

TEXTE

49/2024

Abschlussbericht

Nutzung der Dioxin- und Furandaten des UNECE/LRTAP POPs Protokolls zum Reporting unter der Stockholm Konvention, Artikel 5 – Annex C

von:

Alexander Potrykus, Benjamin Schramm, Klaudija Obajdin, Margit Kühnl
Ramboll Deutschland GmbH, München

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 49/2024

Projektnummer 178662

FB001422

Abschlussbericht

Nutzung der Dioxin- und Furandaten des UNECE/LRTAP POPs Protokolls zum Reporting unter der Stockholm Konvention, Artikel 5 – Annex C

von

Alexander Potrykus, Benjamin Schramm, Klaudija
Obajdin, Margit Kühnl
Ramboll Deutschland GmbH, München

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Ramboll Deutschland GmbH
Werinherstraße 79, Gebäude 32a
81541 München

Abschlussdatum:

Januar 2024

Redaktion:

Fachgebiet IV 1.1 Internationales Chemikalienmanagement
Caren Rauert

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, März 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen*Autoren.

Kurzbeschreibung: Nutzung der Dioxin- und Furandaten des UNECE/LRTAP POPs Protokolls zum Reporting unter der Stockholm Konvention, Artikel 5 – Annex C

Mit der Ratifizierung des Stockholmer Übereinkommens über persistente organische Schadstoffe (POP) hat die Bundesrepublik Deutschland Verpflichtungen über Berichtspflichten gemäß Artikel 5 und Annex C zur Freisetzung von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/PCDF) (kurz „Dioxininventare“) übernommen. Berichte müssen alle fünf Jahre erstellt werden.

In Entscheidung SC-6/9 ist das Format für die Berichterstattung festgelegt. Dieses Format beinhaltet zehn Hauptkategorien, die in verschiedene Quellenkategorien von Emissionen eingeteilt sind. Jede der Hauptkategorien ist wiederum in Unterkategorien unterteilt und berichtet Emissionen in fünf Vektoren (Luft, Wasser, Land, Produkte und Rückstände).

Die erforderliche Berichterstattung gemäß Stockholm Konvention weicht erheblich von der aktuellen Berichtspraxis in Deutschland ab. Letztere richtet sich derzeit nach dem EMEP/EEA-Leitfaden für Emissionsinventare im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung und der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen.

Mit dem Projekt werden die Emissionsdaten, die seitens des Umweltbundesamtes unter dem UNECE POPs Protokoll erhoben und berichtet werden, auf das Toolkit-Format des Stockholmer Übereinkommens übertragen und die fehlenden Vektoren (Wasser, Land, Produkte, Rückstände) unter Benutzung der Default-Emissionsfaktoren, ergänzt. Das Ergebnis soll für den 6. Nationalen Bericht zur Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens in Deutschland genutzt werden, wenn alle erforderlichen Informationen vorliegen. Zum Schließen von Informationslücken werden Lösungsvorschläge erarbeitet.

Abstract: Utilisation of dioxin and furan data from the UNECE/LRTAP POPs Protocol for reporting under the Stockholm Convention, Article 5 - Annex C

With the ratification of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs), the Federal Republic of Germany has assumed reporting obligations in accordance with Article 5 and Annex C on the release of polychlorinated dibenzodioxins and -furans (PCDD/PCDF) (in short "dioxin inventories"). Reports must be prepared every five years.

Decision SC-6/9 defines the format for reporting. This format includes ten main categories, which are divided into different source categories of emissions. Each of the main categories is in turn divided into sub-categories and reports emissions in five vectors (air, water, land, products and residues).

The required reporting in accordance with the Stockholm Convention differs considerably from the current reporting practice in Germany. The latter is currently based on the EMEP/EEA guidelines for emission inventories under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and the EU Directive on National Emission Ceilings.

Within the project, the emission data collected and reported by the Federal Environment Agency under the UNECE/CLRTAP POPs Protocol are transferred to the Stockholm Convention toolkit format and the missing vectors (water, land, products, residues) are added, using the default emission factors. The objective is to use the results for the 6th National Report on the implementation of the Stockholm Convention in Germany, once all the necessary information is available. Proposed solutions will be developed to close information gaps.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	11
Summary.....	17
1 Einführung.....	23
2 Funktionsweise der Toolkits und Zielsetzung.....	25
3 Methodik.....	26
3.1 Zuordnung der im Rahmen von UNECE/CLRTAP gemeldeten Kategorien zu den im UNEP-Toolkit definierten Kategorien des Stockholmer Übereinkommens.....	26
3.2 Umrechnungsfaktoren.....	30
3.3 Berechnung von Emissionen am Beispiel vom Berichtsjahr 2004.....	34
3.3.1 Gruppe 1 – Abfallverbrennung.....	35
3.3.2 Gruppe 2 – Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen.....	35
3.3.3 Gruppe 3 – Stromerzeugung und Heizen/Kochen.....	36
3.3.4 Gruppe 4 – Produktion von mineralischen Erzeugnissen.....	37
3.3.5 Gruppe 5 – Transport.....	37
3.3.6 Gruppe 6 – Offene Brände/Feuer.....	39
3.3.7 Gruppe 7 – Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern.....	40
3.3.8 Gruppe 8 – Verschiedenes.....	40
3.3.9 Gruppe 9 – Entsorgung.....	41
3.3.10 Gruppe 10 – Ermittlung potenzieller Hotspots.....	41
4 Ergebnisse.....	42
4.1 Berichtsjahr 2004.....	42
4.2 Berichtsjahr 2009.....	42
4.3 Berichtsjahr 2014.....	43
4.4 Berichtsjahr 2019.....	44
4.5 Übersicht über alle Berichtsjahre.....	44
5 Plausibilität der Emissionen des UNEP-Toolkits.....	46
5.1 Gruppe 2 - Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen.....	46
5.2 Gruppe 3 – Stromerzeugung und Heizen/Kochen.....	47
5.3 Gruppe 4 – Produktion von mineralischen Erzeugnissen.....	48

5.4	Gruppe 5 – Transport.....	48
5.5	Gruppe 6 – offene Brände/Feuer.....	49
5.6	Gruppe 7 – Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern.....	50
5.7	Gruppe 8 – Verschiedenes	50
5.8	Zusammenfassung	51
6	Schlussfolgerung.....	52
6.1	Lücken	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug aus einer Tabelle mit Aktivitätsdaten.....	32
Abbildung 2: Auszug der in Anhang 28 genannten Umrechnungsfaktoren im UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens	32
Abbildung 3. Ein Auszug aus dem UNEP-Toolkit zur Berechnung von Emissionen – Gruppe 2 Eisen- und Nichteisenmetallproduktion (#reference).	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Für das Berichtsjahr 2004 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen	14
Tabelle 2: Zusammenfassende Übersicht für alle berechneten Berichtsjahre	15
Tabelle 3: Identifizierte Lücken sowie Lösungsvorschläge.....	16
Tabelle 4: Gegenüberstellung der berichteten Emissionsdaten unter UNECE/CLRTAP und dem UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens	25
Tabelle 5: Zuordnung von Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/LRTAP-Toolkits gemeldet werden, zu Kategorien, die im UNEP-Toolkit bereitgestellt werden.	27
Tabelle 6: Liste der Kategorien, für die eine Umrechnung von Einheiten erforderlich ist.	30
Tabelle 7: Durchschnittliche Heizwerte für vier Brennstoffarten (TJ/t).....	33
Tabelle 8: Einordnung der für Gruppe 2 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	36
Tabelle 9. Einordnung der für Gruppe 3 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	36
Tabelle 10. Einordnung der für Gruppe 4 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	37
Tabelle 11. Einordnung der für Gruppe 5 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	38
Tabelle 12. Einordnung der für Gruppe 6 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	39
Tabelle 13. Einordnung der für Gruppe 7 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	40
Tabelle 14. Einordnung der für Gruppe 8 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.....	40
Tabelle 15: Für das Berichtsjahr 2004 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen	42
Tabelle 16: Für das Berichtsjahr 2009 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen	42

Tabelle 17: Für das Berichtsjahr 2014 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen	43
Tabelle 18: Für das Berichtsjahr 2019 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen	44
Tabelle 19: Zusammenfassende Übersicht für alle berechneten Berichtsjahre	44
Tabelle 20: Identifizierte Lücken sowie Lösungsvorschläge.....	52

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
BAT	Best available techniques (Deutsch: Beste verfügbare Techniken)
BEP	Best environmental practices (Deutsch: Beste Umweltpraktiken)
EEA	Europäische Umwelt Agentur (engl.: European Environment Agency)
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
HCB	Hexachlorbenzol
IIR	Informative Inventory Report
kt	Kilotonnen
MBA	Mechanisch-biologischen Behandlung
Mt	Megatonnen
NA	Nicht anwendbar (engl.: not applicable)
ND	Nicht bestimmt (engl.: not determined/no data)
NFR	New Format for Reporting (Deutsch: neues Berichtsformat)
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/PCDF	Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane
POP	Persistente organische Schadstoffe (engl.: persistent organic pollutant)
t/a	Tonnen pro Jahr
TJ NCV	Terrajoule Netto-Kalorienwert
TJ/a	Terrajoule pro Jahr
UNECE/CLRTAP	United Nations Economic Commission / Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
UNEP	United Nations Environment Programme

Zusammenfassung

Mit der Ratifizierung des Stockholmer Übereinkommens über persistente organische Schadstoffe hat die Bundesrepublik Deutschland Verpflichtungen über Berichtspflichten gemäß Artikel 5 und Annex C zur Freisetzung von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/PCDF) (kurz „Dioxininventare“) übernommen. Berichte müssen alle fünf Jahre erstellt werden.

In Entscheidung SC-6/9 ist das Format für die Berichterstattung festgelegt. Dieses Format beinhaltet zehn Hauptkategorien, die in verschiedene Quellenkategorien von Emissionen eingeteilt sind. Jede der Hauptkategorien ist wiederum in Unterkategorien unterteilt und berichtet Emissionen in fünf Vektoren (Luft, Wasser, Land, Produkte und Rückstände).

Die erforderliche Berichterstattung gemäß Stockholm Konvention weicht erheblich von der aktuellen Berichtspraxis in Deutschland ab. Letztere richtet sich derzeit nach dem EMEP/EEA-Leitfaden für Emissionsinventare im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung und der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen. Der einzige berichtete Vektor hierbei ist die Luft.

Mit dem Projekt werden die Emissionsdaten, die seitens des Umweltbundesamtes unter dem UNECE POPs Protokoll erhoben und berichtet werden, auf das Toolkit-Format des Stockholmer Übereinkommens übertragen und die fehlenden Vektoren (Wasser, Land, Produkte, Rückstände) unter Benutzung der Default-Emissionsfaktoren, ergänzt. Das Ergebnis soll für den 6. Nationalen Bericht zur Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens in Deutschland genutzt werden, wenn alle erforderlichen Informationen vorliegen.

Zuordnung der unter UNECE gemeldeten Kategorien zu den im UNEP-Toolkit definierten Kategorien des Stockholmer Übereinkommens

In einem ersten Schritt wurden die NFR19-Codes (im Folgenden auch nur „NFR-Codes“) der aktuellen Berichterstattung unter UNECE/CLRTAP den Kategorien des UNEP-Toolkits zugewiesen. Hierfür wurde eine Übersichtstabelle¹ des European Monitoring and Evaluation Programme benutzt. Die Übersichtstabelle verlinkt verschiedene Berichtsstandards miteinander, darunter die NFR-Codes, die Kategorien des Stockholmer Übereinkommens und die SNAP-Codes.

Für die erste Zuordnung wurden die im UNEP-Toolkit gelisteten SNAP-Codes verwendet, um die dazugehörigen NFR-Codes zu identifizieren. Die SNAP-Codes wurden verwendet, da sie eindeutig einer Aktivität zugeordnet sind, während die NFR-Codes und Kategorien des UNEP-Toolkits mehrere Aktivitäten beinhalten und somit nicht immer eindeutig zugeordnet werden können. So wurden zunächst alle NFR-Codes den Kategorien des UNEP-Toolkits zugeordnet. Diese Zuordnung wurde anschließend mit Experten des UBA besprochen und wo nötig angepasst.

Aus Gründen der Konsistenz sollen unter dem Stockholmer Übereinkommen keine Kategorien berichtet werden, die aktuell nicht unter UNECE/CLRTAP berichtet werden. Demzufolge werden die Emissionen aus der Abfallverbrennung zusammen mit den Emissionen der Energiegewinnung unter dem NFR-Code 1A1a berichtet, da die Energie bei der Abfallverbrennung in Deutschland zurückgewonnen wird. Die Emissionen aus der

¹ Siehe: https://www.ceip.at/fileadmin/inhalte/ceip/00_pdf_other/2019/06122019_conversiontablereportingcodes.xlsx

Abfallverbrennung werden somit nicht unter Gruppe 1 (Abfallverbrennung), sondern unter Gruppe 3 (Stromerzeugung und Heizen/Kochen) berichtet.

Weiterhin wurde die Zuordnung der Kategorien nochmals durch Berücksichtigung der Informationen aus dem Informative Inventory Report (IIR)² evaluiert.

Die Ergebnisse der Zuordnung sind in Tabelle 5 dargestellt.

Umrechnung der Einheiten

Nachdem die Kategorien des UNECE/LRTAP-Toolkits den Kategorien des UNEP-Toolkits des Stockholmer Übereinkommens zugeordnet wurden, mussten die Einheiten umgerechnet werden. Die meisten Daten unter UNECE/CLRTAP sind bezogen auf den Energiegehalt in TJ NCV (Terrajoule Netto-Kalorienwert) angegeben, wohingegen für das UNEP-Toolkit meistens t/a (Tonnen pro Jahr) benötigt werden. Tabelle 6 gibt einen Überblick über alle Kategorien für die Dioxinmissionen unter CLRTAP berichtet werden, sowie deren berichtete und benötigte Einheit für das UNEP-Toolkit.

Die für die Berechnung der Emissionen verwendeten Aktivitätsdaten, die derzeit im Rahmen von UNECE/LRTAP berichtet werden, sind nach verschiedenen Arten von Brennstoffen aufgeteilt: flüssige Brennstoffe, feste Brennstoffe, gasförmige Brennstoffe, Biomasse und "Sonstige". Umrechnungsfaktoren (d. h. Heizwerte verschiedener Brennstoffarten), die für die Angleichung der Einheiten verwendet werden, wurden dem UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens entnommen.

Die im UNEP-Toolkit angegebenen Heizwerte sind für bestimmte Arten von Brennstoffen wie z.B. Benzin, Diesel, Schweröl etc. angegeben, jedoch sind die Aktivitätsdaten die aktuell unter UNECE/CLRTAP berichtet werden für Brennstoffgruppen angegeben (gasförmige, flüssige, feste etc.; siehe Abbildung 1). Deshalb wurde für jede Brennstoffart (d.h. flüssiger Brennstoff, fester Brennstoff, gasförmiger Brennstoff, Biomasse) ein mittlerer Heizwert über alle angegeben Umrechnungsfaktoren berechnet.

Um zu entscheiden, welche Brennstoffe in die Berechnung eines Durchschnittswerts einbezogen werden sollten, wurde das IIR-Dokument erneut geprüft, da es detailliertere Angaben zu den Aktivitätsdaten enthält, die von den einzelnen Kategorien abgedeckt werden. Die ermittelten Durchschnittswerte für alle Kraftstoffarten sind in Tabelle 7 angegeben.

Im nächsten Schritt konnten mit Hilfe der ermittelten durchschnittlichen Heizwerte die Aktivitätsdaten in die vom UNEP-Toolkit geforderten Einheiten umgerechnet werden. Hierfür wurde jede Brennstoffart durch Dividieren/Multiplizieren mit dem entsprechenden durchschnittlichen Heizwert in die benötigte Einheit umgerechnet.

Berechnung der Emissionen

Nachdem die Kategorien des UNECE/CLRTAP-Toolkit den Kategorien des UNEP-Toolkits des Stockholmer Übereinkommens zugeordnet und die Einheiten umgerechnet wurden, konnten die Aktivitätsdaten aus dem UNECE/CLRTAP-Toolkit für ein Referenzjahr (2004) in das UNEP-Toolkit eingefügt werden, um so die Emissionen zu berechnen. In manchen Fällen wurde das IIR

² Siehe: <https://iir.umweltbundesamt.de/2023/summary/start>

für die Aktivitätsdaten herangezogen, da das IIR die Daten bzw. die Herkunft der Daten genauer beschreibt.

Für jede Quellkategorie ist es erforderlich, den Stand der Technik der Emissionsminderungsmaßnahmen zu berücksichtigen (BAT/BEP). Im UNEP-Toolkit sind verschiedene Emissionsfaktoren je nach Stand der Technik vorhanden, weshalb es erforderlich ist diese für die Rechnung zu bestimmen. In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt wurde entschieden, als Voreinstellung den besten Stand der BAT/BEP in Deutschland anzunehmen, um die Dioxinemissionen zu berechnen.

Nach dem Einfügen der Aktivitätsdaten in das UNEP-Toolkit wurden jährliche PCDD/PCDF-Emissionen automatisch für jede Quellkategorie auf der Grundlage der im Toolkit enthaltenen Standard-Emissionsfaktoren berechnet. Ein zusammenfassendes Arbeitsblatt gibt einen Überblick über alle PCDD/PCDF-Freisetzung nach Vektoren (Luft, Wasser, Boden, Produkt, Rückstand) und Quellgruppen.

Gruppe 1 – Abfallverbrennung

Die Gruppe 1 des UNEP-Toolkits umfasst PCDD/PCDF-Emissionen aus der Müllverbrennung. Allerdings wurden keine der derzeit im UNECE/CLRTAP-Toolkit gemeldeten Kategorien einer der Kategorien der Gruppe 1 zugeordnet. Während der Zuordnung wurden die Emissionen aus der Abfallverbrennung, welche aktuell unter dem NFR19-Code 1A1a berichtet werden, der Kategorie 3a (d. h. Stromerzeugung und Heizen/Kochen) des UNEP-Toolkits zugeordnet.

Gruppe 2 – Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen

Gruppe 2 des UNEP-Toolkits enthält 12 Unterkategorien wie z.B. das Eisenerzsintern, die Kokserzeugung, Eisen- und Stahlerzeugungsanlagen und Gießereien, Kupfererzeugung etc. Bei der Zuordnung der Kategorien wurden insgesamt acht Kategorien, die derzeit unter UNECE/CLRTAP gemeldet werden, der Gruppe 2 des UNEP-Toolkits zugeordnet.

Gruppe 3 – Stromerzeugung und Heizen/Kochen

Gruppe 3 des UNEP-Toolkits umfasst 5 Unterkategorien wie beispielsweise fossile Kraftwerke, Biomassekraftwerke, Deponien, Biogasverbrennung, Haushaltsheizung und -kochen (Biomasse) und Haushaltsheizung (fossile Brennstoffe). Insgesamt werden sieben Kategorien, die derzeit unter UNECE/CLRTAP gemeldet werden, der Gruppe 3 des UNEP-Toolkits zugeordnet, darunter auch die Emissionen aus der Abfallverbrennung.

Gruppe 4 – Produktion von mineralischen Erzeugnissen

Dieser Gruppe wurde nur eine NFR19-Kategorie zugeordnet, nämlich 2A1 „Zementherstellung“.

Gruppe 5 – Transport

Gruppe 5 des UNEP-Toolkits umfasst die Emissionen von PCDD/PCDF aus dem Verkehr. Insgesamt wurden 12 Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/CLRTAP-Toolkits berichtet werden, der Gruppe 5 des UNEP-Toolkits zugewiesen, darunter Emissionen von PKW, LKW, Forstwirtschaft, öffentlichem Verkehr sowie der Schifffahrt.

Gruppe 6 – Offene Brände/Feuer

Der Gruppe 6 wurden zwei Kategorien zugeordnet, nämlich 5C2 (öffentliche Verbrennung von Abfällen) und 5E (Brände von Gebäuden und Fahrzeugen).

Die Kategorie 5C2 umfasst Emissionen, die aus registrierten Lagerfeuern und anderen Holzmaterialien stammen, die im Freien verbrannt werden. Dies beinhaltet auch kulturelle Verbrennungen wie z.B. Osterfeuer. Für diesen NFR19-Code sind die Daten in den UNECE-

Berichtstabellen in kt/Jahr angegeben. Da kein Umrechnungsfaktor zu „Anzahl an Bränden“ gefunden werden konnte, wurde diese Kategorie nicht mitberücksichtigt.

Kategorie 5E meldet gemäß IIR Treibhausgasemissionen aus der mechanisch-biologischen Behandlung (MBA) von Abfällen und Luftschadstoffemissionen aus Gebäude- und Autobränden.

Gruppe 7 – Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern

Eine NFR-Kategorie (2B10a) wurde der Gruppe 7 zugeordnet. Hierbei handelt es sich um die Produktion von Ethylendichlorid.

Gruppe 8 – Verschiedenes

Zwei Kategorien wurden der Gruppe 8 zugeordnet. Kategorie 5C1bv umfasst die Emissionen aus Einäscherungsprozessen und in der Kategorie 2G werden die Emissionen aus dem Tabakkonsum berichtet.

Gruppe 9 – Entsorgung und Gruppe 10 – Ermittlung potenzieller Hotspots

Keine der Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/CLRTAP-Toolkits gemeldet werden, wurde einer der Kategorien der Gruppe 9 oder 10 zugeordnet. Daher wurden unter diesen Gruppen keine Aktivitätsdaten in das UNEP-Toolkit eingetragen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse für die Berechnung sind beispielhaft für 2004 in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 1: Für das Berichtsjahr 2004 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
		Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände
1	Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen	2,3	0,3	0,0	0,0	0,0
3	Stromerzeugung und Heizen/Kochen	40,5	0,0	0,0	0,0	51,1
4	Produktion von mineralischen Erzeugnissen	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Transport	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Offene Brände/Feuer	13,2	0,0	12,0	0,0	0,0
7	Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern	0,0	1,6	0,0	0,0	0,3
8	Verschiedenes	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0
9	Entsorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Ermittlung potenzieller Hotspots				0,0	0,0
1-10	Total	67,4	2,0	12,0	0,0	52,4
	Gesamt			134		

Es wird deutlich, dass der Großteil der Emissionen über die Vektoren „Luft“ und „Rückstände“ stattfindet. Ein kleiner Anteil stammt aus den Emissionen über die Vektoren „Land“ und „Wasser“. Dioxinmissionen in Produkte sind nicht relevant. Es sollte jedoch auch erwähnt werden, dass viele Emissionsfaktoren im UNEP-Toolkit fehlen und mit „ND“ gekennzeichnet

sind. Somit werden die Emissionen einzelner Vektoren sowie die Gesamtdioxinemissionen unterschätzt.

Die meisten Emissionen stammen vor allem aus der Gruppe 3 der Stromerzeugung. Da ein Großteil des Stroms in Deutschland aus Verbrennungsprozessen gewonnen wird (Kohle, Gas, Abfall etc.) stammen die meisten Dioxinemissionen aus dieser Gruppe. Weiterhin sind offene Brände (Gruppe 6) relevant, da es sich hierbei um unkontrollierte Brände handelt, welche hohe Emissionsfaktoren besitzen. Weiterhin tragen die Dioxinemissionen aus dem Transportbereich (Gruppe 5) zu den Gesamtemissionen bei.

Alle berechneten Emissionen für alle Berichtsjahre sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 2: Zusammenfassende Übersicht für alle berechneten Berichtsjahre

Jahr	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)					Summe (g TEQ/a)	Unter UNECE/CLRTAP berichtete Dioxinemissionen (g TEQ/a)
	Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände		
2004	67,4	2,0	12,0	0,0	52,4	134	173
2009	65,6	1,7	12,1	0,0	51,0	130	138
2014	66,5	1,6	12,6	0,0	53,2	134	132
2019	56,4	1,5	12,9	0,0	41,3	112	123

Die Daten zeigen, dass die Dioxinemissionen seit 2014 leicht rückläufig sind. Dies kann auf die rückläufigen Aktivitätsdaten zurückgeführt werden. Fossile Energieträger wurden über die Jahre teilweise durch regenerative Energie substituiert, wodurch die Aktivitätsdaten rückläufig sind.

Die berechneten Emissionen liegen in einem ähnlichen Bereich liegen, wie die Emissionen, die mittels NFR-Codes berichtet werden. Insbesondere in den jüngeren Jahren ähneln sich die Emissionen stark. Dies liegt wahrscheinlich an den gewählten Graden für BAT/BEP. Es wurde für die Berechnung angenommen, dass Deutschland in allen Jahren den besten Grad anwendet, jedoch ist dies nicht zwingend der Fall, insbesondere für 2004. Für die jüngeren Jahre (2014 und 2019) ist dies jedoch wahrscheinlich der Fall, weshalb sich die Emissionen stark ähneln.

Plausibilität

Zuletzt wurde die Plausibilität der Dioxin-Emissionen, welche mit dem UNEP-Toolkit berechnet wurden, hinterfragt.

Hierfür wurde betrachtet, welche Emissionen bei der jeweiligen Aktivität relevant sind und ob das UNEP-Toolkit einen Emissionsfaktor dafür besitzt.

Es ist festzustellen, dass das UNEP-Toolkit für fast alle relevanten Aktivitäten Emissionsfaktoren in die Luft besitzt. Die Emissionen in die Luft sind für alle Aktivitäten relevant.

Bei vielen Aktivitäten sind ebenfalls die Emissionen in die Rückstände wie z.B. Asche relevant, jedoch besitzt das UNEP-Toolkit hier öfters keine Emissionsfaktoren, obwohl der Vektor relevant ist. Diese sind mit „ND“ gekennzeichnet.

Emissionen aufs Land und ins Wasser sind bei nur wenigen Aktivitäten relevant und hierfür fehlen auch oft Emissionsfaktoren im Toolkit. Emissionen in Produkte sind nur vereinzelt relevant und in fast allen Fällen existieren keine Emissionsfaktoren für diesen Vektor.

Schlussfolgerung und Lücken

In diesem Bericht wurden die Dioxinmissionen Deutschlands mittels UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens berechnet. Verwendet wurden hierfür die Aktivitätsdaten, welche in der CLRTAP-Berichterstattung angewendet werden.

Die Aktivitätsdaten unter CLRTAP konnten alle einer Kategorie des UNEP-Toolkits zugeordnet werden und für die meisten Daten konnte ein Umrechnungsfaktor gefunden werden.

Generell stimmen die berechneten Emissionen mittels UNEP-Toolkit gut mit den aktuell berichteten Dioxinmissionen unter CLRTAP überein, jedoch konnten einige Lücken identifiziert werden.

Im Folgenden werden die identifizierten Lücken sowie mögliche Lösungsvorschläge zu deren Schließung präsentiert.

Tabelle 3: Identifizierte Lücken sowie Lösungsvorschläge

Identifizierte Lücke	Lösungsvorschlag
Die Zuordnung der Kategorien erfolgte mit Daten des IIR, Gesprächen mit UBA-Experten sowie Expertenwissen der Auftragnehmer. Die Zuordnung sollte deshalb nochmals überprüft werden.	Nochmalige Überprüfung der Zuordnung.
Viele Aktivitätsdaten sind sehr detailliert im IIR beschrieben. Oftmals werden verschiedene Brennstoffe in einer Aktivität genannt wie z.B. Steinkohle, Braunkohle, Öl, Erdgas etc. Für die Umrechnungsfaktoren wurde der Faktor der meist benutzten Brennstoffe gewählt.	Die Umrechnung der Aktivitätsdaten könnte auf Basis der detaillierten Aktivitätsdaten erfolgen. Jeder Brennstoff sollte dabei separat betrachtet werden.
Basierend auf den unterschiedlichen Aktivitätsdaten wurden die NFR-Kategorien unterschiedlichen Gruppen des UNEP-Toolkits zugeordnet. Dies basierte meistens auf den am meisten verwendeten Brennstoffen.	Die Aktivitätsdaten könnten separat betrachtet und in die Gruppen des UNEP-Toolkits eingetragen werden.
Aktivitätsdaten „other“ der Kategorie 1A2a konnten nicht identifiziert werden, wodurch sie von der Umrechnung und weiteren Berechnung ausgeschlossen wurden.	Aktivitätsdaten könnten mittels Expertenwissen (z.B. mit UBA Experten) definiert werden.
Für den Stand an BAT/BEP wurde immer der beste Stand der Technik gewählt, da angenommen wurde, das Deutschland sehr strenge Emissionsgrenzwerte hat. Dies ist für die älteren Jahre nicht zwingend der Fall.	Es sollte mittels Experteninterviews und Literaturrecherche überprüft werden, wie sich der Stand an BAT/BEP über die Jahre in Deutschland entwickelt hat und ob die gewählte Klassifizierung angepasst werden sollte.
In Kapitel 5 wurde eine Plausibilitätsanalyse der vorhandenen Emissionsfaktoren durchgeführt. Für viele Vektoren fehlen Emissionsfaktoren im UNEP-Toolkit.	Es könnte recherchiert werden, ob fehlende Emissionsfaktoren bestimmt und die Dioxinmissionen berechnet werden sollten.
Die Aktivitätsdaten der Kategorie 5C2 wurden nicht berücksichtigt, da die Daten nicht die benötigte Einheit (Anzahl an Feuern) haben und kein geeigneter Umrechnungsfaktor gefunden werden konnte.	Es könnte recherchiert werden, wie diese Aktivitätsdaten umgerechnet werden könnten.

Summary

With the ratification of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, the Federal Republic of Germany has assumed reporting obligations in accordance with Article 5 and Annex C on the release of polychlorinated dibenzodioxins and -furans (PCDD/PCDF) ("dioxin inventories" for short). Reports must be compiled every five years.

Decision SC-6/9 defines the format for reporting. This format includes ten main categories, which are divided into different source categories of emissions. Each of the main categories is in turn divided into sub-categories and reports emissions in five vectors (air, water, land, products and residues).

The reporting required under the Stockholm Convention differs significantly from current reporting practice in Germany. The latter is currently based on the EMEP/EEA guidelines for emission inventories under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and the EU Directive on National Emission Ceilings. The only reported vector here is air.

This project will transfer the emission data collected and reported by the German Environment Agency under the UNECE POPs Protocol to the Stockholm Convention toolkit format and fill in the missing vectors (water, land, products, residues) using the default emission factors. The result will be used for the 6th National Report on the implementation of the Stockholm Convention in Germany once all the necessary information is available.

Assignment of the categories reported under UNECE to the categories of the Stockholm Convention defined in the UNEP toolkit

In a first step, the NFR19 codes (hereinafter also referred to as "NFR codes") of the current reporting under UNECE/CLRTAP were assigned to the categories of the UNEP toolkit. An overview table from the European Monitoring and Evaluation Programme³ was used for this purpose. The overview table links various reporting standards, including the NFR codes, the categories of the Stockholm Convention and the SNAP codes.

For the first mapping, the SNAP codes listed in the UNEP toolkit were used to identify the corresponding NFR codes. The SNAP codes were used because they are clearly assigned to an activity, whereas the NFR codes and categories of the UNEP toolkit contain several activities and therefore cannot always be clearly assigned. All NFR codes were initially assigned to the categories of the UNEP toolkit. This assignment was then discussed with UBA experts and adjusted where necessary.

For reasons of consistency, no categories should be reported under the Stockholm Convention that are not currently reported under UNECE/CLRTAP. As a result, emissions from waste incineration are reported together with emissions from energy recovery under NFR code 1A1a, as the energy is recovered during waste incineration in Germany. Emissions from waste incineration are therefore not reported under Group 1 (waste incineration), but under Group 3 (electricity generation and heating/cooking).

³ See: https://www.ceip.at/fileadmin/inhalte/ceip/00_pdf_other/2019/06122019_conversiontablereportingcodes.xlsx

Furthermore, the categorisation was evaluated again by taking into account the information from the Informative Inventory Report (IIR)⁴.

The results of the categorisation are shown in Tabelle 5.

Conversion of units

Once the UNECE/LRTAP toolkit categories were assigned to the UNEP Stockholm Convention toolkit categories, the units had to be converted. Most of the data under UNECE/CLRTAP are expressed in terms of energy content in TJ NCV (terrajoule net calorific value), whereas the UNEP toolkit mostly requires t/a (tonnes per year). Tabelle 6 gives an overview of all categories for which dioxin emissions are reported under CLRTAP, as well as their reported and required unit for the UNEP toolkit.

The activity data used to calculate emissions, currently reported under UNECE/LRTAP, are categorised by different types of fuel: liquid fuels, solid fuels, gaseous fuels, biomass and "other". Conversion factors (i.e. calorific values of different fuel types) used for unit harmonisation have been taken from the UNEP Stockholm Convention toolkit.

The heating values given in the UNEP toolkit are for specific types of fuels such as petrol, diesel, heavy fuel oil, etc., but the activity data currently reported under UNECE/CLRTAP are given for fuel groups (gaseous, liquid, solid, etc.; see Abbildung 1). Therefore, an average calorific value was calculated for each fuel type (i.e. liquid fuel, solid fuel, gaseous fuel, biomass) over all conversion factors given.

In order to decide which fuels should be included in the calculation of an average value, the IIR document was re-examined as it contains more detailed information on the activity data covered by each category. The average values calculated for all fuel types are shown in Tabelle 7.

The next step was to convert the activity data into the units required by the UNEP toolkit using the average calorific values obtained. For this purpose, each fuel type was converted into the required unit by dividing/multiplying by the corresponding average calorific value.

Calculation of emissions

Once the UNECE/CLRTAP toolkit categories were assigned to the UNEP Stockholm Convention toolkit categories and the units were converted, the activity data from the UNECE/CLRTAP toolkit for a reference year (2004) could be inserted into the UNEP toolkit to calculate the emissions. In some cases, the IIR was used for the activity data, as the IIR describes the data or the origin of the data more precisely.

For each source category, it is necessary to consider the state of the art of emission reduction measures (BAT/BEP). The UNEP toolkit contains different emission factors depending on the state of the art, which is why it is necessary to determine these for the calculation. In consultation with the Federal Environment Agency, it was decided to use the best available BAT/BEP in Germany as the default setting for calculating dioxin emissions.

After inserting the activity data into the UNEP toolkit, annual PCDD/PCDF emissions were automatically calculated for each source category based on the default emission factors included

⁴ Siehe: <https://iir.umweltbundesamt.de/2023/summary/start>

in the toolkit. A summarising worksheet provides an overview of all PCDD/PCDF releases by vectors (air, water, soil, product, residue) and source groups.

Group 1 – Waste Incineration

Group 1 of the UNEP toolkit includes PCDD/PCDF emissions from waste incineration. However, none of the categories currently reported in the UNECE/CLRTAP toolkit have been assigned to any of the Group 1 categories. During the allocation process, the emissions from waste incineration currently reported under NFR19 code 1A1a were allocated to category 3a (i.e. electricity generation and heating/cooking) of the UNEP toolkit.

Group 2 - Ferrous and Non-Ferrous Metal Production

Group 2 of the UNEP toolkit contains 12 sub-categories, such as iron ore sintering, coke production, iron and steel production plants and foundries, copper production, etc. When assigning the categories, a total of eight categories that are currently reported under UNECE/CLRTAP were assigned to Group 2 of the UNEP toolkit.

Group 3 - Heat and Power Generation

Group 3 of the UNEP toolkit includes 5 sub-categories such as fossil fuel power plants, biomass power plants, landfills, biogas combustion, domestic heating and cooking (biomass) and domestic heating (fossil fuels). A total of seven categories currently reported under UNECE/CLRTAP are assigned to Group 3 of the UNEP toolkit, including emissions from waste incineration.

Group 4 - Production of Mineral Products

Only one NFR19 category was assigned to this group, namely 2A1 "Cement production".

Group 5 – Transportation

Group 5 of the UNEP toolkit covers emissions of PCDDs/PCDFs from transport. A total of 12 categories currently reported in the UNECE/CLRTAP toolkit have been assigned to Group 5 of the UNEP toolkit, including emissions from cars, lorries, forestry, public transport and shipping.

Group 6 - Open Burning Processes

Two categories were assigned to Group 6, namely 5C2 (public incineration of waste) and 5E (fires in buildings and vehicles).

Category 5C2 includes emissions from registered bonfires and other wood materials burnt outdoors. This also includes cultural burns such as Easter bonfires. For this NFR19 code, the data in the UNECE reporting tables are given in kt/year. As no conversion factor to "number of fires" could be found, this category was not included.

Category 5E reports greenhouse gas emissions from mechanical-biological treatment (MBT) of waste and air pollutant emissions from building and car fires according to IIR.

Group 7 - Production of Chemicals and Consumer Goods

One NFR category (2B10a) was assigned to Group 7. This concerns the production of ethylene dichloride.

Group 8 - Miscellaneous

Two categories were assigned to Group 8. Category 5C1bv includes emissions from cremation processes and category 2G reports emissions from tobacco consumption.

Group 9 - Disposal and Group 10 - Identification of potential hot-spots

None of the categories currently reported under the UNECE/CLRTAP toolkit have been assigned to any of the Group 9 or 10 categories. Therefore, no activity data has been entered into the UNEP toolkit under these groups.

Results

The results of the calculation for 2004 are shown in the following table as an example:

Table 1: Dioxin emissions calculated with the UNEP toolkit for the reporting year 2004

Group	Name	Yearly emissions (g TEQ/a)				
		Air	Water	Land	Products	Residues
1	Waste Incineration	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Ferrous and Non-Ferrous Metal Production	2.3	0.3	0.0	0.0	0.0
3	Heat and Power Generation	40.5	0.0	0.0	0.0	51.1
4	Production of Mineral Products	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Transportation	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Open Burning Processes	13.2	0.0	12.0	0.0	0.0
7	Production of Chemicals and Consumer Goods	0.0	1.6	0.0	0.0	0.3
8	Miscellaneous	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0
9	Disposal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Identification of Potential Hot-Spots				0.0	0.0
1-10	Total	67.4	2.0	12.0	0.0	52.4
	Grand total			134		

It is clear that the majority of emissions occur via the "air" and "residues" vectors. A small proportion comes from emissions via the "land" and "water" vectors. Dioxin emissions in products are not relevant. However, it should also be mentioned that many emission factors are missing in the UNEP toolkit and are labelled "ND". This means that the emissions of individual vectors and the total dioxin emissions are underestimated.

Most emissions primarily come from group 3 electricity generation. As the majority of electricity in Germany is generated from combustion processes (coal, gas, waste, etc.), most dioxin emissions come from this group. Open fires (group 6) are also relevant, as these are uncontrolled fires with high emission factors. Dioxin emissions from the transport sector (group 5) also contribute to the total emissions.

All calculated emissions for all reporting years are shown in the following table:

Table 2: Summarised overview for all calculated reporting years

Year	Yearly emissions (g TEQ/a)					Sum (g TEQ/a)	Dioxin emissions reported under UNECE/CLRTAP (g TEQ/a)
	Air	Water	Land	Products	Residues		
2004	67.4	2.0	12.0	0.0	52.4	134	173
2009	65.6	1.7	12.1	0.0	51.0	130	138
2014	66.5	1.6	12.6	0.0	53.2	134	132
2019	56.4	1.5	12.9	0.0	41.3	112	123

The data show that dioxin emissions have fallen slightly since 2014. This can be attributed to the declining activity data. Fossil fuels have been partially substituted by renewable energy over the years, resulting in a decline in activity data.

The calculated emissions are in a similar range to the emissions reported using NFR codes. The emissions are particularly similar in the more recent years. This is probably due to the degrees selected for BAT/BEP. It was assumed for the calculation that Germany uses the best grade in all years, but this is not necessarily the case, especially for 2004. However, this is probably the case for the more recent years (2014 and 2019), which is why the emissions are very similar.

Plausibility

Finally, the plausibility of the dioxin emissions calculated using the UNEP toolkit was examined.

This involved analysing which emissions are relevant for the respective activity and whether the UNEP toolkit has an emission factor for this.

It can be seen that the UNEP toolkit has emission factors to air for almost all relevant activities. Emissions to air are relevant for all activities.

For many activities, emissions to residues such as ash are also relevant, but the UNEP toolkit occasionally has no emission factors here, although the vector is relevant. These are labelled "ND".

Emissions to land and water are only relevant for a few activities and the toolkit often lacks emission factors for these. Emissions to products are only occasionally relevant and in almost all cases there are no emission factors for this vector.

Conclusion and gaps

In this report, Germany's dioxin emissions were calculated using the UNEP Stockholm Convention toolkit. The activity data used for this were those used in the CLRTAP reporting.

The activity data under CLRTAP could all be assigned to a category of the UNEP toolkit and a conversion factor could be found for most of the data.

In general, the calculated emissions using the UNEP toolkit correspond well with the currently reported dioxin emissions under CLRTAP, but some gaps could be identified.

The gaps identified and possible solutions to close them are presented below.

Table 3: Identified gaps and proposed solutions

Identified gaps	Proposed solutions
<p>The allocation was based on data from the IIR, discussions with UBA experts and expert knowledge from the contractors. The allocation should therefore be checked again.</p>	<p>Check the allocation again.</p>
<p>Many activity data are described in great detail in the IIR. Often different fuels are mentioned in one activity, e.g. hard coal, lignite, oil, natural gas, etc. The factor of the most commonly used fuels was selected for the conversion factors.</p>	<p>The activity data could be converted on the basis of the detailed activity data. Each fuel should be analysed separately.</p>
<p>Based on the different activity data, the NFR categories were assigned to different groups of the UNEP toolkit. This was mostly based on the most commonly used fuels.</p>	<p>The activity data could be considered separately and entered into the groups of the UNEP toolkit.</p>
<p>Activity data "other" of category 1A2a could not be identified, so they were excluded from the conversion and further calculation.</p>	<p>Activity data could be defined using expert knowledge (e.g. with UBA experts).</p>
<p>The best available techniques were always selected for the state of BAT/BEP, as it was assumed that Germany has very strict emission limits. This is not necessarily the case for the older years.</p>	<p>Expert interviews and literature research should be used to examine how the status of BAT/BEP has developed over the years in Germany and whether the chosen classification should be adapted.</p>
<p>A plausibility analysis of the existing emission factors was carried out in Chapter 5. Emission factors are missing for many vectors in the UNEP toolkit.</p>	<p>Research could be carried out into whether missing emission factors should be determined and dioxin emissions calculated.</p>
<p>The activity data for category 5C2 was not taken into account as the data does not have the required unit (number of fires) and no suitable conversion factor could be found.</p>	<p>Research could be carried out into how this activity data could be converted.</p>

1 Einführung

Mit der Ratifizierung des Stockholmer Übereinkommens über persistente organische Schadstoffe (POP) hat die Bundesrepublik Deutschland Verpflichtungen über Berichtspflichten gemäß Artikel 5 und Annex C zur Freisetzung von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/PCDF) (kurz „Dioxininventare“) übernommen.

Während der 6. Sitzung der Vertragsstaatenkonferenz wurde in Entscheidung SC-6/9 das Format für die Berichterstattung gemäß Artikel 15 festgelegt. Dieses Format beinhaltet zehn Hauptkategorien, die in verschiedene Quellenkategorien von Emissionen eingeteilt sind. Die Hauptkategorien umfassen Abfallverbrennung, Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen, Wärme- und Stromerzeugung, Herstellung von Mineralprodukten, Transport, Offene Verbrennungsprozesse, Herstellung von Chemikalien und Konsumgütern, Sonstiges, Beseitigung und Deponierung sowie Altlasten und Hotspots. Jede dieser Hauptkategorien ist wiederum in Unterkategorien unterteilt und berichtet Emissionen in fünf Vektoren (Luft, Wasser, Land, Produkte und Rückstände). Darüber hinaus schreibt die Konvention in Artikel 5 vor, dass Berichte alle fünf Jahre erstellt werden müssen.

Zur harmonisierten Umsetzung der Berichterstattung gemäß Stockholm Konvention steht das UNEP-Toolkit zur Verfügung.⁵ Das Toolkit ordnet allen Quellengruppen, soweit sinnvoll möglich, die Emissionen den fünf Vektoren zu.

Zur Berichterstattung mittels des Toolkits werden die Quellen je nach „best available techniques“ (BAT, beste verfügbare Technologien) und „best environmental practices“ (BET, beste Umweltpraktiken) (auch „BAT/BEP“ genannt), die das Ausmaß der Dioxin- und Furanemissionen wesentlich beeinflussen, verschiedenen Klassen zugeordnet, denen bestimmte Default-Emissionsfaktoren zugeschrieben werden. Die BAT/BEP beschreiben, wie weit die Technologie seitens der Emissionsminderung vorangeschritten ist. Durch die Multiplikation von Aktivitätsraten mit den Default-Emissionsfaktoren werden die Emissionen in die Umwelt für die fünf Vektoren ermittelt.

Neben dem Stockholmer Übereinkommen fordern auch das POP-Protokoll der CLRTAP und in der Umsetzung die EU-POP-Verordnung (2019/1021) zur Emissionsberichterstattung die Erstellung von Emissionsinventaren für unbeabsichtigt gebildete POP. Zur Verbesserung der POP-Berichterstattung wurden in der novellierten „NEC“-Richtlinie (2016/2284/EU) die zu berichtenden Schadstoffe aufgenommen. Die Berichterstattung unter CLRTAP erfolgt auf Grundlage des Leitfadens „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook“.⁶

Für die CLRTAP und NEC-Berichterstattung werden auf der Internetseite des CEIP (Centre on Emission Inventories and Projections) die POP-Emissionsdaten veröffentlicht.⁷ Die nationalen Trendtabellen für die Berichterstattung atmosphärischer Emissionen für Deutschland sind für bestimmte POP (z.B. PCB, Dioxine, HCB) auf der Internetseite des UBA zu finden.⁸ Dort können detaillierte Inventartabellen für die Jahre 1990-2020 im sogenannten „New Format for Reporting“ (NFR) gefunden werden. Sie beinhalten die detaillierten Emissionsdaten wie sie jährlich an die EU berichtet werden. In den detaillierten Inventartabellen werden die Emissionen den Quellen mittels spezifischen NFR-Codes zugeordnet. Die NFR-Codes spiegeln

⁵ Siehe: <https://www.pops.int/Implementation/UnintentionalPOPs/ToolkitforUPOPs/Overview/tabid/372/Default.aspx>

⁶ Siehe: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

⁷ Siehe: https://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/index.html

⁸ Siehe: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>

dabei einen bestimmten Industriezweig wider. Einziger Vektor für die Emissionen in die Umwelt ist jedoch die Luft. Das Berichtsintervall ist jährlich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die erforderliche Berichterstattung zu Dioxinen und Furanen gemäß Stockholm Konvention und UNEP-Toolkit erheblich von der aktuellen Berichtspraxis in Deutschland abweicht. Letztere richtet sich nach dem EMEP/EEA-Leitfaden für Emissionsinventare im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung und der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen. Insbesondere fehlt in Deutschland die Berichterstattung für die Vektoren Wasser, Land, Produkte und Rückstände. Außerdem unterscheidet sich die Zuordnung zu den Quellen zwischen dem EMEP/EEA Leitfaden und UNEP-Toolkit.

Eine Auswertung der bestehenden Dioxininventare, die im Rahmen der nationalen Berichterstattung im Rahmen der Stockholm Konvention ergab, dass u.a. Deutschland unvollständige Inventare berichtet und somit der Pflicht zur Berichterstattung nicht in vollem Umfang nachkommt.

Ziel des Projekts ist es deshalb die Emissionsdaten die im Rahmen von UNECE/CLRTAP von Deutschland berichtet werden in das Format des UNEP-Toolkits des Stockholmer Übereinkommens zu übertragen (siehe Kapitel 2).

2 Funktionsweise der Toolkits und Zielsetzung

Zu besseren Übersicht der beiden Berichtsformate wird im Folgenden eine kurze vergleichende Übersicht dargestellt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der berichteten Emissionsdaten unter UNECE/CLRTAP und dem UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens

Berichtsformat	UNECE/CLRTAP	UNEP-Toolkit (Stockholmer Übereinkommen)
Berichtete Emissionen	Diverse Luftschadstoffe wie SO _x , Dioxine, Methan, N ₂ O etc.	Dioxine und Furane
Berichtskategorien	NFR19-Kategorien	Eigene Kategorien (nummeriert von 1-10)
Aktivitätsdaten	Aus nationalen Statistiken und Berichten	Aus nationalen Statistiken und Berichten
Format der Aktivitätsdaten	Größtenteils als Brennstoff in Terrajoule pro Jahr (TJ/a) angegeben. Manche Kategorien haben eigene Einheiten wie z.B. Krematorien	Größtenteils in Tonnen pro Jahr (t/a) angegeben (z.B. Tonnen an Benzin für Kraftfahrzeuge). Bei der Energieerzeugung werden ebenfalls Terra Joule pro Jahr verwendet.
Berechnung der Emissionen	Unterschiedlich basierend auf der betrachteten Kategorie. Beispielsweise werden Emissionsfaktoren aus der Fachliteratur oder Expertenwissen verwendet	Basierend auf Aktivitätsdaten und Default-Emissionsfaktoren im Toolkit
Berichtete Vektoren	Luft	Luft, Wasser, Boden, Produkte und Rückstände

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die Berichtsformate teilweise sehr unterschiedlich sind.

So werden in dem UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens nur Dioxinemissionen berichtet, während unter UNECE/CLRTAP diverse Luftschadstoffe berichtet werden. Das Format der berichteten Kategorien stimmt dabei auch nicht überein, wodurch diese erst zugeordnet werden müssen. Die Aktivitätsdaten sind größtenteils gleich, jedoch werden diese unter UNECE/CLRTAP meistens bezogen auf den Energiegehalt in Terra Joule pro Jahr angegeben, während das UNEP-Toolkit massenbezogen Tonnen pro Jahr verwendet. Unter UNECE/CLRTAP werden nur Luftemissionen berichtet, während das UNEP-Toolkit Emissionsfaktoren für 5 verschiedene Vektoren besitzt. Im UNEP-Toolkit werden die Aktivitätsdaten direkt mit den Emissionsfaktoren multipliziert, um die Emissionen zu berechnen. Unter UNECE/CLRTAP ist dies ähnlich, jedoch nicht harmonisiert wie im UNEP-Toolkit, wodurch die Berechnung der Emissionen meistens von der betrachteten Kategorie abhängt.

Ziel dieses Vorhabens ist es die aktuell unter UNECE/CLRTAP berichteten Dioxinemissionen in das Format des UNEP-Toolkits umzuwandeln. Hierfür müssen die Kategorien einander zugeordnet, die Aktivitätsdaten umgerechnet und die Emissionen in die 5 Vektoren des UNEP-Toolkits berechnet werden.

3 Methodik

3.1 Zuordnung der im Rahmen von UNECE/CLRTAP gemeldeten Kategorien zu den im UNEP-Toolkit definierten Kategorien des Stockholmer Übereinkommens

In einem ersten Schritt wurden die NFR19-Codes (im Folgenden auch nur „NFR-Codes“) der aktuellen Berichterstattung unter UNECE/CLRTAP den Kategorien des UNEP-Toolkits zugewiesen. Hierfür wurde eine Übersichtstabelle⁹ des European Monitoring and Evaluation Programme benutzt. Die Übersichtstabelle verlinkt verschiedene Berichtsstandards miteinander, darunter die NFR-Codes, die Kategorien des Stockholmer Übereinkommens und die SNAP-Codes, wodurch die Zuordnung erleichtert wird. Hierfür wird dem Umweltbundesamt ein separates Excel-Dokument zur Verfügung gestellt, welche alle projektrelevanten Ergebnisse enthält.

Für die erste Zuordnung wurden die im UNEP-Toolkit gelistet SNAP-Codes verwendet, um die dazugehörigen NFR-Codes zu identifizieren. Die SNAP-Codes wurden verwendet, da sie eindeutig einer Aktivität zugeordnet sind, während die NFR-Codes und Kategorien des UNEP-Toolkits mehrere Aktivitäten beinhalten und somit nicht immer eindeutig zugeordnet werden können. Hiermit wurden zunächst alle NFR-Codes den Kategorien des UNEP-Toolkits zugeordnet. In einem zweiten Schritt wurden alle Zuordnung von NFR-Codes gelöscht, unter denen keine Dioxinmissionen berichtet werden.

Die hierdurch erhaltene Zuordnung wurde anschließend mit Experten des UBA besprochen und wo nötig angepasst. Hierbei wurde erwähnt, dass unter dem Stockholmer Übereinkommen keine Kategorien berichtet werden sollen, die aktuell nicht unter UNECE/CLRTAP berichtet werden. Demzufolge werden die Emissionen aus der Abfallverbrennung zusammen mit den Emissionen der Energiegewinnung unter dem NFR-Code 1A1a berichtet, da die Energie bei der Abfallverbrennung in Deutschland zurückgewonnen wird. Es existiert ein NFR-Code (5C1a) sowie eine Kategorie unter dem Stockholmer Übereinkommen speziell für die Abfallverbrennung, jedoch werden diese in der deutschen Berichtserstattung nicht verwendet.

Weiterhin wurde die Zuordnung der Kategorien nochmals durch Berücksichtigung der Informationen aus dem Informative Inventory Report (IIR)¹⁰ evaluiert. Der IIR ist ein informatives Dokument, das vom UBA veröffentlicht wird und hauptsächlich dazu dient, ergänzende Informationen zu den bestehenden Luftverschmutzungen Deutschlands bereitzustellen, die derzeit im Rahmen von UNECE/CLRTAP gemeldet werden.

Während dieses Schrittes wurde jeder NFR19-Code, für den Dioxinmissionen berichtet wurden, im IIR-Bericht abgeglichen, um zusätzliche Informationen über die von jeder Quellengruppe erfassten Aktivitäten (d. h. Aktivitätsdaten, die für die Berechnung der Emissionen verwendet wurden) zu erhalten. Diese Informationen ermöglichen es festzustellen, ob die Zuordnung der derzeit bestehenden Kategorien zu den unter dem UNEP-Toolkit definierten Kategorien korrekt ist. Auf dieser Grundlage wurden einige Zuordnungen nochmals angepasst.

⁹ Siehe: https://www.ceip.at/fileadmin/inhalte/ceip/00_pdf_other/2019/06122019_conversiontablereportingcodes.xlsx

¹⁰ Siehe: <https://iir.umweltbundesamt.de/2023/summary/start>

Die folgende Tabelle 5 zeigt das Ergebnis der Zuordnung der Kategorien, für die derzeit im Rahmen von UNECE/CLRTAP Dioxinmissionen berichtet werden, zu Kategorien, die im UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens enthalten sind.

Tabelle 5: Zuordnung von Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/LRTAP-Toolkits gemeldet werden, zu Kategorien, die im UNEP-Toolkit bereitgestellt werden.

UNEP-Toolkit	UNECE/LRTAP Toolkit	
Kategorie Name	NFR-Code	Kategorie Name
1. Müllverbrennung		
1a. Verbrennung von Siedlungsabfällen	-	-
1b. Verbrennung gefährlicher Abfälle	-	-
1c. Verbrennung medizinischer Abfälle	-	-
1d. Leichtfraktions-Schredder-Müllverbrennung	-	-
1e. Verbrennung von Klärschlamm	-	-
1f. Verbrennung von Altholz und Abfallbiomasse	-	-
1g. Entsorgung von Tierkadavern	-	-
2. Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen		
2a. Sintern von Eisenerz	-	-
2b. Koksproduktion	1A1c, 1B1b	Herstellung fester Brennstoffe und andere Energiewirtschaft, Diffuse Emissionen aus festen Brennstoffen: Umwandlung fester Brennstoffe
2c. Eisen- und Stahlerzeugung	1A2a, 2C1	Stationäre Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Baugewerbe: Eisen und Stahl, Eisen- und Stahlerzeugung
2c. Gießereien	-	-
2d. Kupferproduktion	2C7a	Kupferproduktion
2e. Aluminiumproduktion	2C3	Aluminiumproduktion
2f. Bleiproduktion	2C5	Bleiproduktion
2g. Zinkproduktion	2C6	Zinkproduktion
2h. Herstellung von Messing und Bronze	-	-
2i. Magnesiumproduktion	-	-
2j. Sonstige Produktion von Nichteisenmetallen	-	-
2k. Schredderanlagen	-	-

UNEP-Toolkit	UNECE/LRTAP Toolkit	
2l. Thermische Drahrückgewinnung	-	-
3. Stromerzeugung und Heizen/Kochen		
3a. Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen	1A1a, 1A1b 1A2gviii, 1A4ai, 1A4ci, 1A5a	Öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung, Stationäre Verbrennung im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe: Sonstige (bitte in der IIR angeben), Gewerblich/Institutionell: Stationär, Land-/Forstwirtschaft/Fischerei: Stationär, Sonstige ortsfest (einschließlich Militär)
3b. Biomasse-Kraftwerke	-	-
3c. Deponie, Biogasverbrennung	-	-
3d. Heizen und Kochen von Haushalten (Biomasse)	1A4bi	Wohngebäude: Stationär
3e. Heizung von Haushalten (fossile Brennstoffe)	-	-
4. Herstellung von mineralischen Erzeugnissen		
4a. Zementherstellung	2A1	Zementherstellung
4b. Kalkherstellung	-	-
4f. Asphaltmischanlagen	-	-
4d. Glasproduktion	-	-
4e. Keramikproduktion	-	-
4c. Ziegelherstellung	-	-
5. Transport		
5a. 4-Takt-Motoren	1A3bi, 1A4aii	Straßenverkehr: Personenkraftwagen, Gewerblich/Institutionell: Mobil
5b. 2-Takt-Motoren	1A3biv, 1A4bii	Straßenverkehr: Mopeds & Motorräder, Wohnen: Haushalt und Gartenarbeit (mobil)
5c. Diesel-Motoren	1A2gvii, 1A3bii, 1A3biii, 1A3c, 1A4cii, 1A4ciii, 1A5b	Mobile Verbrennung im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe (bitte im IIR angeben), Straßenverkehr: Leichte Nutzfahrzeuge, Straßenverkehr: Schwere Nutzfahrzeuge und Busse, Eisenbahnen, Land- /Forstwirtschaft/Fischerei: Geländefahrzeuge und andere Maschinen, Landwirtschaft/Forstwirtschaft/Fischerei: Nationale Fischerei, Sonstige, Mobile (einschließlich Militär-, Land- und Freizeitboote)
5d. Schweröl-betriebene Motoren	1A3dii, 1A3di(i)	Nationale Schifffahrt (Schifffahrt), Internationale Seeschifffahrt

UNEP-Toolkit	UNECE/LRTAP Toolkit	
6. Offene Brände/Feuer		
6a. Biomasseverbrennung, Waldbrände, Savannenbrände, Verbrennung von landwirtschaftlichen Rückständen	-	-
6b. Abfallverbrennung, unbeabsichtigtes Feuer	5C2, 5E	Brauchtumsfeuer und unbeabsichtigte Brände (bitte im IIR angeben)
7. Herstellung und Verwendung von Chemikalien und Konsumgütern		
7a. Zellstoff und Papier	-	-
7b. Chlorierte anorganische Chemikalie	-	-
7c. Chlorierte aliphatische Chemikalien	2B10a	Chemische Industrie: Sonstige (bitte in der IIR angeben)
7d. Chlorierte aromatische Chemikalien	-	-
7e. Andere chlorierte und nicht chlorierte Chemikalien	-	-
7f. Erdölindustrie	-	-
7g. Textilproduktion	-	-
7h. Lederveredelung	-	-
8. Verschiedenes		
8a. Trocknung von Biomasse	-	-
8b. Feuerbestattung/Einäscherung	5C1bv	Feuerbestattung/Einäscherung
8c. Räuchereien	-	-
8d. Chemische Reinigung	-	-
8e. Rauchen von Tabak	2G	Sonstige Verwendung des Produkts (bitte in der IIR angeben)
9. Abfallbeseitigung		
9a. Deponien und Abfall	-	-
9b. Abwasser und Abwasserbehandlung	-	-
9c. Offenes Ableiten von Abwässern ins Gewässer	-	-
9d. Kompostierung	-	-
9e. Behandlung von Altöl	-	-
10. Identifizierung potenzieller Hotspots		
10a. Produktionsstätten von chlorierten Organika	-	-
10b. Produktionsstätten von Chlor	-	-

UNEP-Toolkit	UNECE/LRTAP Toolkit	
10c. Formulierungsstätten von chlorierten Phenolen	-	-
10d. Anwendungsstätten von chlorierten Phenolen	-	-
10e. Holzverarbeitungs- und Behandlungsstätten	-	-
10f. Mit PCB gefüllte Transformatoren und Kondensatoren	-	-
10g. Ablagerungen von Abfällen/Rückständen aus den Gruppen 1-9	-	-
10h. Stätten relevanter Unfälle	-	-
10e. Sedimentabsaugung (Baggerung von Sedimenten)	-	-
10j. Kaolinit- oder Tonvorkommen	-	-

3.2 Umrechnungsfaktoren

Nachdem die Kategorien des UNECE/LRTAP-Toolkits den Kategorien des UNEP-Toolkits des Stockholmer Übereinkommens zugeordnet wurden, mussten die Einheiten umgerechnet werden. Die Einheiten der berichteten Aktivitätsdaten unter UNECE/CLRTAP stimmen nicht mit den benötigten Einheiten für das UNEP-Toolkit überein. Die meisten Daten unter UNECE/CLRTAP sind bezogen auf den Energiegehalt in TJ NCV (Terra joule Netto-Kalorienwert) angegeben, wohingegen für das UNEP-Toolkit meistens massenbezogen t/a (Tonnen pro Jahr) benötigt werden. Die nachstehende Tabelle 6 gibt einen Überblick über alle Kategorien für die Dioxinmissionen unter CLRTAP berichtet werden, sowie deren berichtete und benötigte Einheit für das UNEP-Toolkit.

Tabelle 6: Liste der Kategorien, für die eine Umrechnung von Einheiten erforderlich ist.

NFR Code	NFR Name	Berichtete Einheit unter UNECE/CLRTAP für ein Berichtsjahr	Erforderliche Einheit für das UNEP-Toolkit
1A1a	Öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung	TJ NCV	TJ/a
1A1b	Erdölraffination	TJ NCV	TJ
1A1c	Produktion fester Brennstoffe und andere Energiewirtschaft	TJ NCV	t/a
1A2a	Stationäre Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Baugewerbe: Eisen und Stahl	TJ NCV	t/a
1A2gvii	Mobile Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Baugewerbe (bitte im IIR angeben)	TJ NCV	t/a

NFR Code	NFR Name	Berichtete Einheit unter UNECE/CLRTAP für ein Berichtsjahr	Erforderliche Einheit für das UNEP-Toolkit
1A2gviii	Stationäre Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Bauwesen: Eisen und Stahl	TJ NCV	TJ/a
1A3bi	Straßenverkehr: Personenkraftwagen	TJ NCV	t/a
1A3bii	Straßenverkehr: Leichte Nutzfahrzeuge	TJ NCV	t/a
1A3biii	Straßenverkehr: Schwere Nutzfahrzeuge und Busse	TJ NCV	t/a
1A3biv	Straßentransport: Mopeds & Motorräder	TJ NCV	t/a
1A3c	Schienerverkehr	TJ NCV	t/a
1A3dii	Nationale Schifffahrt	TJ NCV	t/a
A14ai	Kommerziell/Institutionell: Stationär	TJ NCV	t/a
1A4aai	Kommerziell/Institutionell: Mobil	TJ NCV	t/a
1A4bi	Wohngebäude: Stationär	TJ NCV	TJ/a
1A4bii	Wohnen: Haushalt und Gartenarbeit (mobil)	TJ NCV	t/a
1A4ci	Landwirtschaft/Forstwirtschaft/Fischerei: Stationär	TJ NCV	TJ/a
1A4cii	Land-/Forstwirtschaft/Fischerei: Geländewagen und andere Maschinen	TJ NCV	t/a
1A4ciii	Land- und Forstwirtschaft/Fischerei: Nationale Fischerei	TJ NCV	t/a
1A5a	Sonstige Schreibwaren (einschließlich Militär)	TJ NCV	TJ/a
1A5b	Sonstige, mobile (einschließlich militärische, landgestützte und Sportboote)	TJ NCV	TJ/a
1B1b	Diffuse Emissionen aus festen Brennstoffen: Umwandlung fester Brennstoffe	Mt	t/a
2A1	Zementherstellung	kt	t/a
2B10a	Chemische Industrie: Sonstiges (bitte im IIR angeben)	t/a	t/a
2C1	Eisen- und Stahlerzeugung	kt	t/a
2C3	Aluminiumproduktion	kt	t/a
2C5	Bleiproduktion	kt	t/a

NFR Code	NFR Name	Berichtete Einheit unter UNECE/CLRTAP für ein Berichtsjahr	Erforderliche Einheit für das UNEP-Toolkit
2C6	Zinkproduktion	kt	t/a
2C7a	Kupferproduktion	kt	t/a
2G	Sonstige Verwendung des Produkts (bitte in der IIR angeben)	Anzahl an Zigaretten/Zigarren	Anzahl an Zigaretten/Zigarren
5C1bv	Feuerbestattung/Einäscherung	Anzahl an Leichnamen	Anzahl an Einäscherungen
5C2	Öffentliche Verbrennung von Abfällen	kt	t/a
5E	Sonstige Abfälle (bitte in der IIR angeben)	Anzahl an Feuern	Anzahl an Feuern
1A3d(ii)	Internationale Seeschifffahrt	TJ NCV	t/a

Die für die Berechnung der Emissionen verwendeten Aktivitätsdaten, die derzeit im Rahmen von UNECE/CLRTAP berichtet werden, sind nach verschiedenen Arten von Brennstoffen aufgeteilt: flüssige Brennstoffe, feste Brennstoffe, gasförmige Brennstoffe, Biomasse und "Sonstige" (siehe Abbildung unten).

Abbildung 1: Auszug aus einer Tabelle mit Aktivitätsdaten¹¹

Activity Data (from 1990)						
Liquid Fuels	Solid Fuels	Gaseous Fuels	Biomass	Other Fuels	Other activity (specified)	Other Activity Units
TJ NCV	TJ NCV	TJ NCV	TJ NCV	TJ NCV		

Umrechnungsfaktoren (d. h. Heizwerte verschiedener Brennstoffarten), die für die Angleichung der Einheiten verwendet werden, wurden dem UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens entnommen. In Anhang 28 und 29 können Heizwerte für verschiedene Arten von Brennstoffen wie Kohle, Öl, Koks, Gas, Holz und Biomasse gefunden werden. Diese wurden dann aus dem UNEP-Toolkit in die begleitende Excel-Tabelle, die als "Konversionsfaktoren" bezeichnet wird, extrahiert und für die weitere Berechnung verwendet. Folgende Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die Umrechnungsfaktoren:

Abbildung 2: Auszug der in Anhang 28 genannten Umrechnungsfaktoren im UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens

Type of Oil	Heating Value
Gasoline	44–47 MJ/kg
Light fuel oil/Diesel fuel	43–46 MJ/kg
Heavy fuel oil	40–43 MJ/kg
Lignite tar oil	38–40 MJ/kg

¹¹ Entnommen aus: https://cdr.eionet.europa.eu/de/un/clrtap/inventories/envy_v15a/ (Aufgerufen am 09.01.2024)

Die im UNEP-Toolkit angegebenen Heizwerte sind für bestimmte Arten von Brennstoffen wie z.B. Benzin, Diesel, Schweröl etc. (siehe Abbildung 2) angegeben, jedoch sind die Aktivitätsdaten die aktuell unter UNECE/CLRTAP berichtet werden für Brennstoffgruppen angegeben (gasförmige, flüssige, feste etc.; siehe Abbildung 1). Deshalb wurde für jede Brennstoffart (d.h. flüssiger Brennstoff, fester Brennstoff, gasförmiger Brennstoff, Biomasse) ein mittlerer Heizwert über alle angegeben Umrechnungsfaktoren berechnet.

Um zu entscheiden, welche Brennstoffe in die Berechnung eines Durchschnittswerts einbezogen werden sollten, wurde das IIR-Dokument erneut geprüft, da es detailliertere Angaben zu den Aktivitätsdaten enthält, die von den einzelnen Kategorien abgedeckt werden. Für den Fall, dass keine detaillierten Informationen zu den genauen Aktivitätsdaten vorlagen, wie dies beispielsweise bei Biomasse der Fall war, wurden nur Brennstoffe berücksichtigt, die für Deutschland als relevant erachtet werden. Um beispielsweise den durchschnittlichen Heizwert für Biomasse zu berechnen, wurden Mindest- und Höchstheizwerte von Torfpellets, Torf und Stroh in die Berechnung einbezogen, während Biomassearten wie Kokosnussschalen, Mandelschalen und Reishülsen nicht berücksichtigt wurden.

In ähnlicher Weise wurden für die Berechnung des mittleren Heizwertes für feste Brennstoffe die Mindest- und Höchstheizwerte von Anthrazitkoks, Braunkohle, Quellkoks, Anthrazitkohle, Steinkohle und Braunkohle in die Berechnung einbezogen. In diesem Fall wurden die im IIR angegebenen Brennstoffe verwendet.

Die ermittelten Durchschnittswerte für alle Kraftstoffarten sind in der nachstehenden Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7: Durchschnittliche Heizwerte für vier Brennstoffarten (TJ/t)

Kraftstoffart (Brennstoffe, die in die Berechnung einbezogen wurden)	Durchschnitt des Mindestheizwerts	Durchschnitt des maximalen Heizwerts	Durchschnittlicher Heizwert
Flüssige Kraftstoffe (Benzin, leichtes Heizöl/Dieselmotorkraftstoff, schweres Heizöl, Braunkohleteeröl, anthrazitfarbenes Teeröl, Ethanol)	0,040	0,041	0,041
Feste Brennstoffe (Anthrazitkoks, Braunkohlekoks, Quellkoks, Anthrazit, Steinkohle, Braunkohle/Braunkohle)	0,020	0,023	0,021
Gasförmige Brennstoffe (Methan, Ethan, Propan, Butan, Erdgas aus der Nordsee)	0,047	0,048	0,048
Biomasse (Torfpellets, Torf, Stroh)	0,015	0,017	0,016

Im nächsten Schritt konnten mit Hilfe der ermittelten durchschnittlichen Heizwerte die Aktivitätsdaten in die vom UNEP-Toolkit geforderten Einheiten umgerechnet werden. Hierfür wurde jede Brennstoffart durch Dividieren/Multiplizieren mit dem entsprechenden durchschnittlichen Heizwert in die benötigte Einheit umgerechnet.

Für die Kategorie 2B10a (chemische Industrie; Sonstiges) gibt es gemeldete Emissionen, jedoch keine Aktivitätsdaten. Dem IIR zufolge werden in Kategorie 2B10a Emissionen aus der

Herstellung von organischen Chemikalien, Schwefelsäure, Ruß, Düngemitteln und aus der Chloralkaliindustrie gemeldet. Mehrere Chemikalien wie z.B. Acrylnitril, Ethylen, Vinylchlorid, Propen, Styrol, Ethylen Dichlorid und Polyvinylchlorid sind als relevant für die Berechnung der im Rahmen von UNECE/CLRTAP gemeldeten Emissionen aufgeführt. Nach Rücksprache mit dem UBA wurde festgestellt, dass für Deutschland nur die Produktion von Ethylendichlorid relevant ist und in die Berechnung einbezogen wird, wodurch nur diese Werte im Weiteren betrachtet wurden.

Für Kategorie 2G wird im IIR beschrieben, dass unter dieser Kategorie die Emissionen von Feuerwerkskörpern, Tabak und Grillkohle erfasst werden. Jedoch werden im UNEP-Toolkit Dioxinmissionen nur bei der Verbrennung von Tabak berechnet. Nach Rücksprache mit dem UBA wurde festgestellt, dass auch in der aktuellen Berichtspraxis nur die Emissionen aus dem Tabakkonsum berichtet werden. Die Aktivitätsdaten stammen dabei aus der steuerlichen Erfassung des verkauften Tabaks.¹²

Die Kategorie 1A2a (Emissionen aus der stationären Verbrennung in der Fertigungsindustrie und im Bauwesen: Eisen und Stahl) hat Aktivitätsdaten, die nach flüssigen Brennstoffen, festen Brennstoffen, gasförmigen Brennstoffen, Biomasse und anderen Brennstoffen unterteilt sind. Da im IIR nicht identifiziert werden konnte, was genau die Kategorie "andere Brennstoffe" abdeckt, konnte keine Umrechnung in eine geeignete Einheit vorgenommen werden. Daher wurden diese Aktivitätsdaten nicht in die weitere Berechnung einbezogen. Es handelt sich hierbei jedoch um nur sehr geringen Mengen (<1%).

3.3 Berechnung von Emissionen am Beispiel vom Berichtsjahr 2004

Nachdem die Kategorien des UNECE/CLRTAP-Toolkit den Kategorien des UNEP-Toolkits des Stockholmer Übereinkommens zugeordnet und die Einheiten umgerechnet wurden, konnten die Aktivitätsdaten aus dem UNECE/CLRTAP-Toolkit für ein Referenzjahr (2004) in das UNEP-Toolkit eingefügt werden, um die Emissionen zu berechnen. In manchen Fällen wurde das IIR für die Aktivitätsdaten herangezogen, da das IIR die Daten bzw. die Herkunft der Daten genauer beschreibt.

Für jede Quellkategorie ist es erforderlich, den Stand der Technik der Emissionsminderungsmaßnahmen zu berücksichtigen (BAT/BEP). Im UNEP-Toolkit sind verschiedene Emissionsfaktoren je nach Stand der Technik vorhanden, weshalb es erforderlich ist diese für die Rechnung zu bestimmen. Abbildung 3 zeigt, dass die Aktivitätsdaten für die Untergruppe "Eisenerzverhüttung" je nach Stand der Technik klassifiziert und in eine dieser Klassen eingeordnet werden mussten, um die Berechnung jeweiligen Dioxinmissionen zu ermöglichen.

¹² Siehe: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Verbrauchssteuern/Publikationen/publikationen-innen-absatz-tabak.html>

Abbildung 3. Ein Auszug aus dem UNEP-Toolkit zur Berechnung von Emissionen – Gruppe 2 Eisen- und Nichteisenmetallproduktion (#reference).

Group	Cat.	Class	Source categories	Potential Release Route (µg TEQ/t)					Production t/a
				Air	Water	Land	Product	Residue	
2			Ferrous and Non-Ferrous Metal Production						
	a		Iron ore sintering						0
		1	High waste recycling, incl. oil contaminated ma	20	ND	ND	ND	0,003	
		2	Low waste use, well controlled plant	5	ND	ND	ND	1	
		3	High technology, emission reduction	0,3	ND	ND	ND	2	

In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt wurde entschieden, als Voreinstellung den besten Stand der BAT/BEP in Deutschland anzunehmen, um die Dioxinemissionen zu berechnen. Dies kann zu einem späteren Zeitpunkt noch angepasst werden, indem die Aktivitätsdaten einer anderen Klasse zugeordnet werden.

Nach dem Einfügen der Aktivitätsdaten in das UNEP-Toolkit wurden jährliche PCDD/PCDF-Emissionen automatisch für jede Quellkategorie auf der Grundlage der im Toolkit enthaltenen Standard-Emissionsfaktoren berechnet. Ein zusammenfassendes Arbeitsblatt gibt einen Überblick über alle PCDD/PCDF-Freisetzung nach Vektoren (Luft, Wasser, Boden, Produkt, Rückstand) und Quellgruppen.

Es ist zu beachten, dass nicht jede Quellkategorie Emissionen aufweist. Im UNEP-Toolkit fehlen viele Emissionsfaktoren, entweder weil sie als nicht relevant und daher nicht anwendbar (mit "NA" gekennzeichnet) betrachtet werden, oder weil es keinen geeigneten Emissionsfaktor gibt und dieser somit nicht bestimmt ist (mit "ND" gekennzeichnet). Nur für Vektoren, für die ein Emissionsfaktor vorhanden ist, können Emissionen auf Grundlage des UNEP-Toolkits berechnet werden.

Weitere Einzelheiten zur Klassifizierung und Platzierung von Aktivitätsdaten in einer der verschiedenen Klassen des UNEP-Toolkits können in den folgenden Unterkapiteln gefunden werden.

3.3.1 Gruppe 1 – Abfallverbrennung

Die Gruppe 1 des UNEP-Toolkits umfasst PCDD/PCDF-Emissionen aus der Müllverbrennung. Allerdings wurden keine der derzeit im UNECE/CLRTAP-Toolkit gemeldeten Kategorien einer der Kategorien der Gruppe 1 zugeordnet. Der Grund dafür liegt nicht in der Nichtexistenz von Abfallverbrennungsanlagen in Deutschland, sondern darin, dass die Aktivitätsdaten im Zusammenhang mit der Abfallverbrennung anderen Kategorien zugeordnet wurden, weil die Abfallverbrennung in Deutschland in der Regel auch der Energieerzeugung dient. So umfassen beispielsweise die Aktivitätsdaten der NRF-Kategorie 1A1a, die Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung, auch die Daten der Abfallverbrennung. Während der Zuordnung wurden die Emissionen aus der Abfallverbrennung, welche aktuell unter dem NFR19-Code 1A1a berichtet werden, der Kategorie 3a (d. h. Stromerzeugung und Heizen/Kochen) des UNEP-Toolkits zugeordnet.

3.3.2 Gruppe 2 – Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen

Gruppe 2 des UNEP-Toolkits enthält 12 Unterkategorien wie z.B. das Eisenerzsintern, die Kokserzeugung, Eisen- und Stahlerzeugungsanlagen und Gießereien, Kupfererzeugung etc. Bei der Zuordnung der Kategorien wurden insgesamt acht Kategorien, die derzeit unter UNECE/CLRTAP gemeldet werden, der Gruppe 2 des UNEP-Toolkits zugeordnet.

Die nachstehende Tabelle 8 enthält Aktivitätsdaten, die in die vom UNEP-Toolkit geforderte Einheit (t/a) umgerechnet und anschließend in das Toolkit für die Berechnung der Dioxinmissionen eingefügt wurden.

Tabelle 8: Einordnung der für Gruppe 2 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
1A1c	Produktion fester Brennstoffe und andere Energiewirtschaft	9.897.622	Gruppe 2, Kategorie b, Klasse 2
1A2a	Stationäre Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Baugewerbe: Eisen und Stahl	20.044.506*	Gruppe 2, Kategorie c, Klasse 4
1B1b	Diffuse Emissionen aus festen Brennstoffen: Umwandlung fester Brennstoffe	39.742.394	Gruppe 2, Kategorie b, Klasse 2
2C1	Eisen und Stahl Produktion	46.374.000	Gruppe 2, Kategorie c, Klasse 4
2C7a	Kupferproduktion	653.000	Gruppe 2, Kategorie d, Klasse 6
2C3	Aluminiumproduktion	1.372.834	Gruppe 2, Kategorie e, Klasse 6
2C5	Bleiproduktion	359.000	Gruppe 2, Kategorie f, Klasse 4
2C6	Zinkproduktion	382.000	Gruppe 2, Kategorie g, Klasse 4

* Aktivitätsdaten der Kategorie "sonstige Brennstoffe" von 229.275 t/a sind hier nicht enthalten. Dies liegt daran, dass in dem IIR nicht klar angegeben ist, was unter "sonstige Brennstoffe" zu verstehen ist. Da die Umrechnung der Einheiten nicht ordnungsgemäß durchgeführt werden konnte, wurde dieser Betrag bei der Berechnung der PCDD/PCDF-Emissionen nicht berücksichtigt.

3.3.3 Gruppe 3 – Stromerzeugung und Heizen/Kochen

Gruppe 3 des UNEP-Toolkits umfasst 5 Unterkategorien wie beispielsweise fossile Kraftwerke, Biomassekraftwerke, Deponien, Biogasverbrennung, Haushaltsheizung und -kochen (Biomasse) und Haushaltsheizung (fossile Brennstoffe).

Tabelle 9. Einordnung der für Gruppe 3 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
1A1a	Öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung	3.649.714	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 2
1A1b	Erdölraffination	354.529	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6
1A2gviii	Stationäre Verbrennung im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe: Sonstiges (bitte im IIR angeben)	1.121.686	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6
1A4ai	Kommerziell/Institutionell: Stationär	661.295	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
1A4ci	Land-/Forstwirtschaft/Fischerei: Stationär	39.650	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6
1A5a	Sonstige stationäre Anlagen (einschließlich Militär)	12.551	Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6
1A4bi	Wohnen: Stationär: Stationary	1.951.969	Gruppe 3, Kategorie e, Klasse 6

Die Kategorie 1A1a wurde in Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 2 (d. h. kohlebefeuerte Kraftwerkskessel) eingestuft. Diese Einstufung wurde gewählt, da sich die Emissionsfaktoren dieser Klasse auf die Verbrennung von Steinkohle beziehen. Laut den Aktivitätsdaten und Erläuterungen des IIR gehört der größte Teil der unter dieser Kategorie erwähnten Brennstoffe zu der Gruppe der festen Brennstoffe, zu der auch Steinkohle gehört.

Fünf Kategorien (1A1b, 1A2gviii, 1A4ai, 1A4ci, 1A5a) wurden, basierend auf den Aktivitätsdaten, der Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 6 (d. h. leichte Heizöl-/Erdgaskraftwerke) zugeordnet. Die Aktivitätsdaten zeigen, dass der größte Teil des Kraftstoffs der Kategorien 1A2gviii, 1A4ai und 1A5a der Gruppe gasförmige Brennstoffe angehören, während der größte Teil der Kraftstoffe der Kategorien 1A1b und 1A4ci flüssige Brennstoffe sind. Die Aktivitätsdaten wurden in diesem Fall als Summe dieser fünf Kategorien in das UNEP-Toolkit eingegeben.

Die Kategorie 1A4bi wurde in Gruppe 3, Kategorie e, Klasse 6 (mit Erdgas oder Flüssiggas befeuerte Öfen) eingestuft, da die Aktivitätsdaten darauf hindeuteten, dass der größte Teil der unter diese Kategorie fallenden Brennstoffe gasförmige Brennstoffe ist. Zusätzlich bietet das UNEP-Toolkit die Möglichkeit, die Masse der anfallenden Asche für die Kategorien 3 d und e einzugeben. Allerdings wurden hier mangels verfügbarer Daten keine Angaben gemacht.

3.3.4 Gruppe 4 – Produktion von mineralischen Erzeugnissen

Dieser Gruppe wurde nur eine Kategorie zugeordnet, nämlich 2A1. Unter Berücksichtigung der höchsten BAT/BEP in Deutschland wurde diese Kategorie in Gruppe 4, Kategorie a, Klasse 4 eingestuft (d. h. Nasskammern, ESP/FF-Temperatur <200 °C und alle Arten von Trockenkammern mit Vorwärmer/Vorkalzinator, T<200 °C). Diese Klassifizierung wurde gewählt, da die Klasse 4 moderne Anlagen umfasst, in denen die Temperaturen der Entstaubungsanlage unter 200 °C gehalten werden.

Tabelle 10. Einordnung der für Gruppe 4 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
2A1	Zementherstellung	26.544.033	Gruppe 4, Kategorie A, Klasse 4

3.3.5 Gruppe 5 – Transport

Gruppe 5 des UNEP-Toolkits umfasst die Emissionen von PCDD/PCDF aus dem Verkehr. Insgesamt wurden 12 Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/CLRTAP-Toolkits berichtet werden, der Gruppe 5 des UNEP-Toolkits zugewiesen.

Tabelle 11. Einordnung der für Gruppe 5 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
1A3bi	Straßenverkehr: PKW	38.155.574	Gruppe 5, Kategorie A, Klasse 3
1A4aii	Kommerziell/Institutionell: Mobil	274.919	Gruppe 5, Kategorie A, Klasse 3
1A3biv	Straßentransport: Mopeds & Motorräder	581.234	Gruppe 5, Kategorie b, Klasse 2
1A4bii	Wohnen: Haushalt und Gartenarbeit (mobil)	59.227	Gruppe 5, Kategorie b, Klasse 2
1A2gvii	Mobile Verbrennung in der verarbeitenden Industrie und im Baugewerbe (bitte im IIR angeben)	1.139.754	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A3bii	Straßenverkehr: Leichte Nutzfahrzeuge	3.589.912	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A3biii	Straßenverkehr: Schwere Nutzfahrzeuge und Busse	14.053.477	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A3c	Schienenverkehr	525.629	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A4cii	Land-/Forstwirtschaft/Fischerei: Geländewagen und andere Maschinen	1.178.291	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A4ciii	Agriculture/Forestry/Fishing: National fishing	6.281	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A5b	Sonstiges, Mobilität (einschließlich Militär-, Land- und Freizeitboote)	304.604	Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1
1A3dii	Nationale Schifffahrt	520.074	Gruppe 5, Kategorie d, Klasse 1
1A3di(i)	Internationale Seeschifffahrt	2.491.655	Gruppe 5, Kategorie d, Klasse 1

Zwei Kategorien, 1A3bi und 1A4aii, wurden in Gruppe 5, Kategorie a, Klasse 3 (d. h. bleifreies Benzin mit Katalysator) eingestuft. Diese Klassifizierung wurde gewählt, da die Klasse 3 alle Arten von 4-Takt-Fahrzeugen umfasst, die mit Benzin betrieben werden und mit einem geeigneten Katalysator ausgestattet sind. Fahrzeuge, die mit Flüssiggas oder Ethanol betrieben werden, fallen nicht in diese Kategorie. Zusätzlich gehören auch Fahrzeuge der Euroklasse 2 und höher zu dieser Kategorie. Die Aktivitätsdaten wurden in diesem Fall als Summe dieser beiden Kategorien in das UNEP-Toolkit eingetragen.

Zwei Kategorien, 1A3biv und 1A4bii, wurden in Gruppe 5, Kategorie a, Klasse 2 (d. h. bleifreier Kraftstoff) eingestuft. Diese Klassifizierung wurde gewählt, da die Klasse 2 verschiedene Arten von mobilen Maschinen wie Mopeds, kleine Motorräder, Tuk-Tuks, Boote, Jetski, Rasenmäher, Kettensägen und ähnliche Geräte umfasst. Diese Maschinen sind mit 2-Takt-Motoren ausgestattet, die mit bleifreiem Kraftstoff betrieben werden, insbesondere mit einem Bleigehalt von weniger als 0,15/0,013 Gramm pro Liter. Die Aktivitätsdaten wurden in diesem Fall als Summe dieser beiden Kategorien in das UNEP-Toolkit eingetragen.

Die sieben Kategorien 1A2gvii, 1A3bii, 1A3biii, 1A3c, 1A4cii, 1A4ciii und 1A5b wurden in Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1 (regulärer Diesel) eingestuft, da sich die meisten Aktivitätsdaten für diese Kategorien auf Dieselkraftstoff beziehen. Diese Klassifizierung wurde gewählt, da Klasse 1 alle mobilen Maschinen (schwere Lastkraftwagen, leichte Lastkraftwagen, Personenkraftwagen, Lokomotiven, schwere Baumaschinen, Boote, Dieselgeneratoren, Pumpen, landwirtschaftliche Geräte usw.) umfasst, die mit regulärem Diesel betrieben werden. In Deutschland gibt es einige Fahrzeuge, die auch mit Biodiesel betrieben werden, aber da die meisten Fahrzeuge mit normalem Diesel betrieben werden, hat sich das Projektteam letztendlich für diese Klassifizierung entschieden. Die Aktivitätsdaten wurden in diesem Fall als Summe dieser sechs Kategorien in das UNEP-Toolkit eingetragen.

Zwei Kategorien, 1A3dii und 1A3di(i), wurden in Gruppe 5, Kategorie d, Klasse 1 eingestuft, da dies die einzige Klassifizierung ist, die in dieser Kategorie verfügbar ist. Die Aktivitätsdaten wurden in diesem Fall als Summe dieser beiden Kategorien in das UNEP-Toolkit eingetragen.

3.3.6 Gruppe 6 – Offene Brände/Feuer

Der Gruppe 6 wurden zwei Kategorien zugeordnet, nämlich 5C2 und 5E.

Tabelle 12. Einordnung der für Gruppe 6 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
5C2	öffentliche Verbrennung von Abfällen	383.461 t/a	Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 3
5E	Sonstige Abfälle (bitte in der IIR angeben)	29.247 (Anzahl der Gebäudebrände) 3.796 (Anzahl der Containerbrände) 13.919 (Anzahl der Fahrzeugbrände)	Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 2-4

Die Kategorie 5C2 umfasst Emissionen, die aus registrierten Lagerfeuern und anderen Holzmaterialien stammen, die im Freien verbrannt werden. Dies beinhaltet auch kulturelle Verbrennungen wie z.B. Osterfeuer. Diese Kategorie wird daher in die Kategorie b, Klasse 3 eingeordnet, die die offene Verbrennung von Abfällen abdeckt. Möglich wäre auch die Zuordnung in die Kategorie b Klasse 5: Verbrennung von Holzabfällen (Bau/Abbruch), jedoch ist im UNEP Toolkit beschrieben, dass das betrachtete Holz meistens behandelt (z.B. Lacke, Farben und andere Holzschutzmittel) ist und mit anderen Bauabfällen wie z.B. PVC vermischt sein kann. Hierdurch ergibt sich für diese Klasse ein höherer Emissionsfaktor, welcher jedoch nicht realistisch für unbehandeltes Holz erscheint.

Kategorie 5E meldet gemäß IIR Treibhausgasemissionen aus der mechanisch-biologischen Behandlung (MBA) von Abfällen und Luftschadstoffemissionen aus Gebäude- und Autobränden. Das UBA hat im Rahmen des Vorhabens für diese Kategorie Aktivitätsdaten geliefert. Die Daten umfassen Gebäudebrände (sowohl Wohnhäuser als auch industrielle Gebäude), Containerbrände und Fahrzeugbrände. Diese wurden jeweils der UNEP-Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 2 (Brände in Häusern und Fabriken), Klasse 3 (offene Verbrennung von Hausmüll) und Klasse 4 (Brände in Fahrzeugen) zugeordnet.

Hierbei sollte erwähnt werden, dass die Aktivitätsdaten des NFR19-Codes 5E in der Einheit „Anzahl an Bränden“ unter NFR und im UNEP-Toolkit verwendet wird, wohingegen die Daten

unter dem NFR19-Code 5C2 in Tonnen pro Jahr angegeben werden. Beide NFR19-Codes werden in derselben Gruppe und Kategorie (6b) im UNEP-Toolkit berichtet. Im Leitfaden für das UNEP-Toolkit wird explizit bei der Klasse 2 erwähnt, dass die Einheit in Anzahl von Bränden anzugeben ist, und im Toolkit selber wird bei der Klasse 4 ebenfalls explizit erwähnt, dass die Einheit die Anzahl von Bränden ist. Dies wurde zur Vollständigkeit ebenfalls für Klasse 3 angenommen. Die vom UBA gelieferten Daten für die NFR-Kategorie 5E konnten somit alle berücksichtigt werden.

Für den NFR19-Code 5C2 sind die Daten in den Berichtstabellen in kt/Jahr angegeben. Da kein Umrechnungsfaktor zu „Anzahl an Bränden“ gefunden werden konnte, wurde diese Kategorie nicht mitberücksichtigt.

3.3.7 Gruppe 7 – Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern

Eine NFR-Kategorie (2B10a) wurde der Gruppe 7 zugeordnet.

Tabelle 13. Einordnung der für Gruppe 7 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004 (t/a)	Einordnung in das UNEP-Toolkit
2B10a	Chemische Industrie: Sonstiges (bitte im IIR angeben)	3.274.672	Gruppe 7, Kategorie c, Klasse 3a

Kategorie 2B10a ist der Gruppe 7, Kategorie c, Klasse 3a zugeordnet. Die Aktivitätsdaten sind die Produktionsdaten von Ethylendichlorid und stammen aus Statistiken von Destatis¹³, auf welche im IIR verwiesen wird.

3.3.8 Gruppe 8 – Verschiedenes

Zwei Kategorien (5C1bv, 2G) wurden der Gruppe 8 zugeordnet.

Tabelle 14. Einordnung der für Gruppe 8 relevanten Aktivitätsdaten im UNEP-Toolkit.

NFR Code	NFR Name	Aktivitätsdaten für 2004	Einordnung in das UNEP-Toolkit
5C1bv	Feuerbestattung/Einäscherung	377.775 Leichen	Gruppe 8, Kategorie b, Klasse 3
2G	Sonstige Verwendung des Produkts (bitte im IIR angeben)	114.107,44 Mill. St (Zigaretten) 3.846,90 Mill. St (Zigarren)*	Gruppe 8, Kategorie e, Klasse 1,2

* Statistische Daten aus der steuerlichen Erfassung des verkauften Tabaks¹⁴

Die Aktivitätsdaten der Kategorie 5C1bv wurden in Gruppe 8, Kategorie b, Klasse 3 eingestuft. Diese Klassifizierung wurde gewählt, da sie die beste Emissionskontrolle (pro Einäscherung) repräsentiert.

Die Kategorie 2G umfasst Emissionen aus dem Tabakkonsum und wurde somit der Gruppe 8, Kategorie e, Klasse 1,2 zugeordnet.

¹³ Fachserie 4, Produzierendes Gewerbe, 3, Produktion im Produzierenden Gewerbe, 1, Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Vierteljährlich

¹⁴ Fachserie 14 / Reihe 9.1.1 Finanzen und Steuern, Absatz von Tabakwaren

3.3.9 Gruppe 9 – Entsorgung

Keine der Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/CLRTAP-Toolkits gemeldet werden, wurde einer der Kategorien der Gruppe 9 zugeordnet. Daher wurden unter dieser Gruppe keine Aktivitätsdaten in das UNEP-Toolkit eingetragen.

3.3.10 Gruppe 10 – Ermittlung potenzieller Hotspots

Keine der Kategorien, die derzeit im Rahmen des UNECE/CLRTAP-Toolkits gemeldet werden, wurde einer der Kategorien in Gruppe 10 zugeordnet. Daher wurden unter dieser Gruppe keine Aktivitätsdaten in das UNEP-Toolkit eingetragen.

4 Ergebnisse

Die Methodik wie sie in Kapitel 3.3 beschrieben ist, wurde anschließend für die anderen Berichtsjahre 2009, 2014 und 2019 angewendet. Alle Ergebnisse können in den beigefügten Exceltabelle gefunden werden.

Im Folgenden sind die Ergebnisse für alle Berichtsjahre dargestellt.

4.1 Berichtsjahr 2004

Tabelle 15: Für das Berichtsjahr 2004 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
		Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände
1	Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen	2,3	0,3	0,0	0,0	0,0
3	Stromerzeugung und Heizen/Kochen	40,5	0,0	0,0	0,0	51,1
4	Produktion von mineralischen Erzeugnissen	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Transport	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Offene Brände/Feuer	13,2	0,0	12,0	0,0	0,0
7	Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern	0,0	1,6	0,0	0,0	0,3
8	Verschiedenes	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0
9	Entsorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Ermittlung potenzieller Hotspots				0,0	0,0
1-10	Total	67,4	2,0	12,0	0,0	52,4
	Gesamt			134		

4.2 Berichtsjahr 2009

Tabelle 16: Für das Berichtsjahr 2009 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
		Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände
1	Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0
3	Stromerzeugung und Heizen/Kochen	39,3	0,0	0,0	0,0	49,7

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
4	Produktion von mineralischen Erzeugnissen	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Transport	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Offene Brände/Feuer	13,4	0,0	12,1	0,0	0,0
7	Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern	0,0	1,3	0,0	0,0	0,3
8	Verschiedenes	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0
9	Entsorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Ermittlung potenzieller Hotspots				0,0	0,0
1-10	Total	65,6	1,7	12,1	0,0	51,0
	Gesamt					130

4.3 Berichtsjahr 2014

Tabelle 17: Für das Berichtsjahr 2014 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
		Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände
1	Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0
3	Stromerzeugung und Heizen/Kochen	40,3	0,0	0,0	0,0	51,7
4	Produktion von mineralischen Erzeugnissen	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Transport	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Offene Brände/Feuer	13,9	0,0	12,6	0,0	0,0
7	Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern	0,0	1,2	0,0	0,0	0,2
8	Verschiedenes	0,2	0,0	0,0	0,0	1,3
9	Entsorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Ermittlung potenzieller Hotspots				0,0	0,0
1-10	Total	66,5	1,6	12,6	0,0	53,2
	Gesamt					134

4.4 Berichtsjahr 2019

Tabelle 18: Für das Berichtsjahr 2019 mit dem UNEP-Toolkit berechnete Dioxinmissionen

Gruppe	Name	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)				
		Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände
1	Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0
3	Stromerzeugung und Heizen/Kochen	31,8	0,0	0,0	0,0	39,5
4	Produktion von mineralischen Erzeugnissen	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Transport	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Offene Brände/Feuer	14,3	0,0	12,9	0,0	0,0
7	Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern	0,0	1,2	0,0	0,0	0,2
8	Verschiedenes	0,3	0,0	0,0	0,0	1,7
9	Entsorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Ermittlung potenzieller Hotspots				0,0	0,0
1-10	Total	56,4	1,5	12,9	0,0	41,3
	Gesamt			112		

4.5 Übersicht über alle Berichtsjahre

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus allen Berichtsjahren zusammengefasst. Ebenfalls werden die berichteten Emissionen unter CLRTAP dargestellt.

Tabelle 19: Zusammenfassende Übersicht für alle berechneten Berichtsjahre

Jahr	Jährliche Emissionen (g TEQ/a)					Summe (g TEQ/a)	Unter UNECE/CLRTAP berichtete Dioxinmissionen (g TEQ/a)
	Luft	Wasser	Land	Produkt	Rückstände		
2004	67,4	2,0	12,0	0,0	52,4	134	173
2009	65,6	1,7	12,1	0,0	51,0	130	138
2014	66,5	1,6	12,6	0,0	53,2	134	132
2019	56,4	1,5	12,9	0,0	41,3	112	123

Es kann erkannt werden, dass der Großteil der Emissionen aus den Vektoren der Luft und der Rückstände kommt. Ein kleiner Anteil stammt aus den Emissionen auf das Land und in das Wasser. Dioxinmissionen in Produkte sind nicht relevant. Es sollte jedoch auch erwähnt

werden, dass viele Emissionsfaktoren im UNEP-Toolkit fehlen und mit „ND“ gekennzeichnet sind. Somit werden die Emissionen einzelner Vektoren sowie die Gesamtdioxinemissionen unterschätzt.

Die meisten Emissionen stammen vor allem aus der Gruppe 3 der Stromerzeugung. Da ein Großteil des Stroms in Deutschland aus Verbrennungsprozessen gewonnen wird (Kohle, Gas, Abfall etc.) stammen die meisten Dioxinemissionen aus dieser Gruppe. Weiterhin sind offene Brände (Gruppe 6) relevant, da es sich hierbei um unkontrollierte Brände handelt, welche hohe Emissionsfaktoren besitzen. Weiterhin tragen die Dioxinemissionen aus dem Transportbereich (Gruppe 5) zu den Gesamtemissionen bei.

Weiterhin kann erkannt werden, dass die Dioxinemissionen seit 2014 leicht rückläufig sind. Dies kann auf die rückläufigen Aktivitätsdaten zurückgeführt werden. Fossile Energieträger wurden über die Jahre teilweise durch regenerative Energie substituiert, wodurch die Aktivitätsdaten rückläufig sind.

Ebenfalls kann gesehen werden, dass die berechneten Emissionen in einem ähnlichen Bereich liegen, wie die Emissionen, die mittels NFR-Codes berichtet werden. Insbesondere in den jüngeren Jahren ähneln sich die Emissionen stark. Dies liegt wahrscheinlich an den gewählten Graden an BAT/BEP. Es wurde für die Berechnung angenommen, dass Deutschland in allen Jahren den besten Grad anwendet, jedoch ist dies nicht zwingend der Fall, insbesondere für 2004. Für die jüngeren Jahre (2014 und 2019) ist dies jedoch wahrscheinlich der Fall, weshalb sich die Emissionen stark ähneln.

5 Plausibilität der Emissionen des UNEP-Toolkits

In diesem Kapitel wird die Plausibilität der Dioxin-Emissionen, welche mit dem UNEP-Toolkit berechnet wurden, hinterfragt.

5.1 Gruppe 2 - Produktion von Eisen- und Nichteisenmetallen

In Gruppe 2 werden Dioxinmissionen für 6 verschiedene Aktivitätsdaten berechnet.

Koksproduktion – Gruppe 2, Kategorie b, Klasse 2

Koks wird mittels Pyrolyse von Kohle (oder anderem organischem Material) hergestellt. Im UNEP-Toolkit werden Emissionen in die Luft und das Wasser berichtet. Die Wasseremissionen ergeben sich aus den Nasswäschern der Abgasreinigung und werden daher aus den Dioxinmissionen in die Luft berechnet. Die Menge an Dioxinmissionen im Abwasser ist daher statistisch gesehen irrelevant (Emissionen in die Luft bereits gering und nur ein Bruchteil davon wird im Wasser aufgefangen). Da das Produkt der Koks ist könnten hier theoretisch noch Dioxine vorhanden sein. Das Toolkit besitzt hierfür keinen Emissionsfaktor, sieht den Vektor jedoch als relevant an („ND“).

Dioxinmissionen auf das Land werden nicht als relevant angesehen, ebenso wenig wie Emissionen in die Rückstände, da der Rückstand zugleich das Produkt ist (der Koks).

Eisenproduktion – Gruppe 2, Kategorie c, Klasse 4

Eisen wird durch Schmelzen von Alteisen oder durch Reduktion von Eisenerz hergestellt. Im UNEP-Toolkit werden nur Emissionen in die Luft berichtet. Hier könnten, ähnlich wie bei der Koksproduktion, auch Emissionen in das Wasser der Gasreinigungsanlagen relevant sein, jedoch würde es sich hierbei um sehr geringe Mengen handeln, da sie von den Dioxinmissionen in der Abluft abhängen. Im erhaltenen Eisen (Produkt) wird nicht davon ausgegangen, dass Dioxine vorhanden sein werden, ebenso wenig auf dem Land.

Für die Klassen 1-3 existieren Emissionsfaktoren für die Rückstände, jedoch wird dieser bei der Klasse 4 nicht mehr angegeben, da keine Daten hierfür existieren (mit ND gekennzeichnet). Es kann also angenommen werden, dass Dioxinmissionen in die Rückstände relevant sind. Die Emissionen können z.B. aus staubartigen Rückständen aus dem Abgas, der Asche sowie aus Staub von der Aufbereitung des Eisenerzes stammen.

Kupferproduktion – Gruppe 2, Kategorie d, Klasse 6

Die Kupferproduktion verläuft ähnlich zu der Eisenproduktion. In der verwendeten Klasse 6 werden keine Emissionen in die Luft angegeben, da keine Daten vorhanden sind (mit ND gekennzeichnet), jedoch existieren Emissionsfaktoren in die Luft für alle anderen Klassen, wodurch die Dioxinmissionen in die Luft auch bei Klasse 6 relevant sein werden. Ebenfalls werden Emissionen ins Wasser berichtet. Diese stammen aus Prozessen, bei denen Wasser während der Kupferproduktion verwendet wird wie z.B. Kühlung oder Gaswäsche. Emissionen auf das Land und in den Produkten werden, wie bei Eisen, nicht als relevant angesehen.

Dioxinmissionen in den Rückständen können, wie bei der Eisenproduktion, aus Produktionsstaub und der Asche stammen. In der Klasse 6 wird angenommen, dass nur „primäres“ Kupfer verwendet wird, d.h. Kupfer welches bereits in Reinform oder als Legierung vorhanden ist. Kupfererz ist hierbei ausgeschlossen. Es werden daher auch keine Emissionen in Rückstände angegeben, da die Staubproduktion minimal sein wird. Falls in Deutschland Kupfererz für die Kupferproduktion verwendet wird, sollten Emissionen in die Rückstände berechnet werden.

Aluminiumproduktion – Gruppe 2, Kategorie e, Klasse 6

Aluminium wird ähnlich zu Kupfer und Eisen hergestellt, entweder aus Erzen oder aus dem Schmelzen von Altaluminium. Wie bei den zwei vorherigen Kategorien sind hier ebenfalls die Emissionen in die Luft, Wasser und in die Rückstände relevant.

Im UNEP-Toolkit sind die Emissionen in die Luft und die Rückstände mit „ND“ gekennzeichnet, was bedeutet, dass keine Emissionsfaktoren vorliegen, die Emissionen jedoch relevant sind. Die Emissionen ins Wasser sind mit „NA“ gekennzeichnet und werden somit vom Toolkit als nicht relevant angesehen.

Bleiproduktion – Gruppe 2, Kategorie f, Klasse 4

Blei wird ähnlich zu Kupfer und Eisen hergestellt, entweder aus Erzen oder aus dem Schmelzen von Altblei. Wie bei den zwei vorherigen Kategorien sind hier ebenfalls die Emissionen in die Luft, Wasser und in die Rückstände relevant.

Im UNEP-Toolkit sind die Emissionen in die Luft und die Rückstände mit „ND“ gekennzeichnet, was bedeutet, dass keine Emissionsfaktoren vorliegen, die Emissionen jedoch relevant sind. Die Emissionen ins Wasser sind mit „NA“ gekennzeichnet und werden somit vom Toolkit als nicht relevant angesehen.

Zinkproduktion – Gruppe 2, Kategorie g, Klasse 4

Zink wird ähnlich zu Kupfer und Eisen hergestellt, entweder aus Erzen oder aus dem Schmelzen von Altzink. Wie bei den zwei vorherigen Kategorien sind hier ebenfalls die Emissionen in die Luft, Wasser und in die Rückstände relevant.

Im UNEP-Toolkit sind die Emissionen in die Luft und die Rückstände mit „ND“ gekennzeichnet, was bedeutet, dass keine Emissionsfaktoren vorliegen, die Emissionen jedoch relevant sind. Die Emissionen ins Wasser sind mit „NA“ gekennzeichnet und werden somit vom Toolkit als nicht relevant angesehen.

5.2 Gruppe 3 – Stromerzeugung und Heizen/Kochen

In Gruppe 3 werden Dioxinmissionen für 3 verschiedene Aktivitätsdaten berechnet.

Wärme- und Stromerzeugung – Gruppe 3, Kategorie a, Klasse 2 und 6

In dieser Kategorie wird die Strom- und Wärmerzeugung mittels Feuerungsprozessen berichtet. Hierbei wurden die beiden Klassen 2 (Verbrennung von Kohle) und 6 (Verbrennung von Leichtöl/Gas) ausgewählt. Es sollte erwähnt werden, dass in dieser Gruppe auch die Emissionen aus der Abfallverbrennung berichtet werden.

Ähnlich wie bei der Metallerzeugung sind hier ebenfalls die selben Vektoren relevant. Dioxine können in der Abluft sowie in den Rückständen vorhanden sein. Dies beinhaltet bei der Abfallverbrennung z.B. auch die Schlacke und Flugasche. In der Gruppe 1 gibt es für beide Rückstände aus der Abfallverbrennung Emissionsfaktoren, jedoch wurden diese bei der Berechnung in Gruppe 3 nicht berücksichtigt.

Weiterhin könnte ebenfalls Prozess- und Waschwasser relevant sein.

Für Klasse 2 sind Emissionsfaktoren für Luft und die Rückstände angegeben und Emissionen in das Wasser sind mit „ND“ (not determined, keine Emissionsfaktoren vorhanden) gekennzeichnet. Für Klasse 6 ist nur ein Emissionsfaktor für den Luftpfad vorhanden und die Rückstände als auch das Wasser sind mit „ND“ gekennzeichnet.

Emissionen aufs Land und in Produkte werden hier nicht als relevant angesehen.

Wärmeversorgung in Privathaushalten - Fossile Brennstoffe– Gruppe 3, Kategorie e, Klasse 6

Für die Wärmeversorgung in Privathaushalten wurde, basierend auf den Aktivitätsdaten, die Klasse 6 (Gas und Flüssiggas) gewählt. Es sollte erwähnt werden, dass auch andere Brennstoffe in dieser Gruppe relevant sind wie z.B. Öl und Kohle und evtl. Abfall.

Es sind deshalb primär Emissionen in die Luft relevant für die ein Emissionsfaktor vorhanden ist. Da bei der Verbrennung von Gas und Öl keine bis nur minimal Rückstände entstehen, werden Dioxinmissionen in Rückstände hier nicht als relevant angesehen, ebenso wenig wie die Emissionen in Produkte oder auf das Land. Im Toolkit ist der Vektor Wasser mit „ND“ gekennzeichnet, was darauf hindeutet, dass Dioxinmissionen hierbei relevant sein könnten, jedoch müsste überprüft werden inwieweit Dioxinmissionen ins Wasser bei der Wärmeerzeugung in Privathaushalte relevant ist.

Ebenso sollte bei einer differenzierten Betrachtung der Aktivitätsdaten der Vektor der Rückstände miteinbezogen werden, da Kohle und Abfall laut Aktivitätsdaten ein relevanter Brennstoff ist.

5.3 Gruppe 4 – Produktion von mineralischen Erzeugnissen

In Gruppe 4 werden Dioxinmissionen für nur einen Aktivitätsdatensatz berechnet.

Wärme- und Stromerzeugung – Gruppe 4, Kategorie a, Klasse 4

In dieser Kategorie wird die Zementproduktion berichtet. Am relevantesten werden hierbei die Emissionen in die Luft gesehen, für die es einen Emissionsfaktor im Toolkit gibt. Weiterhin können Rückstände als relevant angesehen werden, je nach angewandeter Technologie. Bei manchen Herstellungsprozessen werden Asche und Staub als Ausgangsmaterial wieder in den Herstellungsprozess eingeführt, wodurch keine Rückstände entstehen. Im Toolkit ist dieser Vektor mit „ND“ gekennzeichnet.

Ähnlich wie bei den obigen Verbrennungsprozesse können Dioxinmissionen in das Wasser relevant sein, je nach Anlagenaufbau und Abgasreinigung. Im Toolkit ist dieser Vektor ebenfalls mit „ND“ gekennzeichnet.

Geringe Mengen an Dioxinen könnten ebenfalls im Endprodukt (Zement) vorhanden sein, jedoch kann angenommen werden, dass diese Mengen, durch die hohen Temperaturen, sehr gering sind. Im Toolkit ist dieser Vektor ebenfalls mit „ND“ gekennzeichnet.

Emissionen auf das Land werden nicht als relevant betrachtet.

5.4 Gruppe 5 – Transport

In Gruppe 5 werden Dioxinmissionen für 4 Aktivitätsdaten berechnet.

4-Takt-Motoren – Gruppe 5, Kategorie a, Klasse 3

In dieser Klasse werden die 4-Takt-Motoren berichtet, zu denen die meisten PKW gehören.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, für die ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden ist. Weiterhin könnten Emissionen ins Wasser relevant sein, da bei der Verbrennung geringe Mengen an Wasser gebildet werden können. Bei der Verbrennung wird ebenfalls Feinstaub gebildet, an welchen Dioxine adsorbiert sein können. Beide Kategorien sind im Toolkit mit „NA“ gekennzeichnet, was bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass diese Vektoren nicht relevant sind.

Direkte Emissionen auf das Land und in Produkte werden nicht als relevant angesehen.

2-Takt-Motoren – Gruppe 5, Kategorie b, Klasse 2

In dieser Klasse werden die 2-Takt Motoren berichtet, zu denen die meisten Motorräder, Moped etc. gehören.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, für die ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden ist. Weiterhin könnten Emissionen ins Wasser relevant sein, da bei der Verbrennung geringe Mengen an Wasser gebildet werden können. Bei der Verbrennung wird ebenfalls Feinstaub gebildet, an welchen Dioxine adsorbiert sein können. Beide Kategorien sind im Toolkit mit „NA“ gekennzeichnet, was bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass diese Vektoren nicht relevant sind.

Direkte Emissionen auf das Land und in Produkte werden nicht als relevant angesehen.

Dieselmotoren – Gruppe 5, Kategorie c, Klasse 1

In dieser Klasse werden die Dieselmotoren berichtet, zu denen z.B. LWKs, aber auch diverse PKW gehören.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, für die ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden ist. Bei der Verbrennung von Diesel kann es ebenfalls zu Bildung von Feinstaub kommen, insbesondere wenn der Motor noch kalt ist. Diese Kategorie ist im Toolkit mit „ND“ gekennzeichnet. Weiterhin könnten Emissionen ins Wasser relevant sein, da bei der Verbrennung geringe Mengen an Wasser gebildet werden können.

Emissionen auf das Land und in Produkte werden nicht als relevant angesehen.

Schwerölbefeuerte Motoren – Gruppe 5, Kategorie d, Klasse 1

In dieser Klasse werden die Schwerölmotoren berichtet, zu denen z.B. Schiffe, aber auch Generatoren gehören.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, für die ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden ist. Bei der Verbrennung von Schweröl kann es ebenfalls zu Bildung von Feinstaub kommen. Diese Kategorie ist im Toolkit mit „ND“ gekennzeichnet. Weiterhin könnten Emissionen ins Wasser relevant sein, da bei der Verbrennung geringe Mengen an Wasser gebildet werden können.

Emissionen auf das Land und in Produkte werden nicht als relevant angesehen.

5.5 Gruppe 6 – offene Brände/Feuer

In Gruppe 6 werden Dioxinmissionen für 4 Aktivitätsdaten berechnet.

Unbeabsichtigte Brände in Häusern, Fabriken – Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 2

In dieser Klasse werden unbeabsichtigte Brände von Häusern und Fabriken berichtet.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, für die ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden ist. Erwartungsgemäß ist der Emissionsfaktor sehr hoch, da es sich hierbei um unkontrollierte Brände handelt. Durch die unkontrollierten Emissionen sind Emissionen aufs Land auch relevant, wofür ein Emissionsfaktor ebenfalls vorhanden ist. Weiterhin können Emissionen ins Wasser relevant sein, jedoch gibt es hierfür keinen Emissionsfaktor („ND“) im Toolkit.

Emissionen in Produkte werden nicht als relevant betrachtet, jedoch können Dioxine in den Rückständen vorhanden sein. Im Toolkit ist dieser Vektor mit „NA“ gekennzeichnet, mit der Annahme, dass die Rückstände vor Ort bleiben, nicht entfernt werden und somit den Emissionen aufs Land zugeordnet werden können. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die

Rückstände in Deutschland zumindest teilweise entfernt werden, wodurch dieser Vektor relevant wäre.

Offene Verbrennung von Hausmüll – Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 3

Dieselben Überlegungen wie für die unbeabsichtigten Brände in Häusern und Fabriken finden hier auch Anwendung.

Unbeabsichtigte Brände von Fahrzeugen – Gruppe 6, Kategorie b, Klasse 4

Dieselben Überlegungen wie für die unbeabsichtigten Brände in Häusern und Fabriken finden hier auch Anwendung.

5.6 Gruppe 7 – Produktion und Verwendung von chemischen Erzeugnissen und Konsumgütern

In Gruppe 7 werden Dioxinmissionen für 1 Aktivität berechnet.

Chlorierte aliphatische Chemikalien– Gruppe 7, Kategorie c, Klasse 3a

In dieser Klasse wird die Herstellung von Ethylendichlorid berichtet.

Laut UNEP Toolkit sind hierbei die Emissionen in die Luft am relevantesten. Dioxinmissionen entstehen entlang der Herstellungskette und können z.B. in den Abgasen gefunden werden. Im Toolkit ist jedoch kein Emissionsfaktor für die Luft vorhanden.

Emissionen ins Wasser sind hierbei ebenfalls relevant, vor allem durch die Emission ins Abwasser. Hierfür ist ein Emissionsfaktor im Toolkit vorhanden.

Direkte Emissionen aufs Land werden nicht als relevant betrachtet. Die könnten über Umwege über das Abwasser (Aufbringen von Klärschlamm) anfallen.

Emissionen in das Ethylendichlorid selbst könnten relevant sein. Im Toolkit ist dieser Vektor mit „ND“ gekennzeichnet.

Die Emissionen in die Rückstände sind ebenfalls relevant. Diese können z.B. Katalysatoren, Produktionsabfall und Klärschlamm aus der betriebseigenen Kläranlage sein. Das Toolkit besitzt hierfür einen Emissionsfaktor.

5.7 Gruppe 8 – Verschiedenes

In Gruppe 8 werden Dioxinmissionen für 3 Aktivitätsdaten berechnet.

Krematorien– Gruppe 8, Kategorie b, Klasse 3

In dieser Klasse werden die Dioxinmissionen von Krematorien berichtet.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, wofür es im Toolkit auch einen Emissionsfaktor gibt.

Emissionen ins Wasser, aufs Land und in Produkte werden hierbei nicht als relevant angesehen.

Es können jedoch Dioxine in den Ascherückständen vorhanden sein. Für diesen Vektor besitzt das Toolkit ebenfalls einen Emissionsfaktor.

Krematorien– Gruppe 8, Kategorie e, Klasse 1

In dieser Klasse werden die Dioxinmissionen von Zigarren berichtet.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, wofür es im Toolkit auch einen Emissionsfaktor gibt.

Emissionen ins Wasser, aufs Land und in Produkte werden hierbei nicht als relevant angesehen.

Es können jedoch Dioxine in den Zigarrenenden und in der Asche vorhanden sein. Für diesen Vektor besitzt das Toolkit ebenfalls einen Emissionsfaktor.

Krematorien– Gruppe 8, Kategorie e, Klasse 2

In dieser Klasse werden die Dioxinmissionen von Zigaretten berichtet.

Am relevantesten sind hierbei die Emissionen in die Luft, wofür es im Toolkit auch einen Emissionsfaktor gibt.

Emissionen ins Wasser, aufs Land und in Produkte werden hierbei nicht als relevant angesehen.

Es können jedoch Dioxine in den Zigarettenfiltern und in der Asche vorhanden sein. Für diesen Vektor besitzt das Toolkit ebenfalls einen Emissionsfaktor.

5.8 Zusammenfassung

Für Dioxinmissionen ist der Vektor in die Luft der relevanteste, wodurch hierfür meistens Emissionsfaktoren vorliegen. Bei vielen Verbrennungsprozessen sind ebenfalls die Emissionen in die Rückstände wie z.B. Asche oder Produktionsstaub relevant, jedoch existiert für diesen Vektor nicht immer ein Emissionsfaktor, wodurch Datenlücken entstehen.

Emissionen in die Wasserphase sind bei einigen Aktivitäten ebenfalls relevant wie z.B. Kühlwasser, jedoch existieren hierfür meistens keine Emissionsfaktoren. Die direkten Emissionen auf das Land sind meistens nicht relevant und es existieren meistens auch keine Emissionsfaktoren.

Bei manchen herstellenden Aktivitäten wie z.B. die Produktion von Metallen, Zement und Chemikalien könnten Dioxine auch im Endprodukt vorhanden sein, jedoch existieren hierfür meistens keine Emissionsfaktoren.

Es fehlen somit häufig Emissionsfaktoren für dioxinmissionsrelevante Vektoren, wodurch die Gesamtemissionen höchstwahrscheinlich unterschätzt werden.

6 Schlussfolgerung

In diesem Bericht wurden die Dioxinmissionen Deutschlands mittels UNEP-Toolkit des Stockholmer Übereinkommens berechnet. Verwendet wurde hierfür die Aktivitätsdaten, welche in der CLRTAP-Berichtserstattung angewendet werden.

Die Aktivitätsdaten unter CLRTAP konnten alle einer Kategorie des UNEP-Toolkits zugeordnet werden und für die meisten Daten konnte ebenfalls ein Umrechnungsfaktor gefunden werden.

Generell stimmen die berechneten Emissionen mittels UNEP-Toolkit gut mit den aktuell berichteten Dioxinmissionen unter CLRTAP überein, jedoch konnten einige Lücken identifiziert werden.

6.1 Lücken

Im Folgenden werden die identifizierten Lücken sowie mögliche Lösungsvorschläge präsentiert.

Tabelle 20: Identifizierte Lücken sowie Lösungsvorschläge

Identifizierte Lücke	Lösungsvorschlag
Die Zuordnung der Kategorien erfolgte mit Daten des IIR, Gesprächen mit UBA-Experten sowie Expertenwissen der Auftragnehmer. Die Zuordnung sollte deshalb nochmals überprüft werden.	Nochmalige Überprüfung der Zuordnung.
Viele Aktivitätsdaten sind sehr detailliert im IIR beschrieben. Oftmals werden verschiedene Brennstoffe in einer Aktivität genannt wie z.B. Steinkohle, Braunkohle, Öl, Erdgas etc. Für die Umrechnungsfaktoren wurde der Faktor der meist benutzten Brennstoffe gewählt.	Die Umrechnung der Aktivitätsdaten könnte auf Basis der detaillierten Aktivitätsdaten erfolgen. Jeder Brennstoff sollte dabei separat betrachtet werden.
Basierend auf den unterschiedlichen Aktivitätsdaten wurden die NFR-Kategorien unterschiedlichen Gruppen des UNEP-Toolkits zugeordnet. Dies basierte meistens auf den am meisten verwendeten Brennstoffen.	Die Aktivitätsdaten könnten separat betrachtet und in die Gruppen des UNEP-Toolkits eingetragen werden.
Aktivitätsdaten „other“ der Kategorie 1A2a konnten nicht identifiziert werden, wodurch sie von der Umrechnung und weiteren Berechnung ausgeschlossen wurden.	Aktivitätsdaten könnten mittels Expertenwissen (z.B. mit UBA Experten) definiert werden.
Für den Stand an BAT/BEP wurde immer der beste Stand der Technik gewählt, da angenommen wurde, dass Deutschland sehr strenge Emissionsgrenzwerte hat. Dies ist für die älteren Jahre nicht zwingend der Fall.	Es sollte mittels Experteninterviews und Literaturrecherche überprüft werden, wie sich der Stand an BAT/BEP über die Jahre in Deutschland entwickelt hat und ob die gewählte Klassifizierung angepasst werden sollte.
In Kapitel 5 wurde eine Plausibilitätsanalyse der vorhandenen Emissionsfaktoren durchgeführt. Für viele Vektoren fehlen Emissionsfaktoren im UNEP-Toolkit.	Es könnte recherchiert werden, ob fehlende Emissionsfaktoren bestimmt und die Dioxinmissionen berechnet werden sollten.

Identifizierte Lücke	Lösungsvorschlag
Die Aktivitätsdaten der Kategorie 5C2 wurden nicht berücksichtigt, da die Daten nicht die benötigte Einheit (Anzahl an Feuern) haben und kein geeigneter Umrechnungsfaktor gefunden werden konnte.	Es könnte recherchiert werden, wie diese Aktivitätsdaten umgerechnet werden könnten.