>).

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2018 lag die Bestimmungsgrenze für Cadmium bei 0,1 µg/L, ab dem Referenzjahr 2019 bei 0,025 µg/L. Für die vorliegende Bewertung wurde die UQN für jede Messstelle für die Referenzjahre 2018 und 2019 berechnet und mit den Cadmium-Konzentrationen verglichen. Überschreitungen der JD-UQN ergaben sich für drei Messstellen im Betrachtungsraum Wiltz, für die jeweils eine JD-UQN von 0,09 µg/L (Klasse 3) berechnet wurde und die alle im OWK IV-2.3 lagen. Die drei Messstellen waren Wemperbach - aval Schimpach (L110034A01) 0,13 µg/L, Wemperbach - Allerborn-frontière (L110034A01-1) 0,1 µg/L und Lingserbaach - aval Oberwampach (L110035A01) 0,38 µg/L). Im Referenzjahr 2019 wurde die JD-UQN/2 weiters an zwei Messstellen im Betrachtungsraum Chiers überschritten (CHIERS - amont Rouerbaach (L300030A02-2) und CHIERS - amont Benzelbaach (L300030A02-3). Da beide Messstellen jedoch im selben Wasserkörper lagen, war das Kriterium zur Relevanzeinschätzung laut technischem Leitfaden der Europäischen Kommission (EU KOM, 2012) nicht erfüllt.

Da der Großteil der Messwerte an den Bezugsmessstellen im Betrachtungsraum Wiltz < BG war, konnte die Berechnung einer Gewässerfracht nur an einer Bezugsmessstelle erfolgen. Die Berechnung des Flussfrachtbezogenen Ansatzes war somit nicht möglich. Es konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).

Bei der regionalspezifischen Emissionsmodellierung auf Ebene von 754 Teileinzugsgebieten mittels des Modells „Modelling of Regionalised Emissions“ (MoRE) in Österreich (BMNT, 2019) wurden als Haupteintragspfade für Cadmium (gesamt) sowohl die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 35%) als auch Grundwasser und Interflow (26%) ermittelt. Für Cadmium (gelöst) waren die Haupteintragspfade Grundwasser und Interflow mit 56% am Gesamteintrag und der Oberflächenabfluss mit 32% am Gesamteintrag.

Auch in Deutschland wurde der Eintrag von Schwermetallen in Gewässer anhand des Modells MoRe modelliert (Fuchs et al., 2017). Die mittleren Cd-Einträge in die deutschen Oberflächengewässer betragen für den Zeitraum 2006-2011 ca. 7 820 kg/a. Cd zeichnete sich dadurch aus, dass die Einträge nicht dominant aus einem Pfad resultieren, sondern relativ gleichverteilt über mehrere Eintragspfade in die Oberflächengewässer eingetragen wurden. Dabei waren der Altbergbau und Grundwasser (jeweils 19% relativer Anteil am Gesamteintrag) und Erosion (15% relativer Anteil am Gesamteintrag) die wichtigsten Eintragspfade.

### 3.2.3 Blei

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die JD-UQN (JD-UQN 1,2 µg/L) in einem Wasserkörper im Betrachtungsraum Wiltz überschritten (1,44 µg/L an der Messstelle LINGSERBAACH - aval Oberwampach (L110035A01) im Jahr 2018).

An den Bezugsmessstellen des Betrachtungsraums Wiltz lagen viele Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/L, an der Bezugsmessstelle des Gebiets-“Ablaufes“ (Wiltz - amont Goebelsmühle) sogar alle Messwerte. Aus diesem Grund konnte keine Gewässerfracht für den Betrachtungsraum Wiltz berechnet werden. Es konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).

Die Einträge von Blei in Oberflächengewässer wurde sowohl in Österreich als auch in Deutschland mit dem Modell MoRe abgeschätzt. In Österreich (BMNT, 2019) wurden als Haupteintragspfade für Blei (gesamt) sowohl die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 56%) und als weiterer wichtiger Eintragspfad die Erosion aus landwirtschaftlichen Nutzflächen (15%) genannt. Für Blei (gelöst) waren die Haupteintragspfade der Oberflächenabfluss (54%) sowie Grundwasser und Interflow (36%).

Auch in Deutschland, wo für den Zeitraum 2006 – 2011 ein Eintrag in deutsche Oberflächengewässer von ca. 302 000 kg/a Blei ermittelt wurde, gelangten rund 63% der Gesamteinträge überwiegend über Erosion in die Gewässer. Als zweiter wichtiger Eintragspfad wurden Kanalisationssysteme (20 %) ermittelt.

### 3.2.4 Kobalt

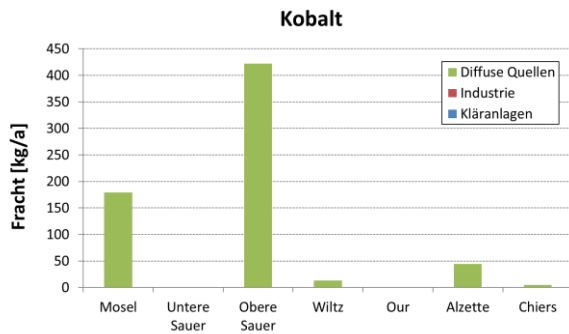
Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Kobalt (0,3 µg/L) in allen Betrachtungsräumen mit Ausnahme der Our überschritten. Im Zeitraum 2018 – 2019 konnten die Überschreitungen in den Betrachtungsräumen Mosel und Untere Sauer nicht durch aktuelle Messungen widerlegt werden, weshalb die Relevanz in diesen beiden Betrachtungsräumen weiterhin gegeben ist. In den übrigen Betrachtungsräumen konnte die Relevanz auch durch Messungen in den Jahren 2018/2019 bestätigt werden. Überschreitungen der UQN wurden im Betrachtungsraum Wiltz und Alzette festgestellt sowie Überschreitungen von UQN/2 in mehr als einem Oberflächenwasserkörper des Betrachtungsraums Obere Sauer. Im Betrachtungsraum Chiers wurden Überschreitungen der UQN/2 an mehreren Messstellen festgestellt, die jedoch alle im selben Oberflächenwasserkörper (VII-1.1) lagen. Somit ist das Relevanzkriterium gemäß technischem Leitfaden der Europäischen Kommission zwar formal nicht erfüllt (UQN/2 muss an mehr als einem Wasserkörper überschritten sein); Kobalt wurde jedoch präventiv als relevant für den Betrachtungsraum Chiers eingestuft.

Die Berechnung der Frachteinträge basierte auf der Relevanzeinschätzung 2017 – 2019. Grundsätzlich konnten Frachten im Fließgewässer für alle sechs Betrachtungsräume, für die Kobalt als relevant eingestuft wurde, berechnet werden. Im Betrachtungsraum Untere Sauer überstieg jedoch die berechnete Fracht im Gebiets-“Zulauf“ jene des Gebiets-“Ablaufes“, weshalb nur die Darstellung von Tier 1 möglich war.

Da bis dato keine verlässlichen Emissionskoeffizienten zu Kobalt im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser gefunden wurden, konnte keine Zuordnung der Einträge zu den einzelnen Eintragspfaden durchgeführt werden.

Anhand von Monitoringergebnissen im Gewässer wurden Frachten zwischen 5 kg/a (Chiers) und 422 kg/a (Obere Sauer) berechnet (Abbildung 12).

Abbildung 12: Kobalt -Einträge [kg/a] in die Gewässer

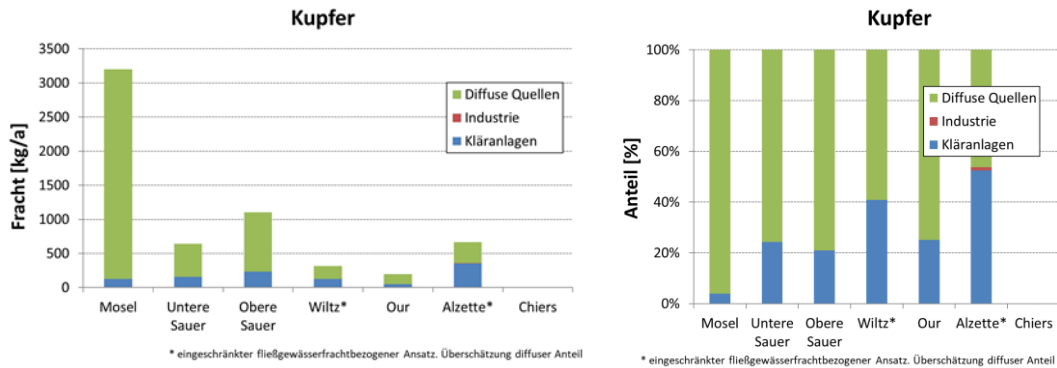


### 3.2.5 Kupfer

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Kupfer (1,4 µg/L) in allen Betrachtungsräumen mit Ausnahme von Chiers überschritten. Im Betrachtungsraum Our wurde das Kriterium der Überschreitung von UQN/2 in mehr als einem Wasserkörper erfüllt, weshalb dieser Stoff für fast alle Betrachtungsräume als relevant eingestuft wurde (Umweltbundesamt, 2018). Im Monitoring-Zeitraum 2018 – 2019 ergab sich hingegen - unter anderem aufgrund der Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils (siehe Kapitel 2.4) - ein differenzierteres Bild (Tabelle 12). Nach den formalen Kriterien des technischen Leitfadens (Europäische Kommission, 2012), ohne Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit, stellt Kupfer aufgrund der Beurteilung der Messwerte 2018/2019 nur in den Betrachtungsräumen Obere Sauer, Wiltz und Alzette einen relevanten Schadstoff dar.

Das Emissionsinventar wurde dennoch für all jene Betrachtungsräume, für die die Bewertung der Monitoringergebnisse der Jahre 2015 – 2019 eine Relevanz auswies, erstellt. Das waren alle Betrachtungsräume mit Ausnahme von Chiers (Abbildung 13).

Abbildung 13: Kupfer-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)



Die Frachteinträge für Kupfer (gesamt) schwankten je nach Betrachtungsraum zwischen 196 kg/a (Our) und 3.207 kg/a (Mosel). Im Betrachtungsraum Alzette trugen die Emissionen aus kommunalen Kläranlagen den größten Teil der Einträge ins Gewässer bei (52%). Im Projekt *FluxAlzette* wurde entsprechend dem Stoffflussansatz der Kupfer-Eintrag in einem Nassjahr (2002 – 2003) in einem urban und einem ländlich geprägten Gebiet im Betrachtungsraum Alzette untersucht. Der Eintrag aus kommunalen Kläranlagen lag dabei bei 8% (ländlich geprägtes Gebiet) bis 13% (urban geprägtes Gebiet). Mischwasserentlastungen trugen zu 16% - 23% zu den Gesamtemissionen bei, während Niederschlagswassereinleitungen (Oberflächenabfluss) für 7% bis 12% der Kupfer-Einträge ins Gewässer verantwortlich waren. Im Projekt *FluxAlzette* stammte im urban geprägten Untersuchungsgebiet etwa die Hälfte der Fracht aus der Siedlungswasserwirtschaft, wobei die Mischwasserentlastungen und die Niederschlagswassereinleitungen trotz vergleichsweise geringer Abflussmengen dominant waren. Vergleicht man die Ergebnisse des Projektes *FluxAlzette*, das einzelne Teileinzugsgebiete betrachtete mit dem Ergebnis des Emissionsinventars, das auf den gesamten Betrachtungsraum Alzette abzielte, so zeigt sich, dass die Relevanz einzelner Eintragspfade in einzelnen Einzugsgebieten stark variieren kann.

Tabelle 12: Bewertung von Kupfer (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen

Betrach- tungsraum	Referenzjahr	Auswertung
Mosel	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN in 13 OWK
	2015 – 2017**	keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Überschreitungen der JD-UQN/2 an einer Messstelle in den Jahren 2018 und 2019 im OWK I-2.1. Das formale Kriterium zur Berücksichtigung im Emissionsinventar ist somit nicht erfüllt. Für beinahe alle Messstellen, die 2015 – 2017 eine Überschreitung zeigten (mit Ausnahme von L202030A12, Syr– Mertert), lagen 2018/2019 keine Messwerte vor
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Untere Sauer	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN in drei OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an einer Messstelle im Jahr 2019 im OWK II-3. Überschreitungen der JD-UQN/2 an einer Messstelle im Jahr 2018 im OWK II-1.b. Das formale Kriterium zur Berücksichtigung im Emissionsinventar ist somit nicht erfüllt.
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Obere Sauer	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN in zwei OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an vier Messstellen in zwei OWK (III-2.2.1 und III-1.3) Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Wiltz	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN in sechs OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an vier Messstellen in zwei OWK (IV-2. 1 und IV-1.1.a) Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Our	2015 – 2017*	keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Überschreitungen der JD-UQN/2 an einer Messstelle im Jahr 2018 im OWK V-1.1. Das formale Kriterium zur Berücksichtigung im Emissionsinventar ist somit nicht erfüllt.
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Alzette	2015 – 2017*	Überschreitung der JD-UQN an Messstellen in 15 OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an Messstellen in 15 OWK Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK
	2018 – 2019**	Überschreitung der JD-UQN an der Messstelle FRÄSBECH - amont Rédange im OWK VI-8.2
Chiers	2015 – 2017*	Keine Überschreitungen von JD-UQN oder JD-UQN/2 in mehr als zwei OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an einer Messstelle im OWK VII-1.2 Überschreitungen der JD-UQN/2 an mehreren Messstellen im OWK VII-1.1
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN

\* Berücksichtigung des gelösten, aber nicht des bioverfügbaren Anteils, \*\* Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils

In den Betrachtungsräumen Mosel, Untere Sauer und Wiltz lag der Anteil kommunaler Kläranlagen an den Frachteinträgen bei 4% bis 41%.

Die Einträge von Kupfer in Oberflächengewässer wurde sowohl in Österreich als auch in Deutschland mit dem Modell MoRe abgeschätzt. In Österreich (BMNT, 2019) wurden als Haupteintragspfade für Kupfer (gesamt) sowohl der Oberflächenabfluss<sup>4</sup> (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 30%) als auch die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 20%) genannt. Österreichweit trug der Ablauf kommunaler Kläranlagen 1% des Frachteintrags von Kupfer (gesamt) in die Oberflächengewässer bei. Für Kupfer (gelöst) waren die Haupteintragspfade der Oberflächenabfluss (60%) sowie Grundwasser und Interflow (17%). Der Ablauf kommunaler Kläranlagen trug österreichweit rund 2% des Frachteintrags von Kupfer (gelöst) in die Oberflächengewässer bei. Die Ergebnisse der 754 Einzugsgebiete in Österreich zeigte, dass die Relevanz der Eintragspfade in den einzelnen Einzugsgebieten stark schwanken kann. Lag der Frachtanteil für Kupfer (gelöst) im Mittel bei 2%, so konnte er in einzelnen Teileinzugsgebieten Werte bis zu rund 30% erreichen (Abbildung 14).

Abbildung 14: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für Kupfer (gelöst) (BMNT, 2019)



Untersuchungen in Deutschland (Fuchs et al., 2010) haben gezeigt, dass durch den Rückgang der punktförmigen Emissionen seit Mitte der 1990er Jahre (Reduktion industrieller Direkteinträge, Ausbau kommunaler Kläranlagen) ein Großteil der Schwermetallemissionen in die Oberflächengewässer durch diffuse Quellen verursacht wird. Für den Zeitraum 2003 – 2005 wurde für Gesamtdeutschland eine Kupferemission von 461.200 kg/a ermittelt, von denen rund 29% (133 700 kg/a) aus Punktquellen und 71% (327 500 kg/a) aus diffusen Quellen stammen. Kommunale Kläranlagen trugen in der deutschlandweiten Betrachtung zu rund 20% zu den Kupferemissionen bei, während industrielle Direkteinleiter und historischer Bergbau gemeinsam rund 9% ausmachten. Bei den diffusen Quellen sind deutschlandweit urbane Systeme als wichtigster Eintragspfad zu nennen. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

- Einträge aus versiegelten urbanen Flächen über Regenwasserkanäle
- Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen über Mischkanalisationsüberläufe

<sup>4</sup> Oberflächenabfluss = Abfluss von nicht-versiegelten, natürlichen Flächen (exklusive Erosion)

- Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen, die an eine Kanalisation, aber nicht an eine Kläranlage angeschlossen sind
- Einträge von Haushalten und versiegelten urbanen Flächen, die nicht an die Kanalisation angeschlossen sind

Für den Zeitraum 2003 – 2005 trugen urbane Systeme zu 31% zu den Gesamtemissionen bei. Hauptquellen für die Freisetzung von Kupfer (und Zink) im urbanen Bereich stellen die Korrosion von metallischen Oberflächen (Dächer und Regenrinnen sowie verzinkte Produkte) und der Fahrzeugverkehr (Abrieb von Reifen und Bremsbelägen) dar (Hillenbrand et al., 2005). Die atmosphärische Deposition spielt hingegen für Kupfer (und Zink) eine untergeordnete Rolle für die Schmutzstoffbelastung versiegelter urbaner Flächen.

Ein Vergleich der Relevanz der unterschiedlichen Eintragspfade in den 10 Flussgebietseinheiten Deutschlands zeigte, dass der Anteil der Punktquellen an den gesamten Kupfereinträgen ins Gewässer im Zeitraum 2003 – 2005 zwischen 12% und 34% schwankt.

Neuere Ergebnisse aus Deutschland (Fuchs et al., 2017) geben Schwermetall-Einträge in deutsche Oberflächengewässer im Zeitraum 2006-2011 an. Der mittlere Kupfer-Eintrag für den Zeitraum 2006-2011 in Deutschland liegt bei 432 000 kg/a. Der größte Teil der Einträge stammt aus Kanalisationssystemen mit 28% der Gesamteinträge, aus Erosion (19%) und dem Grundwasser (18%). Mit rund 11% sind die kommunalen Kläranlagen ein weiterer wichtiger Eintragspfad. Die restlichen Eintragspfade liegen jeweils unter 7% und betragen zusammen 24% des Gesamteintrags.

### 3.2.6 Nickel

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2018 lag die Bestimmungsgrenze für Nickel bei 5 µg/L, ab dem Referenzjahr 2019 bei 0,5 µg/L. Im Monitoring - Zeitraum 2015 – 2018 wurde Nickel bei insgesamt 2.315 Messungen 87-mal mit Werten > BG detektiert. Da die BG jedoch bei 5 µg/L lag und somit größer als die JD-UQN (4 µg/L) war, konnte die Relevanz des Stoffes flächendeckend nicht ausgeschlossen werden. Es muss an dieser Stelle jedoch vermerkt werden, dass unter Annahme der BG als Messwert (5 µg/L) und der Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils, der bioverfügbare Anteil immer unter der JD-UQN lag. Im Betrachtungsraum Wiltz wurde die JD-UQN im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2018 an insgesamt 25 Messstellen überschritten, weswegen Nickel in diesem Betrachtungsraum eindeutig als relevant einzustufen war.

Im Referenzjahr 2019 wurde bei einer Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/L eine Überschreitung der JD-UQN an einer Messstelle im Betrachtungsraum Obere Sauer (Mandelbaach – Kaundorf (L112039A01) im OWK III-2.2.1) festgestellt. Überschreitungen von UQN/2 fanden sich weiters in einem OWK im Betrachtungsraum Alzette (VI-4.1.4) und im Betrachtungsraum Chiers an mehreren Messstellen im OWK VII-1.1. Die Relevanz von Nickel kann im Betrachtungsraum Wiltz und Obere Sauer als nachgewiesen angesehen werden; in den übrigen Betrachtungsräumen kann die Relevanz aufgrund der bis 2018 gültigen Bestimmungsgrenze nicht ausgeschlossen werden.

Der Großteil der Messwerte an den Bezugsmessstellen der Betrachtungsräume lag unter der Bestimmungsgrenze, weshalb die Berechnung von Frachten im Gewässer nicht möglich war. Für alle Betrachtungsräume konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).



Tabelle 13: Bewertung von Nickel (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen

Betrach- tungsraum	Referenzjahr	Auswertung
Mosel	2015 – 2017*	alle Messwerte < BG
	2018 – 2019*	2018: alle Messwerte < BG, 2019 Messung an einer Messstelle und keine Überschreitung der JD-UQN oder der ZHK-UQN
	2018 – 2019**	- (nicht betrachtet)
Untere Sauer	2015 – 2017*	alle Messwerte < BG
	2018 – 2019*	2018: alle Messwerte < BG, 2019 Messung an zwei Messstellen und keine Überschreitung der JD-UQN oder der ZHK-UQN
	2018 – 2019**	- (nicht betrachtet)
Obere Sauer	2015 – 2017*	alle Messwerte bis auf zwei < BG. Messwerte 5 µg/L und einmal 6 µg/l wodurch die JD-UQN immer noch unter 4 µg/L lag
	2018 – 2019*	2018: alle Messwerte < BG, 2019 Messung an 21 Messstellen und Überschreitung der JD-UQN an der Messstelle Mandelbaach- Kaundorf (OWK III-2.2.1). Überschreitungen von JD-UQN/2 in den OWK III-2.2.1, III-2.2.4, III-3.a, III-3.b
	2018 – 2019**	Überschreitung der JD-UQN an der Messstelle Mandelbaach- Kaundorf (4,41 µg/L bioverfügbarer Nickel)
Wiltz	2015 – 2017*	Messungen an 42 Messstellen, von denen 25 Überschreitungen der JD-UQN zeigten
	2018 – 2019*	2018: Messungen an 22 Messstellen, von denen sechs Überschreitungen der JD-UQN zeigten (Messstellen: Emeschbaach - aval Tretterbaach, Lingserbaach- aval Oberwampach, Tretterbaach - aval Sassel; 190m amont confluence avec Woltz, Wemperbach - Allerborn-frontière, Wemperbach - aval Schimpach und Wiltz - amont Tuschemillen (amont STEP) in den OWK IV-2.1, IV-2.3, IV-3.5.1 und IV-3.5.2 2019: keine Messungen
	2018 – 2019**	Jene vier Messstellen, die mit Biomet beurteilt wurden, zeigten keine Überschreitungen. Für zwei Messstellen wurde biomet nicht angewandt (keine relevante Messstellen für WRRL-Monitoring): Lingserbaach- aval Oberwampach, Wemperbach - Allerborn-frontière
Our	2015 – 2017*	alle Messwerte < BG
	2018 – 2019*	2018: Messungen an einer Messstelle, alle Messwerte < BG, 2019: keine Messung
	2018 – 2019**	- (nicht betrachtet)
Alzette	2015 – 2017*	Messungen an 79 Messstellen, alle Werte bis auf einen < BG (7 µg/L), keine Überschreitung der JD-UQN oder der ZHK-UQN
	2018 – 2019*	2018: alle Messwerte < BG, 2019: Messungen an 46 Messstellen und nur bei einer (Kiemelbach - rond-point Foetz-Dumontshaff) Überschreitung von JD-UQN/2
	2018 – 2019**	- (nicht betrachtet)
Chiers	2015 – 2017*	alle Messwerte < BG
	2018 – 2019*	2018: alle Messwerte < BG, 2019: Messung an 11 Messstellen, keine Überschreitung der JD-UQN, aber von JD-UWN/2 an drei Messstellen im OWK VII.1.1
	2018 – 2019**	- (nicht betrachtet)

\* Berücksichtigung des gelösten, aber nicht des bioverfügbaren Anteils

\*\* Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils

Die Einträge von Nickel in Oberflächengewässer wurde sowohl in Österreich als auch in Deutschland mit dem Modell MoRe abgeschätzt. In Österreich (BMNT, 2019) stellten die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 20%), die Erosion aus offenen alpinen Flächen (20%) sowie Grundwasser und Interflow (20%) die relevanten Haupteintragspfade für Nickel (gesamt) dar. Für Nickel (gelöst) waren die Haupteintragspfade Grundwasser und Interflow (67%) sowie der Oberflächenabfluss (17%).

Die Nickel-Einträge in die deutschen Oberflächengewässer betragen im Mittel für den Zeitraum 2006 – 2011 542.000 kg/a (Fuchs et al., 2017). Nickel ist ein Schwermetall, dessen Eintrag in die Oberflächengewässer in Deutschland eindeutig von zwei Eintragspfaden geprägt ist: Grundwasser mit 47% des Gesamteintrags und Erosion mit 25%. Über Dränagen wurden im Mittel 10% eingetragen.

### 3.2.7 Quecksilber

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde die ZHK-UQN (0,07 µg/L) in einem Wasserkörper im Betrachtungsraum Obere Sauer (0,074 µg/L an der Messstelle Schlierbech-Heiderscheidergrund) und in einem Wasserkörper im Betrachtungsraum Alzette (0,21 µg/L an der Messstelle ALZETTE - Ettelbruck) überschritten. Des Weiteren wurde in Fischen aus den Betrachtungsräumen Alzette (Rotaugen, Döbel, Hasel), Obere Sauer (Döbel), Wiltz (Forelle) und Mosel (Bachforelle) in den Jahren 2016 – 2019 Quecksilber gemessen, wobei die Biota-UQN (20 µg/kg Frischgewicht) in allen 14 Proben überschritten wurde. Die Messwerte lagen zwischen 21 µg/kg und 130 µg/kg Frischgewicht.

Für die Umlegung der in Biota gemessenen Konzentrationen auf die Wasserphase wurde in Anlehnung an die Vorgehensweise bei Verbruggen et al. (2015) anhand eines BAF-Wertes von  $\log \text{BAF} = 5,47$  (295.121 L/kg) die theoretische Konzentration von Quecksilber im Gewässer berechnet. Basierend auf den Mittelwerten der Biota-Messungen aus den Jahren 2016 – 2019 lagen diese bei 0,000129 µg/L im Betrachtungsraum Alzette (Messstelle Alzette - Ettelbruck), 0,000136 µg/L im Betrachtungsraum Obere Sauer, 0,00044 µg/L im Betrachtungsraum Wiltz und 0,000122 µg/L im Betrachtungsraum Mosel. Die Biota-UQN kann ebenfalls mithilfe des BAF-Wertes auf eine theoretische Gewässerkonzentration umgerechnet werden (0,00007 µg/L). Alle berechneten Gewässerkonzentrationen lagen über der berechneten JD-UQN in der Wasserphase.

In den Betrachtungsräumen Untere Sauer, Our und Chiers wurde Quecksilber nicht in Biota gemessen. Da jedoch aufgrund der vorhandenen Messwerte von einer flächendeckenden Belastung ausgegangen wird, wurde Quecksilber in allen Betrachtungsräumen als relevanter Schadstoff angesehen.

In den Betrachtungsräumen Alzette, Obere Sauer und Wiltz konnte der eingeschränkte fließgewässer-frachtspezifische Ansatz gerechnet werden (Tier 2\*). In allen drei Betrachtungsräumen lagen die errechneten Emissionen aus kommunalen Kläranlagen über den berechneten Frachten im Gewässer.

Die Einträge von Quecksilber in Oberflächengewässer wurde sowohl in Österreich als auch in Deutschland mit dem Modell MoRe abgeschätzt. In Österreich (BMNT, 2019) stellten die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 40%) sowie Grundwasser und Interflow (24%) die relevanten Haupteintragspfade für Quecksilber (gesamt) dar. Für Quecksilber (gelöst) waren die Haupteintragspfade Grundwasser und Interflow (59%) sowie der Oberflächenabfluss (27%).

Die Quecksilber-Einträge in die deutschen Oberflächengewässer betragen im Mittel für den Zeitraum 2006-2011 1.660 kg/a. Die Einträge über das Grundwasser und Dränagen stellten die wichtigsten Eintragspfade dar (23% bzw. 25% des Gesamteintrags). Weitere wichtige Eintragspfade waren die Kanalisationssysteme und Erosion mit jeweils 17% der Gesamteinträge. Die rechnerisch hohen Einträge durch Dränagen und Grundwasser waren bei Fuchs et al. (2017) durch Konzentrationsangaben bedingt, die lediglich als Angabe „unterhalb BG“ verfügbar waren. Diese gingen mit dem halben Wert der BG in die Modellierung ein.

### 3.2.8 Selen

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde für Selen in vier Betrachtungsräumen (Mosel, Obere Sauer, Alzette, Chiers) eine Überschreitung des nationalen Grenzwertes (0,95 µg/L) beobachtet; im Zeitraum 2018 – 2019 Überschreitungen an jeweils einer Messstelle in den Betrachtungsräumen Alzette (1,45 µg/L an der Messstelle KIEMELBACH - rond-point Foetz-Dumontshaff) und Chiers (1,7 µg/L an der Messstelle MARAGOLE - amont confluent Chiers). Während die Bestimmungsgrenze bis zum Referenzjahr 2018 bei 0,5 µg/L, wurde ab 2019 mit einer Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/L gemessen.

Da die Messwerte der Bezugsmessstellen alle kleiner der Bestimmungsgrenzen waren, konnte an keiner Bezugsmessstelle eine Fracht im Gewässer berechnet werden. Für alle Betrachtungsräume konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).

### 3.2.9 Zink

Im Monitoring - Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Zink (7,8 µg/L) in fünf Betrachtungsräumen (Mosel, Untere Sauer, Wiltz, Alzette und Chiers) überschritten. Im Monitoring – Zeitraum 2018 – 2019 ergab sich hingegen - unter anderem aufgrund der Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils (siehe Kapitel 2.4) - ein differenzierteres Bild (Tabelle 14). Nach streng formalen Kriterien des technischen Leitfadens stellt Zink aufgrund der Beurteilung der Messwerte 2018/2019 nur in den Betrachtungsräumen Obere Sauer, Wiltz und Alzette einen relevanten Schadstoff dar. Für zwei dieser drei Betrachtungsräume konnte der Flussfrachtspezifische Ansatz (Tier 2) berechnet werden. Da diese Berechnung auch für den Betrachtungsraum Chiers möglich war, wurde auch für diesen Betrachtungsraum das Inventar gerechnet, allerdings überstiegen hier die Emissionen aus kommunalen Kläranlagen und der Industrie die Immissionen im Gewässer.

*Abbildung 15: Zink-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)*

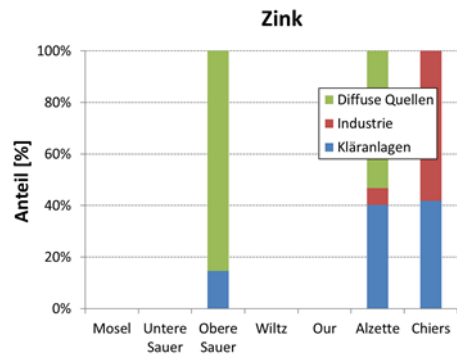
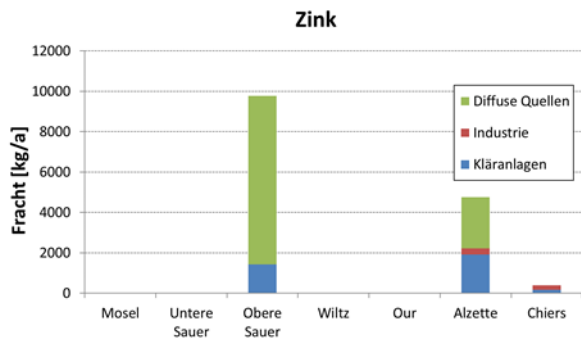


Tabelle 14: Bewertung von Zink (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen

Betrach- tungsraum	Referenzjahr	Auswertung
Mosel	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN an einer Messstelle im OWK I-6
	2015 – 2017**	keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Keine Überschreitungen der JD-UQN oder von UQN/2, Für jene Messstelle, die 2017 eine Überschreitung zeigte, lagen 2018/2019 keine Messwerte vor
Untere Sauer	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN an einer Messstelle im OWK II-2.2
	2015 – 2017**	keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Keine Überschreitungen der JD-UQN oder von UQN/2. Für jene Messstelle, die 2017 eine Überschreitung zeigte, lagen 2018/2019 keine Messwerte vor
Obere Sauer	2015 – 2017*	Keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK (III-1.1.b, III-2.2.1, III-2.2.3, III-3.b)
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN
Wiltz	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN in sechs OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an sieben Messstellen in vier OWK (IV-2.1, IV-2.2.1.b, IV-2.3 und IV-3.4) Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK
	2018 – 2019**	Überschreitung der JD-UQN an drei Messstellen in zwei OWK (IV-2.1 und IV-2.3)
Our	2015 – 2017*	keine Überschreitungen der JD-UQN
	2018 – 2019*	Keine Überschreitungen der JD-UQN oder von UQN/2
Alzette	2015 – 2017*	Überschreitungen der JD-UQN an zahlreichen Messstellen in 16 OWK
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an Messstellen in acht OWK (VI-1.1.b, VI-2.1, VI-3, VI-4.1.1.a, VI-4.1.1.b, VI-4.1.2, VI-4.2 und VI-13.1.1.a) Überschreitungen der JD-UQN/2 an zahlreichen Messstellen in mehreren OWK
	2018 – 2019**	Überschreitung der JD-UQN an zwei Messstellen in zwei OWK VI-4.1.1.a und VI-4.2
Chiers	2015 – 2017*	Überschreitung der JD-UQN an vier Messstellen in zwei OWK (VII-1.1 und VII-1.2)
	2018 – 2019*	Überschreitung der JD-UQN an sechs Messstellen in zwei OWK (VII-1.1 und VII-1.2)
	2018 – 2019**	keine Überschreitungen der JD-UQN

\* Berücksichtigung des gelösten, aber nicht des bioverfügbaren Anteils

\*\* Berücksichtigung des bioverfügbaren Anteils

Die gesamten Frachteinträge für Zink lagen bei 336 kg/a (Chiers) bzw. 9 770 kg/a (Alzette). Im Betrachtungsraum Alzette lag der Anteil kommunaler Kläranlagen bei 40%, im Betrachtungsraum Obere Sauer bei 15% des Gesamteintrags.

In Deutschland (Fuchs et al., 2010) wurde für den Zeitraum 2003 – 2005 eine Zinkemission von 2 755 000 kg/a ermittelt, von denen rund 34% (935 900 kg/a) aus Punktquellen und 66% (1 819 600 kg/a) aus diffusen Quellen stammen. Kommunale Kläranlagen trugen in der deutschlandweiten Betrachtung zu rund 16% zu den Zinkemissionen bei, während Emissionen von industriellen Direkteinleitern rund 4% und von historischem Bergbau rund 14% betragen. Bei den diffusen Quellen stellen deutschlandweit urbane Systeme mit 39% Anteil an der Gesamtemission den wichtigsten Eintragspfad dar.

Ein Vergleich der Relevanz der unterschiedlichen Eintragspfade in den 10 Flussgebietseinheiten Deutschlands zeigte, dass der Anteil kommunaler Kläranlagen an den gesamten Zinkeinträgen ins Gewässer zwischen 2% und 49% schwankt. In der Flussgebietseinheit Elbe, wo der Anteil des Eintrags aus Punktquellen den höchsten Wert erreicht, stammt der überwiegende Teil dem historischen Bergbau.

Fuchs et al. (2017) ermittelte für Deutschland für den Zeitraum 2006 – 2011 mittlere Zink-Einträge von 2 500 000 kg/a, die hauptsächlich aus den Kanalisationssystemen (30%) in die Gewässer eingetragen werden. Daneben stellen Erosion und Oberflächenabfluss (je 15%) und kommunale Kläranlagen (12%) die wichtigsten Eintragspfade dar. Aus dem landwirtschaftlichen Bereich haben die Pfade Erosion und Grundwasser eine größere Bedeutung (jeweils 15%).

Für Österreich zeigten die Emissionsmodellierung mit dem Modell MoRE (BMNT, 2019), dass der Oberflächenabfluss (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 29%) und die Erosion aus bewaldeten Flächen (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 22%) die relevanten Haupteintragspfade für Zink (gesamt) dar. Für Zink (gelöst) war der Haupteintragspfad der Oberflächenabfluss (65%). Ein Vergleich von insgesamt sieben Untersuchungsgebieten in Österreich (90% der 754 Einzugsgebiete mit einer Größe zwischen 50 km<sup>2</sup> und 200 km<sup>2</sup>) mit unterschiedlichen Hauptnutzungen (Ackerland, Grünland, Wald und alpine Flächen, gemischte Nutzung) verdeutlichte, dass die Haupteintragspfade je nach Nutzung im Einzugsgebiet stark divergieren können.

### 3.3 Pestizide

Bei den Pestiziden, die in den einzelnen Betrachtungsräumen als relevant bewertet wurden, kann man grundsätzlich zwischen Herbiziden/ Insektiziden, die ausschließlich in der Landwirtschaft genutzt werden und jenen, die auch von privaten Anwendern (z.B. in Haus- und Kleingärten) verwendet werden, unterscheiden. Pestizide, die ausschließlich in der Landwirtschaft eingesetzt werden, gelangen vorrangig diffus durch Oberflächenabfluss, Erosion und Drainagen in Oberflächengewässer. Bedingt durch unsachgemäße Befüllung oder Reinigung der Ausbringungsgeräte können diese Pestizide auch über Hofflächen in die Kanalisation und in kommunale Kläranlagen eingebracht werden. Pestizide, die für private Nutzungen (z.B. in Haus- und Kleingärten) zugelassen sind, können ebenfalls über Kanal und kommunale Kläranlagen in die Gewässer gelangen.

Einige Pestizide werden neben ihrer Anwendung als Pflanzenschutzmittel auch als Biozide (z.B. in Fassadenfarben oder Holzschutzmitteln) verwendet und gelangen diffus über den Oberflächenabfluss und Misch- oder Regenwasserentlastungen oder punktuell durch Kläranlagenabläufe, in die Gewässer. gibt einen Überblick über die Anwendungsbereiche jener Pestizide, die in einzelnen Betrachtungsräumen Luxemburgs als relevant erachtet wurden.

Tabelle 15: Anwendungsbereiche der Pestizide, die in einzelnen Betrachtungsräumen als relevant beurteilt wurden

Pestizid	Einsatzbereich		
	Landwirtschaft	Kleingärten/ private Ver- braucher	andere Anwendungen
Isoproturon**	Herbizid bevorzugt für Winterweizen, Wintergerste, Roggen, Sommergerste und Sommerweizen	nein	Biozid in Anstrichen z. B. Fassadenanstriche . Einsatz als Biozid aber vernachlässigbar
Cypermethrin	Insektizid zur Abwehr und Bekämpfung von stechenden, beißenden und saugend-leckenden Insekten. Pflanzenschutzmittel in der Forstwirtschaft sowie beim Acker- und Gemüsebau	ja	Biozid in Holzschutzmitteln
Heptachlor und –epoxid**	Insektizid gegen Bodeninsekten und Termiten, teilweise auch gegen Anopheles-Mücken als Malaria-Überträger, Pflanzenschutzmittel	-	
2,4 MCPA	Einsatz in Rasen, Gräseranbau, Rotklee, Wiesen und Weiden, Silllegungsflächen, Winter- und Sommergetreide, Hopfen, Weinbau, Zierkoniferen, Kern- und Steinobst	ja	-
Chlortoluron	Herbizid im Ackerbau (unter anderem in Winterweizen und Wintergerste)	ja	-
Diflufenican	bevorzugt im Herbst als Herbizid bei Wintergetreide vor allem im Voraufbau und frühen Nachaufbau eingesetzt.		
Flufenacet	Herbizid im Ackerbau, Gemüsebau, Obstbau und Zierpflanzenbau	ja	-
Metazachlor	Einsatz in Winter- und Sommerraps, im Gemüsebau und im Zierpflanzenbau	nein	Metazachlor darf seit Februar 2015 nicht mehr in den ausgewiesenen und zukünftigen Trinkwasserschutzgebieten, sowie im Einzugsgebiet des Obersauerstausees eingesetzt werden. Im übrigen Land wird die Nutzung von Metazachlor auf 0,75kg/ha/4 Jahre eingeschränkt <sup>5</sup> .
Nicosulfuron	Herbizid im Maisanbau	nein	-

<sup>5</sup> Règlement grand-ducal du 12 avril 2015 portant a) interdiction de l'utilisation de la substance active S-métolachlore et b) interdiction ou restriction de l'utilisation de la substance active métazachlore

Pestizid	Einsatzbereich		
	Landwirtschaft	Kleingärten/ private Ver- braucher	andere Anwendungen
Terbutylazin	Herbizid im Sorghum-, Citrus-, Mais-, Wein- und Apfelanbau sowie im Forst und auf Nichtkulturland	nein	-

\*\*nicht mehr zugelassen

### 3.3.1 Cypermethrin

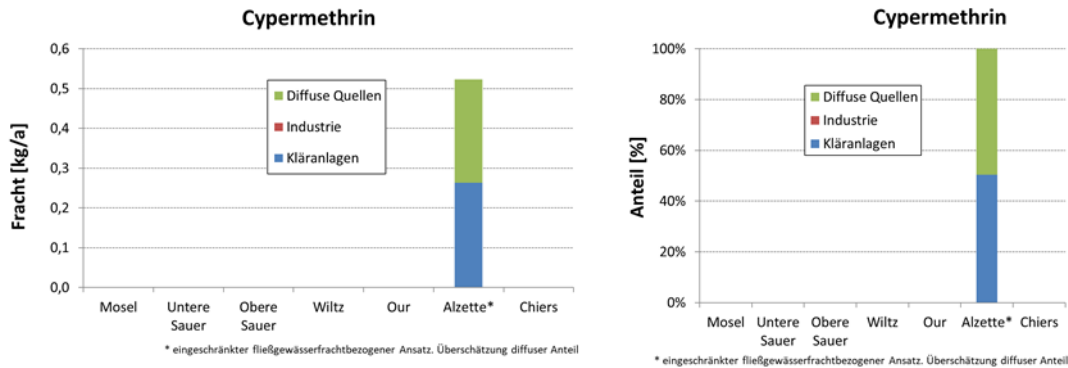
Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurden Cypermethrin bei insgesamt 385 Messungen nur sechsmal mit Werten größer Bestimmungsgrenze (0,02 µg/L bzw. ab 2019 0,001 µg/L) detektiert (zweimal im Betrachtungsraum Mosel im Referenzjahr 2017 und viermal im Betrachtungsraum Alzette im Referenzjahr 2019). Diese Werte aus 2017 (0,02 µg/L an der Messstelle Gander-Ermerange und 0,03 µg/L an der Messstelle Syr – Mertert) überschreiten die ZHK-UQN (0,0006 µg/L). Auch im Betrachtungsraum Alzette überschreiten die Messwerte die ZHK-UQN (0,011 µg/L an der Messstelle Alzette – Ettelbruck, 0,013 µg/L und 0,004 µg/L an der Messstelle Mess Noertzange und 0,011 µg/L an der Messstelle Attert – aval Colmar Berg).

Aufgrund der aktuellsten Messungen in den Jahren 2018/2019 wurde Cypermethrin im Betrachtungsraum Alzette eindeutig als relevant eingestuft; aufgrund der Messungen aus 2017 auch im Betrachtungsraum Mosel. In den übrigen Betrachtungsräumen lässt sich die Relevanz des Stoffes nicht ausschließen, da die BG (0,001 µg/L) größer als die JD-UQN ist (siehe auch Tabelle 33 im Anhang).

Für Cypermethrin lagen für das vorliegende Projekt an den Bezugsmessstellen zumeist keine Einzelmesswerte, sondern vereinzelt Jahresmittelwerte aus den Referenzjahren 2016/2017 vor. Nur für den Gebiets-“Ablauf“ des Betrachtungsraums Alzette lagen Messwerte vor und es konnte eine Gewässerfracht berechnet werden. Für die restlichen Betrachtungsräume konnten nur Einträge aus kommunalen Kläranlagen anhand von Emissionskoeffizienten abgeschätzt werden (Tier 1).



Abbildung 16: Cypermethrin-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintrittspfade (rechts)



In einer Studie des deutschen Umweltbundesamts (UBA, 2020) lagen alle 999 Messungen von Cypermethrin im Ablauf von Kläranlagen mit Stickstoff- und Phosphorentfernung unter der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/L. Für die Berechnung von Frachten aus Kläranlagen mit Stickstoff- und Phosphorentfernung wurde für die vorliegende Studie die halbe Bestimmungsgrenze als Konzentration herangezogen. Bei Markle et al. (2014) wurden im Ablauf kommunaler Kläranlagen eine Cypermethrin-Konzentration von 0,00211 µg/L beschrieben. Diese Konzentration wurde in dieser Studie für die Frachtberechnung an Kläranlagen ohne Stickstoff- und Phosphorentfernung herangezogen.

### 3.3.2 Heptachlor und Heptachlorepoxid

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurden Heptachlor und Heptachlorepoxid bei insgesamt 632 Messungen nie mit Werten > BG detektiert. Da die BG jedoch bei 0,01 µg/L (Heptachlor) bzw. 0,0005 µg/L (Heptachlorepoxid) lagen und somit größer als die JD-UQN (0,0000002 µg/L) waren, kann die Relevanz des Stoffes flächendeckend nicht ausgeschlossen werden. Die Biota-UQN (0,0067 µg/kg) wurde in allen vier Proben aus dem Jahr 2016 in den Betrachtungsräumen Alzette, Obere Sauer und Wiltz durch cis-Heptachlorepoxid überschritten. In den darauffolgenden Messjahren lagen alle Biota-Messungen unter der BG.

Für die Umlegung der in Biota gemessenen Konzentrationen auf die Wasserphase wurde in Anlehnung an die Vorgehensweise bei Verbruggen et al. (2015) anhand eines BAF-Wertes von 14.400 L/kg (EU KOM, 2011a) die theoretische Konzentration von Heptachlor im Gewässer berechnet. Diese wurde als mittlere Jahreskonzentration an den Abfluss-Bezugsmessstellen angenommen. Bei der Berechnung der Ablauffracht aus kommunalen Kläranlagen überstiegen die Emissionen die berechneten Immissionsfrachten im Gewässer. Der Grund dafür ist vermutlich, dass die Gewässerfrachten aufgrund der Biota-Konzentration von cis-Heptachlorepoxid aus dem Jahr 2016 berechnet wurden.

### 3.3.3 Chlortoluron

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2019 wurde der nationale Grenzwert (0,1 µg/L) an einer Messstelle im Betrachtungsraum Alzette überschritten (0,14 µg/L an der Messstelle Alzette - pont aval CHL Eich), weshalb Chlortoluron in diesem Betrachtungsraum als relevanter Stoff erachtet wurde.

Da an den Bezugsmessstellen der Alzette keine Messwerte größer Bestimmungsgrenze vorlagen, konnten keine Gewässerfrachten berechnet werden.

Während Isoproturon in Luxemburg nicht mehr als Herbizid zugelassen ist, wird Chlortoluron seit vielen Jahren in erheblichem Umfang als Herbizid im Getreideanbau eingesetzt. Im Zuge der Feldbestellung kommt es, vor allem wenn auf das Aufbringen der Herbizide eine Periode starker Niederschläge folgt, zu einer deutlichen Belastung der Gewässer mit Chlortoluron.

### **3.3.4 Diflufenican**

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2018 lagen die Bestimmungsgrenzen zum Teil über (0,01 µg/L oder 0,25 µg/L) und zum Teil unter (0,005 µg/L) der Umweltqualitätsnorm (0,010 µg/L). Im Referenzjahr 2019 wurde an den Messstellen zum Teil mit einer Bestimmungsgrenze von 0,025 µg/L, zum Teil mit einer Bestimmungsgrenze von 0,0025 µg/L gemessen. Eine tatsächliche Überschreitung der JD-UQN wurde dort festgestellt, wo bei Erreichen der Bestimmungsgrenze von 0,0025 µg/L tatsächliche Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm festgestellt wurden und diese bei der Berechnung einer Jahresdurchschnittskonzentration zu einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm führten. Dies war an Messstellen in den Betrachtungsräumen Alzette und Chiers der Fall. In den anderen Betrachtungsräumen ist eine Relevanz ebenfalls nicht auszuschließen.

Da an den Bezugsmessstellen der Betrachtungsräume keine Messwerte größer Bestimmungsgrenze vorlagen, konnten keine Gewässerfrachten berechnet werden.

### **3.3.5 2,4 MCPA**

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert (0,5 µg/l) in zwei Wasserkörpern im Betrachtungsraum Obere Sauer überschritten, wobei die Überschreitungen an den betroffenen Messstellen nicht durch Wiederholungsmessungen in den Jahren 2018/2019 widerlegt wurden.

An einigen Bezugsmessstellen der Oberen Sauer lagen für 2,4 MCPA Messwerte > BG (0,005 µg/l, 0,01 µg/l und 0,025 µg/l) vor; eine Gewässerfracht an der Bezugsmessstelle konnte jedoch nur für eine Bezugsmessstelle berechnet werden. Da im Gebiets“ablauf“ keine Messwerte > BG vorlagen, konnte keine Gewässerfracht berechnet werden und nur Tier 1 berücksichtigt werden.

Da keine Emissionskoeffizienten zu 2,4 MCPA im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Zuordnung der Einträge zu den einzelnen Eintragungspfaden durchgeführt werden. Da es sich bei 2,4 MCPA jedoch um ein Pestizid handelt, ist davon auszugehen, dass diffuse Quellen den Haupteintragungspfad ins Gewässer darstellen.

### **3.3.6 Flufenacet**

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Flufenacet (0,04 µg/L) in zwei Betrachtungsräumen überschritten (Alzette, Mosel). Im Monitoring-Zeitraum 2018/2019, der für die Relevanzbeurteilung des vorliegenden Berichtes herangezogen wurde, fand eine Überschreitung an zwei Messstellen im Betrachtungsraum Wiltz (Jahresmittelwert von 0,041 µg/L an der Messstelle Tretterbaach - aval Sassel; Jahresmittelwert von 0,072 µg/L an

der Messstelle Emeschbaach – aval Tretterbaach), an zwei Messstellen im Betrachtungsraum Alzette (Jahresmittelwert von 0,13 µg/L an der Messstelle Kolerbaach-Hagen und von 0,12 µg/L an der Messstelle Kolerbaach – Kleinbetingen) sowie an einer Messstelle im Betrachtungsraum Obere Sauer (0,17 µg/L an der Messstelle Ningserbaach - Schéimelzerbesch - aval Neunhausen) statt.

Nur für den Betrachtungsraum Alzette wurden an einzelnen Bezugsmessstellen Konzentrationen größer Bestimmungsgrenze gemessen, weshalb nur für diesen Betrachtungsraum eine Gewässerfracht berechnet werden konnte.

Da keine Emissionskoeffizienten zu Flufenacet im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Abschätzung der Einträge aus diesen Punktquellen gemacht werden. Da es sich bei Flufenacet jedoch um ein Pestizid handelt, ist bei einer sachgemäßen Verwendung davon auszugehen, dass diffuse Quellen den Haupteintragspfad ins Gewässer darstellen.

### **3.3.7 Isoproturon**

In Monitoring - Zeitraum 2015 – 2017 wurde die JD-UQN (0,3 µg/l) im Betrachtungsraum Wiltz und die ZHK-UQN (1 µg/l) im Betrachtungsraum Chiers überschritten. Während die Überschreitung im Betrachtungsraum Chiers (2015) durch Wiederholungsmessungen der Jahre 2016 – 2019 an der betroffenen Messstelle widerlegt wurden, fanden an der betroffenen Messstelle im Betrachtungsraum Wiltz keine Wiederholungsmessungen statt. Daher wurde Isoproturon im Betrachtungsraum Wiltz weiterhin als relevant erachtet.

Da alle Messwerte an den Bezugsmessstellen < BG war konnte an keiner Bezugsmessstelle eine Fracht im Gewässer berechnet werden und somit nur Tier 1 berücksichtigt werden. Da keine Emissionskoeffizienten zu Isoproturon im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Abschätzung der Einträge aus diesen Punktquellen erstellt werden.

### **3.3.8 Metazachlor**

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Metazachlor im Jahresdurchschnitt (0,019 µg/L) in allen Betrachtungsräumen bis auf die Untere Sauer überschritten (Umweltbundesamt, 2018). Im Monitoring-Zeitraum 2018/2019, der für die Relevanzbeurteilung des vorliegenden Berichtes herangezogen wurde, erfolgte eine Überschreitung der UQN an einer Messstelle im Betrachtungsraum Alzette (Jahresmittelwert von 0,044 µg/L an der Messstelle Kaylbach - Rumelange frontière). Der Großteil der Messungen erfolgte in der Referenzperiode 2019 mit einer Bestimmungsgrenze von 0,025 µg/L, ein kleinerer Teil mit einer Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/L. In den meisten Betrachtungsräumen bis auf die Our wurde die UQN/2 in mehr als einem Wasserkörper überschritten.

Da die Messwerte der Bezugsmessstellen zum Großteil < BG waren konnte an keiner Bezugsmessstelle eine Fracht im Gewässer berechnet werden. Der Flussfrachtbezogene Ansatz war somit für keinen Betrachtungsraum möglich.

Da keine Emissionskoeffizienten zu Metazachlor im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Abschätzung der Einträge aus diesen Punktquellen gemacht werden. Da es sich bei Metazachlor jedoch um ein Pestizid handelt, ist davon auszugehen, dass diffuse Quellen den Haupteintragspfad ins Gewässer darstellen.

### 3.3.9 Nicosulfuron

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Nicosulfuron (0,035 µg/l) an je einer Messstelle im Betrachtungsraum Alzette und Mosel überschritten. An der Messstelle im Betrachtungsraum Alzette zeigten Messungen in den Jahren 2018/2019 keine Überschreitungen, während an der Messstelle im Betrachtungsraum Mosel in den Jahren 2018/2019 keine Messungen stattfanden. Daher wurde Nicosulfuron im Betrachtungsraum Mosel weiterhin als relevant erachtet.

Da der Großteil der Messwerte an den Bezugsmessstellen < BG war (0,001 µg/l und 0,025 µg/l), konnte an keiner Bezugsmessstelle eine Fracht im Gewässer berechnet werden. Im Betrachtungsraum Mosel war daher nur Tier 1 möglich. Da keine Emissionskoeffizienten zu Nicosulfuron im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Abschätzung der Einträge aus diesen Punktquellen erstellt werden.

### 3.3.10 Terbutylazin

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurde der nationale Grenzwert für Terbutylazin im Jahresdurchschnitt (0,06 µg/L) an insgesamt 12 Messstellen der Betrachtungsräume Alzette, Obere Sauer, Our, Untere Sauer und Wiltz überschritten. Im Monitoring-Zeitraum 2018/2019, der für die Relevanzbeurteilung des vorliegenden Berichtes herangezogen wurde, erfolgte eine Überschreitung der UQN an insgesamt sieben Messstellen in den Betrachtungsräumen Alzette, Obere Sauer, Wiltz und Chiers. In den betrachtungsräumen Mosel und Our erfolgte eine Überschreitung von UQN/2 nur in jeweils einem Wasserkörper, weshalb das Kriterium zur Erstellung eines Emissionsinventars nicht erfüllt war.

In allen Betrachtungsraum, in denen Terbutylazin als relevant eingestuft wurde, lag der Großteil der Messwerte an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume unter der Bestimmungsgrenze, weshalb kein Flussfrachtspezifischer Ansatz gerechnet werden konnte.

Da keine Emissionskoeffizienten zu Terbutylazin im Ablauf kommunaler Kläranlagen oder generell im kommunalen Abwasser vorlagen, konnte keine Abschätzung der Einträge aus diesen Punktquellen gemacht werden. Da es sich bei Terbutylazin jedoch um ein Pestizid handelt, ist davon auszugehen, dass diffuse Quellen den Haupteintragspfad ins Gewässer darstellen.

## 3.4 Polybromierte Diphenylether (PBDE)

In der wässrigen Phase lagen für PBDE nur wenige Messungen aus den Referenzjahren 2015 – 2017 vor, die alle unter der Bestimmungsgrenze (0,005 µg/L) und gleichzeitig unter der JD-UQN gemäß RL 2008 /105/EG (0,0005 µg/L) lagen. Die UQN bezieht sich dabei auf die Summe der Konzentrationen der Kongenere BDE-28, -47, -99, -100, -153 und -154. Da PBDE persistent und bioakkumulierend sind, wurde in der RL 2013/39/EU anstelle der JD-UQN für die Wasserphase eine ZHK-UQN von 0,14 µg/L und eine Biota-UQN von 0,0085 µg/kg Feuchtgewicht festgelegt. Diese Umweltqualitätsnormen sind ab 2015 von den Mitgliedsstaaten anzuwenden und bis 2021 einzuhalten. Das UQN-Dossier für PBDE ermittelt einen aus der Biota-UQN abgeleiteten äquivalenten Wasserwert von  $4,9 \times 10^8$  µg/L und schlägt weiters einen Bioakkumulationsfaktor (BAF) von 175 500 L/kg vor (EU KOM, 2011b).

Auch in den Referenzjahren 2018 und 2019 wurden PBDE in der wässrigen Phase nur unter der Bestimmungsgrenze (0,005 µg/L) gemessen. Gemessen wurden die Kongenere BDE-28, -47, -99, -100, -153 und -154, die Kongenere BDE-183 und -209 wurden nicht detektiert. Somit lagen alle Werte unter der ZHK-UQN (0,14 µg/L). Auch in Biota wurden PBDE gemessen; aus

den Jahren 2016 – 2017 lagen bereits Messungen in Biota vor. Die vorhandenen Messungen deuten auf eine flächendeckende Relevanz des Schadstoffs in Luxemburg hin, da alle Biota-Werte über der Biota-UQN lagen. Im Betrachtungsraum Alzette (Untersuchungen in Rotaage, Döbel und Hasel) wurden im Zeitraum 2016 – 2019 acht Biota-Werte zwischen 0,098 µg/kg und 1,52 µg/kg gemessen (Mittelwert der Messungen an der Messstelle Alzette – Ettelbruck bei 0,88 µg/kg). Im Betrachtungsraum Mosel lag der Mittelwert der Messungen an der Messstelle Syre (Mertert) bei 0,61 µg/kg. Im Betrachtungsraum Obere Sauer konnten im Döbel im Mittel 0,37 µg/kg festgestellt werden und im Betrachtungsraum Wiltz (Untersuchungen in der Forelle) wurde 2016 ein Wert von 4,92 µg/kg ermittelt.

Für den vorliegenden Bericht wurden unter Berücksichtigung des BAF-Wertes von 175.500 L/kg aus den Biota-Werten theoretische Konzentrationen in der Wasserphase berechnet (0,000005 µg/L im Betrachtungsraum Alzette (an der Messstelle Alzette – Ettelbruck), 0,000002 µg/L im Betrachtungsraum Obere Sauer, 0,000028 µg/L im Betrachtungsraum Wiltz und 0,000003 µg/L im Betrachtungsraum Mosel) und diese als mittlere Konzentrationen der Gebiets-“Abläufe“ herangezogen. Auf diese Weise konnte in den Betrachtungsräumen Mosel, Obere Sauer, Wiltz und Alzette der eingeschränkte fließgewässer-frachtspezifische Ansatz gerechnet werden (Tier 2\*). In den Betrachtungsräumen Obere Sauer, Wiltz und Alzette lagen die berechneten Frachten aus kommunalen Kläranlagen über den berechneten Frachten im Gewässer.

PBDE wurden seit den 1960er-Jahren als additive Flammschutzmittel in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt, wobei rund 95% des kommerziell hergestellten PBDE für schwer entflammaren, flexiblen Polyurethanschaum verwendet wurde. Diese Polyurethanschäume wurden vor allem in laminierten Automobilanwendungen auf Schaumstoffbasis, in Möbeln sowie in Verpackungen auf Schaumstoffbasis verwendet. Zusätzlich wurde PBDE als Flammschutzmittel in Epoxidharz, Phenolharz, ungesättigtem Polyester und Textilien eingesetzt (EU KOM, 2011b).

Seit 2004 ist die Verwendung von PBDE in der EU eingeschränkt. PBDE mit einer Konzentration von > 0,1 Gewichtsprozent dürfen weder als Substanzen, noch in Mischungen oder Artikeln in Verkehr gebracht werden. Auch die Verwendung in Elektronik- und Elektrogeräten ist beschränkt. Die Mehrheit der früher erlaubten Verwendungen von PDBEs ist daher in der EU mittlerweile verboten. Da PBDEs in der EU mittlerweile nicht mehr produziert werden, gibt es auch keine industriellen Punktquellen mehr. Bestände von Produkten, die mit Flammschutzmitteln behandelt wurden, können sich jedoch noch in Umlauf befinden. Da PBDE nur physikalisch und nicht chemisch mit dem Material verbunden sind, kann es vor allem in Innenräumen zur Freisetzung durch Verflüchtigung oder Abrieb von PBDE-haltigen Produkten kommen.

Einträge in die Umwelt von PDBEs sind zwischen 1994 und 1999 stark zurückgegangen. In der Umwelt sind PBDEs aber persistent und bioakkumulativ. Ein Rückgang von Emissionen bedeutet daher nicht gleichzeitig einen Rückgang von Konzentrationen in der Umwelt (BMNT, 2018; EU KOM, 2011b).

Die Einträge von PBDE in Oberflächengewässer wurden in Österreich mit dem Modell MoRe abgeschätzt (BMNT, 2019). Als Haupteintragspfade wurde in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der unterirdische Zustrom (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 66%) genannt. Zu einem wesentlich kleineren Anteil trägt auch der Oberflächenabfluss (17%) zum Eintrag in die Gewässer bei.

In der österreichischen Studie wurden auch Minimierungsmaßnahmen hinsichtlich des Eintrags von PBDE in die Gewässer beurteilt. Durch den Ausbau der Adsorptionsstufe (z.B. durch Aktivkohle) auf Kläranlagen mit mehr als 50.000 EW wurde eine theoretische Reduktion der Gewässerbelastung von bis zu 27% errechnet. Durch den Ausbau der Regenwasserbehandlung kann in einzelnen Gewässern weiters eine Reduktion von bis zu 20% erreicht werden (BMNT, 2019).

### 3.5 Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

Im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 wurden PFOS bei insgesamt 247 Messungen 12 mal mit Werten größer Bestimmungsgrenze detektiert. Da die Bestimmungsgrenze jedoch bei 0,01 µg/L lag und somit größer als die JD-UQN (0,00065 µg/L) gemäß RL 2013/39/EU war, konnte die Relevanz des Stoffes landesweit nicht ausgeschlossen werden.

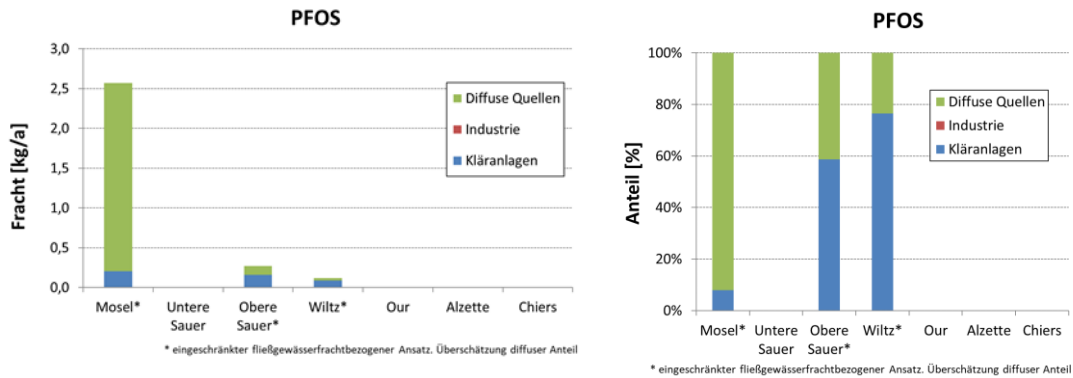
Im Referenzjahr 2018 wurde PFOS bei einer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L in keiner Fließgewässerprobe detektiert. 2019 wurde PFOS in der wässrigen Phase mit einer BG von 0,001 µg/L gemessen, was noch immer größer als die UQN ist. An allen sechs Messstellen im Betrachtungsraum Alzette wurden Messwerte > BG betrachtet, was zu einer Überschreitung der JD-UQN führte. Von insgesamt 60 Proben lagen 38 über der Bestimmungsgrenze.

Die RL 2013/39/EU sieht für PFOS zusätzlich zur JD-UQN für Binnenoberflächengewässer auch eine Biota-UQN von 9,1 µg/kg Feuchtwicht vor. Diese Umweltqualitätsnormen sind ab 2015 von den Mitgliedsstaaten anzuwenden und bis 2021 einzuhalten.

In den Referenzjahren 2016 bis 2019 wurde PFOS insgesamt 14-mal an unterschiedlichen Messstellen in den Betrachtungsräumen Mosel, Obere Sauer, Wiltz und Alzette in Konzentrationen zwischen 1,01 µg/kg und 9,38 µg/kg gemessen. Im Betrachtungsraum Alzette (Untersuchungen in Rotauge, Döbel und Hasel) wurden im Zeitraum 2016 – 2019 acht Biota-Werte zwischen 1,01 µg/kg und 3,46 µg/kg gemessen (Mittelwert der Messungen an der Messstelle Alzette (Ettelbruck) bei 2,67 µg/kg). Im Betrachtungsraum Mosel lagen drei Messung an der Messstelle Syre (Mertert) zwischen 2,21 µg/kg und 9,33 µg/kg (Mittelwert 6,13 µg/kg). Im Betrachtungsraum Obere Sauer konnten im Döbel im Mittel 4,28 µg/kg festgestellt werden und im Betrachtungsraum Wiltz (Untersuchungen in der Forelle) wurde 2016 ein Wert von 9,38 µg/kg ermittelt. Anhand der Biota-Werte wurde PFOS in den Betrachtungsräumen Mosel und Wiltz als relevant eingestuft.

Für den vorliegenden Bericht wurden unter Berücksichtigung des BAF-Wertes von 13.980 L/kg (EU KOM, 2011c) aus den Biota-Werten theoretische Konzentrationen in der Wasserphase berechnet (0,00044 µg/L im Betrachtungsraum Mosel, 0,00031 µg/L im Betrachtungsraum Obere Sauer, 0,00067 µg/L im Betrachtungsraum Wiltz und 0,00019 µg/L im Betrachtungsraum Alzette) und diese als mittlere Konzentrationen der Gebiets-„Abläufe“ herangezogen. Auf diese Weise konnte in den Betrachtungsräumen Mosel, Obere Sauer, Wiltz und Alzette der eingeschränkte fließgewässer-frachtspezifische Ansatz gerechnet werden (Tier 2\*). Im Betrachtungsraum Alzette lagen die Frachten aus kommunalen Kläranlagen über den berechneten Frachten im Gewässer. Während im Betrachtungsraum Mosel nur 6% der PFOS-Einträge aus den kommunalen Kläranlagen stammten, waren es im Betrachtungsraum Wiltz knapp 80% (Abbildung 17).

Abbildung 17: PFOS-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)



PFOS ist ein synthetisch hergestellter Stoff und gehört zur Gruppe der per- und polyfluorierten alkylierten Substanzen (PFAS). Aufgrund ihrer chemischen Struktur hat PFOS – wie andere PFAS – eine hohe thermische und chemische Stabilität und ist sowohl fett- als auch wasser- und schmutzabweisend. Wegen dieser besonderen Eigenschaften erfolgt bzw. erfolgte der Einsatz von PFOS seit den 1950er-Jahren in vielen Bereichen der Industrie (wie z.B. in der Galvanik, der Foto- und der Halbleiterindustrie), verschiedensten Anwendungen (z.B. in Feuerlöschschäumen), aber auch in herkömmlichen Konsumprodukten (wie z.B. Imprägniermittel für Teppiche und Möbelleider, Papierbeschichtungen, (Outdoor-)Bekleidung) (Buck et al. 2011, EFSA, 2018).

Bei der Herstellung, aber auch bei der Anwendung oder bei der Entsorgung von PFOS-haltigen Produkten kann die Substanz in die Umwelt gelangen. Die extreme chemische Stabilität und die besonderen Eigenschaften von PFOS sind zwar von großem Vorteil im Gebrauch, können aber in weiterer Folge auch zu Problemen in der Umwelt führen. So ist PFOS sehr persistent, bioakkumulativ und kann weltweit auch in entlegenen Gebieten in verschiedenen Umweltkompartimenten und Biota einschließlich dem Menschen nachgewiesen werden (ECHA, 2020).

Eine im Jahr 2006 von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) veröffentlichte Studie zeigte, dass im Jahr 2005 zwischen 74 und 175 Tonnen PFOS (Summe an PFOS und PFOS-haltigen Produkten) hergestellt oder importiert wurden (EFSA, 2018). PFAS werden derzeit noch in Deutschland, Italien und in China hergestellt (Emerging Contaminants, 2016).

Die Einträge von PFOS in Oberflächengewässer wurden in Österreich mit dem Modell MoRe abgeschätzt (BMNT, 2019). Als Haupteintragspfade waren in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der Oberflächenabfluss<sup>6</sup> (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 34%), der unterirdische Zustrom (29%), die Erosion (14%) sowie Emissionen aus kommunalen Kläranlagen (10%) zu nennen.

Im Projekt des BMNT (2019) wurde für 115 der 574 untersuchten Gebiete ein hohes bzw. sehr hohes Risiko ausgewiesen, den guten chemischen Zustand aufgrund von PFOS zu verfehlen.

<sup>6</sup> Abfluss von nicht-versiegelten, natürlichen Flächen (exklusive Erosion)

Eine Detailanalyse dieser Gebiete ergab, dass die Gebiete eine recht unterschiedliche Verteilung der relativen Frachtbeiträge der verschiedenen Eintragspfade aufwiesen und dass grob drei Gruppen unterschieden werden konnten:

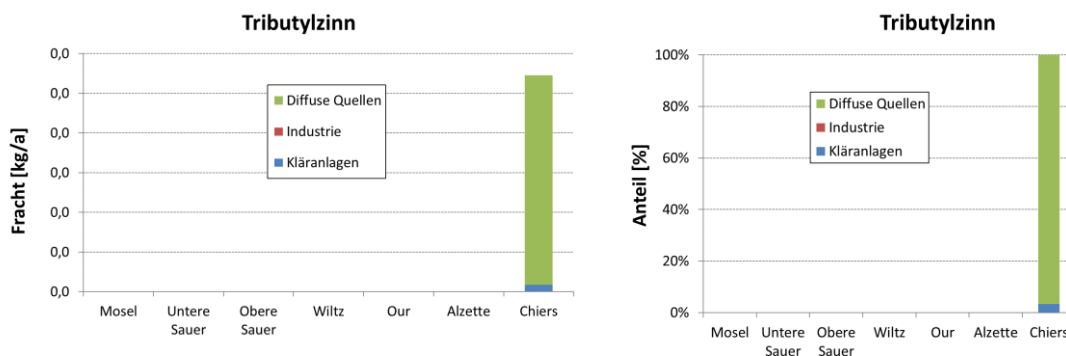
- Gebiete mit PFOS-Haupteinträgen (über 40% der Gesamtemission) aus kommunalen Kläranlagen (83 Analysegebiete),
- Gebiete mit PFOS-Haupteinträgen (über 40% der Gesamtemission) über unterirdischen Zustrom und Oberflächenabfluss (29 Analysegebiete, von denen aber zwei Analysegebiete auch der ersten Gruppe zugeordnet sind),
- Gebiete mit ähnlich hohen PFOS-Frachtbeiträgen (jeweils rund 20-30%) über die Erosion, über unterirdischen Zustrom und Oberflächenabfluss sowie Kläranlagenabläufe (fünf Analysegebiete).

Für PFOS waren somit in Österreich zumeist Abläufe kommunaler Kläranlagen die Haupteintragspfade in Gewässer, für die ein hohes oder sehr hohes Risiko einer UQN-Überschreitung berechnet wurde. Dem entsprechend wurde eine weitergehende Abwasserreinigung in Form einer Adsorptionsstufe als wirksamstes Mittel erachtet, um die PFOS-Einträge in die Gewässer in Österreich zu reduzieren (in einzelnen Gebieten bis zu 50% Reduktion).

### 3.6 Tributylzinn

Für Tributylzinn wurde die Bestimmungsgrenze bereits im Jahr 2016 auf 0,00006 µg/L und somit auf einen Wert < UQN gesenkt. In den Jahren 2016 – 2017 wurde Tributylzinn in allen Betrachtungsräumen mit Ausnahme der Betrachtungsräume Obere Sauer und Wiltz mit einer BG von 0,00006 µg/L gemessen. Von insgesamt 156 Einzelmessungen lagen mit Ausnahme einer Messung im Jahr 2017 an der Messstelle Chiers - Rodange - pont à Athus (0,00174 µg/L) alle unter der BG. An der Messstelle Chiers - Rodange - pont à Athus wurde die ZHK-UQN (0,0015 µg/L) überschritten. In den Jahren 2018/2019 erfolgten auch Messungen in den Betrachtungsräumen Obere Sauer und Wiltz mit einer Bestimmungsgrenze von 0,00006 µg/L, wodurch die Relevanz des Stoffes im Sinne des Emissionsinventars in diesen beiden Betrachtungsräumen ausgeschlossen werden konnte. Da jene Messstelle, die 2017 einmal von einer Überschreitung betroffen war, nicht wiederholt beprobt wurde, kann eine Relevanz im Betrachtungsraum Chiers auch bei der Erstellung dieses Berichts nicht ausgeschlossen werden.

Abbildung 18: Tributylzinn -Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts)





Die Einträge von Tributylzinn in Oberflächengewässer wurden in Österreich mit dem Modell MoRe abgeschätzt (BMNT, 2019). Als Haupteintragspfade wurde in Abhängigkeit von der Einzugsgebietscharakteristik der unterirdische Zustrom (Mittelwert der relativen Frachteinträge aus 754 Einzugsgebieten 38%) genannt. Zu einem wesentlich kleineren Anteil trägt auch die Erosion von natürlichen Flächen (29%) zum Eintrag in die Gewässer bei.

In der österreichischen Studie wurden auch Minimierungsmaßnahmen hinsichtlich des Eintrags von Tributylzinn in die Gewässer beurteilt. Über Erosionsschutz bei Ackerflächen lassen sich die Gewässerkonzentrationen bis zu maximal 39% reduzieren, während eine zusätzliche Adsorptionsstufe auf Kläranlagen > 50.000 EW bzw. der Ausbau der Regenwasserbehandlung eine maximale Reduktion von 14% bzw. 10% bewirken kann (BMNT, 2019).

## 4 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Priorisierung der 45 prioritären Stoffe gemäß RL 2013/39/EU und der 22 national geregelten Stoffe Luxemburgs haben gezeigt, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt 29 Stoffe von Relevanz sind, deren Vorkommen in den einzelnen Betrachtungsräumen schwankt. Im Vergleich zum Emissionsinventar (Umweltbundesamt, 2018) konnten die Bestimmungsgrenzen zahlreicher Stoffe verbessert dahingehend verbessert werden, dass sie zumeist unter den jeweiligen Umweltqualitätsnormen liegen. Somit war die Relevanzbeurteilung für die meisten Stoffe möglich.

Grundsätzlich können folgende Handlungsempfehlungen formuliert werden:

- Stoffe, für die Überschreitungen der JD-UQN oder der ZHK-UQN vereinzelt und vor längerer Zeit auftraten, die aber zu einer Verfehlung des guten chemischen bzw. ökologischen Zustands führen (Tributylzinn, Cypermethrin, Nicosulfuron)
  - Messungen an jenen Messstellen, wo die Überschreitungen auftraten sowie an den Zuläufen und Abläufen der Betrachtungsräume
- Stoffe, für die derzeit noch nicht an allen Messstellen Messungen mit Bestimmungsgrenzen < UQN vorliegen
  - Weiterführung der Messungen mit Messmethoden mit ausreichender Sensitivität
  - Analyse der Stoffe an den Überblicksmessstellen
- Stoffe, für die Tier 1 nicht möglich ist (da Daten zu Emissionen aus Punktquellen fehlen)
  - Entwicklung/Etablierung von Messmethoden mit ausreichender Sensitivität
  - Analyse der Stoffe in kommunalen Kläranlagen um typische Konzentrationen für Luxemburg ableiten zu können, Erhebung der Emissionen industrieller Direktleiter, die keinen PRTR-Schwellenwert überschreiten
- Stoffe, für die Tier 2 nicht möglich ist (da Flussfrachten nicht berechnet werden können)
  - Entwicklung/Etablierung von Messmethoden mit ausreichender Sensitivität
  - Definition aller Übergabepunkte (Gebietszu- und -abläufe) der Betrachtungsräume, in denen ein Stoff von Relevanz ist (Gewässergütemessstellen + Pegelmessstellen)
  - Analyse der relevanten Stoffe an den Übergabepunkten mit ausreichender Sensitivität, um Gewässerfrachten berechnen zu können
- Stoffe, für die Tier 3/ Tier 4 nicht möglich ist (da keine Daten zu unterschiedlichen Eintragspfaden vorliegen)
  - Abgrenzung von Teileinzugsgebieten („analytischen Units“)
  - Erhebung von Wasserbilanzkomponenten und erforderlichen Eingangsdaten (z.B. Landnutzung) für die analytischen Units, die untersucht werden (Beobachtungsräume oder Teileinzugsgebiete). Diese Erhebung wurde bereits im Projekt MoRE Luxemburg (KIT, 2020) begonnen
  - Analyse der Stoffe in den einzelnen Eintragspfaden in Luxemburg (z.B. im Niederschlagswasserkanal aus Trennkanalesationen, aus dem Bodenabtrag), um nationale Emissionsfaktoren ableiten zu können.

## 5 RECHTSNORMEN UND RICHTLINIEN

**Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg (2016).** Règlement grand-ducal du 15 janvier 2016 relatif à l'évaluation de l'état des masses d'eau de surface. Online verfügbar unter: <http://data.legilux.public.lu/file/eli-etat-leg-memorial-2016-7-fr-pdf.pdf>

**RL 91/271/EWG.** Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. Online verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj>.

**RL 2000/60/EG.** Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Online verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/2014-11-20>.

**RL 2008/105/EG.** Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. Online verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>.

**RL 2013/39/EU.** Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG

**VO 2006/166/EG.** Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

## 6 LITERATUR

**ATV (2000).** Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131. Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Hennef, GFA - Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V.

**BMLFUW (2014).** Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Spurenstoffemissionen-aus-Siedlungsgebieten-und-von-Verkehrsfleachen.html>

**BMLFUW (2015).** Emissionsabschätzung für prioritäre Stoffe. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Online verfügbar unter: [https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/allgemeines/emissionsab\\_prio.html](https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/hintergrund/allgemeines/emissionsab_prio.html)

**BMLFUW (2017).** Emissionen ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Online verfügbar unter: <https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/Emissionen-ausgew-htler-priorit-rer-und-sonstiger-Stoffe.html>

**BMNT (2018).** Spurenstoffe im Grundwasser – Untersuchungen zum Vorkommen von Quecksilber und 30 ausgewählten organischen Substanzen anthropogener Herkunft. Brielmann et al., Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: [https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/grundwasser/spurenstoffe\\_gw\\_2018.html](https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/grundwasser/spurenstoffe_gw_2018.html)

**BMNT (2019).** STOBIMO Spurenstoffe. Stoffbilanzmodellierung für Spurenstoffe auf Einzugsgebietsebene. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: [https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse\\_seen/stobimo-spurenstoffe.html](https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/stobimo-spurenstoffe.html)

**Böhm, E., Hillenbrand, T., Marscheider-Weidemann F., Schempp, C., Fuchs, S., Scherer, U. (2001).** Bilanzierung des Eintrags prioritärer Schwermetalle in Gewässer. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 29/01. Berlin, Juli 2001. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bilanzierung-des-eintrags-prioritaerer>

**Buck, R.C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J.M., Cousins, I.T., de Voogt, P., Jensen, A.A., Kannan, K., Mabury, S.A., van Leeuwen, S.P.J. (2011).** Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins. *Integrated Environmental Assessment and Management* 7(4), 513-541.

**ECHA (2020).** Perfluoroalkyl chemicals (PFAS). European Chemicals Agency, Finnland. Online verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>

**EFSA (2018).** Scientific opinion: Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), European Food Safety Authority, 22 März 2018. *EFSA Journal* 16(12): 5194.

**Emerging Contaminants (2016).** PFOS and PFOA Production – Use – Sources. Online verfügbar unter: <https://www.emergingcontaminants.eu/index.php/background-info/Factsheets-PFOS-intro/Factsheets-PFOS-production>

**Europäische Kommission (2011a).** Heptachlor/Heptachlor epoxide EQS dossier 2011. Europäische Kommission, CIRCABC, Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/53641c85-d467-4c03-9100-b5fddf8bbfce/Heptachlor%20EQS%20dossier%202011.pdf>

**Europäische Kommission (2011b).** PBDE - Polybrominated diphenyl-ethers (BDEs). EQS Dossier 2011. Europäische Kommission, CIRCABC, Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/d07ed9f5-0760-4561-b642-04bc1e4a580e/PBDE%20EQS%20dossier%202011.pdf>

**Europäische Kommission (2011c).** Perfluorooctane sulphonate (PFOS) (2011). Europäische Kommission, CIRCABC, Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/027ff47c-038b-4929-a84c-da3359acecee/PFOS%20EQS%20dossier%202011.pdf>

**Europäische Kommission (2012).** Guidance Document No. 28 "Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances; Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC); Online verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/6a3fb5a0-4dec-4fde-a69d-5ac93dfbbadd/Guidance%20document%20n28.pdf>

**Fuchs, S., Weber, T., Wander, R., Toshovski, S., Kittlaus, S, Reid, L., Bach, M., Klement, L., Hillenbrand, T., Tettenborn, F. (2017).** Effizienz von Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen. Umweltbundesamt (Hrsg.). UBA-FB 002441. Umweltbundesamt, Dessau-Roßau. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-17\\_texte\\_05-2017\\_masnahme\\_neffizienz-stoffeintrage\\_komp.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-17_texte_05-2017_masnahme_neffizienz-stoffeintrage_komp.pdf)

**Gallé, T., Bayerle, M., Pittois, D., Krein, A., Kurtenbach, A., Bierl, R. (2018).** Emissionsinventar revisited: Investigative Monitoringmethoden zur Eingrenzung von PAK-Quellen in Einzugsgebieten. Hydrologie & Wasserbewirtschaftung, 62, (5), 306-320. Online verfügbar unter: <http://www.hywa-online.de/bewertung-der-eignung-synthetischer-niedersim3-niederschlagszeitreihen-fuer-kanalnetzsimulationen-unter-beruecksichtigung-der-natuerlichen-variabilitaet-des-niederschlags-2/>

**Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2015).** Bewirtschaftungsplan für die luxemburgischen Anteile an den internationalen Flussgebietseinheiten Rhein und Maas (2015 – 2021). Online verfügbar unter: [https://eau.public.lu/directive\\_cadre\\_eau/directive\\_cadre\\_eau/2015-2021\\_2e\\_cycle/publication-du-plan-de-gestion/index.html](https://eau.public.lu/directive_cadre_eau/directive_cadre_eau/2015-2021_2e_cycle/publication-du-plan-de-gestion/index.html)

**HIMH (1998).** Emission data for The Netherlands, 1996 and estimates for 1997.

**KIT (2020).** MoRE Luxemburg. Vorstudie zur Modellierung der Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer Luxemburgs mithilfe des Modells MoRE. Karlsruher Institut für Technologie im Auftrag der Luxemburger Wasserwirtschaftsverwaltung

**Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2018).** Arsen in Fließgewässern.

**Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (2010).** Ermittlung geogener Hintergrundbelastungen durch Schwermetalle in Oberflächengewässern des Landes Sachsen

– Anhalt. Abschlussbericht. Online verfügbar unter: [https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu\\_PDF/5.0\\_GLD/Hintergrundwerte/HGW-OW-2010\\_Bericht-Textteil.pdf](https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/5.0_GLD/Hintergrundwerte/HGW-OW-2010_Bericht-Textteil.pdf)

**Lindtner, S., Zessner, M. (2003).** Abschätzung von Schmutzfrachten in der Abwasserentsorgung bei unvollständiger Datenlage. In H. Kroiss (Hrsg.), Fortbildungsseminar Abwasserentsorgung. Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer, Band 183, 195-227.

**LIST (2015).** MIGR – ImmiCad. RAP-20150818\_Etude\_IMMICAD-1.0. Luxembourg Institute of Science and Technology. July 2015

**Markle, J.C., van Buuren, B.H., Moran, K.D. and Barefoot, A.C. (2014).** Pyrethroid pesticides in municipal wastewater: A baseline survey of publicly owned treatment works facilities in California in 2013, Pyrethroid Working Group.

**Regierung des Großherzogtums Luxemburg (2014).** Umsetzung der europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie (200/60/EG) – Bericht zur Bestandsaufnahme für Luxemburg; Online verfügbar unter: [https://eau.public.lu/directive\\_cadre\\_eau/directive\\_cadre\\_eau/2015-2021\\_2e\\_cycle/Etat-des-lieux-des-districts-hydrographiques-du-Rhin-et-de-la-Meuse-parties-luxembourgeoises\\_/Bestandsaufnahme\\_final.pdf](https://eau.public.lu/directive_cadre_eau/directive_cadre_eau/2015-2021_2e_cycle/Etat-des-lieux-des-districts-hydrographiques-du-Rhin-et-de-la-Meuse-parties-luxembourgeoises_/Bestandsaufnahme_final.pdf)

**Ruel, S.M.; Choubert, J.M.; Ginestet, P. & Coquery, M. (2008).** Semi-quantitative analysis of a specific database on priority and emerging substances in wastewater and sludge. Präsentation beim IWA World Water Congress, Wien, 5.–9. September 2008.

**Umweltbundesamt (2009).** Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M.: Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Report REP-0247, Umweltbundesamt, Wien. Online verfügbar unter: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0247.pdf>.

**Umweltbundesamt (2018).** Clara, M., Lenz, K. Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste nach Art. 5 der RL 2008/105/EG für Luxemburg

**UBA (2016).** Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste nach Art. 5 der RL 2008/105/EG bzw. §4 Abs. 2 OGeV in Deutschland. Texte 12/2016, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bestandsaufnahme-der-emissionen-einleitungen>

**UBA (2020).** Prioritäre Stoffe in kommunalen Kläranlagen. Ein deutschlandweit harmonisiertes Monitoring. Texte 173/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Oktober 2020. Online verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020\\_09\\_25\\_texte\\_173-2020\\_prioritaere\\_stoffe\\_in\\_kommunalen\\_klaeranlagen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_09_25_texte_173-2020_prioritaere_stoffe_in_kommunalen_klaeranlagen.pdf)

**Verbruggen, E.M.J., Van Herwijnen, R.; Smit, C.E. (2015).** Derivation of water-based quality standards for secondary poisoning of mercury. National Institute for Public Health and the Environment. RIVM Letter report 2015-0058. Online verfügbar unter: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0058.pdf>

## 7 ANHANG

Tabelle 16: Kriterien zur Bewertung der relevanten Stoffe

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien									
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung							
Alachlor	0,3	0,7												0 Det. bei 78 Mess. alle Werte < BG (0,01 µg/L)												
Anthracen	0,1	0,1				x	x	x						306 Det. bei 333 Mess., max 0,11 µg/L, BG 0,002 µg/L	x	x										
Atrazin	0,6	2						x						4 Det. bei 536 Mess., max 0,07 µg/L, max JD 0,017 µg/L, BG=0,025 µg/L												
Benzol	10	50												0 Det. bei 117 Mess., alle Werte < BG (1 µg/L)												
Bromierte Diphenylether		0,14	0,0085			x	x	x						714 Det. bei 952 Mess., alle Werte < BG (0,005 µg/L)	x											
Cadmium und -verbindungen	Fn. 1	Fn. 2				x	x	x	x	x				13 Det. bei 592 Mess., max 0,6 µg/L, BG 0,1 µg/L	x											
Tetrachlorkohlenstoff (Tetrachlormethan)	12	n.a.												0 Det. bei 117 Mess., alle Werte < BG (1 µg/L)												
C10–13 Chloralkane	0,4	1,4												0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,4 µg/L)												

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Chlorfenvinphos	0,1	0,3							0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,02 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,02 µg/L)					
Chlorpyrifos (-ethyl, -methyl)	0,03	0,1							0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)					1 Det. bei 270 Mess., max 0,012 l, BG 0,01 µg/L					
Cyclodien Pestizide:																			
Aldrin	Σ = 0,01	n.a.			?			x	0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,002 µg/L)					
Dieldrin									0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)				0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,002 µg/L)						
Endrin									0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)				0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,002 µg/L)						
Isodrin									0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)				0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,002 µg/L)						
DDT insgesamt	0,025	n.a.							0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)	x				1 Det. bei 60 Mess., max 0,01 µg/L, BG 0,002 µg/L					
Para-para-DDT	0,01	n.a.							0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)	x				1 Det. bei 60 Mess., max 0,005 µg/L, BG 0,002 µg/L					
1,2-Dichlorethan	10	n.a.							0 Det. bei 117 Mess., alle Werte < BG (2 µg/L)					0 Det. bei 118 Mess., alle Werte < BG (0,1 bzw. 2 µg/L)					



Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Dichlormethan	20	n.a.							0 Det. bei 117 Mess., alle Werte < BG (1 µg/L)					0 Det. bei 118 Mess., alle Werte < BG (0,1 bzw. 1 µg/L)					
Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	1,3	n.a.							0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,05 µg/L)	x				8 Det. bei 60 Mess., max 0,14 µg/L, BG 0,05 µg/L					
Diuron	0,2	1,8			x		x		1 Det. bei 534 Mess., BG 0,025 µg/L	x				12 Det. bei 571 Mess., max 0,2 µg/L, max JD 0,05 µg/L, BG 0,025 µg/L, 29 Mess. mit no data					
Endosulfan	0,005	0,01						x	0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,001 µg/L)					
Fluoranthen	0,0063	0,12	30		x	x	x	x	317 Det. bei 333 Mess., max. 0,54 µg/L, max JD 0,071 µg/L, BG 0,003 µg/L	x	x	x		315 Det. bei 339 Mess., max 0,26 µg/L, max JD 0,09 µg/L, BG 0,001 bzw. 0,003 bzw. 0,004 µg/L	x				
Hexachlorbenzol		0,05	10						0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess., BG 0,01 µg/L					
Hexachlorbutadien		0,6	55						0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)	x				2 Det. bei 60 Mess., max 0,01 µg/L, BG 0,01 µg/L					
Hexachlorcyclohexan (HCH)	0,02	0,04			x				0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,005 µg/L)					
Isoproturon	0,3	1			x		x		6 Det. bei 534 Mess., max 0,137 µg/L, max JD 0,018, BG 0,025	x				2 Det. bei 571 Mess., max 0,035 µg/L, BG 0,025 µg/L					

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Blei und Bleiverbindungen	1,2	14			x	x	x	x		8 Det. bei 592 Mess., max 5 µg/L, max JD 1,43 µ/l, BG 0,5 µg/L	x				387 Det. bei 608 Mess., max 2,8 µg/L, max JD 0,85 µg/L, BG 0,1 µg/L				
Quecksilber und -verbindungen		0,07	20			x	x	x		51 Det. bei 586 Mess., max 0,205 µg/L, max JD 0,02 µg/L, BG 0,005 µg/L	x				4 Det. bei 597 Mess., max 0,034 µg/L, BG 0,02 µg/L	x			
Naphthalin	2	130					x			6 Det. bei 333 Mess., max 0,03 µg/L, BG 0,002 bzw. 0,0024 bzw. 0,028 µg/L	x				39 Det. bei 339 Mess., max 0,227 µg/L, max JD 0,16 µg/L, BG 0,002 bzw. 0,02 bzw. 0,03				
Nickel und Nickelverbindungen	4	34			x	x	x	x	x	43 Det. bei 592 Mess., max 17 µg/L, max JD 17 µg/L, BG 5 µg/L	x	x	x		445 Det. bei 608 Mess., max 8,1 µg/L, max JD 6,1 µg/L, BG 5 bzw. 0,5 µ/l				
Nonylphenole	0,3	2								0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,1 µg/L)					0 Det. bei 60 Mess. alle Werte < BG (0,1 µg/L)				
Octylphenole	0,1	n.a.			x					0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)	x				8 Det. bei 60 Mess., max 0,03 µg/L, BG 0,01 µg/L				
Pentachlorbenzol	0,007	n.a.							x	0 Det. bei 78 Mess., alle Werte < BG (0,01 µg/L)	x				11 Det. bei 60 Mess., max 0,005 µg/L, BG 0,001 µg/L				
Pentachlorphenol	0,4	1				x				8 Det. bei 78 Mess., max 0,12 µ/l, BG = 0,01 µg/L					0 Det. bei 60 Mess. alle Werte < BG (0,01 µg/L)				
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:																			
Benzo(a)pyren	0,00017	0,27	5		x	x	x	x	x	323 Det. bei 333 Mess. max 0,302, max JD 0,0358, BG 0,001 µg/L	x	x	x	x	320 Det. bei 339 Mess., max 0,19 µg/L, BG 0,001 µg/L	x			
Benzo(b)fluoroanthen	Fn. 11	0,017	Fn. 11		x	x	x	x	x	299 Det. bei 333 Mess., max 0,351 µg/L, max JD 0,05 µg/L, BG 0,003 µg/L	x	x	x	x	289 Det. bei 339 Mess., max 0,19 µg/L, BG 0,003 µg/L				

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Benzo(k)fluoroanthren	Fn. 11	0,017	Fn. 11		x	x	x	x	x	291 Det. bei 333 Mess., max 0,184 µg/L, max JD 0,025 µg/L, BG 0,001 bzw. 0,002 µg/L	x	x	x	x	268 Det. bei 339 Mess., max 0,098 µg/L, BG 0,001 bzw. 0,002 µg/L				
Benzo(g,h,i)perylen	Fn. 11	0,0082	Fn. 11		x	x	x	x	x	305 Det. bei 333 Mess., max 0,167 µg/L, max JD 0,03 µg/L, BG 0,002 µg/L	x	x	x	x	293 Det. bei 339 Mess., max 0,12 µg/L, BG 0,002 bzw. 0,001 µg/L				
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Fn. 11	n.a.	Fn. 11		x	x	x	x	x	294 Det. bei 333 Mess., max 0,199 µg/L, max JD 0,023 µg/L, BG 0,002 µg/L	x	x	x	x	267 Det. bei 339 Mess., max 0,1 µg/L, BG 0,002 bzw. 0,001 µg/L				
Simazin	1	4					x			2 Det. bei 319 Mess., max 0,098 µg/L, BG 0,025 µg/L					0 Det. bei 362 Mess., BG 0,025 µg/L				
Tetrachlorethylen	10	n.a.								0 Det. bei 117 Mess., BG 1 µg/L					0 Det. bei 118 Mess., BG 1 bzw. 0,1 µg/L				
Trichlorethylen	10	n.a.								0 Det. bei 117 Mess., BG 1 µg/L					0 Det. bei 118 Mess., BG 1 bzw. 0,1 µg/L				
Tributylzinn-verbindungen (Kation)	0,0002	0,0015			x		x			13 Det. bei 78 Mess., max 0,00084 µg/L, mx JD 0,00012 µg/L, BG 0,00006 µg/L	x				12 Det. bei 60 Mess., max 0,00025 µg/L, BG 0,00006 µg/L				
Trichlorbenzole	0,4	n.a.								0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L					∑ Trichlorbenzole, 0 Det. bei 60 Mess., BG 0,01 µg/L				
Trichlormethan (Chloroform)	2,5	n.a.								0 Det. bei 117 Mess., BG 1 µg/L	x				1 Det. bei 118 Mess., BG 1 bzw. 0,1 µg/L				
Trifluralin	0,03	n.a.					x			1 Det. bei 78 Mess., max 0,01 µg/L, BG 0,01 µg/L					0 Det. bei 60 Mess. alle Werte < BG (0,01 µg/L)				

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Dicofol	0,0013	n.a.	33		?				x	0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L					0 Det. bei 60 Mess., alle Werte < BG (0,0004 µg/L)				
Perfluoroktansulfon-säure und ihre Derivate (PFOS)	0,00065	36	9,1		x	x			x	0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L	x	x	x	x	38 Det. bei 60 Mess., max 0,008 µg/L, max JD 0,006 µg/L, BG 0,001 µg/L	x			
Quinoxifen	0,15	2,7								0 Det. bei 397 Mess., BG 0,04 bzw. 0,025 µg/L					0 Det. bei 422 Mess., BG 0,04 bzw. 0,025 µg/L				
Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen		n.a.	Fn. 3							keine Messung					keine Messung				
Aclonifen	0,12	0,12								0 Det. bei 78 Mess., BG 0,02 µg/L					0 Det. bei 60 Mess. alle Werte < BG (0,02 µg/L)				
Bifenoxy	0,012	0,04								0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L					0 Det. bei 60 Mess. alle Werte < BG (0,004 µg/L)				
Cybutryn	0,0025	0,016						x		Irgarol: 0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L	x				Irgarol: 1 Det. bei 60 Mess., max 0,005 µg/L, BG 0,0008 µg/L, Cybutryn: 0 Det. bei 210 Mess., BG 0,005 µg/L				
Cypermethrin	0,00008	0,0006			x	?			x	0 Det. bei 78 Mess., BG 0,02 µg/L	x			x	4 Det. bei 60 Mess., max 0,013 µg/L, BG 0,001 µg/L				
Dichlorvos	0,0006	0,0007			?				x	0 Det. bei 78 Mess., BG 0,03 µg/L	x				1 Det. bei 270 Mess., max 0,0003 µg/L, BG 0,0002 bzw. 0,005 µg/L				
Hexabromocyclo-dodecan (HBCDD)	0,0016	0,5	167		?				x	Σ: 0 Det. bei 78 Mess., BG 0,01 µg/L	x				Σ: 2 Det. bei 60 Mess., max 0,0011 µg/L, BG 0,0005 µg/L				

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	2E-07	0,0003	0,0067		x	x			x	Beide Parameter 0 Det. bei jeweils 78 Mess., BG 0,01 µg/L				x	Beide Parameter: 0 Det. bei jeweils 60 Mess., BG 0,01 bzw. 0,0005 µg/L	x			
Terbutryn	0,065	0,34					x			1 Det. bei 78 Mess., max 0,03 µg/L, BG 0,02 µg/L	x				48 Det. bei 270 Mess., max 0,1 µg/L, BG 0,02 µg/L bzw. 0,01 µg/L				
Arsen				0,83	x	x	x	x	x	288 Det. bei 592 Mess., max 2,5 µg/L, max JD 1,48 µg/L, BG 0,5 µg/L	x	x	x		602 Det. bei 608 Mess., max 5,5 µg/L, max JD 5,5 µg/L, BG 0,1 µg/L				
Chrom				18			x			27 Det. bei 592 Mess., max 18 µg/L, BG 1 µg/L	x				66 Det. bei 608 Mess., max 8,1 µg/L, BG 0,5 µg/L				
Kobalt				0,3	x	x	x	x	x	330 Det. bei 592 Mess., max 0,6 µg/L, BG 0,1 µg/L	x	x	x		364 Det. bei 608 Mess., max 0,7 µg/L, max JD 0,7, BG 0,1 µg/L				
Kupfer				1,4	x	x	x	x	x	210 Det. bei 592 Mess., max 11,2 µg/L, max JD 5,05 µ/L, BG 1 µg/L	x	x	x		589 Det. bei 608 Mess., max 49,8 µg/L, max JD 13,17, BG 0,25 µg/L				
Selen				0,95	x	x	x			4 Det. bei 592 Mess., max 0,6 µg/L, BG 0,5 µg/L	x	x	x		291 Det. bei 608 Mess., max 2,65 µg/L, max JD 1,7, BG 0,25 µg/L				
Zink				7,8	x	x	x	x	x	145 Det. bei 592 Mess., max 487 µg/L, max JD 279,25 µg/L, BG 5 µg/L	x	x	x		507 Det. bei 608 Mess., max 130 µg/L, max JD 49,5, BG 1 µg/L				
2,4 D				2,2			x			6 Det. bei 534 Mess., max 0,102 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				8 Det. bei 571 Mess., max 0,092 µg/L, BG 0,025 µg/L				
2,4 MCPA				0,5	x		x	x		41 Det. bei 534 Mess., max 0,521 µg/L, BG 0,025 µg/L					34 Det. bei 571 Mess., max 0,35 µg/L, BG 0,025 µg/L				

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien		
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung
Chlortoluron				0,1		x	x			1 Det. bei 534 Mess., max 0,061 µg/L, BG 0,025 µg/L	x	x			3 Det. bei 571 Mess., max 0,51 µg/L, BG 0,025 µg/L				
Diflufenican				0,01	?	?			x	0 Det. bei 534 Mess., BG 0,025 µg/L, no data bei 27 Messungen	x	x		x	89 Det. bei 571 Mess., max 0,038 µg/L, max JD 0,028 µg/L, BG 0,025 bzw. 0,0025 µg/L				
Flufenacet				0,04	x	x	x	x	x	13 Det. bei 534 Mess., max 0,669 µg/L, max JD 0,072 µg/L, BG 0,025 µg/L	x	x	x		35 Det. bei 571 Mess., max 1,74 µg/L, max JD 0,17 µg/L, BG 0,1 bzw. 0,025 µg/L				
Glyphosate				28					x	Σ: 144 Det. bei 534 Mess., max 6,6 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				Σ: 198 Det. bei 571 Mess., max 0,89 µg/L, BG 0,025 µg/L				
Metazachlor				0,019	x	x	x		x	1 Det. bei 534 Mess., max 0,095 µg/L, BG 0,025 µg/L	x			x	Σ: 33 Det. bei 571 Mess., max 0,084 µg/L, BG 0,025 bzw. 0,005 µg/L				
Metazachlor ESA				3	x		x			437 Det. bei 534 Mess., max 1,3 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				463 Det. bei 571 Mess., max 1,22 µg/L, BG 0,025 µg/L				
Metazachlor OXA				3						132 Det. bei 534 Mess., max 0,4 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				213 Det. bei 571 Mess., max 1,02 µg/L, BG 0,025 µg/L				
Metolachlor				0,07		x	x			3 Det. bei 534 Mess., max 0,079 µg/L, BG 0,025 µg/L	x	x	x		8 Det. bei 571 Mess., max 0,9 µg/L, max JD 0,22 µg/L, BG 0,025 µg/L				
Metolachlor ESA				3			x			260 Det. bei 534 Mess., max 0,19 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				253 Det. bei 571 Mess., max 0,39 µg/L, BG 0,025 µg/L				

Parameter	Grenzwerte				Relevanz 2018	Relevanz 2020	Monitoring 2018					Monitoring 2019					sonstige Kriterien				
	JD-UQN [µg/L]	ZHK-UQN [µg/L]	UQN Biota [µg/kg]	Nationaler Grenzwert - JD [µg/L]			1	2	3	4	Anmerkung	1	2	3	4	Anmerkung	5	6	Anmerkung		
Metolachlor OXA				3			x						17 Det. bei 534 Mess., max 0,06 µg/L, BG 0,025 µg/L	x				31 Det. bei 571 Mess., max 0,16 µg/L, BG 0,025 µg/L			
Nicosulfuron				0,035	x								0 Det. bei 534 Mess., BG 0,025 µg/L, no data bei 272 Messungen	x				4 Det. bei 571 Mess., max 0,063 µg/L, max JD 0,033 µg/L, BG 0,025 µg/L			
Tebuconazole				1			x						5 Det. bei 534 Mess., max 0,05 µg/L, BG 0,025 µg/L					5 Det. bei 571 Mess., max 0,062 µg/L, BG 0,025 µg/L			
Terbutylazin				0,06	x	x	x	x	x				48 Det. bei 534 Mess., max 1,31 µg/L, max JD 0,13 µg/L, BG 0,025 µg/L	x	x	x		85 Det. bei 571 Mess., max 2,46 µg/L, max JD 0,41 µg/L, BG 0,025 bzw. 0,005 µg/L			
Carbamazepin				2,5									147 Det. bei 534 Mess., max 1,1 µg/L, BG 0,025 µg/L					167 Det. bei 580 Mess., max 1,88 µg/L, BG 0,025 bzw. 0,25 µg/L			

Quelle: Umweltbundesamt

JD	Jahresdurchschnitt	Kriterium 1	Positivbefund
ZHK	zulässige Höchstkonzentration	Kriterium 2	Messstellen mit Überschreitung der UQN
UQN	Umweltqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2008/105/EG	Kriterium 3	Mehr als eine Messstelle mit Überschreitung von UQN/2
n.a.	nicht anwendbar	Kriterium 4	BG ≥ UQN
x	Relevanz vorhanden	Kriterium 5	Biota-Grenzwert überschritten
?	Relevanz nicht ausgeschlossen	Kriterium 6	PRTR-Daten zeigen wasserrelevante Emissionen der Substanz
Fußnote 1	≤ 0,08 (Class 1), 0,08 (Class 2), 0,09 (Class 3), 0,15 (Class 4), 0,25 (Class 5)		
Fußnote 2	≤ 0,45 (Class 1), 0,45 (Class 2), 0,6 (Class 3), 0,9 (Class 4), 1,5 (Class 5)		
Fußnote 3	Summe PCDD+PCDF+PCB-DL: 0,0065 µg.kg <sup>-1</sup> TEQ		
Fußnote 11	Bei der Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) (Nr. 28) bezieht sich die Biota-UQN und die entsprechende JD-UQN in Wasser auf die Konzentration von Benzo(a)pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo(a)pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden; daher ist nur Benzo(a)pyren zum Vergleich mit der BIOTA-UQN und der entsprechenden JD-UQN im Wasser zu überwachen.		

Tabelle 17: Literaturwerte zu Konzentrationen relevanter Stoffe in Zu- und Ablauf von Kläranlagen sowie im Primärschlamm

Schadstoff	Zulauf ARA		Ablauf ARA (CNDP)		Konzentration im Primärschlamm		Ablauf ARA			
	[µg/l]	Quelle	[µg/l]	Quelle	[µg/kg TS]	Quelle	min. [µg/l]		max. [µg/l]	Quelle
Anthracene	0,0056	[8]	0,0005	[8]	24	[8]				
Bromierte Diphenylether	0,00402	[1]	0,00022 - 0,00055	[4]	29,6	[1]				
Cadmium und -verbindungen	0,11	[8]	0,006	[8]	430	[8]				
Fluoranthen	0,047	[8]	0,0021	[8]	180	[8]	0,0013	-	0,01	[5]
Isoproturon	0,02	[1]	0,019	[1]			0,03			[9]
Blei und -verbindungen	3,1	[8]	0,14	[8]	14000	[8]	1,73			[6]
Quecksilber und -verbindungen	0,029	[8]	0,002	[8]	190	[8]				
Nickel und -verbindungen	6,3	[8]	4,4	[8]	13000	[8]				
Benzo(a)pyren	0,011	[8]	0,00025	[8]	58	[8]	0	-	0,0055	[5]
Benzo(b)fluoroanthen	0,015	[8]	0,0005	[8]	69	[8]	0	-	0,0022	[5]
Benzo(k)fluoroanthen	0,0062	[8]	0,0005	[8]	31	[8]	0	-	0,0022	[5]
Benzo(g,h,i)perylen	0,012	[8]	0,00025	[8]	58	[8]	0,0002	-	0,0009	[5]
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0096	[8]	0,00025	[8]	45	[8]	0,0002	-	0,0009	[5]
Tributylzinnverbindungen	0,0018	[1]	0,000013 - 0,00011	[4]	150	[1]	0,00112	-	0,00113	[5]
PFOS	0,022	[2]	0,015	[4]			0,06			[5]
Cypermethrin	0,035	[3]	0,0025	[8]	50	[8]	0,00211			[3]
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	0,005	[8]	0,002	[8]	1	[8]	0,002	-	0,2	
Arsen	2	[1]	1,32	[1]			3,9			[7]
Kupfer	32	[1]	4,8	[4]	167000	[1]				
Selen	4,2	[1]	0,3	[1]	1000	[1]				
Zink	200	[1]	23	[4]	715000	[1]				

1...Umweltbundesamt, 2009

2...BMLFUW, 2014

3...Markle et al., 2014

4...BMLFUW, 2017

5...BMLFUW, 2015

6...Fuchs et al., 2010

7...Ruel et al., 2008

8... UBA, 2020

9...UBA, 2016



Tabelle 18: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Mosel

Q (Mio m <sup>3</sup> /a)	MOSELLE - Schengen		MOSELLE - Wasserbillig		Fracht gesamt [kg/a]
	Zulauf		Ablauf		
	4507		5855		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Fluoranthen			0,011	62,2	<b>62,2</b>
Benzo(a)pyren			0,0042	24,8	<b>24,77</b>
Benzo(b)fluoranthen			0,0041	23,9	<b>23,87</b>
Benzo(k)fluoranthen			0,0023	13,3	<b>13,29</b>
Benzo(g,h,i)perylen			0,0029	17,1	<b>17,11</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren			0,0025	14,4	<b>14,41</b>
PBDE			0,000003	0,020	<b>0,020</b>
Quecksilber			0,00012	0,71	<b>0,71</b>
PFOS			0,0004	2,57	<b>2,57</b>
Arsen	2,23	10 028	2,22	12 994	<b>2 965</b>
Kobalt	0,25	1 127	0,22	1 306	<b>179</b>
Kupfer	5,38	24 226	4,68	27 428	<b>3 202</b>

Tabelle 19: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Mosel

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen: kommunale Kläranlagen		Diffuse Quellen	
			LUX	DE	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Fluoranthen	Tier 2*	62,2	0,12	0,0048	0,037	62,0
Benzo(a)pyren	Tier 2*	24,8	0,024	0,0006	0,0086	24,7
Benzo(b)fluoranthen	Tier 2*	23,9	0,035	0,0011	0,012	23,8
Benzo(k)fluoranthen	Tier 2*	13,3	0,015	0,0011	0,0049	13,3
Benzo(g,h,i)perylen	Tier 2*	17,1	0,026	0,0006	0,0094	17,1
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2*	14,4	0,021	0,0006	0,0075	14,4
Cypermethrin	Tier 1		0,098	0,0057	0,028	
PBDE	Tier 2*	0,020	0,0076	0,0005	0,0032	0,009
Quecksilber	Tier 2*	0,71	0,080	0,0045	0,023	0,61
PFOS	Tier 2*	2,57	0,17	0,034	0,0039	2,36
Heptachlor	Tier 1		0,024	0,0045	0,0039	
Arsen	Tier 2	2 965	15,5	2,99	1,57	2 945
Kobalt	(Tier 2)	179	(-)	(-)	(-)	179
Kupfer	Tier 2	3 202	114	10,9	25,1	3 052
Selen	Tier 1		12,2	0,68	3,30	
Zink	Tier 1		654	51,9	157	
Nicosulfuron	Tier 1	Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus				
Diflufenican	Tier 1					

Metazachlor	Tier 1	Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen
-------------	--------	--

Tabelle 20: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Untere Sauer

	SÛRE - Reisdorf	OUR - amont Wallendorf-Pont	SÛRE - amont Wasserbillig	Fracht gesamt (Ab- lauf-Zu- lauf) [kg/a]			
	Zulauf	Zulauf	Ablauf				
Q (Mio m³/a)	884	325	1 688				
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]			
Kupfer	2,82	2 496	1,25	405	2,10	3 545	<b>644</b>

Tabelle 21: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Untere Sauer

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen: kommunale Kläranlagen		Diffuse Quellen	
			LUX	DE	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Fluoranthen	Tier 1		0,11	0,064	0,0034	
Benzo(a)pyren	Tier 1		0,021	0,0091	0,0008	
Benzo(b)fluoranthen	Tier 1		0,031	0,015	0,0011	
Benzo(k)fluoranthen	Tier 1		0,0097	0,0041	0,0004	
Benzo(g,h,i)perylene	Tier 1		0,023	0,010	0,0009	
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 1		0,017	0,0073	0,0007	
Cypermethrin	Tier 1		0,09	0,050	0,0025	
PBDE	Tier 1		0,004	0,0010	0,0003	
Quecksilber	Tier 1		0,070	0,040	0,0021	
PFOS	Tier 1		0,093	0,091	0,0004	
Heptachlor	Tier 1		0,011	0,0094	0,0004	
Arsen	Tier 1		8,95	8,60	0,14	
Kupfer	Tier 2	644	93,1	63,1	2,29	486
Zink	Tier 1		560	363	14,3	
Diflufenican	Tier 1	Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen				
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	Tier 1					

Tabelle 22: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Obere Sauer

	WILTZ - amont Goe-belsmühle		SÛRE - Martelange		SYRBACH - aval Rommelerkräiz, LB 177		BÉIWENERBAACH - Bavigne		ALZETTE - Ettel-bruck		SÛRE - Reisdorf		Fracht ge-samt (Ablauf-Zulauf) [kg/a]
	Zulauf		Zulauf		Zulauf		Zulauf		Zulauf		Ablauf		
Q (Mio m³/a)	173		125		31		17		380		884		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Fluoranthren	0,019	3,24			0,035	1,08	0,013	0,22	0,014	5,41	0,050	44,6	<b>34,6</b>
Benzo(a)pyren	0,011	1,86			0,023	0,70	0,0072	0,12	0,0061	2,31	0,031	27,1	<b>22,1</b>
Benzo(b)fluoroan-then	0,013	2,33			0,027	0,85	0,0084	0,14	0,0078	2,98	0,035	31,3	<b>25,0</b>
Benzo(k)fluoroan-then	0,0066	1,14			0,014	0,42	0,0045	0,08	0,0038	1,45	0,018	16,3	<b>13,2</b>
Benzo(g,h,i)perylen	0,0084	1,46			0,018	0,57	0,0056	0,10	0,005	1,90	0,020	17,9	<b>13,9</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0073	1,26			0,016	0,50	0,005	0,09	0,004	1,52	0,020	17,4	<b>14,0</b>
PBDE											0,000002	0,0019	<b>0,0019</b>
Quecksilber											0,00014	0,12	<b>0,12</b>
PFOS											0,00031	0,27	<b>0,27</b>
Heptachlor											0,000003	0,0025	<b>0,0025</b>
Arsen	1,00	173	0,62	77,13				0,00	1,16	442	1,40	1 238	<b>547</b>
Kobalt	0,22	38,0	0,29	36,48	0,26	7,96	0,19	3,22	0,20	77,5	0,66	585	<b>422</b>
Kupfer	2,50	433	1,45	181	2,01	61,9	1,31	22,5	1,83	696	2,82	2 496	<b>1 101</b>
Zink	10,5	1 812	5,58	698	6,25	193		0,00	13,6	5 178	20,0	17 651	<b>9 770</b>
2,4 MCPA											0,024	21,56	<b>21,56</b>

Tabelle 23: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Obere Sauer

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen		Diffuse Quellen	
			kommunale Kläranlagen	industriell	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Fluoranthen	Tier 2	34,6	0,31		0,0002	34,3
Benzo(a)pyren	Tier 2	22,1	0,06		0,00005	22,0
Benzo(b)fluoranthen	Tier 2	25,0	0,085		0,0001	24,9
Benzo(k)fluoranthen	Tier 2	13,2	0,024		0,00003	13,1
Benzo(g,h,i)perylene	Tier 2	13,9	0,064		0,0001	13,8
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2	14,0	0,047		0,00004	14,0
Cypermethrin	Tier 1		0,23		0,0002	
PBDE	Tier 2*	0,0019	0,0086		0,00002	-0,0067
Quecksilber	Tier 2*	0,12	0,1853		0,0001	-0,0656
PFOS	Tier 2*	0,27	0,16		0,00002	0,11
Heptachlor	Tier 2*	0,0025	0,018		0,00002	-0,0159
Arsen	Tier 2	547	16,2		0,0090	530
Kobalt	(Tier 2)	422	(-)		(-)	422
Kupfer	Tier 2	1 101	231		0,14	870
Nickel	Tier 1		51,4		0,028	
Zink	Tier 2	9 770	1 432		0,90	8 337
2,4 MCPA	(Tier 2*)	21,56				21,56
Diflufenican	Tier 1	Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen				
Flufenacet	Tier 1					
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	Tier 1					

(-)...Es konnten keine Emissionskoeffizienten in der Literatur gefunden werden.

Tabelle 24: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Wiltz

	WILTZ - Station de Schimpach Zulauf		WEMPERBACH - aval Schimpach Zulauf		TRETTERBAACH - Sassel Zulauf		WILTZ - amont Goebelsmühle Ablauf		Fracht gesamt (Ab-lauf-Zulauf) [kg/a]
Q (Mio m³/a)	27,4		11,63		25,4		173		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Fluoranthen	0,024	0,65	0,022	0,25			0,019	3,24	<b>2,34</b>
Benzo(a)pyren	0,012	0,34	0,012	0,14			0,011	1,86	<b>1,38</b>
Benzo(b)fluoranthen	0,016	0,45	0,016	0,18			0,013	2,33	<b>1,70</b>
Benzo(k)fluoranthen	0,0080	0,22	0,0077	0,089			0,0066	1,14	<b>0,83</b>
Benzo(g,h,i)perylene	0,011	0,29	0,0097	0,11			0,0084	1,46	<b>1,05</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0089	0,24	0,0080	0,093			0,0073	1,26	<b>0,92</b>
PBDE							0,000028	0,0049	<b>0,005</b>
Quecksilber							0,00044	0,076	<b>0,076</b>

	WILTZ - Station de Schimpach Zulauf	WEMPERBACH - aval Schimpach Zulauf	TRETTERRBAACH - Sassel Zulauf	WILTZ - amont Goebelsmühle Ablauf	Fracht gesamt (Ab- lauf- Zulauf) [kg/a]				
Q (Mio m <sup>3</sup> /a)	27,4	11,63	25,4	173					
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]			
PFOS					0,00067	0,12	<b>0,116</b>		
Heptachlor					0,000013	0,0023	<b>0,002</b>		
Arsen	1,02	27,8	0,58	6,80	1,03	26,2	1,00	173	<b>112</b>
Kobalt	0,47	12,7	0,30	3,53	0,32	8,13	0,22	38,0	<b>13,6</b>
Kupfer	4,24	116					2,50	433	<b>317</b>

Tabelle 25: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Wiltz

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen		Diffuse Quellen	
			kommunale Kläranlagen	industriell	nicht ange- schlossene Ein- wohner	weitere Quellen
Fluoranthren	Tier 2	2,34	0,17		0,00030	2,17
Isoproturon	Tier 1		0,14		0,00013	
Benzo(a)pyren	Tier 2	1,38	0,032		0,00007	1,35
Benzo(b)fluoranthren	Tier 2	1,70	0,048		0,00010	1,65
Benzo(k)fluoranthren	Tier 2	0,83	0,014		0,00004	0,82
Benzo(g,h,i)perylen	Tier 2	1,05	0,036		0,00008	1,01
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2	0,92	0,027		0,00006	0,89
Cypermethrin	Tier 1		0,13		0,00022	
PBDE	Tier 2*	0,0049	0,0059		0,00003	-0,001
Quecksilber	Tier 2*	0,076	0,10		0,00019	-0,028
PFOS	Tier 2*	0,12	0,089		0,00003	0,027
Heptachlor	Tier 2*	0,0023	0,011		0,00003	-0,008
Arsen	Tier 2	112	9,02		0,013	103
Blei	Tier 1		12,2		0,020	
Cadmium	Tier 1		0,42		0,0007	
Kobalt	(Tier 2)	13,6	(-)		(-)	13,6
Kupfer	Tier 2*	317	129		0,20	187
Nickel	Tier 1		28,7		0,040	
Zink	Tier 1		802		1,28	
Diflufenican	Tier 1		Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen			
Flufenacet	Tier 1					
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	Tier 1					

(-)...Es konnten keine Emissionskoeffizienten in der Literatur gefunden werden.

Tabelle 26: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Our

Q (Mio m³/a)	OUR - Ouren		OUR - amont Wallendorf-Pont		Fracht gesamt [kg/a]
	Zulauf		Ablauf		
	201		331		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Fluoranthen	0,005	1,01	0,017	5,58	<b>4,57</b>
Benzo(a)pyren	0,0033	0,65	0,009	2,92	<b>2,26</b>
Benzo(b)fluoranthen	0,0038	0,76	0,010	3,46	<b>2,71</b>
Benzo(k)fluoranthen	0,0014	0,28	0,005	1,68	<b>1,40</b>
Benzo(g,h,i)perylen	0,0023	0,45	0,007	2,27	<b>1,81</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0020	0,40	0,006	1,91	<b>1,51</b>
Arsen			0,58	191	<b>191</b>
Kupfer	1,08	216	1,25	413	<b>196</b>
Terbutylazin			0,042	13,8	<b>13,8</b>

Tabelle 27: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Our

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen: kommunale Kläranlagen		Diffuse Quellen	
			LUX	DE	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Fluoranthen	Tier 2	4,57	0,048	0,019	0,0003	4,50
Benzo(a)pyren	Tier 2	2,26	0,010	0,003	0,0001	2,25
Benzo(b)fluoranthen	Tier 2	2,71	0,014	0,004	0,0001	2,69
Benzo(k)fluoranthen	Tier 2	1,40	0,0046	0,001	0,00003	1,39
Benzo(g,h,i)perylen	Tier 2	1,81	0,011	0,003	0,0001	1,81
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2	1,51	0,008	0,002	0,0001	1,49
Cypermethrin	Tier 1		0,036	0,013	0,0002	
PBDE	Tier 1		0,0023		0,00002	
Quecksilber	Tier 1		0,029	0,011	0,0002	
PFOS	Tier 1		0,025	0,0075	0,00003	
Heptachlor	Tier 1		0,0037	0,0001	0,00003	
Kupfer	Tier 2	196	35,1	14,0	0,18	147
Nickel	Tier 1		7,66	2,76	0,03	
Diflufenican	Tier 1		Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen			
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	(Tier 2*)	13,8				

Tabelle 28: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Alzette

	ALZETTE - Esch/Alzette frontiere		KAYLBACH - Rumelange Frontiere		DÜDELINGERBACH - Dudelange frontiere		ATTERT - Grendel		NOUTEMERBACH - Grendel		KOLERBACH - Kleinbettingen		ALZETTE - Ettelbruck		Fracht gesamt (Ab- lauf- Zulauf) [kg/a]
	Zulauf		Zulauf		Zulauf		Zulauf		Zulauf		Zulauf		Ablauf		
Q (Mio m³/a)	13,49		2,52		7,18		15,59		11,39		5,95		380		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Anthracene	0,034	0,46	0,008	0,019	0,0043	0,031	0,0020	0,031	0,0020	0,023	0,0076	0,05	0,0071	2,69	<b>2,09</b>
Fluoranthen	0,092	1,24	0,021	0,052	0,009	0,065	0,0040	0,062	0,0055	0,063	0,023	0,14	0,014	5,41	<b>3,79</b>
Benzo(a)pyren	0,056	0,75	0,009	0,023	0,0035	0,025	0,0016	0,025	0,0031	0,036	0,014	0,09	0,0061	2,31	<b>1,37</b>
Benzo(b)fluoroanthen	0,057	0,76	0,011	0,027	0,0046	0,033	0,0025	0,039	0,0043	0,048	0,019	0,11	0,008	2,98	<b>1,96</b>
Benzo(k)fluoroanthen	0,030	0,40	0,006	0,015	0,0021	0,015	0,0011	0,018	0,0024	0,027	0,008	0,05	0,004	1,45	<b>0,92</b>
Benzo(g,h,i)perylene	0,04	0,50	0,01	0,019	0,0030	0,022	0,0013	0,019	0,0023	0,026	0,013	0,08	0,005	1,90	<b>1,24</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,031	0,42	0,006	0,015	0,0025	0,018	0,0014	0,021	0,0026	0,030	0,0094	0,06	0,0040	1,52	<b>0,96</b>
Cypermethrin													0,0014	0,52	<b>0,52</b>
PBDE													0,000005	0,0019	<b>0,0019</b>
Quecksilber													0,00013	0,049	<b>0,049</b>
PFOS													0,00019	0,073	<b>0,073</b>
Heptachlor und Heptachlorepoxyd													0,000003	0,0012	<b>0,0012</b>
Arsen	1,50	20,2	0,88	2,21	0,56	4,04	1,13	17,5			1,24	7,38	1,16	442	<b>390</b>
Kobalt	0,16	2,19	0,14	0,35			0,13	1,95			0,2	1,19	0,20	77,52	<b>71,8</b>
Kupfer			1,45	3,66			1,18	18,3			1,26	7,50	1,83	696	<b>667</b>
Zink	21,8	293	16,3	41,0	5,0	35,9					8,2	48,8	13,6	5 178	<b>4 758</b>
Flufenacet											0,124	0,74	0,0063	2,40	<b>1,66</b>

Tabelle 29: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Alzette

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen		Diffuse Quellen	
			kommunale Kläranlagen	industriell	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Anthracene	Tier 2	2,09	0,04		0,0007	2,05
Fluoranthren	Tier 2	3,79	0,31		0,0060	3,48
Benzo(a)pyren	Tier 2	1,37	0,05		0,0014	1,31
Benzo(b)fluoranthren	Tier 2	1,96	0,08		0,0019	1,88
Benzo(k)fluoranthren	Tier 2	0,92	0,04		0,0008	0,83
Benzo(g,h,i)perylen	Tier 2	1,24	0,06		0,0015	1,20
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2	0,96	0,05		0,0012	0,90
Cypermethrin	Tier 2*	0,52	0,26		0,0044	0,26
PBDE	Tier 2*	0,0019	0,018		0,0005	-0,017
Quecksilber	Tier 2*	0,049	0,21	0,018	0,0037	-0,19
PFOS	Tier 2*	0,073	0,68		0,0003	-0,61
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	Tier 2*	0,0012	0,092		0,0006	-0,09
Arsen	Tier 2	390	61,6	0,13	0,25	328
Kobalt	(Tier 2)	71,8	(-)		(-)	71,8
Kupfer	Tier 2*	667	350	8,16	4,07	305
Selen	Tier 1	--	33,0		0,53	
Zink	Tier 2	4 758	1 914	315	25,4	2 177
Flufenacet	Tier 2*	1,66				1,66
Chlortoluron	Tier 1	Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen				
Diflufenican	Tier 1					
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	Tier 1					

(-)...Es konnten keine Emissionskoeffizienten in der Literatur gefunden werden.

Tabelle 30: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Chiers

CHIERS - Rodange - pont à Athus			
Ablauf			Fracht gesamt [kg/a]
Q (Mio m³/a)	17,19		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Anthracene	0,013	0,22	<b>0,22</b>
Fluoranthren	0,024	0,41	<b>0,41</b>
Benzo(a)pyren	0,007	0,12	<b>0,12</b>
Benzo(b)fluoranthren	0,0097	0,17	<b>0,17</b>
Benzo(k)fluoranthren	0,0046	0,080	<b>0,080</b>



CHIERS - Rodange - pont à Athus			
Ablauf			Fracht gesamt [kg/a]
Q (Mio m <sup>3</sup> /a)	17,19		
	Konz. [µg/L]	Fracht [kg/a]	
Benzo(g,h,i)perylen	0,0063	0,11	<b>0,108</b>
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0051	0,088	<b>0,088</b>
Tributylzinn	0,00016	0,0028	<b>0,0028</b>
Arsen	1,67	28,8	<b>28,8</b>
Kobalt	0,29	4,93	<b>4,93</b>
Kupfer	0,29	4,93	<b>4,93</b>
Zink	19,6	336	<b>336</b>

Tabelle 31: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Chiers

Stoff		Emissionen [kg/a]				
		Gesamt	Punktquellen		Diffuse Quellen	
			kommunale Kläranlagen	industriell	nicht angeschlossene Einwohner	weitere Quellen
Anthracene	Tier 2	0,22	0,0035		0,00011	0,22
Fluoranthen	Tier 2	0,41	0,015		0,0010	0,39
Benzo(a)pyren	Tier 2	0,12	0,0018		0,00022	0,12
Benzo(b)fluoranthen	Tier 2	0,17	0,0035		0,00031	0,16
Benzo(k)fluoranthen	Tier 2	0,080	0,0035		0,00013	0,076
Benzo(g,h,i)perylen	Tier 2	0,11	0,0018		0,00024	0,10
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	Tier 2	0,088	0,0018		0,00020	0,086
Tributylzinn	Tier 2	0,0028	0,00009		0,00004	0,0026
Cypermethrin	Tier 1		0,018		0,00071	
PBDE	Tier 1		0,0016		0,00008	
Quecksilber	Tier 1		0,014	0,098	0,00059	
PFOS	Tier 1		0,11		0,00010	
Heptachlor	Tier 1		0,014		0,00010	
Arsen	Tier 2	28,8	9,36	6,37	0,0408	13,0
Cadmium	Tier 1		0,043		0,0022	
Kobalt	(Tier 2)	4,93	(-)		(-)	4,93
Kupfer	Tier 2	4,93	34,0		0,65	-29,8
Selen	Tier 1		2,13		0,086	
Zink	Tier 2	336	163	227	4,08	-57,9
Diflufenican	Tier 1	Da keine Emissionskoeffizienten aus kommunalen Kläranlagen in der Literatur gefunden wurden, konnten keine Frachten aus Punktquellen abgeschätzt werden. Einträge der Pestizide stammen überwiegend aus diffusen Quellen				
Metazachlor	Tier 1					
Terbutylazin	Tier 1					

(-)...Es konnten keine Emissionskoeffizienten in der Literatur gefunden werden.

Tabelle 32: Erläuterung Monitoring Tributylzinn (ab 2016 mit BG = 0,00006 µg/L gemessen)

Jahr	Betrachtungsraum	Messstelle Nr.	Messstelle Name	OWK Nr.	JD [µg/L]	max [µg/L]	Anzahl Messwerte [n]	n> BG
2016	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	< 0,00006	< 0,00006	13	0
2017	Mosel	L200030A11	GANDER - Ermerange	I-6	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Mosel	L202030A12	SYR - Mertert	I-2.1	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Untere Sauer	L141030A13	ERNZ BLANCHE - Reisdorf	II-5	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Untere Sauer	L144030A09	ERNZ NOIRE - Grundhof	II-4	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Our	L122020A07-2	OUR - amont Wallendorf-Pont	V-2.1	< 0,00006	< 0,00006	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	0,000162	0,00174	13	1
2018	Untere Sauer	L112010A19	SAUER - Weilerbach	II-1.b	0,000058	0,00036	13	2
	Obere Sauer	L140030A07	BLEES - aval Camping Bleesbreck	III-1.2.1.b	0,000072	0,00052	13	2
	Obere Sauer	L112010A11	SURE - amont Erpeldange	III-1.1.a	0,000058	0,00040	13	1
	Wiltz	L110040A08	CLERVE - Kautenbach	IV-3.1.b	0,000118	0,00064	13	4
	Wiltz	L110030A11-1	WILTZ - Kautenbach - aval embouchure Clerve	IV-1.1.a	0,000065	0,00045	13	2
	Alzette	L107030A10	WARK - Ettelbruck	VI-5.1.b	0,000094	0,00084	13	2
2019	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	0,000037	0,00007	12	2
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	0,000054	0,00025	12	3
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	0,000033	0,00007	12	1
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	0,000048	0,00013	12	3
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	0,000062	0,00025	12	3

Tabelle 33: Erläuterung Monitoring Cypermethrin (ab 2019 mit BG = 0,001 µg/L gemessen, allerdings noch immer > UQN (0,00008 µg/L))

Jahr	Betrachtungsraum	Messstelle Nr.	Messstelle Name	OWK Nr.	JD [µg/L]	max [µg/L]	Anzahl Messwerte	n> BG
2015	Untere Sauer	L112010A19	SÛRE - Weilerbach	II-1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Obere Sauer	L140030A07	BLEES - aval Camping Bleesbrëck	III-1.2.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Obere Sauer	L112010A11	SÛRE - amont Erpeldange	III-1.1.a	<0,02	<0,02	13	0
	Wiltz	L110030A11-1	WILTZ- Kautenbach - amont embouh. Clerve	IV-1.1.a	<0,02	<0,02	13	0
	Wiltz	L110040A08	CLERVE - Kautenbach	IV-3.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L107030A10	WARK - Ettelbruck	VI-5.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,02	<0,02	13	0
2016	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	<0,02	<0,02	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,02	<0,02	13	0
2017	Mosel	L200030A11	GANDER - Ermerange	I-6	<0,02	0,02	13	1
	Mosel	L202030A12	SYR - Mertert	I-2.1	<0,02	0,03	13	1
	Untere Sauer	L141030A13	ERNZ BLANCHE - Reisdorf	II-5	<0,02	<0,02	13	0
	Untere Sauer	L144030A09	ERNZ NOIRE - Grundhof	II-4	<0,02	<0,02	13	0
	Our	L122020A07-2	OUR - amont Wallendorf-Pont	V-2.1	<0,02	<0,02	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,02	<0,02	13	0
2018	Untere Sauer	L112010A19	SÛRE - Weilerbach	II-1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Obere Sauer	L112010A11	SÛRE - amont Erpeldange	III-1.1.a	<0,02	<0,02	13	0
	Obere Sauer	L140030A07	BLEES - aval Camping Bleesbrëck	III-1.2.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Wiltz	L110030A11-1	WILTZ- Kautenbach - amont embouch. Clerve	IV-1.1.a	<0,02	<0,02	13	0
	Wiltz	L110040A08	CLERVE - Kautenbach	IV-3.1.b	<0,02	<0,02	13	0
	Alzette	L107030A10	WARK - Ettelbruck	VI-5.1.b	<0,02	<0,02	13	0
2019	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	0,0014	0,011	12	1
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	0,0018	0,013	12	2

Jahr	Betrachtungsraum	Messstelle Nr.	Messstelle Name	OWK Nr.	JD [ $\mu\text{g/L}$ ]	max [ $\mu\text{g/L}$ ]	Anzahl Messwerte	n> BG
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	<0,001	<0,001	12	0
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	<0,001	<0,001	12	0
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	0,0014	0,011	12	1

Tabelle 34: Erläuterung Monitoring HBCDD (ab 2019 mit BG = 0,0005  $\mu\text{g/L}$  gemessen)

Jahr	Betrachtungsraum	Messstelle Nr.	Messstelle Name	OWK Nr.	JD [ $\mu\text{g/L}$ ]	max [ $\mu\text{g/L}$ ]	Anzahl Messwerte	n> BG
2015	Untere Sauer	L112010A19	SÛRE - Weilerbach	II-1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Obere Sauer	L112010A11	SÛRE - amont Erpeldange	III-1.1.a	<0,01	<0,01	13	0
	Obere Sauer	L140030A07	BLEES - aval Camping Bleesbrëck	III-1.2.1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Wiltz	L110030A11-1	WILTZ- Kautenbach - amont embouchure Clerve	IV-1.1.a	<0,01	<0,01	13	0
	Alzette	L110040A08	CLERVE - Kautenbach	IV-3.1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,01	<0,01	13	0
2016	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	<0,05 (0,024)	0,01	13	1
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	<0,05	<0,05	13	0
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	<0,05	<0,05	13	0
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	<0,05	<0,05	13	0
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	<0,05	<0,05	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,05 (0,024)	0,01	13	1
2017	Mosel	L200030A11	GANDER - Ermerange	I-6	<0,01	<0,01	13	0
	Mosel	L202030A12	SYR - Mertert	I-2.1	<0,01	<0,01	13	0
	Untere Sauer	L141030A13	ERNZ BLANCHE - Reisdorf	II-5	<0,01	<0,01	13	0
	Untere Sauer	L144030A09	ERNZ NOIRE - Grundhof	II-4	<0,01	<0,01	13	0
	Our	L122020A07-2	OUR - amont Wallendorf-Pont	V-2.1	<0,01	<0,01	13	0
	Chiers	L300030A06	CHIERS - Rodange - pont à Athus	VII-1.1	<0,01	<0,01	13	0
2018	Untere Sauer	L112010A19	SAUER - Weilerbach	II-1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Obere Sauer	L140030A07	BLEES - aval Camping Bleesbreck	III-1.2.1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Obere Sauer	L112010A11	SÛRE - amont Erpeldange	III-1.1.a	<0,01	<0,01	13	0

Jahr	Betrachtungsraum	Messstelle Nr.	Messstelle Name	OWK Nr.	JD [ $\mu\text{g/L}$ ]	max [ $\mu\text{g/L}$ ]	Anzahl Messwerte	n> BG
2019	Wiltz	L110040A08	CLERVE - Kautenbach	IV-3.1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Wiltz	L110030A11-1	WILTZ - Kautenbach - aval embouchure Clerve	IV-1.1.a	<0,01	<0,01	13	0
	Alzette	L107030A10	WARK - Ettelbruck	VI-5.1.b	<0,01	<0,01	13	0
	Alzette	L100011A21	ALZETTE - Ettelbruck	VI-1.1.a	< 0,0005	< 0,0005	12	0
	Alzette	L101030A10	MESS - Noertzange	VI-4.1.3.a	0,00032	0,0011	12	1
	Alzette	L104030A11	MAMER - amont confluent Alzette à Mersch	VI-11	0,00027	0,0005	12	1
	Alzette	L105030A12	EISCH - Mersch	VI-10.1.b	< 0,0005	< 0,0005	12	0
	Alzette	L106030A12	ATTERT - aval Colmar-Berg	VI-6	< 0,0005	< 0,0005	12	0

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Generelles Arbeitsschema für die Bestandanalyse (EU KOM, 2012) .....	6
Abbildung 2: Übersicht der Betrachtungsräume in Luxemburg – Karte 2.3 des Gewässerbewirtschaftungsplan.....	8
Abbildung 3: Ungefähre Lage der Bezugsmessstellen an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume.....	21
Abbildung 4: Anthracen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	29
Abbildung 5: Fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	29
Abbildung 6: Benzo(a)pyren-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	30
Abbildung 7: Benzo(b)fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	30
Abbildung 8: Benzo(k)fluoranthen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	31
Abbildung 9: Benzo(g,h,i)perylen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	31
Abbildung 10: Indeno(1,2,3-cd)-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	32
Abbildung 11: Arsen-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	35
Abbildung 12: Kobalt -Einträge [kg/a] in die Gewässer .....	38
Abbildung 13: Kupfer-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	39
Abbildung 14: Relativer Anteil [-] der unterschiedlichen Eintragspfade in den Gesamteinzugsgebieten der Analysegebiete für Kupfer (gelöst) (BMNT, 2019) .....	41
Abbildung 15: Zink-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	45
Abbildung 16: Cypermethrin-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	51
Abbildung 17: PFOS-Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts) .....	57
Abbildung 18: Tributylzinn -Einträge [kg/a] in die Gewässer (links) und Anteile der verschiedenen Eintragspfade (rechts).....	58

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Flussgebietspezifische Stoffe in Luxemburg (Großherzogliche Verordnung, 2016)	10
Tabelle 2: Stoffe, die im Monitoring-Zeitraum 2015 – 2017 Bestimmungsgrenzen > UQN hatten	11
Tabelle 3: Unterschiede bei der Relevanzbeurteilung des Emissionsinventars 2018 und 2020	14
Tabelle 4: Relevanzabschätzung der Stoffe für die einzelnen Betrachtungsräume aufgrund der Überschreitung von Biota-UQN, JD-UQN, ZHK-UQN oder JD-UQN/2 in mehr als einem Wasserkörper (Betrachtungszeitraum 2015 bis 2019)	16
Tabelle 5: Bezugsmessstellen an den Übergabepunkten der Betrachtungsräume	19
Tabelle 6: Berechnungsansätze der relevanten Stoffe in den sieben Betrachtungsräumen (leere Zellen markieren Stoffe, die im Betrachtungsraum nicht relevant sind)	22
Tabelle 7: Anzahl der kommunalen Kläranlagen in den Betrachtungsräumen unterteilt nach Reinigungsstufen	24
Tabelle 8: Ausbaupkapazität der kommunalen Kläranlagen (EW <sub>60</sub> ) in den Betrachtungsräumen unterteilt nach Reinigungsstufen	25
Tabelle 9: Betrachtungsraum und Angabe der industriellen Einleitungen	26
Tabelle 10: Nicht an eine kommunale Kläranlage angeschlossene Einwohner je Betrachtungsraum	27
Tabelle 11: Umweltqualitätsnormen für Cadmium und Cadmiumverbindungen gemäß Richtlinie 2013/39/EU	36
Tabelle 12: Bewertung von Kupfer (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen	40
Tabelle 13: Bewertung von Nickel (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen	43
Tabelle 14: Bewertung von Zink (gelöst bzw. bioverfügbarer Anteil) in den einzelnen Betrachtungsräumen	47
Tabelle 15: Anwendungsbereiche der Pestizide, die in einzelnen Betrachtungsräumen als relevant beurteilt wurden	49
Tabelle 16: Kriterien zur Bewertung der relevanten Stoffe	65
Tabelle 17: Literaturwerte zu Konzentrationen relevanter Stoffe in Zu- und Ablauf von Kläranlagen sowie im Primärschlamm	74
Tabelle 18: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Mosel	75
Tabelle 19: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Mosel	75
Tabelle 20: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Untere Sauer	76
Tabelle 21: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Untere Sauer	76
Tabelle 22: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Obere Sauer	77
Tabelle 23: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Obere Sauer	78

Tabelle 24: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Wiltz .....	78
Tabelle 25: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Wiltz.....	79
Tabelle 26: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Our .....	80
Tabelle 27: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Our .....	80
Tabelle 28: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Alzette .....	81
Tabelle 29: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Alzette .....	82
Tabelle 30: Berechnung der Gewässerfrachten im Betrachtungsraum Chiers .....	82
Tabelle 31: Frachteinträge (kg/a) im Betrachtungsraum Chiers .....	83
Tabelle 32: Erläuterung Monitoring Tributylzinn (ab 2016 mit BG = 0,00006 µg/L gemessen)	84
Tabelle 33: Erläuterung Monitoring Cypermethrin (ab 2019 mit BG = 0,001 µg/L gemessen, allerdings noch immer > UQN (0,00008 µg/L) .....	85
Tabelle 34: Erläuterung Monitoring HBCDD (ab 2019 mit BG = 0,0005 µg/L gemessen) .....	86