

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3717 51 1010
UBA-FB

Analyse der novellierten NEC-Richtlinie bezüglich der erweiterten Anforderungen an die Bericht- erstattung von Schadstoffemissionen in die Luft

Endbericht

von

Christian Tebert, Dr. Till Zimmermann
Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

Peter Coenen, Jeroen Kuenen
TNO, Den Haag

mit Unterstützung von
Dr. Roland Weber, Christine Herold
POPs Environmental Consulting, Schwäbisch Gmünd

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

31.10.2019

Kurzbeschreibung

Seit dem 31. Dezember 2016 ist die neue „NEC“-Richtlinie (2016/2284/EU) „über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe“ in Kraft, die die Richtlinie 2001/81/EG „zu nationalen Emissionshöchstgrenzen“ ablöst. Die neue NEC-Richtlinie verpflichtet die EU-Mitgliedstaaten, ab dem Jahr 2030 neue Minderungsziele zu erreichen, die neben den bisher regulierten Luftschadstoffen SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃ erstmals auch Ziele für Feinstaub (PM_{2,5}) beinhalten. Auf die Mitgliedstaaten kommen durch die neue Richtlinie deutlich erweiterte Berichtspflichten zu. Erstmals werden sie verpflichtet, Emissionsinventare für Feinstaub, Schwermetalle und POP zu erstellen. Die Inventare müssen Emissionsprojektionen beinhalten. Weiterhin sind Emissionen von großen Punktquellen zu berichten und Emissionsdaten räumlich aufzuschlüsseln.

Vor diesem Hintergrund wurden von Ökopoll und TNO die Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie analysiert und mit dem System der deutschen Emissionsberichterstattung verglichen. Anhand des Vergleichs der Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie und der aktuellen Berichterstattung wurde eine Defizitanalyse erstellt. Die Analyse nennt die Bereiche im Berichtssystem, die gestärkt werden müssen. Auf Basis der Defizitanalyse wurden Verbesserungsmaßnahmen benannt, die mit dem Umweltbundesamt diskutiert und priorisiert wurden. In vier prioritären Bereichen (PCB, Schwermetalle, Unsicherheiten, Punktquellen) wurden Arbeiten zur Verbesserung des Inventars durchgeführt.

Der Abschlussbericht benennt die methodisch-wissenschaftlichen Grundlagen zur Erfüllung der Richtlinienanforderungen, beschreibt Defizite im aktuellen Berichtssystem und Handlungsoptionen im aktuellen Berichtssystem und dokumentiert die Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung des Inventars.

Abstract

Since 31 December 2016 the new „NEC“ directive (2016/2284/EU) is in force „on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants“, amending directive 2001/81/EC „on national emission ceilings“. The new NEC directive includes the obligation for EU Member States to achieve new reduction targets from 2030. Besides the pollutants SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃ (already regulated by the previous directive), the new directive includes additional targets on particulate matter (PM_{2.5}). Member States have to fulfil substantially enlarged reporting requirements. For the first time emission inventories have to comprise also particulate matter, heavy metals and POP. Inventories need to include emission projections. Furthermore, emissions of large point sources are to be reported, and spatially disaggregated national emission inventories need to be established regularly.

On this background, Ökopoll and TNO analysed the requirements of the new NEC directive and compared the obligations with the national reporting system of Germany. Based on the comparison of the new NEC directive and the existing system, a deficit analysis was carried out. The analysis lists the elements of the reporting system that need improvement. On the basis of the deficit analysis, improvement measures were derived. In cooperation with the Umweltbundesamt, the measures were discussed and prioritised. Further work was done to improve the inventory in four prioritised areas (PCB, heavy metals, uncertainties and large point sources).

The final report describes the methodological-scientific basis to comply with the requirements of the new NEC directive. It lists the deficits of the current reporting system and appoints options for improvement. Furthermore, the results of the improvement in four areas are documented.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	12
Abkürzungsverzeichnis	17
Zusammenfassung.....	20
Summary.....	30
1 Einführung	39
1.1 Projektziel	39
1.2 Projektbearbeitung.....	39
1.2.1 Zeitplan.....	39
1.2.2 Berichtspflichten unter der neuen NEC-Richtlinie (AP 1).....	40
1.2.3 Analyse des Berichterstattungssystems und Empfehlungen zur Verbesserung (AP 2/AP 3).....	40
1.2.4 Verbesserung der Berichterstattung zu POP (AP 4a).....	40
1.2.5 Verbesserung der Berichterstattung zu Schwermetallen (AP 4b)	40
1.2.6 Verbesserungen der Berichterstattung bei Unsicherheiten (AP 4c).....	40
1.2.7 Verbesserungen der Berichterstattung bei großen Punktquellen (AP 4d)	40
1.2.8 Unterstützung beim Jahrestreffen der TFEIP (AP 5)	40
2 Berichtspflichten unter der neuen NEC-Richtlinie.....	41
2.1 Einführung	41
2.2 Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie.....	42
2.3 Auswirkungen der neuen NEC-Richtlinie auf die Berichterstattung.....	44
3 Analyse des deutschen Berichterstattungssystems	46
3.1 Einführung in die Emissionsberichterstattung Deutschlands.....	46
3.2 Analyse der Berichterstattung Deutschlands in Bezug auf die Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie	46
3.2.1 Nationales Emissionsinventar	48
3.2.2 Informativer Inventarbericht (IIR).....	48
3.2.3 Prognosen	49
3.2.4 Große Punktquellen	49
3.2.5 Räumlich aufgelöste Emissionsdaten.....	50
3.3 Analyse der Internationale Reviews des Luftschadstoffinventars von Deutschland.....	50
4 Empfehlungen zur Verbesserung des deutschen Berichterstattungssystems	52
4.1 Adressierung der NEC-Berichterstattung im IIR (Priorität A).....	52
4.2 Umsetzung der Review-Empfehlungen (Priorität A)	52

4.2.1	Analyse und Empfehlungen	52
4.2.2	Umsetzungsplanung UBA.....	52
4.3	Verbesserung Notation Keys (Priorität A).....	53
4.3.1	Analyse und Empfehlungen	53
4.3.2	Umsetzungsplanung UBA.....	53
4.4	Verbesserung des Inventars zu Schwermetallen (Priorität A).....	53
4.4.1	Analyse und Empfehlungen	53
4.4.2	Umsetzungsplanung UBA.....	53
4.5	Verbesserung des Inventars zu POP (Priorität A)	53
4.5.1	Analyse und Empfehlungen	53
4.5.2	Umsetzungsplanung UBA.....	54
4.6	Berechnung von Adjustments (Priorität A).....	54
4.6.1	Analyse und Empfehlungen	54
4.6.2	Umsetzungsplanung UBA.....	54
4.7	Berichterstattung zu großen Punktquellen „LPS“ (Priorität B).....	54
4.7.1	Analyse und Empfehlungen	54
4.7.2	Umsetzungsplanung UBA.....	55
4.8	Berichterstattung von Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle und POP (Priorität B).....	55
4.8.1	Analyse und Empfehlungen	55
4.8.2	Umsetzungsplanung UBA.....	55
4.9	Berichterstattung zu Unsicherheiten (Priorität B).....	56
4.9.1	Analyse und Empfehlungen	56
4.9.2	Umsetzungsplanung UBA.....	56
4.10	Berichterstattung zu Black Carbon (Priorität B).....	56
4.10.1	Analyse und Empfehlungen	56
4.10.2	Umsetzungsplanung UBA.....	56
4.11	Unterteilung von Feinstaubemissionen (Priorität C).....	56
4.11.1	Analyse und Empfehlungen	56
4.11.2	Umsetzungsplanung UBA.....	56
5	Verbesserung der Berichterstattung zu POP hinsichtlich PCB-Emissionen aus offenen Anwendungen im Baubereich	57
5.1	Hintergrund.....	57
5.2	Ausgangspunkt: UBA-Studie Weber und Herold 2015	58
5.3	Validierung der Informationen von Weber und Herold (2015).....	58
5.3.1	PCB-Verwendungsmengen.....	58

5.4	Verbleibsmenge / PCB im Bestand	60
5.4.1	Abschätzungen der Anzahl der Gebäude mit PCB-Belastung	60
5.4.2	Rechnerische Abschätzung der Verbleibsmenge in Deutschland	63
5.4.3	Menge der PCB-haltigen Bauabfälle, die das Abfallstadium erreichen	64
5.5	Emissionen und Emissionsfaktoren	68
5.6	Sekundärquellen für PCB-Emissionen.....	69
5.7	Zusammenführung der Erkenntnisse: AR, EF und Zeitreihe der Emissionen	71
6	Verbesserung der Berichterstattung zu Schwermetallen (AP 4b).....	76
6.1	Emissionsfaktoren im Bereich Verkehr.....	76
6.1.1	Einführung.....	76
6.1.2	Quellen von Schwermetallemissionen im Verkehr	76
6.1.3	Vergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren aus dem Reifen- und Bremsabrieb.....	79
6.1.3.1	Aggregierte Emissionsfaktoren	79
6.1.3.2	Schwermetall-Emissionsfaktoren nach Fahrzeugtyp	80
6.1.4	Detaillierte Analyse der Emissionsfaktoren für Schwermetalle durch Reifen- und Bremsabrieb.....	85
6.1.4.1	Staub-Emissionen	85
6.1.4.2	Schwermetallgehalte in Reifen und Bremsen	87
6.1.5	Abgasemissionen im Straßenverkehr.....	88
6.1.6	Emissionen aus dem Schienenverkehr.....	90
6.1.7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	92
6.2	Emissionsfaktoren im Bereich Industrie, Gewerbe, Haushalte	93
6.2.1	Einführung.....	93
6.2.2	Vergleich mit der Emissionsberichterstattung anderer Länder	94
6.2.2.1	Arsen-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	94
6.2.2.2	Blei-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	100
6.2.2.3	Cadmium-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	104
6.2.2.4	Chrom-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	108
6.2.2.5	Kupfer-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	113
6.2.2.6	Nickel-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	117
6.2.2.7	Quecksilber-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	122
6.2.2.8	Selen-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	126
6.2.2.9	Zink-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich	131
6.2.2.10	Schlussfolgerungen aus dem Ländervergleich	136
6.2.3	Schwermetall-Emissionsfaktoren nach Tätigkeiten	136

6.2.3.1	Arsen-Emissionen nach Tätigkeiten	136
6.2.3.2	Blei-Emissionen nach Tätigkeiten	137
6.2.3.3	Cadmium-Emissionen nach Tätigkeiten	138
6.2.3.4	Chrom-Emissionen nach Tätigkeiten	139
6.2.3.5	Kupfer-Emissionen nach Tätigkeiten	139
6.2.3.6	Nickel-Emissionen nach Tätigkeiten	140
6.2.3.7	Quecksilber-Emissionen nach Tätigkeiten	141
6.2.3.8	Selen-Emissionen nach Tätigkeiten	141
6.2.3.9	Zink-Emissionen nach Tätigkeiten	142
6.2.3.10	Zusammenfassung der dominierenden Quellkategorien	142
6.2.4	Emissionsfaktor-Verbesserungsmöglichkeiten für wesentliche Tätigkeiten	144
6.2.4.1	1A1b Petroleum refining	144
6.2.4.2	1A1a Public electricity and heat production	144
6.2.4.3	2G Other product use - Use of Fireworks	145
6.2.4.4	2C7a Copper production	145
6.2.4.5	2C1 Iron and steel production	147
6.2.4.6	2A3 Glass production	148
6.2.4.7	2C6 Lead production / 2C3 Zinc production	148
6.2.4.8	2A1 Cement production	149
6.2.5	Schlussfolgerungen zu Emissionsfaktoren im Bereich Industrie, Gewerbe, Haushalte	150
7	Verbesserung der Unsicherheiten im Inventar (AP 4c)	152
7.1	Vergleich der Unsicherheiten zu NO _x , SO _x , NH ₃ und NMVOC mit Unsicherheiten im Inventar der Niederlande	152
7.1.1	NO _x	152
7.1.2	SO _x	152
7.1.3	NH ₃	153
7.1.4	NMVOC.....	153
7.2	Vergleich der Unsicherheiten mit Angaben anderer Länder	154
7.3	Detaillierte Bewertung der Unsicherheitenabschätzung von Deutschland	155
7.3.1	Prüfung der Unsicherheiten der Hauptquellkategorien	155
7.3.2	Schließung von Lücken	158
7.3.3	Ergebnisse	160
8	Verbesserung der Berichterstattung zu großen Punktquellen (AP 4 d)	161
8.1	Überprüfung der Schornsteinhöhenklassen für einzelne Tätigkeiten	161
8.1.1	Einführung	161

8.1.2	Informationsquellen für anlagenspezifische Schornsteinhöhen	162
8.1.3	Prüfung der Schornsteinhöhen von Mineralöl- und Gasraffinerien [E-PRTR-Tätigkeit 1. a)]	163
8.1.4	Prüfung der Schornsteinhöhen von Großfeuerungsanlagen [E-PRTR-Tätigkeit 1. c)]	163
8.1.5	Prüfung der Schornsteinhöhen der Warmwalzanlagen [E-PRTR-Tätigkeit 2. c) i)]	166
8.1.6	Prüfung der Schornsteinhöhen der Nichteisen-Metallerzeugung [E-PRTR-Tätigkeit 2. e)]	167
8.1.7	Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)]	167
8.1.8	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit einer Kapazität von 500 t/d [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) i)]	167
8.1.9	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Kalk in Drehrohröfen mit einer Kapazität von 50 t/d [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) ii)]	169
8.1.10	Prüfung der Schornsteinhöhen von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Kalk in anderen Öfen (d.h. in Schachttöfen) mit 50 t/d Kapazität [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) iii)]	170
8.1.11	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Glasindustrie [E-PRTR-Tätigkeit 3. e)]	170
8.1.12	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Mineralfasern [E-PRTR-Tätigkeit 3. h)]	171
8.1.13	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Keramikindustrie [E-PRTR-Tätigkeit 3. g)]	171
8.1.14	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Chemie-Industrie [E-PRTR-Tätigkeit 4.]	173
8.1.15	Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel [E-PRTR-Tätigkeit 9. c)]	176
8.1.16	Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)]	180
8.1.17	Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff (Hartbrandkohle) oder Elektrographit durch Brennen oder Graphitieren [E-PRTR-Tätigkeit 9. d)]	180
8.1.18	Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen [E-PRTR-Tätigkeit 9. e)]	180
8.2	Ergebnisse der Evaluierung der aktuell zugewiesenen Schornsteinhöhen	181
8.3	Erhebungsvarianten zu spezifischen Schornsteinhöhen für jede Tätigkeit	186
8.3.1	Einführung	186
8.3.2	Variante 1: Recherche der Schornsteinhöhen aus Messberichten	187
8.3.3	Variante 2: Abfrage der Schornsteinhöhen aus Emissionserklärungen	188
8.3.4	Erweiterung der Berichterstattung zum E-PRTR	189

8.3.5	Herausforderungen bei der Festlegung anlagenspezifischer Schornsteinhöhen	190
8.3.6	Zusammenfassung und Empfehlung zur Ermittlung der spezifischen Schornsteinhöhen.....	192
9	Quellenverzeichnis.....	194
Anhang 1: Tabellarische Übersicht der Berichtspflichten		199
Anhang 2: Tabellarische Übersicht der Defizite der Berichterstattung.....		205

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitplan des Projektes	39
Abbildung 2:	Angenommene Lebensdauervertelung für in Gebäuden eingesetztes PCB.....	64
Abbildung 3:	Systematik der Berechnung der PCB-Emissionen.....	71
Abbildung 4:	Anteil der Quellkategorien des Verkehrs an den EU28-Schwermetallemissionen in 2017.....	78
Abbildung 5:	Emissionsfaktoren für Arsen aus der kombinierten Primär-/Sekundärkupferproduktion.....	146
Abbildung 6:	Emissionsfaktoren für Blei aus der kombinierten Primär-/Sekundärkupferproduktion.....	147
Abbildung 7:	Emissionskonzentrationswerte für Blei aus der Zementproduktion im Jahr 2017.....	149
Abbildung 8:	Vergleich der Unsicherheitenabschätzung von neun Inventaren von EU-Mitgliedstaaten	155
Abbildung 9:	Exemplarische Schornstein- bzw. Kühlturmhöhen von Großfeuerungsanlagen [Tätigkeit 1. c)] und Anteile in den Schornsteinhöhenklassen.....	166
Abbildung 10:	189 Schornsteinhöhen von Öfen der Keramikindustrie [Tätigkeit 3. g)].....	172
Abbildung 11:	62 Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie [Tätigkeit 4.].....	175
Abbildung 12:	NMVOC-Emissionsanteile und Anzahl der 2017 im E-PRTR berichtenden Anlagen	176
Abbildung 13:	Exemplarische Schornsteinhöhen gemäß Emissionserklärung eines Kalkwerkes [3. c) ii)].....	191

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Jährlich unter der neuen NEC-Richtlinie zu berichtende Schadstoffe	21
Tabelle 2:	Zusammenfassung wesentlicher Unterschiede der Berichterstattung zwischen alter und neuer NEC-Richtlinie sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention (für das Berichtsjahr t)	22
Tabelle 3:	Zeitreihen der Emissionen von PCB aus Gebäuden in Tonnen pro Jahr bei unterschiedlicher Gebäudelebensdauer und für drei verschiedene Emissionsfaktoren (EF)	25
Tabelle 4:	Annual reporting of pollutants under the new NEC Directive	31
Tabelle 5:	Summary of main differences between old and new NEC Directive and the reporting under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution	32
Tabelle 6:	Time series of emissions of PCB from building in tons per year with different building life spans and three different emission factors (EF)	35
Tabelle 7:	Jährlich unter der neuen NEC-Richtlinie zu berichtende Schadstoffe	43
Tabelle 8:	Zusammenfassung wesentlicher Unterschiede der Berichterstattung zwischen alter und neuer NEC-Richtlinie sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention (für das Berichtsjahr t)	45
Tabelle 9:	Pünktlichkeit der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017	47
Tabelle 10:	Vollständigkeit der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017	47
Tabelle 11:	Vollständigkeit des informativen Inventarberichts (IIR) unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017	48
Tabelle 12:	Charakteristika des Datensets für große Punktquellen entsprechend der Berichterstattung Deutschlands unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017	49
Tabelle 13:	Zusammenfassung der Daten von Weber und Herold (2015)	58
Tabelle 14:	Daten zu Produktion und Verwendung von PCB	60
Tabelle 15:	Berechnete PCB-Mengen in Fugenmassen und Farbanstrichen, die das Abfallstadium erreichen (2005–2016) basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017)	65
Tabelle 16:	Vergleich zwischen berechneter und tatsächlich entsorgter Menge an PCB-haltigen Bauabfällen (2005–2016) – Hochrechnung für West-Deutschland*	67
Tabelle 17:	Zeitreihen: PCB-Menge im Bestand und Abfall	71
Tabelle 18:	Übersicht berechneter Fälle mit unterschiedlichen Emissionsfaktoren und Lebensdauern	74

Tabelle 19:	Zeitreihen der Emissionen von PCB aus Gebäuden in Tonnen pro Jahr bei unterschiedlicher Gebäudelebensdauer und für drei verschiedene Emissionsfaktoren (EF)	74
Tabelle 20:	Schwermetallemissionen des Verkehrs in Deutschland nach Quellenkategorien in 2017	77
Tabelle 21:	Schwermetall-Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb im Vergleich zu Gesamtfahrzeugkilometern in Deutschland und den Niederlanden im Jahr 2017.....	79
Tabelle 22:	Vergleich aggregierter Emissionsfaktoren für Reifen- und Bremsabrieb entsprechend der Angaben Deutschlands, der Niederlande und des EMEP/EEA-Guidebooks	79
Tabelle 23:	Reifenabrieb-Emissionsfaktoren für Schwermetalle nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben Deutschlands (DE), der Niederlande (NL) und des EMEP/EEA-Guidebooks (GB).....	80
Tabelle 24:	Bremsabrieb-Emissionsfaktoren für Schwermetalle nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben Deutschlands (DE), der Niederlande (NL) und des EMEP/EEA-Guidebooks (GB).....	82
Tabelle 25:	Staub-Emissionsfaktoren für Reifenabrieb nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)	86
Tabelle 26:	Staub-Emissionsfaktoren für Bremsabrieb nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)	86
Tabelle 27:	Schwermetallgehalte von Reifen entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)	87
Tabelle 28:	Schwermetallgehalte von Bremsen entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)	88
Tabelle 29:	Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgas des Straßenverkehrs in Deutschland (DE) und den Niederlanden (DE), Emissionen entsprechend der Angaben von Deutschland, den Niederlanden und EU28, sowie EU28-Anteile von Deutschland und den Niederlanden .	89
Tabelle 30:	Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgase des Straßenverkehrs in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook, berechnet aus den im jeweiligen Inventarbericht genannten Emissionsfaktoren und den Kraftstoff-Heizwerten	90
Tabelle 31:	Schwermetall-Emissionen des Schienenverkehrs entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und EU28, sowie Anteile von Deutschland und den Niederlanden an den EU28-Gesamtemissionen	90
Tabelle 32:	Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgas und Abrieb des entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL).....	91

Tabelle 33:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Arsen in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht...94
Tabelle 34:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Blei in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.100
Tabelle 35:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Cadmium in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.104
Tabelle 36:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Chrom in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.108
Tabelle 37:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Kupfer in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.113
Tabelle 38:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Nickel in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.118
Tabelle 39:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Quecksilber in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.122
Tabelle 40:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Selen in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.126
Tabelle 41:	Vergleich der Emissionsberichterstattung für Zink in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.131
Tabelle 42:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Arsenemissionen aus industriellen Kategorien137
Tabelle 43:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Bleiemissionen aus industriellen Kategorien137
Tabelle 44:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Cadmiumemissionen aus industriellen Kategorien138
Tabelle 45:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Chromemissionen aus industriellen Kategorien139
Tabelle 46:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Kupferemissionen aus industriellen Kategorien140
Tabelle 47:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Nickelemissionen aus industriellen Kategorien140
Tabelle 48:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Quecksilberemissionen aus industriellen Kategorien141
Tabelle 49:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Selenemissionen aus industriellen Kategorien142
Tabelle 50:	DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Zinkemissionen aus industriellen Kategorien142
Tabelle 51:	Rangnummern der zehn wesentlichen industriellen Quellkategorien bei der DE-Emissionsberichterstattung 2017 für Schwermetalle (10 Punkte = größte Emission).....143

Tabelle 52:	Vergleich der Emissionsminderung bei Staub (TSP) und Schwermetallen in der DE-Berichterstattung von 2000 und 2017 für die Quellgruppe Erdö Raffinerien (1A1b).....	144
Tabelle 53:	Vergleich der Emissionsminderung bei Staub (TSP) und Schwermetallen in der DE-Berichterstattung von 2000 und 2017 für die Quellgruppe öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung (1A1a) ..	145
Tabelle 54:	Emissionsfaktoren für Arsen, Blei und Kupfer aus der Sekundärkupferproduktion	147
Tabelle 55:	Vergleich der NO _x -Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden.....	152
Tabelle 56:	Vergleich der SO _x -Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden.....	153
Tabelle 57:	Vergleich der NH ₃ -Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden.....	153
Tabelle 58:	Vergleich der NMVOC-Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden.....	154
Tabelle 59:	Emissionsdatensätze für NO _x , SO _x , NH ₃ , NMVOC und PM _{2,5} (> 0), Hauptquellkategorien mit mehr als 80 % Beitrag zur Gesamtemission und Prüfeempfehlungen.....	156
Tabelle 60:	Quellgruppen im Emissionsinventar von Deutschland, für die eine Überprüfung der aktuell angegebenen Unsicherheiten empfohlen wird	156
Tabelle 61:	Erläuterung der Unsicherheiten-Klassen A bis E im EMEP/EEA-Guidebook	158
Tabelle 62:	Unsicherheitsvorschläge zu PM _{2,5} -Emissionen, für die bisher Unsicherheiten fehlen	159
Tabelle 63:	Schornsteinhöhenklassen gemäß der UNECE-Leitlinien zur Emissionsberichterstattung.....	161
Tabelle 64:	Exemplarische Schornsteinhöhen von Mineralö Raffinerien [1. a)]..	163
Tabelle 65:	Exemplarische Schornsteinhöhen von Verbrennungsanlagen mit > 50 MW [1. c)]	164
Tabelle 66:	Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker mit Drehrohröfen mit einer Kapazität von 500 t/d Kapazität [3. c) ii)]	168
Tabelle 67:	Schornsteinhöhen der Anlagen zur Herstellung von Kalk mit Drehrohröfen mit einer Kapazität von 50 t/d, die im E-PRTR (2017) berichten [3. c) ii)]	169
Tabelle 68:	Schornsteinhöhen der Öfen von Keramikanlagen, die im E-PRTR (2017) berichten [3. g)].....	173
Tabelle 69:	Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie [4.]	173

Tabelle 70:	Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel [9. c)]177
Tabelle 71:	Geschätzte Schornsteinhöhenklassen der E-PRTR-Tätigkeiten gemäß IIR in 2017181
Tabelle 72:	Erhebung von Schornsteinhöhen aus Messberichten bei Länderbehörden188
Tabelle 73:	Erhebung von Schornsteinhöhen aus Emissionserklärungen bei 16 Länderbehörden189
Tabelle 74:	Erhebung von Schornsteinhöhen aus erweiterter E-PRTR-Meldung bei Länderbehörden189
Tabelle 75:	Zuordnung der Schadstoffemissionen zu Emissionsquellen eines Kalkwerkes [3. c) ii)]191
Tabelle 76:	Zuordnung der Schadstoffemissionen zu Lösemittelanwender-Emissionsquellen [9. c)]192
Tabelle 77:	Vergleich der Berichtspflichten der alten und der neuen NEC-Richtlinie der EU sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention199
Tabelle 78:	Identifizierte Defizite der Berichterstattung, Priorität, aktueller Status, Umsetzungshorizont und Details der Umsetzung205

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AP	Arbeitspaket
AQD	Air Quality Directive (Luftqualitätsrichtlinie)
AR	Aktivitätsrate
As	Arsen
BC	Black Carbon (im Deutschen meist als Ruß übersetzt. Dieser Bericht verwendet den englischen Begriff, der vorwiegend elementare Kohlenstoffverbindungen umfasst)
Cd	Cadmium
CDR	Central Data Repository (zentrales Datenarchiv)
CEIP	Centre on Emission Inventories and Projections (Zentrum für Emissionsinventare und Prognosen)
CH₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
Cr	Chrom
CRF	Common Reporting Format (gemeinsames Berichtsformat)
Cu	Kupfer
E-PRTR	European Pollutant and Transfer Register (Europäisches Schadstoff-Freisetzungs- und Verbringungsregister)
EEA	European Environment Agency (Europäische Umweltagentur)
EF	Emissionsfaktor
EG	Europäische Gemeinschaft
EM	Emissionen
EMEP	Co-operative Programme For Monitoring And Evaluation of The Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe (Gemeinsames Programm zur Überwachung und Evaluierung des weiträumigen Transportes von Luftverunreinigungen in Europa)
EU	Europäische Union
FKZ	Forschungskennzahl
GNFR	Gridded Nomenclature for Reporting (Aggregierte Berichtsnomenklatur für gerasterte Emissionsdaten)
HCB	Hexachlorbenzol
Hg	Quecksilber
HM	Heavy Metals (Schwermetalle)
IEF	Implied Emission Factors (aggregierte Emissionsfaktoren)
IIR	Informative Inventory Report (informativer Inventarbericht)
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change (Weltklimarat)
KCA	Key Category Analysis (Analyse der Hauptkategorien)

LPS	Large Point Sources (große Emissionsquellen)
LRTAP	Long-Range Transboundary Air Pollution (weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung)
MMR	Monitoring Mechanism Regulation (Überwachungsmechanismus)
NaSE	Nationales System Emissionen
NE	Not estimated (nicht abgeschätzt)
NEC	National Emission Ceilings (nationale Emissionshöchstmengen)
NERC	National Emission Reduction Commitment (nationale Emissionsminderungsverpflichtung)
NFR	Nomenclature for Reporting (Nomenklatur für die Berichterstattung)
NH₃	Ammoniak
Ni	Nickel
NIR	National Inventory Report (nationaler Inventarbericht)
NMVOC	Non-methane volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen außer Methan)
NO_x	Stickstoffoxide
NR	Not reported
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-Dioxine und -Furane
PM	Particulate matter (Partikel bzw. Staub)
PM_{2,5}	Particles with an aerodynamic diameter equal to or less than 2,5 µm (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von höchstens 2,5 Mikrometern)
PM₁₀	Particles with an aerodynamic diameter equal to or less than 10 µm (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von höchstens 10 Mikrometern)
POP	Persistent Organic Pollutant (persistente organische Schadstoffe)
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control (Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle)
Se	Selen
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution (Nomenklatur-Codes für die Luftverschmutzung)
SO₂	Schwefeldioxid (in der neuen NEC-Richtlinie entsprechend SO _x)
SO_x	Schwefeloxide (alle Schwefeloxid-Komponenten, ausgedrückt als Schwefeldioxid, einschließlich Schwefeltrioxid (SO ₃), Schwefelsäure (H ₂ SO ₄) und reduzierter Schwefelverbindungen wie Schwefelwasserstoff (H ₂ S), Merkaptane und Dimethylsulfide)
t	Berichtsjahr
TFEIP	Task Force on Emission Inventories and Projections (Arbeitsgruppe zu Emissionsinventaren und Prognosen)
TSP	Total Suspended Particles (Gesamtschwebstaub)

UBA	Umweltbundesamt
UN ECE	United Nations Economic Commission for Europe (Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen)
UN FCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen)
WaM	With additional measures (mit weiteren Maßnahmen)
WM	With measures (mit Maßnahmen)
Zn	Zink
ZSE	Zentrales System Emissionen

Zusammenfassung

Der vorliegende Projektbericht dokumentiert die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, das die Auftragnehmer Ökopol und TNO im Kontext der neuen „NEC“-Richtlinie (2016/2284/EU) „über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe“ durchgeführt haben. Die neue „NEC“-Richtlinie („NEC“ steht für „National Emission Ceilings“) hat die Richtlinie 2001/81/EG „zu nationalen Emissionshöchstgrenzen“ am 31. Dezember 2016 abgelöst. Sie sieht neben den 2030 einzuhaltenden Minderungszielen für SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃ erstmals auch Ziele für Feinstaub (PM_{2,5}) vor und umfasst deutlich erweiterte Berichtspflichten. So sind Emissionsinventare für Feinstaub, Schwermetalle und POP erstmals auch im EU-Kontext zu berichten. Die Inventare müssen Emissionsprojektionen beinhalten. Weiterhin sind Emissionen von großen Punktquellen zu berichten und Emissionsdaten räumlich aufzuschlüsseln.

Die Projektarbeiten umfassten eine Analyse der Berichtspflichten unter der alten und neuen NEC-Richtlinie, sowie einen Vergleich mit den Berichtspflichten der Genfer Luftreinhaltekonvention (Kapitel 2). Die neuen Pflichten wurden mit dem System der Emissionsberichterstattung Deutschlands im Jahr 2017 abgeglichen (Kapitel 3). Daraus wurden Empfehlungen für Verbesserungen der Berichterstattung abgeleitet (Kapitel 4). Anschließend erfolgten Arbeiten zur Verbesserung des Emissionsinventars in vier prioritären Bereichen: PCB-Emissionen (Kapitel 5), Schwermetall-Emissionen (Kapitel 6), Unsicherheiten (Kapitel 7) sowie zu Schornsteinhöhen großer Punktquellen (Kapitel 8).

Wesentliche Elemente und Berichterstattungspflichten der neuen NEC-Richtlinie (Kapitel 2):

- ▶ EU-Mitgliedstaaten dürfen bis Ende 2019 die für das Jahr 2010 durch die alte NEC-Richtlinie festgelegten Emissionshöchstmengen nicht überschreiten.
- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen die Emissionen der fünf Luftschadstoffe SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5} senken, um in 2020 und 2030 die Emissionsreduktionsverpflichtungen einzuhalten.
- ▶ Es sind Nationale Programme zu erstellen, in denen die EU-Mitgliedstaaten den Fortschritt bei der Erreichung der Minderungsziele darstellen. Die Nationalen Programme beschreiben unter anderem den nationalen politischen Rahmen für Luftqualität und Luftreinhaltung, benennen politische Prioritäten und führen bereits beschlossene sowie weitere Maßnahmen auf. Die Programme waren erstmalig bis 1. April 2019 zu erstellen und danach mindestens alle 4 Jahre.
- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen ihre Luftschadstoffemissionen überwachen, in dem sie jährlich Emissionsinventare erstellen. Die jährliche Berichterstattung erfolgt für die Emissionen der Jahre 1990 bis $t-2$ für alle Stoffe (wobei t das Berichtsjahr ist und $t-2$ das Jahr, für das die Emissionen abgeschätzt werden, das heißt 2 Jahre vor dem Berichtsjahr). Die Berichterstattung erfolgt für 26 Schadstoffe (siehe Tabelle 7) innerhalb der NFR-Quellkategorien. Im Gegensatz dazu waren unter der alten NEC-Richtlinie nur vier Stoffe zu berichten.
- ▶ Es müssen Emissionsprognosen erstellt werden, erstmals 2017 und danach erneut alle zwei Jahre, für die Jahre 2020, 2025 und 2030 (falls verfügbar auch für 2040 und 2050).
- ▶ Erstmals 2017 und dann alle vier Jahre müssen die EU-Mitgliedstaaten räumlich verteilte Emissionen (Rasterdaten) mit einer Auflösung von $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ (longitude-latitude) berichten.
- ▶ Große Punktquellen (LPS) müssen alle 4 Jahre berichtet werden, erstmalig im Jahr 2017. Die Berichterstattung ist für agroindustrielle und industrielle Tätigkeiten verpflichtend, deren Jahresemissionen bestimmte Schwellenwerte überschreiten, die denjenigen der Emissionsberichterstattung unter der E-PRTR-Verordnung (EU PRTR 2006) entsprechen.
- ▶ Es sind jährlich informative Inventarberichte (IIR) zu erstellen, die Methoden und andere relevante Informationen umfassen, um die Erstellung der Inventare nachvollziehbar zu machen.
- ▶ Die Auswirkungen der Luftschadstoffe auf Ökosysteme sind von den EU-Mitgliedstaaten zu untersuchen und mit anderen Programmen abzustimmen, wie z.B. zur Luftqualitätsrichtlinie (EU AQD 2008) und - wenn für den Staat zutreffend - zum Göteborg-Protokoll (UN ECE 1999). Die

durch die Überwachung gesammelten Daten zu negativen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf Ökosysteme waren bis 1. Juli 2019 zu berichten und anschließend erneut alle 4 Jahre.

- ▶ Die Lagen der Messstellen, die für die Überwachung der Auswirkung von Luftemissionen verwendet werden, waren bis 1. Juli 2018 zu berichten und anschließend erneut alle 4 Jahre.

Tabelle 1: Jährlich unter der neuen NEC-Richtlinie zu berichtende Schadstoffe

Gruppe	In alter NEC-RL	Schadstoffe
Hauptschadstoffe	Ja	NH ₃ , NMVOC, NO _x , SO ₂
Hauptschadstoffe	Nein	Andere Schwefelverbindungen (SO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ S), berichtet als SO ₂
Hauptschadstoffe	Nein	CO
Partikel	Nein	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Schwermetalle	Nein	Cd, Hg, Pb
POP	Nein	Gesamt-PAK, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, PCDD/F, PCB, HCB
Partikel (<i>optional</i>)	Nein	Black Carbon (BC), Gesamtschwebstaub (TSP)
Schwermetalle (<i>optional</i>)	Nein	As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn

Die Analyse der neuen NEC-Richtlinie zeigte, dass die Berichterstattung im Vergleich mit der alten NEC-Richtlinie den Vorteil hat, weitgehend mit den Anforderungen der EMEP Reporting Guidelines übereinzustimmen. Dadurch verringert sich für die EU-Mitgliedstaaten der Aufwand für die Berichterstattung, und die Berichte sind mit den Berichten zur Genfer Luftreinhaltekonvention konsistent.

Anders als in der alten NEC-Richtlinie ist in der neuen NEC-Richtlinie „SO₂“ als „alle Schwefelverbindungen“ definiert, so dass auch Emissionen von SO₃, H₂SO₄ und H₂S einbezogen werden müssen; dies entspricht der Berichterstattung zur Genfer Luftreinerichtlinie.

Eine Neuheit der neuen NEC-Richtlinie sind die sogenannten Flexibilitätsmechanismen. Die Richtlinie nennt mögliche Gründe für die Nichteinhaltung der Emissionsreduktionsverpflichtungen, für die ein EU-Mitgliedstaat nicht verantwortlich gemacht werden kann. Ähnliche Anpassungsregelungen bestehen bereits unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Die Flexibilitäts- oder Anpassungsregelungen waren nicht Thema des Projektvorhabens und werden deshalb in diesem Bericht nicht weiter vertieft.

Die Anforderungen der alten und der neuen NEC-Richtlinie und die Anforderungen der EMEP Reporting Guidelines sind detailliert im Anhang 1 dokumentiert (S. 199).

Wichtige Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie an nationale Emissionsinventare und Prognosen:

- ▶ Die nationalen Emissionsinventare müssen transparent, kohärent, vergleichbar, vollständig und genau sein (sogenannte TCCCA-Kriterien);
- ▶ Für Emissionen aus ermittelten Hauptkategorien, d. h. für die NFR-Kategorien, die kumuliert mehr als 80 % zu den nationalen Gesamtemissionen eines Schadstoffes beitragen, dürfen Methoden der Ebene 1 nicht verwendet werden („Tier 1“: nur ein Emissionsfaktor je Kategorie). Hier ist mindestens eine Methode der Ebene 2 anzuwenden (Berücksichtigung verschiedener eingesetzter Techniken). Alternativ ist auch die Anwendung einer höheren Ebene möglich, die Daten der einzelnen Tätigkeiten verwendet oder Prozesse modelliert.
- ▶ Prognosen müssen für jeden Schadstoff ein Szenario „mit Maßnahmen“ aufweisen (bereits beschlossene Maßnahmen) und ein Szenario „mit weiteren Maßnahmen“ (geplante Maßnahmen).
- ▶ Zu den berichteten Emissionsdaten, die für Prognosen und Sensitivitätsanalysen verwendet wurden, müssen mindestens die bereits beschlossenen und die geplanten weiteren Maßnahmen eindeutig (inkl. Methoden und Annahmen) dokumentiert sein, soweit dies angemessen ist.

- Es soll sichergestellt werden, dass die übermittelten Prognosen unter der neuen NEC-Richtlinie mit anderen Berichtspflichten konsistent sind, wie beispielsweise mit der Berichterstattung gemäß der EU-Verordnung zur Überwachung von Treibhausgasemissionen (EU MMR 2013).

Tabelle 2 nennt die wesentlichen Unterschiede der Berichterstattung unter der alten und neuen NEC-Richtlinie sowie Unterschiede zwischen neuer NEC-Richtlinie und Genfer Luftreinhaltekonvention.

Tabelle 2: Zusammenfassung wesentlicher Unterschiede der Berichterstattung zwischen alter und neuer NEC-Richtlinie sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention (für das Berichtsjahr *t*)

Element	Beschreibung der Veränderung
Nationales Emissionsinventar	<p>Die Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie umfasste vier Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃).</p> <p>Die Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie umfasst zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Obligatorisch: weitere Schwefelverbindungen als SO₂, CO, Cd, Hg, Pb, Gesamt-PAK, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dioxine/Furane, PCB, HCB, PM₁₀, PM_{2,5} ► Optional: Gesamtschwebstaub (TSP), Black Carbon (BC), As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn <p>Jährliche Berichterstattung für alle Jahre in Zeitreihen von 1990 bis <i>t-2</i> (für PM von 2000 bis <i>t-2</i>). Frist für die Berichterstattung ist 15. Februar (Berichterstattung bis <i>t-2</i>), in Übereinstimmung mit der Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Es müssen keine vorläufigen <i>t-1</i>-Daten mehr berichtet werden.</p>
Räumlich aufgelöste nationale Emissionsinventare	<p>Neues Element in der Berichterstattung: entsprechend der GNFR-Quellkategorien müssen ab 2017 alle 4 Jahre räumlich aufgelöste Daten auf Basis der EMEP Reporting Guidelines für das Jahr <i>t-2</i> berichtet werden.</p>
Große Punktquellen	<p>Neues Element in der Berichterstattung: Entsprechend der GNFR-Quellkategorien muss ab 2017 alle 4 Jahre auf Basis der EMEP Reporting Guidelines für das Jahr <i>t-2</i> berichtet werden.</p>
Emissionsprognosen	<p>Prognosen in der Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie bezogen sich auf vier Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃). Die Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie erfordert Prognosen für sechs Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃, PM_{2,5}, Black Carbon), wobei Black Carbon nur bei verfügbaren Daten berichtet werden muss. Die Berichterstattung muss ab 2017 alle 2 Jahre erfolgen und die Jahre 2020, 2025 und 2030 sowie (falls verfügbar) 2040 und 2050 umfassen.</p> <p><i>Die Genfer Luftreinhaltekonvention fordert Prognosen nur alle 4 Jahre.</i></p>
Informativer Inventarbericht (IIR)	<p>Neues Element in der Berichterstattung: Ein „informativer Inventarbericht“ (IIR) wird in der Berichterstattung gefordert.</p>
Nationales Luftreinhaltungsprogramm	<p>Die alte NEC-Richtlinie enthielt die Anforderung, ein Nationales Programm zu erstellen, das detailliert (einschließlich politischer Prioritäten und Maßnahmen) Angaben zum Erreichen der Emissionshöchstmengen des Jahres 2010 umfassen musste (Berichterstattung im Jahr 2002, Aktualisierung im Jahr 2006).</p> <p>Die neue NEC-Richtlinie enthält die Anforderung, ein nationales Luftreinhaltungsprogramm alle vier 4 Jahre zu erstellen (erstmalig zum 1. April 2019), das unter anderem den nationalen politischen Rahmen für Luftqualität und Luftreinhaltung, bereits beschlossene sowie weitere Maßnahmen und eine Bewertung der Fortschritte beim Erreichen der Reduktionsverpflichtungen enthält.</p>

Ergebnisse der Analyse der Emissionsberichterstattung Deutschlands im Jahr 2017 (Kapitel 3):

Deutschland hat im Jahr 2017 alle von der neuen NEC-Richtlinie geforderten Elemente der Berichterstattung übermittelt:

- ▶ Nationales Emissionsinventar
- ▶ Räumliche Auflösung des nationalen Emissionsinventars
- ▶ Große Punktquellen
- ▶ Emissionsprognosen
- ▶ Informativer Inventarbericht (IIR)

Die Berichterstattung Deutschlands im Jahr 2017 für den Berichtszeitraum 1990-2015 war hinsichtlich der Schadstoffe der neuen NEC-Richtlinie vollständig. Emissionsberechnungen erfolgten nicht nur für die obligatorisch zu berichtenden, sondern auch für alle optional zu berichtenden Stoffe:

- ▶ SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC
- ▶ CO
- ▶ Prioritäre Schwermetalle (Cd, Hg, Pb)
- ▶ Nicht-prioritäre Schwermetalle
- ▶ Partikel: Gesamtschwebstaub (TSP)
- ▶ Partikel: Feinstaub (PM_{2,5}, PM₁₀)
- ▶ Partikel: Black Carbon (BC)
- ▶ Persistente organische Verbindungen (POP)
- ▶ Aktivitätsraten

Ein Vergleich mit der Berichterstattung von Deutschland für das Jahr 2015 zu SO₂ unter der alten NEC-Richtlinie zeigt identische Werte wie in der SO_x-Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Dies weist darauf hin, dass bei der Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention SO_x mit Schwefeldioxid gleichgesetzt wurde oder SO₂ in der Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie bereits umfassender definiert wurde als nur für Schwefeldioxid.

Der informative Inventarbericht (IIR) Deutschlands enthielt im Jahr 2017 alle unter der neuen NEC-Richtlinie geforderten Elemente:

- ▶ Beschreibungen, Verweise und Informationsquellen zu den spezifischen Methoden, Hypothesen, Emissionsfaktoren und Tätigkeitsdaten, sowie die Gründe für ihre Wahl
- ▶ Beschreibung der wichtigsten nationalen Kategorien von Emissionsquellen
- ▶ Informationen über Unsicherheiten, Qualitätssicherung und Prüfung
- ▶ Beschreibung der institutionellen Regelung für die Erstellung des Inventars
- ▶ Neuberechnungen und geplante Verbesserungen
- ▶ Angaben zur Inanspruchnahme der Flexibilitätsregelungen
- ▶ Kurze Zusammenfassung

Prognosen, die entsprechend der neuen NEC-Richtlinie gefordert werden, entsprachen in der Berichterstattung 2017 vollständig den Anforderungen. Obligatorische Prognosen zu bereits beschlossenen und zu weiteren Maßnahmen wurden erstellt. Prognosen für 2040 und 2050 sowie Prognosen für Black Carbon, die in der neuen NEC-Richtlinie optional sind, wurden von Deutschland nicht erstellt. Die Emissionsprognosen sind konsistent mit der Treibhausberichterstattung.

Bei der Berichterstattung über große Punktquellen fehlten im informativen Inventarbericht (IIR) Deutschlands aus dem Jahr 2017 Erläuterungen zur Datenermittlung hinsichtlich der Zuordnung der Branchen zu Schornsteinhöhenklassen. Kraftwerke, die als große Punktquellen berichtet wurden, sind alle mit Schornsteinhöhen von mehr als 200 Metern ausgewiesen. Damit werden die Schornsteinhö-

hen wahrscheinlich überschätzt. Die meisten Quellen der GNFR-Kategorie „L_AgriOther“ sind offensichtlich Tierhaltungsanlagen, die eigentlich in der GNFR-Kategorie „K_AgriLivestock“ zu erwarten sind. Für große Punktquellen wurden keine Emissionen von PM_{2,5}, PAK und PCB berichtet, obwohl die Berichterstattung bei großen Punktquellen in der neuen NEC-Richtlinie obligatorisch ist.

Räumlich aufgelöste Emissionsdaten wurden von Deutschland im Jahr 2017 nur für sieben Schadstoffe berichtet: NO_x, SO_x, NMVOC, NH₃, CO, PM₁₀ und PM_{2,5}. Für prioritäre Schwermetalle (Cd, Hg, Pb) und POP (PCDD/F, PAK, PCB, HCB) wird im informativen Inventarbericht (IIR) erwähnt, dass diese obligatorisch zu berichtenden Daten künftig ergänzt werden. Räumlich aufgelöste Daten zu Black Carbon (BC), die unter der neuen NEC-Richtlinie nicht obligatorisch zu berichten sind, wurden nicht gemeldet.

Bei der Analyse der Berichterstattung im Hinblick auf die Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie wurden zusätzlich die Defizite berücksichtigt, die bei drei internationalen Reviews in den Jahren 2010, 2014 und 2017 dokumentiert wurden (Kapitel 3.3).

Empfehlungen zur Verbesserung der Emissionsberichterstattung von Deutschland (Kapitel 4):

Die Empfehlungen zur Verbesserung der Emissionsberichterstattung basieren auf einer Defizitanalyse, die in Anhang 2 dokumentiert ist. Die Empfehlungen umfassen die folgenden Punkte, die nach Abstimmung mit den Verantwortlichen im Umweltbundesamt priorisiert wurden. Die Umsetzungsplanung des UBA (intern oder durch extern vergebene Projekte) wird mit Stand Frühjahr 2019 zu jeder Empfehlung genannt:

- ▶ Umsetzung der Review-Empfehlungen (Priorität A) => Umsetzung 2019 geplant
- ▶ Verbesserung von Notation Keys (Priorität A) => Umsetzung 2019 geplant
- ▶ Verbesserung des Inventars zu Schwermetallen (Priorität A) => Umsetzung in aktuellen Projekten, unter anderem im hier dokumentierten Projekt, siehe Kapitel 6
- ▶ Verbesserung des Inventars zu POP (Priorität A) => Umsetzung siehe Kapitel 5
- ▶ Berechnung von Adjustments (Priorität A) => Neuberechnung ab 2022 geplant
- ▶ Berichterstattung zu großen Punktquellen (Priorität B) => Umsetzung siehe Kapitel 8
- ▶ Berichterstattung von Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle und POP
=> Umsetzung für prioritäre Schwermetalle ab 2021 geplant
- ▶ Berichterstattung zu Unsicherheiten (Priorität B) => Umsetzung siehe Kapitel 7
- ▶ Berichterstattung zu Black Carbon (Priorität B) => Umsetzung in aktuellen Projekten
- ▶ Unterteilung von Feinstaubemissionen in filterbare und kondensierbare (Priorität C)
=> Umsetzung ab 2025 geplant

Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung des POP-Inventars (Kapitel 5):

Zur Umsetzung einer der prioritären Handlungsempfehlungen wurden Arbeiten zur Verbesserung des Inventars zu persistenten organischen Schadstoffen (POP) im Bereich der PCB-Emissionen aus dem Baubereich durchgeführt. Zunächst wurden der Wissensstand zu Verwendung und Verbleib von PCB in Deutschland sowie der Stand der Forschung zu PCB-Emissionsfaktoren und zu Sekundärquellen von PCB im Gebäudebereich aufgearbeitet. Auf dieser Basis wurde ein Ansatz für die Emissionsberechnung entwickelt. Die Zeitreihe der PCB-Menge im Bestand stellt die Aktivitätsrate dar. Als (Basis-) Emissionsfaktor wurde 0,07 % der im jeweiligen Jahr im Bestand vorhandenen PCB-Menge gewählt.

Bezüglich der Aktivitätsrate (PCB-Menge im Bestand) lässt sich zusammenfassend festhalten, dass die im relevanten Zeitraum 1953-1972 eingesetzte PCB-Menge 24.000 t betrug. Für die Ableitung von Zeitreihen der im Bestand befindlichen Menge erfolgte eine Modellierung, für die durchschnittliche Gebäude-Lebensdauern von 50 Jahren bzw. 60 Jahren angenommen wurden. Für das Jahr 2017 ergibt sich auf dieser Basis eine PCB-Menge im Bestand von rund 11.000 bis 16.000 t. Die berechnete PCB-Menge in Abfällen lag in den letzten fünf Jahren jeweils zwischen 400 und 600 t/a.

Die Auswertung der Informationen zu Emissionsfaktoren ergab eine Spannweite von 0,05% bis 0,1% bezogen auf die PCB-Menge im Bestand. Von den drei relevanten Studien nennen die Untersuchungen der Universität Tübingen mit 0,06 % (Weber 2013) und die Untersuchungen aus Schweden mit 0,07 % (Sundahl et al. 1999) eher Werte im unteren Bereich dieser Spanne. Auf dieser Basis wird für die Emissionsberechnung vorgeschlagen, mit einem Basiswert von 0,07 % zu rechnen und zusätzlich die Spanne von 0,05 % bis 0,1 % zu untersuchen.

Die Betrachtungen zu Sekundärquellen von PCB ergaben, dass nach PCB-Sanierungen die PCB-Raumluftkonzentrationen nicht im erwarteten Maße zurückgehen. Sekundär belastete Gegenstände weisen zwar eine geringere Konzentration auf als die PCB-Primärquellen, jedoch ist die Fläche der sekundär belasteten Gegenstände um ein Vielfaches größer. Das erklärt, warum sich die Raumluftkonzentration nach dem Entfernen der Primärquellen nicht entsprechend der entfernten PCB-Menge verringert. Um die Raumluftkonzentration und die PCB-Freisetzung in die Umwelt ausreichend zu reduzieren, müssten auch die Sekundärquellen entfernt werden. Im Ansatz zur Emissionsberechnung erfolgt daher keine Veränderung des Emissionsfaktors durch Bereinigung um die bereits emittierte PCB-Menge.

Im Ergebnis ergeben sich auf Basis von Gebäudelebensdauern von 50 bzw. 60 Jahren sowie Emissionsfaktoren von 0,05 bis 0,1 % für das Jahr 2017 PCB-Emissionen zwischen 5,4 und 15,7 t (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Zeitreihen der Emissionen von PCB aus Gebäuden in Tonnen pro Jahr bei unterschiedlicher Gebäudelebensdauer und für drei verschiedene Emissionsfaktoren (EF)

Jahr	EF 0,05 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,05 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 60 Jahre [t/a]
1953	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1955	0,6	0,8	1,1	0,6	0,8	1,1
1960	2,6	3,6	5,1	2,6	3,6	5,1
1965	5,9	8,3	11,9	5,9	8,3	11,9
1970	10,5	14,7	21,0	10,5	14,7	21,0
1975	11,9	16,7	23,9	12,0	16,8	23,9
1980	11,8	16,6	23,7	11,9	16,7	23,8
1985	11,6	16,2	23,2	11,8	16,5	23,6
1990	11,2	15,7	22,4	11,6	16,2	23,2
1995	10,6	14,8	21,2	11,2	15,7	22,5
2000	9,8	13,7	19,5	10,8	15,1	21,5
2005	8,7	12,1	17,3	10,1	14,2	20,2
2010	7,4	10,3	14,8	9,3	13,0	18,6
2015	6,0	8,4	12,0	8,3	11,6	16,6
2017	5,4	7,6	10,8	7,9	11,0	15,7

Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung des Schwermetall-Inventars (Kapitel 6):

Die Untersuchung der Schwermetall-Emissionsfaktoren aus dem Verkehrsbereich ergab beim Vergleich für Reifen- und Bremsenabrieb in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook (2016), dass die deutschen Emissionsfaktoren relativ hoch sind. Dies lässt sich durch die Staub-Emissionsfaktoren erklären, die zur Berechnung der Schwermetall-Emissionsfaktoren verwendet wurden. Der Staub-Emissionsfaktor Deutschlands ist wesentlich größer als der in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Das liegt vermutlich daran, dass der gesamte Abrieb von Reifen und Bremsen anstelle des atmosphärischen Anteils für die Berichterstattung verwendet wurde.

Des Weiteren zeigt der Ländervergleich, dass unterschiedliche Schwermetallgehalte in Reifen und Bremsen verwendet wurden, obwohl von ähnlichen Gehalten auszugehen ist. Vermutlich wurden unterschiedliche Literaturquellen zur Festlegung der durchschnittlichen Schwermetallgehalte genutzt.

Für die Abgasemissionen des Straßenverkehrs liegen die Emissionsfaktoren Deutschland in der gleichen Größenordnung wie die Emissionsfaktoren im EMEP/EEA-Guidebook und in den Niederlanden. Der Inventarbericht von Deutschland gibt an, dass die Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook verwendet wurden; die Faktoren stimmen allerdings nicht genau überein.

Bei den Emissionen des Schienenverkehrs lässt sich feststellen, dass diese im Inventar Deutschlands hauptsächlich aus anderen Emissionen als aus Abgasen stammen (Abrieb von Oberleitungen und Bremssystemen). Die Emissionen Deutschlands sind im Vergleich zu den EU28-Ländern insgesamt sehr hoch, was (zumindest teilweise) dadurch erklärt werden könnte, dass es im EMEP/EEA-Guidebook keine Methodik zur Berücksichtigung von Abriebemissionen im Schienenverkehr gibt und dass der Abrieb als Emissionsquelle in den meisten Ländern nicht berücksichtigt wird.

Höhere Emissionen im Vergleich zu den Niederlanden lassen sich teilweise darauf zurückführen, dass Bremsabrieb-Emissionen von Zügen im Inventar der Niederlande fehlen. Hier ist auch zu beachten, dass es keine Leitlinien im EMEP/EEA-Guidebook gibt, und Deutschland sowie die Niederlande zu den wenigen Ländern gehören, die diese Emissionen nicht auf Basis der EMEP/EEA-Guidebook-Faktoren berechnen. Dies führt zu etwas unterschiedlichen Ergebnissen.

Empfehlungen zur Verbesserung des Inventars im Bereich der Schwermetalle aus dem Verkehr:

- ▶ Die Methodik zur Berechnung der Staub- und Schwermetall-Emissionsfaktoren aus dem Abrieb sollte überprüft werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Staub-Emissionsfaktor für atmosphärische Emissionen und nicht der Gesamtabriebfaktors verwendet wird.
- ▶ Die Literatur, die für die Berechnung der Schwermetallgehalte von Reifen und Bremsen herangezogen wurden, sollte näher untersucht werden, um die Unterschiede zu anderen Ländern erklären zu können.
- ▶ Es sollte genauer angegeben werden, wie die Schwermetall-Emissionen aus den Abgasen des Straßenverkehrs berechnet werden, da diese nicht im Detail überprüft werden können.
- ▶ Beim Bezug auf das EMEP/EEA-Guidebook als Quelle der Emissionsfaktoren sollten Version, Kapitel und Tabelle angegeben werden, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

Hinsichtlich der Schwermetallemissionen aus dem Industriebereich zeigt der Ländervergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren vor allem Defizite der Berichterstattung bei der Glasherstellung sowie der Eisen- und Stahlindustrie (bei einzelnen Parametern) und bei Krematorien (bei allen Parametern außer Pb, Hg, Cd). Für eine Reihe weiterer Meldungen werden in den Analysetabellen Änderungen der Notation Keys vorgeschlagen, insbesondere wenn bisher „NA“ (not applicable) gemeldet wurde, jedoch zahlreiche Länder für die Quellgruppe Schwermetallemissionen melden.

Empfehlungen zur Verbesserung des Inventars im Bereich der Schwermetalle aus der Industrie:

- ▶ Bei der Magnesiumherstellung sollte „NA“ (not applicable) durch „NO“ (not occurring) ersetzt werden, da keine Magnesiumherstellung in Deutschland erfolgt.
- ▶ Bei Krematorien kann ein Forschungsprojekt im Jahr 2019 zur Emissionsfaktorbildung herangezogen werden, wenn bei den Messungen auch Bezugsgrößen erfasst wurden.
- ▶ In der Glasherstellung und in der Zementindustrie werden Emissionsfaktoren durch ein Forschungsvorhaben aktualisiert (2019-2020). Bei Parametern, zu denen keine Messungen vorliegen (vermutlich: Zink der Glasindustrie) sollten Messungen durchgeführt werden.
- ▶ In der Eisen- und Stahlindustrie sollten exemplarische Firmenanfragen zu Emissionsmessungen erfolgen, um aktualisierte Emissionsfaktoren zu erhalten. Wegen des branchenweiten Ein-

- baus von Gewebefiltern bei Sinteranlagen ist mit wesentlichen Minderungen bei den staubgebundenen Schwermetallemissionen zu rechnen. Aufgrund des großen Anteils der Sinteranlagen der Eisen- und Stahlindustrie an den Schwermetallemissionen wird empfohlen, der Anfrage bei den Unternehmen eine hohe Priorität einzuräumen. Die Repräsentativität der neuen Emissionsfaktoren sollte durch eine ausreichende Anzahl an Messungen gewährleistet werden.
- ▶ Erdölraffinerien und die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung wurden als besonders dominierende Quellgruppen der Schwermetallberichterstattung identifiziert. Der Überprüfung der Emissionsfaktoren sollte in beiden Quellgruppen höchste Priorität eingeräumt werden. Im Bereich der Erdölraffinerien ist auffällig, dass bei den Staubemissionen in den letzten Jahren ein Rückgang um 50 % erfolgte, damit aber nahezu keine Minderung bei den Schwermetallemissionen einher ging. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Emissionsfrachten für Staub und Schwermetalle aus der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung.
 - ▶ Die Kupferindustrie hat ebenfalls große Relevanz in der Schwermetallberichterstattung. Hier existieren zumindest für Arsen und Blei langjährige Messreihen der größten Produzenten, die für eine Aktualisierung der Emissionsfaktoren herangezogen werden können. Zusätzlich ist für Kupfer aus der Sekundärkupferproduktion ein aktualisierter Emissionsfaktor verwendbar. Für die betrachteten Schwermetalle liegt der aktuell verwendete Faktor deutlich über den betrieblich gemeldeten Emissionswerten.
 - ▶ In den Quellgruppen Bleiherstellung und Zinkproduktion wurden relativ große Abweichungen von den Faktoren des EMEP/EEA-Guidebook (2016) festgestellt. Insbesondere die Faktoren für Blei aus der Bleiherstellung sind deutlich höher und sollten überprüft werden. Da die Produktion sowohl bei Blei als auch bei Zink nur wenige Standorte umfasst, wird empfohlen, betriebliche Mess- und Produktionsdaten oder Emissionserklärungen zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren zu erheben. Die beiden Quellgruppen sind jedoch gegenüber den vorstehend genannten Quellgruppen nur hinsichtlich der Bleiemissionen als prioritär anzusehen.

Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung der Unsicherheiten im Inventars (Kapitel 7):

In den Inventardaten von Deutschland wurden die Quellkategorien ausgewertet, die in Summe mehr als 80 % der Gesamtemission ausmachen. Die Unsicherheiten der ausgewählten 146 Datensätze wurden mit den Unsicherheiten anderer Inventare verglichen, insbesondere mit Daten der Niederlande, Spaniens und Österreichs. Zusätzlich wurden die Unsicherheiten mit den Angaben im EMEP/EEA-Guidebook (2016) verglichen. Dabei wurde bei vielen Kategorien festgestellt, dass die im EMEP/EEA-Guidebook angegebenen Unsicherheiten wesentlich höher sind.

Aus dem Vergleich der Unsicherheiten resultieren 28 Empfehlungen zur Überprüfung der Unsicherheiten bestimmter Quellkategorien im Inventar von Deutschland. Kriterium für die Empfehlung zur weiteren Überprüfung war, ob die Unsicherheit einer von Deutschland gemeldeten Emission außerhalb des Bereichs der gemeldeten Unsicherheiten der drei Vergleichsländern (NL, AT, ES) lag. Dabei muss betont werden, dass eine höhere Unsicherheit nicht bedeutet, dass die von Deutschland gemeldete Unsicherheit nicht korrekt ist. Es kann sein, dass nationale Umstände oder unsicherere Datenquellen für den Unterschied verantwortlich sind. Im nächsten Schritt sollten daher nationale Experten die Fälle überprüfen, für die eine Empfehlung abgegeben wurde, um zu eruieren, ob die Änderung der Unsicherheit der Aktivitätsrate oder des Emissionsfaktors erforderlich ist.

Für NMVOC aus der Lösemittelanwendung werden im Inventar Deutschlands nur Unsicherheiten für die Gesamtemissionen berichtet. Die Hauptemittenten wurden geprüft (in Summe 95 % der Gesamtemissionen) und qualitative Empfehlungen zur Abschätzung der Unsicherheiten gegeben. Dabei wurde die Unsicherheiten-Klassen A bis E aus dem Unsicherheitenkapitel des EMEP/EEA-Guidebook (2016) verwendet.

Neben dem Vergleich der Hauptquellgruppen wurden die Unsicherheitsabschätzungen zu PM_{2,5} im Inventar von Deutschland geprüft. Bei der Überprüfung wurden alle PM_{2,5}-Emissionsquellen einbezogen, die zu den Hauptquellkategorien gehören, die 95 % der Gesamtemissionen ausmachen und für die Unsicherheiten fehlen. In diesen 163 Datensätzen befinden sich 23 Fehlstellen für PM_{2,5}-Emissionen.

Für jede der fehlenden Unsicherheiten wurden qualitative Unsicherheitsbereiche vorgeschlagen, sowohl für Aktivitätsraten als auch für Emissionsfaktoren. Die Vorschläge basieren auf den Werten anderer Länder und den Default-Bereichen zu Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook (2016).

Da die Qualität der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren des Inventars von Deutschland nicht bekannt ist, sollte eine Überprüfung durch Inventarexperten erfolgen bevor Anpassungen implementiert werden.

Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung der Schornsteinhöhenangaben im Inventar (Kapitel 8):

Zur Verbesserung der Berichterstattung bezüglich großer Punktquellen wurden drei Varianten zur Ermittlung von anlagenspezifischen Schornsteinhöhen für berichtspflichtige Tätigkeiten evaluiert.

Variante 3, die eine Erweiterung der internetbasierten Eingabemasken („BUBE“) für die jährliche E-PRTR-Berichterstattung um die Angabe der Schornsteinhöhen in Kombination mit einer standardisierten Abfrage bei den zuständigen Bundesländern vorsieht, erscheint als die Vorgehensweise mit dem insgesamt besten Aufwand-Nutzen-Verhältnis. Sie ist mit einem einmaligen Programmieraufwand verbunden sowie mit einer jährlich vom UBA veranlassten Abfrageroutine in BUBE, deren Ausführung für die zuständigen 16 PRTR-Länderbehörden mit geringem Aufwand verbunden ist. Gleichzeitig wird durch die jährliche Aktualisierung der Schornsteindaten gewährleistet, dass Um- und Neubauten zeitnah im Emissionsinventar Niederschlag finden (derartige Veränderungen der Schornsteinhöhe sind jedoch nicht häufig zu erwarten). Der Aufwand zur Aktualisierung der Schornsteindaten durch die Betreiber ist gering, wenn sie die Einträge aus der letzten Emissionserklärung als Voreinstellung in der BUBE-Eingabemaske nutzen können.

Variante 2, bei der lediglich alle vier Jahre eine BUBE-Abfrage der Schornsteinhöhen der Emissionserklärungen nach 11. BImSchV durch das UBA bei den zuständigen 16 PRTR-Behörden erfolgt, ist ebenfalls mit geringem Aufwand für die 16 Länderbehörden verbunden. Die Variante hat den geringen Nachteil, dass Um- und Neubauten von Schornsteinen in der Zeit zwischen dem Vierjahresrhythmus der Emissionserklärungen unberücksichtigt bleiben. Die Variante 2 hat den Vorteil, dass sie schon im Jahr 2019 zur Anwendung kommen kann.

Variante 1, bei der Messberichte von den 16 Ländern erhoben und durch das UBA ausgewertet werden, hat einen hohen Zusatznutzen durch die Erhebung weiterer anlagenspezifischer Informationen, die insbesondere relevant sind für Erhebungen zum Stand der Technik bei der Festlegung von besten verfügbaren Techniken (BVT) und Emissionsgrenzwerten. Die Variante ist aber mit einem erheblichen Aufwand auf Seiten des UBA verbunden und mit einem hohen Aufwand auf Seiten der zuständigen Überwachungsbehörden, insbesondere wenn ein Einscannen von Messberichten (50 - 100 Seiten) notwendig ist, weil diese nicht elektronisch vorliegen.

Grundsätzlich besteht bei der Angabe einer anlagenspezifischen Schornsteinhöhe im Inventar die Schwierigkeit, dass die Anlagen in der Praxis häufig eine Vielzahl von Emissionsquellen aufweisen. Zwar trifft für die meisten Schadstoffe zu, dass sie aus dem höchsten Schornstein („Hauptquelle“) stammen, so dass der höchste Kamin vorläufig als Default-Wert verwendet werden kann. Es gibt aber Anlagen mit mehreren relevanten Quellen unterschiedlicher Höhe. Während für verbrennungstypische Gase die Zuordnung der Hauptquelle in vielen Tätigkeiten richtig ist, ist diese Zuordnung nicht richtig bei Emissionen von NMVOC aus Tätigkeiten, die organische Lösungsmittel verwenden, sowie bei vielen Tätigkeiten mit Staubemissionen und staubgebundenen Metallemissionen. Mangels besserer Alternativen wird empfohlen, vorläufig bei der Auswertung von anlagenspezifischen Schornsteinhöhen die höchste Emissionsquelle als anlagenspezifische Schornsteinhöhe anzugeben.

Zur künftigen Verbesserung der Berichterstattung zu großen Punktquellen wird empfohlen, dass das UBA darauf hinwirkt, dass bei der Berichterstattung nicht nur eine Quellhöhe je Anlage angegeben werden kann, sondern schadstoffspezifisch mindestens zwei Höhen bzw. Höhenklassen, auf die die Frachten prozentual aufgeteilt werden können. Die Einführung unterschiedlicher Quellhöhen ist im Wesentlichen für Staub, staubgebundene Metalle und flüchtige organische Verbindungen relevant.

Anhand der recherchierten Informationen wurden für Tätigkeiten mit großen Punktquellen, die gemäß E-PRTR berichtspflichtig sind, eine Abschätzung der Schornsteinhöhenklasse vorgenommen. Diese Abschätzung kann bis zur Erhebung besserer Daten für die Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie verwendet werden.

Summary

This report documents the results of a research project realized by Ökopoll and TNO in the context of the new „NEC“ Directive (2016/2284/EU) „on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutant“. On 31 December 2016, the new „NEC“ Directive („NEC“ stands for „National Emission Ceilings“) substitutes Directive 2001/81/EC „on national emission ceilings“. Besides 2030 objectives for the reduction of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃, for the first time an objective to reduce particulate matter (PM_{2.5}) was introduced, together with significantly extended reporting requirements. Also for the first time, inventories for particulate matter, heavy metals and POPs have to be reported in the EU context. The inventories have to include emission projections. Additionally, emissions of large point sources are to be reported, and spatially disaggregated emission data has to be provided.

The project includes an analysis of reporting requirements, comparing the old and new NEC Directive and reporting requirement of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (chapter 2). The new NEC Directive requirements were compared with the emission reporting system of Germany in 2017 (chapter 3). Based on the analysis, recommendations were derived to improve the emission reporting of Germany (chapter 4). Subsequently, four work packages were agreed and executed to improve the emission inventory in prioritized areas: PCB emissions (chapter 5), heavy metal emissions (chapter 6), uncertainties (chapter 7) and stack heights of large point sources (chapter 8).

Essential elements and reporting requirements of the new NEC Directive (chapter 2):

- ▶ Until the end of 2019, EU Member States shall not exceed the national emission ceilings determined for 2010 by the old NEC Directive.
- ▶ EU Member States have to reduce emissions of the five air pollutants SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5}, to achieve the emission reduction commitments in 2020 und 2030.
- ▶ EU Member States shall develop National Programmes to document progress towards the reduction objectives. National Programmes describe the national political framework for air quality and emission reduction, list political priorities and measures that have been agreed and those that are planned. The first programme had to be established latest until 1 April 2019 and subsequently at least every four years.
- ▶ EU Member States have to monitor atmospheric emissions by establishing annual emission inventories. Annual emission reporting has to be done for the year 1990 until $t-2$ (with t being the reporting year and $t-2$ the year the emissions have to be calculated for, hence two years before the reporting year). The reporting has to be done for 26 pollutants (see Tabelle 4), according to the NFR source categories. In contrast, the old NEC directive required reporting only for four substances.
- ▶ Emission projections have to be done, starting in 2017 and afterwards every two years, referring to the years 2020, 2025 und 2030 (if available also for 2040 and 2050).
- ▶ EU Member States have to report spatially disaggregated emission data (gridded data) with a resolution of 0.1° x 0.1° (longitude-latitude), first in 2017 and subsequently every four years.
- ▶ Large point sources (LPS) have to be reported first in 2017 and subsequently every four years. The reporting has to comprise agro-industrial and industrial activities exceeding annual thresholds, corresponding to the reporting requirements under the E-PRTR (EU PRTR 2006).
- ▶ Informative Inventory Reports (IIR) have to be elaborated, comprising methods and other relevant information that is needed for assessment of the reports.
- ▶ EU Member States have to monitor negative impacts of air pollution upon ecosystems and coordinate their programmes with other programmes, e.g. established under the Air Quality Directive (EU AQD 2008) or - if relevant for the country - under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UN ECE 1999). Data gathered by monitoring had to be reported first until 1 July 2019 and subsequently every four years.

- ▶ The location of the sites used for monitoring the impacts of the atmospheric emissions had to be reported until 1 July 2017 and subsequently every four years.

Tabelle 4: Annual reporting of pollutants under the new NEC Directive

Group	In old NECD	Pollutants
Main pollutants	Yes	NH ₃ , NMVOC, NO _x , SO ₂
Main pollutants	No	Other sulphur compounds (SO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ S), reported as SO ₂
Main pollutants	No	CO
Particles	No	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Heavy metals	No	Cd, Hg, Pb
POP	No	Total PAH, benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, PCDD/F, PCB, HCB
Particles <i>(optional)</i>	No	Black carbon (BC), Total suspended solids (TSP)
Heavy metals <i>(optional)</i>	No	As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn

The comparison of the reporting requirements under the old and new NEC Directive showed that the reporting under the new NEC Directive has the advantage to be widely consistent with the requirements of the EMEP Reporting Guidelines. This implies that reporting is easier for EU Member States and reports are consistent with those of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.

Different from the old NEC Directive, the new NEC Directive defines „SO₂“ as „*all sulphur compounds*“, hence it is obligatory to also include emissions of SO₃, H₂SO₄ und H₂S; this is consistent with reporting requirements under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.

A novelty in the new NEC Directive are the so-called flexibility mechanisms. They relate to the reduction commitments, and define possible reasons for non-compliance for which the Member State cannot be held accountable. Flexibilities are not in the scope of this report, and therefore not studied further.

Requirements of the old and new NEC Directive and requirements of the EMEP Reporting Guidelines are documented in Annex 1 (S. 199).

Key requirements of the new NEC Directive regarding national emission inventories and projections:

- ▶ National emission inventories and projections shall be transparent, consistent, comparable, complete and accurate (TCCCA criteria);
- ▶ For key categories, which means those NFR categories contributing cumulatively to more than 80% of the national total emissions for a given pollutant, it is not allowed to use a Tier 1 methodology (a single emission factor for that category). In these cases, a Tier 2 methodology is required for estimating emissions that distinguishes different technologies used. Alternatively a higher Tier methodology can be applied using facility data or process modelling.
- ▶ Projections shall provide a “with measures” scenario (adopted policy) and “with additional measures” scenario (planned measures) for each pollutant.
- ▶ Reported projection data shall include at least a clear identification of the adopted and planned policies and measures included in the estimate, results of sensitivity analyses performed where appropriate and a description of the methodologies, methods and underlying key assumptions.
- ▶ It should be ensured that submitted projections under the new NEC Directive are consistent with those reported under EU Monitoring Mechanism Regulation 525/2013/EU (EU MMR 2013).

Tabelle 2 summarizes the main differences of Member State reporting between the old and new NEC Directive and the reporting under the Convention on Long-Rang Transboundary Air Pollution.

Tabelle 5: Summary of main differences between old and new NEC Directive and the reporting under the Convention on Long-Rang Transboundary Air Pollution

Element	Description of change
National emission inventories	<p>The old NEC Directive included 4 pollutants for reporting (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃). The new NEC Directive pollutants for reporting include also:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Required: CO, Cd, Hg, Pb, total PAHs, benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, indeno (1,2,3-cd)pyrene, dioxins/furans, PCBs, HCB, PM10, PM2.5 - Optional: TSP, BC, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn <p>Annual reporting for pollutants for all years in time series 1990 – t-2 (for PM only 2000 – t-2). Reporting deadline moved to 15 February (reporting up to t-2), harmonized with LRTAP Convention reporting. Provisional t-1 data are no longer to be reported.</p>
Spatially disaggregated national emission inventories	<p>New reporting element: by GNFR source category, required every 4 years as from 2017 only covering year t-2, using the EMEP Reporting Guidelines.</p>
Large point sources	<p>New reporting element: by GNFR source category, required every 4 years as from 2017, only covering year t-2, using the EMEP Reporting Guidelines.</p>
Emission projections	<p>The old NEC Directive required reporting for NO_x, SO₂, NMVOC and NH₃ projections for the year 2010 only.</p> <p>In the new NEC Directive, reporting projections is required for 6 pollutants (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃, PM2.5, BC) with BC only if available. Reporting every 2 years as from 2017, covering 2020, 2025 and 2030 and (if available) 2040 and 2050.</p> <p><i>Different from LRTAP Convention reporting (every 4 years only).</i></p>
Informative Inventory Report (IIR)	<p>New reporting element: the Informative Inventory Report (IIR) is required for reporting</p>
National air pollution control programme	<p>The old NEC Directive included a requirement to report national programmes describing in detail (including specific policies and measures) how the 2010 ceilings were going to be met (to be reported in 2002, updated in 2006).</p> <p>The new NEC Directive includes a requirement for national air pollution control programmes to be reported every 4 years (first report by 1 April 2019) describing amongst others the national policy framework, policies and measures foreseen and adopted/implemented and assessment of progress towards reduction objectives.</p>

Results of the analysis of the emission reporting of Germany in 2017 (chapter 3):

Germany delivered in 2017 all elements requested by the new NEC reporting requirements:

- ▶ National emission inventory
- ▶ Spatially disaggregated national emission inventory
- ▶ Large point sources
- ▶ Emission projections
- ▶ Informative Inventory Report (IIR)

Regarding the pollutants requested by the new NEC Directive, the reporting of Germany in 2017 on the period 1990-2015 was complete. Emissions were not only estimated for obligatory pollutants but also for all optional pollutants:

- ▶ SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC
- ▶ CO
- ▶ Priority heavy metals (Cd, Hg, Pb)
- ▶ Non-priority heavy metals
- ▶ Particles: Total suspended solids (TSP)
- ▶ Particles: Particulate matter (PM_{2.5}, PM₁₀)
- ▶ Particles: Black carbon (BC)
- ▶ Persistent organic pollutants (POP)
- ▶ Activity rates

A comparison of reporting of Germany in 2015 on SO₂ under the old NEC Directive showed that the reported value is identical to the emission estimate of SO_x in the reporting under the LRTAP Convention. This indicates that reporting under the LRTAP Convention defined SO_x as sulphur dioxide or that reporting under the old NEC Directive was defined more comprehensive than only by sulphur dioxide.

In 2017, the Informative Inventory Report (IIR) of Germany contained all elements required by the new NEC Directive:

- ▶ Description of methodologies including references, assumptions, activity data, emission factors
- ▶ Description of key categories
- ▶ Information on uncertainties, quality assessment and verification
- ▶ Description of institutional arrangements
- ▶ Recalculations and planned improvements
- ▶ Information on the use of flexibilities
- ▶ Executive summary

Germany's projections of the reporting in 2017 complied with the requirements of the new NEC Directive. Obligatory projections on measures and additional measures were delivered. Non-obligatory projections for 2040 and 2050 as well as non-obligatory projections on black carbon emissions were not reported. Emission projections were consistent with the reporting on greenhouse gas emissions.

In Germany's Informative Inventory Report (IIR) of 2017 on large point sources, information was missing regarding the assignment of the sectors to a stack height categories. Power plants were all categorized with stack heights above 200 meters which is assumed to be an over estimated. Most sources of the GNFR category „L_AgriOther“ appear to be animal husbandry facilities, which would have been expected to be reported in category „K_AgriLivestock“. For large point sources no emissions of PM_{2.5}, PAH and PCB were reported although the reporting under the new NEC Directive is obligatory.

Gridded emissions were reported by Germany only on seven pollutants: NO_x, SO_x, NMVOC, NH₃, CO, PM₁₀ and PM_{2.5}. For priority heavy metals (Cd, Hg, Pb) and POPs (PCDD/F, PAHs, PCBs, HCBs), the informative inventory report states that this obligatory data will be added in future. Reporting of gridded data on black carbon, which is not mandatory under the new NEC Directive, was not included.

The analysis of the reporting on compliance with the requirements of the new NEC Directive also included the deficits identified in the three international reviews of 2010, 2014 and 2017 (chapter 3.3).

Recommendations to improve Germany's emission reporting (chapter 4):

The recommendation to improve Germany's emission reporting are based on a deficit analysis which is documented in Annex 2. The recommendations comprise the following issues which were agreed

and prioritized with the persons in charge in the UBA. For each recommendation, UBA's improvement measures (internally or by external projects) are stated with status of spring 2019:

- ▶ Implementation of review recommendations (priority A) => implementation scheduled 2019
- ▶ Improvement of Notation Keys (priority A) => implementation scheduled 2019
- ▶ Improvement of the heavy metal inventory (priority A) => implementation in current projects, among others in the project documented in this report, see chapter 6
- ▶ Improvements of the POP inventory (priority A) => implementation see chapter 5
- ▶ Calculation of Adjustments (priority A) => calculation scheduled from 2022
- ▶ Reporting on large point sources (priority B) => implementation see chapter 8
- ▶ Reporting of gridded data on priority heavy metals and POP
=> implementation regarding priority heavy metals scheduled from 2021
- ▶ Reporting on uncertainties (priority B) => implementation see chapter 7
- ▶ Reporting on black carbon (priority B) => implementation in current projects
- ▶ Differentiation of particulate matter into filterable and condensable (priority C)
=> implementation scheduled from 2025

Project results improving the POP inventory (chapter 5):

Implementing one of the recommended priority measures research was done to improve the inventory on persistent organic pollutants (POP) in the field of PCB emissions from the building sector. First the state of knowledge on PCB use and stocks in Germany as well as the state of science on PCB emission factors and secondary sources of PCB emissions were reviewed. Based on this, a methodology for calculating PCB emissions from buildings was developed. In this methodology, the activity rate is represented by the time series of the PCB stock in buildings. As (baseline) emission factor 0.07 % of the PCB in stock was selected.

Regarding the activity rate (amount of PCB in stock), it can be summarized that the amount of PCB used in the relevant period of 1953-1972 was 24,000 t. For deriving time series of the stock development, a lifetime modelling was carried out, for which average building life spans of 50 years respectively 60 years were assumed. For 2017, this results in a PCB stock quantity of 11,000 t to 16,000 t. The calculated amount of PCB in waste was between 400 and 600 t/a in the last five years.

The review of information on emission factors showed a range of 0.05 % to 0.1 % of the PCB stock. Of three studies with particular relevance, two studies showed values at the lower end of this margin: the study of the University of Tübingen with 0.06 % (Weber 2013) and the analyses from Sweden with 0.07% (Sundahl et al., 1999). On this basis, it is proposed to use an emission factors of 0.07 % for the emission calculation and additionally investigate the range from 0.05 % to 0.1 %.

The review on secondary sources of PCB showed that even after PCB removal (renovation) the PCB emissions do not reduce the indoor air concentrations to the expected level. Although secondarily loaded objects have a lower concentration than the primary PCB sources, the surface area of the secondarily loaded objects is many times larger. This explains why the indoor air concentration does not decrease according to the removed amount of PCB after removal of primary sources. In order to sufficiently reduce the indoor air concentration and the PCB release into the environment, the secondary sources would have to be removed. Therefore, in the methodology the emission factor is not adjusted by considering the amount of PCB already emitted.

Applying the methodology with building life spans of 50 respectively 60 years and emission factors from 0.05 to 0.1 % results in PCB emissions between 5.4 t and 15.7 t in 2017 (see Tabelle 3).

Tabelle 6: Time series of emissions of PCB from building in tons per year with different building life spans and three different emission factors (EF)

Year	EF 0.05 % 50 Years [t/a]	EF 0.07 % 50 Years [t/a]	EF 0.1 % 50 Years [t/a]	EF 0.05 % 60 Years [t/a]	EF 0.07 % 60 Years [t/a]	EF 0.1 % 60 Years [t/a]
1953	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3
1955	0.6	0.8	1.1	0.6	0.8	1.1
1960	2.6	3.6	5.1	2.6	3.6	5.1
1965	5.9	8.3	11.9	5.9	8.3	11.9
1970	10.5	14.7	21.0	10.5	14.7	21.0
1975	11.9	16.7	23.9	12.0	16.8	23.9
1980	11.8	16.6	23.7	11.9	16.7	23.8
1985	11.6	16.2	23.2	11.8	16.5	23.6
1990	11.2	15.7	22.4	11.6	16.2	23.2
1995	10.6	14.8	21.2	11.2	15.7	22.5
2000	9.8	13.7	19.5	10.8	15.1	21.5
2005	8.7	12.1	17.3	10.1	14.2	20.2
2010	7.4	10.3	14.8	9.3	13.0	18.6
2015	6.0	8.4	12.0	8.3	11.6	16.6
2017	5.4	7.6	10.8	7.9	11.0	15.7

Project results for improvement of the heavy metal inventory (chapter 6):

Research on heavy metal emission factors of the traffic sector comparing wear of tires and brakes in the inventories of Germany, The Netherlands and the EMEP/EEA Guidebook (2016) showed that the emission factors used by Germany are relatively high. This can be explained by the dust emission factors used for calculating the heavy metal emission factors. The dust emission factor of Germany is significantly higher than the one used by The Netherlands and of the EMEP/EEA Guidebook. This is probably due to the use of the total wear of tires and brakes for emission reporting instead of the atmospheric share.

Additionally, the comparison of the countries showed that different heavy metal content of tires and brakes were used although similar contents can be expected. It is assumed that different literature sources were used to determine the mean heavy metal content.

For waste gas emissions from road traffic, the emission factors of Germany are in the same order of magnitude as the emission factor of the Netherlands and the EMEP/EEA Guidebook. The inventory report of Germany states that the emission factors were taken from the EMEP/EEA Guidebook; however, the factors do not fully match.

For rail traffic it can be concluded that the emissions in the inventory of Germany mainly result from other than waste gas emissions (wear of overhead lines and brake systems). Emissions reported by Germany are relatively high compared with other EU28 countries. This can be explained (at least partly) by the fact that the EMEP/EEA Guidebook does not provide a methodology for considering wear emissions of rail traffic and that most other countries do not include wear as an emission source.

Compared with The Netherlands, higher emissions of Germany can partly be explained by the fact that emissions from brake wear of rails are missing in the inventory of The Netherlands. It has to be noted that there is no methodology provided in the EMEP/EEA Guidebook, and Germany as well as The Netherlands are among the few countries not basing the calculation of these emission on emission factor of the EMEP/EEA Guidebook. This leads to slightly different results.

Recommendations to improve the inventory in the field of heavy metals from traffic:

- ▶ The methodology for calculation of dust and heavy metal emission factors from wear should be checked. It should be made sure that dust emission factors for atmospheric emissions are used and not the total wear factor.
- ▶ Literature used for the calculation of the heavy metal content of tires and brakes should be assessed to explain the differences to other countries.
- ▶ Better documentation should be reported of the calculation of heavy metal emissions from waste gases of road traffic as the calculation cannot be assessed in detail.
- ▶ When referring to factors of the EMEP/EEA Guidebook, the version, chapter and table numbers should be documented to ensure reproducibility.

Regarding heavy metal emissions from the industry sector, the comparison of emission reporting with other countries showed deficits in particular for glass production as well as iron and steel production (for some parameters) and crematoria (for all parameters except Pb, Hg, Cd). For a series of other source categories, changes of the notation keys were proposed, in particular if „NA“ (not applicable) was reported where many other countries reported heavy metal emissions for a source category.

Recommendations to improve the inventory in the field of heavy metals from industry:

- ▶ For magnesium production, „NA“ (not applicable) should be substituted by „NO“ (not occurring) as there is no magnesium production in Germany.
- ▶ For crematoria, a research project finalized in 2019 can be considered to determine emission factors if measurements also registered activity data.
- ▶ For glass production and cement production, emission factors are updated by a research project (2019-2020). For parameters not measured yet (probably: zinc in glass production), measurements should be carried out in the project.
- ▶ For iron and steel production, exemplary requests at operators are recommended to obtain updated emission factors. Due to the installation of fabric filters in sinter plants, significant reductions of dust-bound heavy metal emissions are expected. Due to the high share of sinter plant emissions of the iron and steel industry compared with total heavy metal emissions, it is recommended to grant high priority to the data requests. The representativity of the emission factors should be ensured by taking into account sufficient measurements.
- ▶ Mineral oil refineries and for public electricity and heat production were identified as predominant emission source regarding heavy metal reporting. Checking emission factors of these two source categories should be granted high priority. In the field of mineral oil refinery it is striking that dust emissions have been reduced in the last years by 50 % while nearly no reduction is reported regarding heavy metal emissions. A similar pattern was observed for dust and heavy metal emissions reported from public electricity and heat production.
- ▶ The copper industry also has a high relevance in heavy metal emission reporting. At least for arsenic and lead, long-term measurements are available from the largest production facilities. These can be considered for updating emission factors. Additionally data is available for copper emissions from secondary copper production. For these heavy metals, the factor used for emission reporting is significantly higher than the factor reported by the companies.
- ▶ For the source categories lead and zinc production, relatively high differences between the factors used by Germany and those of the EMEP/EEA Guidebook (2016) were identified. In particular the factors for lead from lead production are significantly higher and should be checked. As the production of lead and zinc comprises only a few facilities, it is recommended to compile measurement and production data or emission declarations to update the emission factors. However, both source categories are not considered as priority sectors except for lead.

Project results for improvement of inventory uncertainties (chapter 7):

In the inventory data of Germany, source categories were assessed contributing with more than 80 % to total emissions. The uncertainties of the selected 146 data sets were compared with uncertainties of other inventories, in particular with data of The Netherlands, Spain and Austria. Additionally, uncertainties were compared with data of the EMEP/EEA Guidebook (2016). It was noted that uncertainties provided by the EMEP/EEA Guidebook are significantly higher.

The comparison of uncertainties resulted in 28 recommendations to check uncertainties of specific source categories in the inventory of Germany. Criteria for recommending further assessment were fulfilled if the uncertainty of one of the emissions reported by Germany was beyond the range of uncertainties reported by the three countries used for comparison (NL, AT, ES). It has to be underlined that a higher uncertainty does not mean that the one reported by Germany is not correct. It is possible that there are reasons originating from specific national circumstances or due to uncertain data. As a next step, national experts are recommended to check the cases where revision was recommended, to evaluate whether a change of the uncertainty of the activity rate of the emission factor is necessary.

For NMVOC from solvent use, the inventory of Germany reports uncertainties only for total emissions. The main emission categories were assessed (in total 95 %), and qualitative recommendations were made to estimate the uncertainties by using classes A to E as provided by the EMEP/EEA Guidebook (2016).

Besides the comparison of main source categories, PM_{2.5} uncertainties were assessed in the inventory of Germany. All PM_{2.5} source categories that sum-up to 95 % of the total emissions were assessed if uncertainty data were missing. Within the resulting 163 data, 23 missing uncertainties for PM_{2.5}-emissions were identified.

For each of the missing uncertainties qualitative uncertainty ranges were proposed for activity rates and for emission factors. The proposals are based on the values of other countries and on the default ranges of the emission factors of the EMEP/EEA Guidebook (2016).

As the quality of the activity rates and emission factors of Germany's inventory is not known, it is recommended that inventory experts check the data before recommended data are used.

Project results to improve the stack heights of the inventory (chapter 8):

To improve reporting on large point sources, three alternatives were evaluated for determination of plant-specific stack heights of facilities with reporting requirements.

Alternative 3 shows the best cost-benefit relationship. It proposes to extend the web-based format for annual E-PRTR reporting („BUBE“) by data on stack height in combination with a standardized inquiry at the 16 competent authorities of the federal states. It needs a single effort for changing the software programme as well as an annual inquiry of the UBA at the 16 federal states, which is considered to require a relatively low effort. Simultaneously, the annual update of the stack data would ensure that upgrades and new constructions are quickly reported in the inventory (however, not many changes are expected to occur). The effort for updating the stack height data by operators is low, if it is possible to use entries of a former emission reporting as a default value in the web-based „BUBE“ format.

Alternative 2 proposes a request of stack height information every four years at the 16 competent authorities of the federal states based on the emission reporting requested by the 11th Ordinance to the Clean Air Act („11. BImSchV“). It is also considered to require a relatively low effort of the competent authorities. This alternative has the disadvantage that annual emission reporting would not immediately cover upgrades and new constructions within the four-years-period. The alternative has the advantage that it could already be used for emission reporting in 2019.

Alternative 1 proposes an UBA request for measurement reports from the 16 federal countries. It would imply a high co-benefit from the collection of other plant-specific information (in particular relevant for research on best available techniques when determining BAT and emission limit values). However, this alternative is associated with a high effort for UBA and the competent authorities, in particular as measurement reports may need to be scanned (50 - 100 pages) because they are often not electronically available.

In general, the assignation of one stack height in the inventory is a challenge as facilities often provide of several stacks. Although pollutants may be assigned to the highest stack („main source“), and therefore the highest stack may be used as a default value, there are facilities with several relevant sources of different stack heights. While it is correct to assign the main source to the pollutants originating from combustion processes, it is not correct to assign the main source to emissions from activities using organic solvents or activities emitting dust emissions and dust-bound metal emissions. As there are not better alternatives available, it is recommended to use the highest emission source for reporting on large point sources.

For future emission reporting on large point sources it is recommended that UBA initiates an extension of the web-based formats to provide the possibility to report at least two stack heights or stack height categories together with the possibility to split emissions into the sources. The introduction of different stack heights is mainly relevant for dust, dust-bound metals and volatile organic compounds.

Based on the information collected in the project, estimates of stack height categories were made for facilities with large point sources covered by E-PRTR reporting. Until improved data is available this estimate can be used for reporting under the new NEC Directive.

1 Einführung

1.1 Projektziel

Das Projekt wurde vor dem Hintergrund der EU-Richtlinie „zur Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe“ durchgeführt („neue NEC-Richtlinie“ 2016/2284/EU), die am 31. Dezember 2016 in Kraft trat und die Richtlinie 2001/81/EG zu nationalen Emissionshöchstgrenzen ablöste.

Aus der neuen NEC-Richtlinie ergeben sich ab der Berichterstattung zum Jahr 2017 (die im Jahr 2019 erstellt wurde) erweiterte Berichtspflichten, die über die bisher regulierten Luftschadstoffe SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃ hinausgehen. Erstmals sind die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, Emissionsinventare auch für Feinstäube, Schwermetalle und persistente organische Schadstoffe (POP) zu erstellen. Die Inventare müssen Emissionsprojektionen beinhalten. Erstmals sind im EU-Kontext auch Emissionen von Punktquellen zu berichten und Emissionsdaten räumlich aufzuschlüsseln. Prioritäre Schwermetalle sind neu zu berichten (Cd, Hg, Pb), weitere können optional berichtet werden (As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn).

Ziel des Projektes war die Analyse der Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie und des bisherigen Systems der deutschen Emissionsberichterstattung. Anhand des Vergleichs der neuen Anforderungen mit der bisherigen Berichterstattung Deutschlands wurde eine Defizitanalyse erstellt. Die entwickelten Verbesserungsvorschläge wurden priorisiert. Einzelne mit dem Umweltbundesamt abgestimmte Verbesserungsmaßnahmen wurden im Rahmen des Projektes vertiefend bearbeitet.

Der Abschlussbericht benennt die methodisch-wissenschaftlichen Grundlagen zur Erfüllung der Richtlinienanforderungen, beschreibt Defizite im aktuellen Berichtssystem und stellt zu den abgestimmten Themenschwerpunkten die Ergebnisse der Untersuchungen zu Verbesserungsmöglichkeiten dar.

1.2 Projektbearbeitung

1.2.1 Zeitplan

Die Projektbearbeitung erfolgte nach dem Zeitplan, der beim Auftakttreffen mit dem Umweltbundesamt am 8. September 2017 vereinbart wurde (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Zeitplan des Projektes

	2017	2017	2018	2018	2018	2018	2019	2019	2019	2019	2020
Kalendermonat	8-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-2
Projektmonat	1-2	3-5	6-8	9-11	12-14	15-17	18-20	21-23	24-26	27-29	30
AP 1 (NERC-Analyse)											
AP 2 (Inventar-Analyse)											
AP 3 (Defizit-Analyse)											
AP 4 (Handlungsoptionen)											
Projekt-Treffen	Sept 2017				Juli 2018				Sept 2019		
Zwischenbericht-Entwürfe		19.10. 2017				19.10. 2018					
Zwischenberichte		31.10. 2017				31.10. 2018					
Endbericht-Entwurf								31.7. 2019			
Endbericht barrierefrei									31.10. 2019		
Projektbeginn und Projektende	25.8. 2017										28.2. 2020

Das Projektende wurde in Abstimmung mit dem UBA auf den 31.10.19 geändert.

Nachfolgend werden die Arbeitspakete kurz skizziert und die Kapitel benannt, in denen sich die zugehörigen Ergebnisse befinden.

1.2.2 Berichtspflichten unter der neuen NEC-Richtlinie (AP 1)

Die Analyse der Berichtspflichten unter der neuen NEC-Richtlinie erfolgte im September/Okttober 2017. Die Ergebnisse werden in Kapitel 2 (Seite 41) dokumentiert.

1.2.3 Analyse des Berichterstattungssystems und Empfehlungen zur Verbesserung (AP 2/AP 3)

Die Analyse des deutschen Berichterstattungssystems hinsichtlich Schwachstellen im Hinblick auf die Pflichten der neuen NEC-Richtlinie erfolgte von September 2017 bis März 2018. Die Ergebnisse der Arbeit werden in Kapitel 3 (Seite 46) dokumentiert.

Die Defizitanalyse mit Empfehlungen zur Verbesserung des Berichterstattungssystems wurde dem UBA im Juli 2018 vorgestellt und mit diesem abgestimmt. Die Ergebnisse finden sich in Kapitel 3.

1.2.4 Verbesserung der Berichterstattung zu POP (AP 4a)

Die Arbeiten zur Verbesserung der Berichterstattung zu POP wurden im November 2017 mit der Fachbetreuung beim Umweltbundesamt festgelegt. Bis Oktober 2018 erfolgte die Bearbeitung und Abstimmung am UBA. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4 (Seite 52) dokumentiert.

1.2.5 Verbesserung der Berichterstattung zu Schwermetallen (AP 4b)

Die Berichterstattung Deutschlands zu Schwermetallen wurde im Januar 2019 begonnen und bis Juli 2019 bearbeitet. Zum einen erfolgte ein Vergleich der Emissionsfaktoren Deutschlands im Verkehrsbereich mit denjenigen der Niederlande und den Faktoren des EMEP/EEA-Guidebooks (2016) (Kapitel 6.1, Seite 76). Zum anderen wurden die Emissionsfaktoren im Industriebereich untersucht, ergänzt und mit der Berichterstattung anderer Länder verglichen. Zu Ergebnissen siehe Kapitel 6.2 (Seite 93).

1.2.6 Verbesserungen der Berichterstattung bei Unsicherheiten (AP 4c)

Zu Unsicherheiten im Inventar erfolgte von Januar bis November 2018 eine Analyse des Emissionsinventars von Deutschland. Die Ergebnisse finden sich in Kapitel 7 (Seite 152).

1.2.7 Verbesserungen der Berichterstattung bei großen Punktquellen (AP 4d)

Zur aktuell im Inventar von Deutschland gewählten Abschätzung der Schornsteinhöhe großer Punktquellen mittels Schornsteinhöhenklassen erfolgte im April/Mai 2019 für einzelne Tätigkeitsbereiche ein Abgleich mit realen Schornsteinhöhen, um die Plausibilität der gewählten Methode zu evaluieren. Zusätzlich erfolgten Überlegungen, wie das UBA zukünftig genaue Schornsteinhöhen jeder Punktquelle ermitteln und berichten kann. Kapitel 8 (Seite 161) dokumentiert die Ergebnisse.

1.2.8 Unterstützung beim Jahrestreffen der TFEIP (AP 5)

Die Task Force on Emission Inventories and Projections (TFEIP) hatte überlegt, das Jahrestreffen 2019 in Deutschland durchzuführen, so dass im Projekt Mittel zur Unterstützung eingeplant waren. Da das Treffen anders als erwartet nicht in Deutschland stattfand, wurden die Projektmittel, die für die Unterstützung des Treffens geplant waren, vom Umweltbundesamt zur Verstärkung der Arbeiten im Arbeitspaket 4 umgewidmet.

2 Berichtspflichten unter der neuen NEC-Richtlinie

2.1 Einführung

Die NEC-Richtlinie der Europäischen Union ist eines der wesentlichen Instrumente der EU-Politik, um Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu mindern.

Die alte NEC-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (EU NECD 2001) wurde im Jahr 2001 vom Europäischen Parlament und dem Europäischen Rat beschlossen. Die Richtlinie definierte für jeden Mitgliedstaat erstmalig Emissionshöchstmengen für NO_x, SO₂, NMVOC und NH₃, die ab dem Jahr 2010 einzuhalten waren. Die Schadstoffe wurden ausgewählt, weil sie wesentlich zu Versauerung, Überdüngung und zur Bildung von bodennahem Ozon beitragen und dadurch die menschliche Gesundheit und die Umwelt erheblich belasten.

Die UN ECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP, „Genfer Luftreinhaltekonvention“) haben neben der EU weitere europäische Staaten sowie zentralasiatische und nordamerikanische Länder unterzeichnet, um gemeinsam das Ziel zu erreichen, die Luftverschmutzung der nördlichen Hemisphäre zu verringern. Im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention wurde das Göteborg-Protokoll (UN ECE 1999) beschlossen, um Versauerung, Überdüngung und der Bildung von bodennahem Ozon entgegenzuwirken. Im Jahr 2012 wurde das Göteborg-Protokoll novelliert und für die Vertragsstaaten neue Emissionsreduktionsverpflichtungen beschlossen. Die Minderungspflichten beziehen sich auf das Jahr 2005 und sind ab dem Jahr 2020 einzuhalten.

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2013 ein neues Maßnahmenpaket zur Luftreinhaltung vorgeschlagen, das auch der Umsetzung des novellierten Göteborg-Protokolls durch die Novellierung der NEC-Richtlinie (EU NECD 2001) vorsah. Entsprechend hat das Europäische Parlament und den Europäischen Rat im Jahr 2016 die neue NEC-Richtlinie (EU NECD 2016) über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe beschlossen. Die Richtlinie trat am 31. Dezember 2016 in Kraft. Sie beinhaltet für jeden Mitgliedstaat die Verpflichtung zur Emissionsminderung für fünf Luftschadstoffe: SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5}. Die neue NEC-Richtlinie setzt die ab 2020 einzuhaltenen Minderungspflichten des novellierten Göteborg-Protokoll in europäisches Recht um. Gleichzeitig wurden weitergehende Minderungspflichten für das Jahr 2030 beschlossen, die im Vergleich mit dem Jahr 2005 in der EU zur Halbierung der Gesundheitsbelastungen durch Luftschadstoffe führen sollen.

Wesentliche Elemente der neuen NEC-Richtlinie (EU NECD 2016) sind:

- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen die Emissionen der fünf Luftschadstoffe SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5} senken, um in 2020 und 2030 die Emissionsreduktionsverpflichtungen einzuhalten.
- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen Nationale Programme erstellen und regelmäßig aktualisieren, in denen sie die geplanten Emissionsminderungen darstellen. Die Nationalen Programme müssen Maßnahmen beinhalten, die das Erreichen der Emissionsreduktionspflichten aufzeigen.
- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen ihre Luftschadstoffemissionen überwachen, in dem sie jährlich Emissionsinventare und Prognosen erstellen.
- ▶ EU-Mitgliedstaaten müssen die Auswirkungen der Luftschadstoffe auf Ökosysteme untersuchen und dies mit anderen Programmen abstimmen, wie zum Beispiel zur Luftqualitätsrichtlinie (EU AQD 2008) und - wenn für sie zutreffend - zum Göteborg-Protokoll (UN ECE 1999).
- ▶ Die internationale Zusammenarbeit zwischen EU-Mitgliedstaaten, Drittstaaten und internationalen Organisationen wird gefördert. In der Europäischen Union richtet die EU-Kommission das „European Clean Air Forum“ ein (Forum für saubere Luft), an dem sich alle Interessensgruppen beteiligen sollen, um Erfahrungen und bewährte Vorgehensweisen auszutauschen.

Die neue NEC-Richtlinie (EU NECD 2016) ersetzt die alte NEC-Richtlinie (EU NECD 2001) mit Wirkung zum 1. Juli 2018, mit Ausnahme der Artikel 1 und 4 der alten NEC-Richtlinie, die bis zum 31. Dezember

2019 gültig bleiben. Dies bedeutet, dass die EU-Mitgliedstaaten bis Ende 2019 die für das Jahr 2010 durch die alte NEC-Richtlinie festgelegten Emissionshöchstmengen nicht überschreiten dürfen.

Zusätzlich wurden die Artikel 7 und 8 der alten NEC-Richtlinie hinsichtlich der Emissionsberichterstattung mit Wirkung zum 31. Dezember 2016 durch die entsprechenden Artikel der neuen NEC-Richtlinie ersetzt. Das bedeutet, dass die Emissionsberichterstattung der EU-Mitgliedstaaten ab dem Jahr 2017 den Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie (EU NEC 2016) genügen musste.

2.2 Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie

Die Berichterstattungspflichten der EU-Mitgliedstaaten sind in Artikel 10 der neuen NEC-Richtlinie zusammengefasst (Seite 11 der Richtlinie). Hinsichtlich der Details der nationalen Luftreinhalteprogramme Bezug verweist Artikel 10 auf Festlegungen in Artikel 6. Hinsichtlich der Emissionsinventare, Prognosen und informativen Inventarberichte (IIR) verweist Artikel 10 auf Artikel 8 der Richtlinie. Artikel 8 erwähnt in Abschnitt 5 die Methoden zur Erstellung von Berichten, die im Anhang IV der neuen NEC-Richtlinie genauer beschrieben sind. Anhang IV verlangt ausdrücklich, dass Emissionsinventare und Prognosen räumlich aufgeschlüsselt werden und große Punktquellen im Inventar berichtet werden sollen. Zur Berichterstattung sollen Methoden verwendet werden, auf die sich die Vertragsstaaten der Genfer Luftreinhaltekonvention in den EMEP Reporting Guidelines (Leitlinien für die Berichterstattung) geeinigt haben (UN ECE 2014). Unter der neuen NEC-Richtlinie sollen Formblätter des Anhangs der EMEP Reporting Guidelines verwendet werden, die für die nationale Emissionsberichterstattung, für Prognosen, räumliche Aufschlüsselung und Berichterstattung über große Punktquellen dienen. Damit erfolgt die Berichterstattung der EU-Mitgliedstaaten an die EMEP und die EU konsistent.

Zu beachten ist, dass „SO₂“ in Artikel 3.5 der neuen NEC-Richtlinie als „alle Schwefelverbindungen“ definiert wird. Das bedeutet, dass bei jeder SO₂-Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie auch Emissionen von SO₃, H₂SO₄ und H₂S einbezogen werden müssen. Unter der neuen NEC-Richtlinie entspricht die Definition von SO₂ somit der Definition in den EMEP Reporting Guidelines für SO_x. Sie unterscheidet sich von der Definition in der alten NEC-Richtlinie (EU NEC 2001): „SO₂“ wurde in den Begriffsbestimmungen nicht erwähnt (Artikel 3) und im Abschnitt über die nationalen Emissionshöchstmengen als „Schwefeldioxid“ definiert (Artikel 4).

Die Bestandteile der Berichterstattung der EU-Mitgliedstaaten werden in Artikel 10.1 und 10.2 der neuen NEC-Richtlinie beschrieben. Sie umfassen:

- ▶ Nationale Luftreinhalteprogramme, die unter anderem den nationalen politischen Rahmen für Luftqualität und Luftreinhaltung beschreiben, politische Prioritäten benennen und bereits beschlossene sowie weitere Maßnahmen auflisten. Zudem dokumentieren sie den Fortschritt bei der Erreichung der Minderungsziele. Die Programme sind mindestens alle 4 Jahre zu erstellen; der erste Bericht musste spätestens am 1. April 2019 vorgelegt werden.
- ▶ Emissionsinventare: Jährliche Berichterstattung der Emissionen der Jahre 1990 bis $t-2$ für alle Stoffe (wobei t das Berichtsjahr ist und $t-2$ das Jahr, für das die Emissionen abgeschätzt werden, das heißt 2 Jahre vor dem Berichtsjahr). Für jedes zurückliegende Jahr bis 1990 muss berichtet werden; lediglich für Partikelemissionen starten die Zeitreihen ab dem Jahr 2000. Die Berichterstattung erfolgt nach vorgegebenen Strukturen (NFR-Quellkategorien) für insgesamt 26 Schadstoffe, die in Tabelle 7 aufgeführt sind. Im Gegensatz dazu waren unter der alten NEC-Richtlinie nur vier Stoffe zu berichten.

Tabelle 7: Jährlich unter der neuen NEC-Richtlinie zu berichtende Schadstoffe

Gruppe	In alter NEC-RL	Schadstoffe
Hauptschadstoffe	Ja	NH ₃ , NMVOC, NO _x , SO ₂
Hauptschadstoffe	Nein	Andere Schwefelverbindungen (SO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ S), berichtet als SO ₂
Hauptschadstoffe	Nein	CO
Partikel	Nein	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Schwermetalle	Nein	Cd, Hg, Pb
POP	Nein	Gesamt-PAK, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, PCDD/F, PCB, HCB
Partikel (<i>optional</i>)	Nein	Black Carbon (BC), Gesamtschwebstaub (TSP)
Schwermetalle (<i>optional</i>)	Nein	As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn

Weitere Bestandteile der Berichterstattung der EU-Mitgliedstaaten gemäß Artikel 10.1 und 10.2 der neuen NEC-Richtlinie:

- ▶ Emissionsprognosen für die Jahre 2020, 2025 und 2030 (falls verfügbar auch für 2040 und 2050) müssen ab 2017 alle zwei Jahre berichtet werden. Diese Prognosen können für die Prüfung verwendet werden, ob der EU-Mitgliedstaat auf gutem Wege ist, die Emissionsreduktionsverpflichtungen entsprechend der neuen NEC-Richtlinie zu erreichen.
- ▶ Räumlich verteilte Emissionen (gerasterte Daten) mit einer räumlichen Auflösung von 0,1° x 0,1° (longitude-latitude) müssen alle 4 Jahre berichtet werden, erstmalig im Jahr 2017. Die räumliche Verteilung der Emissionen ist wichtig, um die Luftqualität und Auswirkungen der Luftschadstoffe auf Gesundheit und Umwelt zu untersuchen.
- ▶ Große Punktquellen (LPS) müssen alle 4 Jahre berichtet werden, erstmalig im Jahr 2017. Dies beinhaltet hauptsächlich industrielle Tätigkeiten, aber auch die industrielle Agrarwirtschaft. Die Berichterstattung zu großen Punktquellen ist für Tätigkeiten verpflichtend, deren Jahresemissionen bestimmte Schwellenwerte überschreiten. Die Schwellenwerte sind schadstoffspezifisch und entsprechen den Schwellenwerten der E-PRTR-Verordnung (EU PRTR 2006), die von diesen Tätigkeiten ebenfalls eine Emissionsberichterstattung erfordert.
- ▶ Informative Inventarberichte (IIR) sind jährlich zu erstellen. Diese Berichte sollen eine Beschreibung der Methoden und anderer relevanter Informationen enthalten, um die Erstellung des Inventars nachvollziehbar zu machen. In der neuen NEC-Richtlinie enthält Anhang IV, Teil 3 eine Liste der geforderten Elemente eines informativen Inventarberichtes.
- ▶ Die Lage der Messstellen und damit verbundener Indikatoren, die für die Überwachung der Auswirkung von Luftemissionen verwendet werden, sind zum 1. Juli 2018 und anschließend alle 4 Jahre erneut zu dokumentieren (Artikel 10, Nummer 4 a).
- ▶ Die durch die Überwachung gesammelten Daten zu negativen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf Ökosysteme sind, gemäß der Beschreibung in Artikel 9, erstmalig zum 1. Juli 2019 vorzulegen und anschließend erneut alle 4 Jahre.

Eine Neuheit der neuen NEC-Richtlinie sind die sogenannten Flexibilitätsmechanismen, die in Artikel 5 der Richtlinie beschrieben sind. Artikel 5 verweist auf die Emissionsreduktionsverpflichtungen und nennt mögliche Gründe für die Nichteinhaltung der Verpflichtungen, für die ein EU-Mitgliedstaat nicht verantwortlich gemacht werden kann. Ähnliche Anpassungsregelungen bestehen bereits unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Die Flexibilitäts- oder Anpassungsregelungen waren nicht Thema des Projektvorhabens und werden deshalb in diesem Bericht nicht weiter vertieft.

Anhang IV der neuen NEC-Richtlinie nennt Methoden, die bei der Erstellung der nationalen Emissionsinventare anzuwenden sind, wie zum Beispiel Regeln für die Anpassung von Inventaren, falls nötig. Weiterhin nennt der Anhang folgende obligatorische Elemente der Inventare, die gemäß der EMEP Reporting Guidelines zu erstellen sind: Emissionsprognosen, räumlich aufgelöste Daten, Informationen zu großen Punktquellen (LPS) und informative Inventarberichte (IIR). Zusätzlich werden ergänzende Informationen, insbesondere zu Aktivitätsdaten, verlangt.

Wesentliche Anforderungen an nationale Emissionsinventare und Prognosen sind, wie in Anhang IV der neuen NEC-Richtlinie aufgeführt:

- ▶ Die nationalen Emissionsinventare müssen transparent, kohärent, vergleichbar, vollständig und genau sein (sogenannte TCCCA-Kriterien);
- ▶ Für Emissionen aus ermittelten Hauptkategorien, d. h. für die NFR-Kategorien, die kumuliert mehr als 80 % zu den nationalen Gesamtemissionen eines Schadstoffes beitragen, dürfen Methoden der Ebene 1 („Tier 1“) nicht verwendet werden (Tier 1-Methoden sehen für ganze Kategorien nur einen Emissionsfaktor vor). In diesen Fällen ist zur Bestimmung der Emissionen mindestens eine Methode der Ebene 2 anzuwenden, bei der die verschiedenen eingesetzten Techniken berücksichtigt werden. Alternativ ist auch die Anwendung einer höheren Ebene möglich, bei der Daten der einzelnen Tätigkeiten verwendet oder Prozesse modelliert werden.
- ▶ Zu den berichteten Emissionsdaten, die für Prognosen und Sensitivitätsanalysen verwendet wurden, müssen mindestens die bereits beschlossenen und die geplanten weiteren Maßnahmen eindeutig dokumentiert sein, soweit dies angemessen ist. Weiterhin muss eine Beschreibung der Methoden und getroffenen Annahmen im Bericht enthalten sein.
- ▶ Prognosen müssen für jeden Schadstoff ein Szenario „mit Maßnahmen“ aufweisen (bereits beschlossene Maßnahmen) und ein Szenario „mit weiteren Maßnahmen“ (geplante Maßnahmen).
- ▶ Es soll sichergestellt werden, dass die übermittelten Prognosen unter der neuen NEC-Richtlinie mit anderen Berichtspflichten konsistent sind, wie beispielsweise mit der Berichterstattung gemäß der EU-Verordnung zur Überwachung von Treibhausgasemissionen (EU MMR 2013).

Informative Inventarberichte (IIR) müssen in Übereinstimmung mit den EMEP Reporting Guidelines erstellt werden und mindestens die Elemente enthalten, die in Anhang IV, Teil 3 der neuen NEC-Richtlinie genannt werden. Die in der NEC-Richtlinie genannten Elemente stimmen mit den Anforderungen an informative Inventarberichte in den EMEP Reporting Guidelines überein.

2.3 Auswirkungen der neuen NEC-Richtlinie auf die Berichterstattung

Die Anforderungen der alten NEC-Richtlinie (EU NECD 2001) und der EMEP Reporting Guidelines unterscheiden sich in wesentlichen Punkten. In der neuen NEC-Richtlinie (EU NECD 2016) sind die Anforderungen so weit wie möglich mit denen der EMEP Reporting Guidelines in Übereinstimmung gebracht. Dadurch, dass dieselben Informationen sowohl an die EMEP/UN ECE als auch an die Europäische Union berichtet werden, verringert sich der Aufwand für die EU-Mitgliedstaaten. Gleichzeitig wird die Berichterstattung konsistenter.

Die Emissionsberichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention unterscheidet sich von der neuen NEC-Richtlinie im Wesentlichen darin, dass Prognosen unter dem Genfer Luftreinhalteabkommen lediglich alle 4 Jahre erstellt werden müssen, während die Erstellung von Prognosen unter der neuen NEC-Richtlinie alle 2 Jahre erforderlich ist. Des Weiteren besteht unter der neuen NEC-Richtlinie die zusätzliche Anforderung, einen informativen Inventarberichts (IIR) zu erstellen. Wenn ein EU-Mitgliedstaat von dem selbst festgelegten Reduktionspfad zum Erreichen der Minderungsverpflichtungen der neuen NEC-Richtlinie abweicht, müssen zum einen die Gründe für die Abweichung erklärt werden und zum anderen dargelegt werden, welche Maßnahmen getroffen wurden, um auf den geplanten Reduktionspfad zurück zu gelangen.

Die Anforderungen der alten und der neuen NEC-Richtlinie und die Anforderungen der EMEP Reporting Guidelines sind detailliert in tabellarischer Form im Anhang dieses Berichtes dokumentiert (S. 199). Die Tabelle im Anhang nennt zusätzlich zu den Anforderungen auch die zugehörigen Artikel der Richtlinie bzw. der Guidelines und die Seitenzahlen im jeweiligen Dokument.

Tabelle 8 fasst die wesentlichen Unterschiede der Berichterstattung der EU-Mitgliedstaaten unter der alten und neuen NEC-Richtlinie zusammen und nennt wesentliche Unterschiede zwischen der neuen NEC-Richtlinie und der Genfer Luftreinhaltekonvention.

Tabelle 8: Zusammenfassung wesentlicher Unterschiede der Berichterstattung zwischen alter und neuer NEC-Richtlinie sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention (für das Berichtsjahr t)

Element	Beschreibung der Veränderung
Nationales Emissionsinventar	<p>Die Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie umfasste vier Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃).</p> <p>Die Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie umfasst zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Obligatorisch: weitere Schwefelverbindungen als SO₂, CO, Cd, Hg, Pb, Gesamt-PAK, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dioxine/Furane, PCB, HCB, PM₁₀, PM_{2,5} ▶ Optional: Gesamtschwebstaub (TSP), Black Carbon (BC), As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn <p>Jährliche Berichterstattung der Schadstoffe für alle Jahre in Zeitreihen von 1990 bis $t-2$ (für PM nur von 2000 bis $t-2$). Die Frist für die Berichterstattung ist nun am 15. Februar (Berichterstattung bis $t-2$), in Übereinstimmung mit der Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Es müssen keine vorläufigen $t-1$-Daten mehr berichtet werden.</p>
Räumlich aufgelöste nationale Emissionsinventare	<p>Neues Element in der Berichterstattung: entsprechend der GNFR-Quellkategorien müssen ab 2017 alle 4 Jahre räumlich aufgelöste Daten auf Basis der EMEP Reporting Guidelines für das Jahr $t-2$ berichtet werden.</p>
Große Punktquellen	<p>Neues Element in der Berichterstattung: Entsprechend der GNFR-Quellkategorien muss ab 2017 alle 4 Jahre auf Basis der EMEP Reporting Guidelines für das Jahr $t-2$ berichtet werden.</p>
Emissionsprognosen	<p>Die Prognosen in der Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie bezogen sich auf vier Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃).</p> <p>Die Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie erfordert Prognosen für sechs Schadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃, PM_{2,5}, Black Carbon), wobei Black Carbon nur bei verfügbaren Daten berichtet werden muss. Die Berichterstattung muss ab 2017 alle 2 Jahre erfolgen und die Jahre 2020, 2025 und 2030 sowie (falls verfügbar) 2040 und 2050 umfassen. Dies unterscheidet sich von den Berichtspflichten unter der Genfer Luftreinhaltekonvention (Prognosen nur alle 4 Jahre erforderlich).</p>
Informativer Inventarbericht (IIR)	<p>Neues Element in der Berichterstattung: Ein „informativer Inventarbericht“ (IIR) wird in der Berichterstattung gefordert.</p>
Nationales Luftreinhaltungsprogramm	<p>Die alte NEC-Richtlinie enthielt die Anforderung, ein Nationales Programm zu erstellen, das detailliert (einschließlich politischer Prioritäten und Maßnahmen) Angaben zum Erreichen der Emissionshöchstmengen des Jahres 2010 umfassen musste (Berichterstattung im Jahr 2002, Aktualisierung im Jahr 2006).</p>

Element	Beschreibung der Veränderung
	Die neue NEC-Richtlinie enthält die Anforderung, ein nationales Luftreinhaltungsprogramm alle vier 4 Jahre zu erstellen (erstmalig zum 1. April 2019), das unter anderem den nationalen politischen Rahmen für Luftqualität und Luftreinhaltung, bereits beschlossene sowie weitere Maßnahmen und eine Bewertung der Fortschritte beim Erreichen der Reduktionsverpflichtungen enthält.

3 Analyse des deutschen Berichterstattungssystems

3.1 Einführung in die Emissionsberichterstattung Deutschlands

Das deutsche Emissionsinventar existiert seit vielen Jahren, um luftseitige Emissionsmengen sowohl für Treibhausgase als auch für Luftschadstoffe zu dokumentieren. Das „Nationale System Emissionen“ (NaSE) wurde in Übereinstimmung mit den Anforderungen der UN FCCC/Kyoto Protokoll entwickelt. Das System entspricht auch den Anforderungen der Genfer Luftreinhaltekonvention („Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution“ - LRTAP) und den Anforderungen der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (EU NECD 2016).

In Deutschland koordiniert das Umweltbundesamt (UBA) die Erstellung, Bereithaltung und Verbesserung des Emissionsinventars in Kooperation mit diversen Stakeholdern wie zum Beispiel den Bundes- und Länderministerien und mehreren Industrieverbänden. Das UBA verwaltet die zentrale Datenbasis, die die wesentlichen Elemente der Emissionsberechnung beinhaltet (Aktivitätsdaten, Methoden mit zugehörigen Emissionsfaktoren).

Zur Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention und der neuen NEC-Richtlinie werden im Emissionsinventar für die Quellkategorien internationale und nationale Methoden verwendet:

- ▶ Methoden und Emissionsfaktoren des Handbuchs der EMEP/EEA zu Emissionsinventaren für Luftschadstoffe („Air Pollutant Emission Inventory Guidebook“ (EMEP/EEA 2016));
- ▶ Methoden, die vom UBA oder anderen in die Inventarerstellung einbezogenen Stakeholdern entwickelt wurden.

3.2 Analyse der Berichterstattung Deutschlands in Bezug auf die Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie

Wie in Kapitel 2 dieses Berichtes erwähnt, sind die Berichterstattungspflichten der neuen NEC-Richtlinie denjenigen der Übereinkunft über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (LRTAP) sehr ähnlich. Die Daten werden zum einen an die Europäische Union bzw. die Europäische Umweltagentur (EEA) und zum anderen an das Zentrum für Emissionsinventare und Prognosen („Centre of Emission Inventories and Projections“- CEIP) berichtet, das für die Sammlung und Bereitstellung der Emissionsdaten unter der Genfer Luftreinhaltekonvention verantwortlich ist.

Unter der neuen NEC-Richtlinie werden die Daten an das zentrale Datenarchiv der Europäischen Umweltagentur geliefert („Central Data Repository“ - CDR). Das Archiv ist öffentlich zugänglich über folgende Internetseite: <https://cdr.eionet.europa.eu>. Die vorliegende Schwachstellenanalyse basiert auf der Berichterstattung von Deutschland unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017, entsprechend der Verfügbarkeit im CDR am 1. Oktober 2017 (UBA 2017a, UBA 2017b, UBA 2017c, UBA 2017d).

Von der CEIP wurde in Zusammenarbeit mit der Europäischen Umweltagentur ein Bericht erstellt, der einen Überblick über die Berichterstattung aller Vertragsparteien der Genfer Luftreinhaltekonvention beinhaltet (EEA & CEIP 2017). Dieser Bericht beinhaltet auch den Stand der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie. Der Bericht beschreibt die Berichterstattung der Staaten bis zum 30. Juni 2017 entsprechend dem Standardformat, das für die Berichterstattung gefordert wird und im Anhang der EMEP Reporting Guidelines bereitgestellt wird. Der Bericht zeigt für jeden EU-Mitgliedstaat die Einhaltung von Fristen und die Vollständigkeit der Emissionsberichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie auf.

Bei der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017 waren nicht nur die jährlichen Berichtspflichten zu erfüllen (nationales Emissionsinventar, informativer Inventarbericht), sondern es mussten auch Prognosen, räumlich aufgelöste Daten und Informationen zu großen Punktquellen bereitgestellt werden.

Tabelle 9 und Tabelle 10 nennen die für Deutschland relevanten Informationen hinsichtlich Pünktlichkeit und Vollständigkeit der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017. In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt eine detaillierte Analyse der zu den Elementen berichteten Daten.

Tabelle 9: Pünktlichkeit der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017

Element	Berichtzeitpunkt	Pünktlichkeit
Nationales Emissionsinventar	13.02.2017	Rechtzeitig
Räumliche Auflösung des nationalen Emissionsinventars	26.04.2017	Rechtzeitig
Große Punktquellen	01.08.2017	3 Monate verspätet
Emissionsprognosen	16.03.2017	1 Tag verspätet
Informativer Inventarbericht (IIR)	07.02.2017	Rechtzeitig

Tabelle 10: Vollständigkeit der Berichterstattung unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017

Element	Berichtszeitraum	Vollständigkeit
SO ₂ *, NO _x , NH ₃ , NMVOC	1990-2015	OK
CO	1990-2015	OK
Prioritäre Schwermetalle (Cd, Hg, Pb)	1990-2015	OK
Nicht-prioritäre Schwermetalle	1990-2015	OK
Partikel: Gesamtschwebstaub (TSP)	1990-2015	OK
Partikel: Feinstaub (PM _{2,5} , PM ₁₀)	1995-2015	OK
Partikel: Black Carbon (BC)	2000-2015	OK
Persistente organische Verbindungen (POP)	1990-2015	OK
Aktivitätsraten	1990-2015	OK

* In der neuen NEC-Richtlinie werden als SO₂ alle Schwefelverbindungen definiert, entsprechend „SO_x“.

3.2.1 Nationales Emissionsinventar

Wie in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgezeigt, wurde der nationale Emissionsinventarbericht von Deutschland rechtzeitig übermittelt und enthielt alle erforderlichen Daten. Emissionsabschätzungen wurden nicht nur für die obligatorisch zu berichtenden Schadstoffe dokumentiert, sondern auch für alle optional zu berichtenden Schadstoffe.

Beim Vergleich der Berichterstattung unter der NEC-Richtlinie und der Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention für das Jahr 2015 sind die nationalen Gesamtemissionen (gebietsbezogene Gesamt-Emissionsmengen und national einzuhaltende Gesamt-Emissionsmengen) bei allen Schadstoffen identisch berichtet. Dies gilt auch für SO_x und SO₂, wobei die Definition unter der neuen NEC-Richtlinie alle Schwefelverbindungen umfasst. Ein Vergleich mit der Berichterstattung von Deutschland zu SO₂ unter der alten NEC-Richtlinie (2015-Übermittlung, einschließlich für 2014 abgeschätzter Emissionen) zeigt identische Werte wie in der SO_x-Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention. Dies weist darauf hin, dass bei der Berichterstattung unter der Genfer Luftreinhaltekonvention SO_x mit Schwefeldioxid gleichgesetzt wurde bzw. SO₂ in der Berichterstattung unter der alten NEC-Richtlinie bereits umfassender definiert wurde als nur für Schwefeldioxid.

3.2.2 Informativer Inventarbericht (IIR)

Der informative Inventarbericht (IIR) Deutschlands ist im Internet unter <http://iir.umweltbundesamt.de> verfügbar.

Während es unter der alten NEC-Richtlinie keine formale Anforderung zur Erstellung informativer Inventarberichte gab, enthält die neue NEC-Richtlinie Vorgaben für informative Inventarberichte. Tabelle 11 nennt die geforderten Elemente eines informativen Inventarberichts entsprechend Anhang IV, Teil 3 der neuen NEC-Richtlinie.

In der Tabelle wird zu jeder Anforderung genannt, ob der informative Inventarbericht von Deutschland das geforderte Element beinhaltet. Die Tabelle zeigt, dass alle erforderlichen Elemente im Bericht enthalten sind und dieser somit den Anforderungen an die Berichterstattung gemäß der neuen NEC-Richtlinie entspricht.

Tabelle 11: Vollständigkeit des informativen Inventarberichts (IIR) unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017

Element	Im IIR enthalten
(a) Beschreibungen, Verweise und Informationsquellen zu den spezifischen Methoden, Hypothesen, Emissionsfaktoren und Tätigkeitsdaten, sowie die Gründe für ihre Wahl	OK
(b) Beschreibung der wichtigsten nationalen Kategorien von Emissionsquellen	OK
(c) Informationen über Unsicherheiten, Qualitätssicherung und Prüfung	OK
(d) Beschreibung der institutionellen Regelung für die Erstellung des Inventars	OK
(e) Neuberechnungen und geplante Verbesserungen	OK
(f) Angaben zur Inanspruchnahme der Flexibilitätsregelungen (Artikel 5), wenn relevant	OK
(g) Angaben über die Gründe für die Abweichung von dem gemäß Artikel 4 Absatz 2 festgelegten Reduktionspfad sowie die Maßnahmen, um auf diesen Pfad zurückzukehren, wenn relevant	Nicht zutreffend
(h) Kurze Zusammenfassung	OK

3.2.3 Prognosen

Deutschland hat entsprechend der Vorgaben in Anhang IV, Teil 2 der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017 zwei Prognosen übermittelt: eine Prognose mit bereits beschlossenen Maßnahmen (WM) und eine zweite Prognose mit weiteren Maßnahmen (WaM).

Daten zu den Jahren 2040 und 2050, die nicht obligatorisch zu berichten sind, wurden von Deutschland nicht berichtet (im Bericht wird von Deutschland die Abkürzung „NR“ verwendet). Auch Prognosen für Black Carbon wurden nicht erstellt. Diese sind unter der neuen NEC-Richtlinie ebenfalls nicht obligatorisch zu berichten.

Die Emissionsberichterstattung von Deutschland erfüllt somit hinsichtlich der Prognosen alle Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie. Auch die Konsistenz mit Emissionsprognosen für Treibhausgase ist sichergestellt: Als Basis zur Berechnung zukünftiger Luftschadstoffemissionen verwendet Deutschland die Ergebnisaktivitätszeitreihen der Modellierung der Treibhausgasemissionen.

3.2.4 Große Punktquellen

Daten zu großen Punktquellen (Large Point Sources - LPS) wurden von Deutschland an die Europäische Union berichtet, jedoch 3 Monate nach Ablauf der Frist, wie in Tabelle 9 dargestellt.

Im informativen Inventarbericht (IIR) Deutschlands gibt es keine Erläuterungen zur Ermittlung der Daten zu großen Punktquellen. Auf der entsprechenden Seite im informativen Inventarbericht findet sich lediglich die Aussage, dass Deutschland große Punktquelle im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention nicht berichtet ("no point source data is reported by Germany to the LRTAP Convention").

Das Datenblatt des Berichts beinhaltet 1156 Einträge. Wesentliche Charakteristika des Datensets für große Punktquellen zeigt Tabelle 12.

Tabelle 12: Charakteristika des Datensets für große Punktquellen entsprechend der Berichterstattung Deutschlands unter der neuen NEC-Richtlinie im Jahr 2017

GNFR-Kategorie	Anzahl Einträge	Schornsteinhöhenklasse
A_PublicPower	186	Alle Quellen: > 200 m
B_Industry	302	Quellenzuordnung zu allen Größenklassen: < 45 m, 45 m - < 100 m, 100 m - < 150 m, 150 m - < 200 m, > 200 m
E_Solvents	45	Alle Quellen: < 45 m
J_Waste	21	Alle Quellen: 150 - 200 m
L_AgriOther	602	Alle Quellen: < 45 m

Den anderen GNFR-Kategorien (C_OtherStationaryComb, D_Fugitive, F_RoadTransport, G_Shipping, H_Aviation, I_Offroad, K_AgriLivestock, M_Other, N_Natural, O_AviCruise, P_IntShipping, z_Memo) wurden keine Punktquellen zugeordnet.

Anmerkung zu Schornsteinhöhenklassen und Branchenzuordnungen:

- ▶ Tabelle 12 zeigt die pauschalen Zuordnungen, die bei der Schornsteinhöhenermittlung angewendet wurden. Bei Industrieanlagen wurden verschiedene Schornsteinhöhen angegeben, aber keine Hintergrundinformationen zur Anwendung dieser Klassifizierungen berichtet.
- ▶ Kraftwerke, die als große Punktquellen berichtet werden, sind alle mit Schornsteinhöhen von mehr als 200 Metern ausgewiesen. Damit werden die Schornsteinhöhen wahrscheinlich überschätzt.

- ▶ Die meisten Quellen der GNFR-Kategorie „L_AgriOther“ sind offensichtlich Tierhaltungsanlagen, die eigentlich in der GNFR-Kategorie „K_AgriLivestock“ zu erwarten sind.

Bei den berichteten Schadstoffen ist auffällig, dass die am häufigsten berichteten Parameter NH_3 (655 Punktquellen) und NO_x (419 Punktquellen) sind. Die hohe Anzahl der Tätigkeiten mit NH_3 -Emissionen erklärt sich vermutlich durch den relativ niedrigen Schwellenwert der Berichterstattung (10 t/a).

Auffällig ist, dass für große Punktquellen keine Emissionen von $\text{PM}_{2,5}$, PAK und PCB berichtet wurden. Dies ist ein Mangel in der Berichterstattung, weil die drei Schadstoffgruppen bei großen Punktquellen obligatorisch zu berichten sind. Teilweise könnte diese fehlende Berichterstattung darauf zurückzuführen sein, dass die Werte unter den Schwellenwerten liegen.

3.2.5 Räumlich aufgelöste Emissionsdaten

Räumlich aufgelöste Emissionsdaten wurden pünktlich von Deutschland berichtet; sie bezogen sich auf sechs verschiedene Jahre (1990 bis 2015 in 5-Jahresintervallen), obwohl unter der neuen NEC-Richtlinie nur die Emissionen des Jahres 2015 obligatorisch zu berichten waren.

Die verwendete Methode ist im informativen Inventarbericht von Deutschland nachvollziehbar beschrieben. Es wurde ein Software-Tool (GRETA) entwickelt, das dem Umweltbundesamt die Erzeugung räumlich aufgelöster Emissionsdaten erlaubt, die als Eingangsdaten für die Ausbreitungsmodelle der Luftschadstoffe dienen. Damit können auch Rasterkarten entsprechend der Anforderungen der Genfer Luftreinhaltekonvention und der neuen NEC-Richtlinie berichtet werden.

Der von Deutschland übermittelte Bericht enthält 7 Schadstoffe: NO_x , SO_x , NMVOC, NH_3 , CO, PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$. Für prioritäre Schwermetalle (Cd, Hg, Pb) und POP (PCDD/F, PAK, PCB, HCB) wurden keine räumlich verteilten Emissionen berichtet (d. h. Emissionen wurden im Bericht für diese Schadstoffe als „Not Estimated“ übermittelt). Im informativen Inventarbericht (IIR) wird erwähnt, dass diese Daten künftig ergänzt werden. Räumlich aufgelöste Daten zu Black Carbon (BC) wurden nicht berichtet. Diese waren aber auch weder unter der Genfer Luftreinhaltekonvention noch unter der neuen NEC-Richtlinie obligatorisch zu berichten.

3.3 Analyse der Internationale Reviews des Luftschadstoffinventars von Deutschland

Unter der Genfer Luftreinhaltekonvention wurde ein Review-Verfahren etabliert, das vom EMEP Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP) durchgeführt wird. Das Review wird jährlich auf drei Ebenen durchgeführt:

- ▶ Review-Stufe 1: Überprüfung der Pünktlichkeit, Vollständigkeit und der richtigen Anwendung der Berichte;
- ▶ Review-Stufe 2: Synthese und Überprüfung der gesamten nationalen Übermittlung bezüglich der Konsistenz, Vergleichbarkeit, Analyse der Hauptkategorien (KCA), Trends und aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) mit Empfehlungen zur Verbesserung der Datenqualität;
- ▶ Review-Stufe 3: vertiefte Prüfung ausgewählter Inventare. Bis zu 10 Länder werden jährlich durch Review-Experten überprüft. In jedem Land erfolgt spätestens alle 5 Jahre ein Review.

Ein Review der Stufe 3 erfolgte für das deutsche Inventar zuletzt in den Jahren 2010 und 2014. Die entsprechenden Review-Berichte auf der CEIP-Internetseite veröffentlicht:

http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/review_results/stage3_country_reports

Die wesentlichen Punkte, die nach dem Review im Jahr 2010 in Teil A des Berichtes dokumentiert wurden (Key Review Findings) sind nachfolgend aufgeführt, einschließlich der Abschnittnummern im Review-Bericht (UN ECE Review 2010):

- ▶ Bereitstellung einer PDF-Version des informativen Inventarberichtes (IIR), der unabhängig vom Internet genutzt werden kann und den Review-Prozess erleichtert (Absätze 6, 9, 11)
- ▶ Emissionen vor dem Jahr 1990 werden nicht berichtet (Absatz 7)
- ▶ Detailliertere Ausarbeitung des informativen Inventarberichtes (IIR) für Einzelkategorien (z. B. Transport, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall) (Absatz 9)
- ▶ Abschätzung der Emissionen für fehlende Quellen (derzeit als "Not Estimated" berichtet), und Verbesserung der Erläuterung für die Fälle, in denen Abkürzungen verwendet werden (Absätze 12, 14, 24)
- ▶ Methodenverbesserungen von Ebene 2 zu Ebene 3 durch Verwendung von anlagenspezifischen Daten für mehrere Industrieprozesse, einschließlich der Zementherstellung (Absatz 19)
- ▶ Vollständige Einführung eines QA/QC-Systems zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle für das Luftschadstoffemissionsinventar. Einführung eines einheitlichen QA/QC-Systems für die Berichterstattung unter CLRTAP und UN FCCC, soweit möglich (Absätze 21, 24)
- ▶ Bereitstellung qualitativer Unsicherheitsdaten zu 2011 und quantitative Unsicherheitsanalyse für 2012 (Absätze 20, 24)

Die wesentlichen Punkte, die nach dem Review im Jahr 2014 in Teil A des Berichtes dokumentiert wurden (Key Review Findings) sind hier ebenfalls mit Abschnittnummern zusammengefasst aufgeführt (UN ECE Review 2014). Die fett angeführten Punkte sind wiederholt festgestellte Empfehlungen des Review-Berichtes aus dem Jahr 2010, die bis zum Review im Jahr 2014 nicht umgesetzt oder verbessert wurden:

- ▶ Große Punktquellen (LPS) werden im Bericht nicht dokumentiert (Absatz 10)
- ▶ Eine Analyse der Hauptkategorien (KCA) fehlt für die Schadstoffe in den Basisjahren (1990 bzw. 2000 für PM) (Absatz 13)
- ▶ Die Ergebnisse der Analyse der Hauptkategorien sollten für die Priorisierung der Verbesserungsmaßnahmen im Inventar verwendet werden (Absatz 14)
- ▶ Einführung eines branchenbezogenen QA/QC-Systems zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle und Verbesserungen in jeder Branche (Absatz 16)
- ▶ **Bereitstellung einer PDF-Version des informativen Inventarberichtes (IIR), der unabhängig vom Internet genutzt werden kann und den Review-Prozess erleichtert (Absatz 17)**
- ▶ Die Methode, die im informativen Inventarbericht (IIR) für Lösemittel und andere Produkte beschrieben wird, wird nicht als transparent erachtet (Absatz 18)
- ▶ Ungenauigkeiten wurden bei der Anwendung von Notation Keys festgestellt. Es wird empfohlen, die Verwendung von Notation Keys für jede Teilbranche zu begründen (Absatz 19)
- ▶ Der informative Inventarbericht (IIR) stellt nicht immer eindeutig dar, welche spezifischen Aktivitäten in den einzelnen Branchen einbezogen wurden. Dies gilt insbesondere für Industrieprozesse und die Anwendung von Lösemitteln (Absatz 20)
- ▶ Bereitstellung zusätzlicher Details zur Erläuterung von Emissionstrends, z. B. bei jährlichen Schwankungen und diskontinuierlichen Emissionsverläufen (Absatz 21)
- ▶ **Mehrere Quellen, zu denen sehr wenige Informationen bereitgestellt werden, sind als NE (Not Estimated) gekennzeichnet und nicht abgeschätzt. Es wird empfohlen, die Wichtigkeit dieser Quellen zu untersuchen und in einer Tabelle zu begründen, warum die Quellen nicht abgeschätzt werden (Absatz 23)**
- ▶ **Emissionen vor 1990 sind nicht im Bericht enthalten (Absatz 24)**
- ▶ **Einführung einer (qualitativen und quantitativen) Analyse der Unsicherheiten und Verwendung der Ergebnisse zur Priorisierung von Inventarverbesserungen (Absatz 32)**

- ▶ Einführung eines Kapitels im informativen Inventarbericht, das für jede Quellkategorie die geplanten Inventarverbesserungen beschreibt (Absatz 34)
- ▶ **Vollständige Einführung eines QA/QC-Systems zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle für das Luftschadstoffemissionsinventar (Absatz 37)**
- ▶ Aufnahme von Informationen im informativen Inventarbericht bezüglich der Verifizierung und Validierung des Inventars (Absatz 38)

Zusätzlich wurden von der Europäischen Kommission die Emissionsinventare aller EU-Mitgliedstaaten, die im Jahr 2017 unter der neuen NEC-Richtlinie berichtet wurden, einem vollständigen Review unterzogen. Die Ergebnisse wurden untersucht, zusammen mit den Reviews der Jahre 2010 und 2014 für das Umweltbundesamt tabellarisch aufgearbeitet und bei der Defizitanalyse sowie der Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen berücksichtigt.

4 Empfehlungen zur Verbesserung des deutschen Berichterstattungssystems

Die Analyse in Kapitel 3.2 und 3.3 hat gezeigt, dass der Großteil der von Deutschland unter der neuen NEC-Richtlinie berichteten Daten den Anforderungen und Zeitvorgaben hinsichtlich der in der Richtlinie geforderten Berichtspflichten entspricht.

Die identifizierten Defizite, bei denen die berichteten Informationen nicht den Anforderungen entsprechen, sind im Anhang 2 als tabellarische Übersicht gemeinsam mit Verbesserungsvorschlägen dargestellt. Die Defizite und Handlungsempfehlungen wurden mit dem Umweltbundesamt diskutiert und Prioritäten zur Verbesserung festgelegt.

In den folgenden Kapiteln werden die Defizite und Verbesserungsvorschläge im Detail beschrieben. Die mit dem UBA abgestimmten Prioritäten sind in den Überschriften in Klammern benannt. Die mit Stand von Juli 2018 im Umweltbundesamt bereits realisierten oder geplanten Umsetzungsschritte hinsichtlich der beschriebenen Inventarverbesserungsmaßnahmen werden jeweils benannt.

4.1 Adressierung der NEC-Berichterstattung im IIR (Priorität A)

Der Informative Inventory Report (IIR) von Deutschland ist derzeit vor allem für die Berichterstattung zum CLRTAP/ Göteborg-Protokoll geschrieben. Referenzen zur NEC-Richtlinie fehlen und der Text muss diesbezüglich überprüft werden.

Die notwendigen Ergänzungen sind bereits für die Berichterstattung im Jahr 2018 erfolgt. Eine erneute Überprüfung ist im Jahr 2019 vorgesehen.

4.2 Umsetzung der Review-Empfehlungen (Priorität A)

4.2.1 Analyse und Empfehlungen

Die Berichte zu Reviews unter der CLRTAP und NECD enthalten Empfehlungen für Verbesserungen. Die Empfehlungen vergangener Review-Berichte sind vom UBA nicht vollständig umgesetzt worden, so dass sie in nachfolgenden Reviews erneut genannt wurden (siehe Kapitel 3.3).

Review-Empfehlungen sollten möglichst bei der nachfolgenden Berichterstattungspflicht im Inventar umgesetzt werden oder zumindest Hinweise im Inventarbericht enthalten sein, die auf die Review-Empfehlungen eingehen und deren Berücksichtigung in künftigen Berichterstattungen beschreiben.

4.2.2 Umsetzungsplanung UBA

Das UBA plant die Umsetzung der Review-Empfehlungen im Rahmen der regulären Inventararbeit. Eine Übersicht aller Empfehlungen aller früheren Reviews und ihres Status ist im ZSE vorhanden.

Die Dokumentation zum Fortschritt der Umsetzungen erfolgt im ZSE und im Inventarbericht (IIR) und wurde dort, wo diese bisher fehlte, bereits ergänzt.

4.3 Verbesserung Notation Keys (Priorität A)

4.3.1 Analyse und Empfehlungen

Die Prüfung, Aktualisierung und korrekte Verwendung von Notation Keys ist wiederholt als Schwachstelle in Review-Berichten genannt worden. Notation Keys müssen im IIR einzeln erläutert werden.

Die Notation Keys sollten in den NFR-Tabellen geprüft werden und alle Tabellen entsprechend im IIR aktualisiert werden.

4.3.2 Umsetzungsplanung UBA

Das UBA plant, jährlich vor jeder Submission die Notation Keys in den NFR-Tabellen zu prüfen und Tabellen im IIR zu aktualisieren.

4.4 Verbesserung des Inventars zu Schwermetallen (Priorität A)

4.4.1 Analyse und Empfehlungen

Das deutsche Schwermetallinventar ist in der Vergangenheit nicht mit derselben Detailtiefe und Vollständigkeit bearbeitet worden, wie das Inventar für Treibhausgase und klassische Luftschadstoffe. Defizite werden unter anderem im NECD-Reviewbericht 2018 aufgezeigt, der das Thema Schwermetalle zum Schwerpunkt hatte und Empfehlungen zur Verbesserung benennt.

Das Schwermetallinventar sollte insbesondere hinsichtlich der Emissionsfaktoren auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft werden; dies ist zum Beispiel durch Abgleich mit der Berichterstattung anderer Länder sowie durch Literaturrecherchen und Recherchen bei Betreibern und Behörden möglich.

4.4.2 Umsetzungsplanung UBA

Dem UBA sind die Schwachstellen im Schwermetallinventar bekannt. Grundsätzlich strebt das UBA ein vollständiges Schwermetallinventar mit vergleichbarem Qualitätsstand wie für die anderen NEC-Schadstoffe an.

Das UBA hat mit der Verbesserung des Schwermetallinventars durch das UBA-Inventarteam und durch extern vergebene Projekte begonnen. Die Vervollständigung von Unsicherheiten im Schwermetallinventar erfolgt im Projekt „Globalvorhaben zu Inventarverbesserungen“, die Plausibilisierung vorhandener Emissionsfaktoren und der Vergleich mit Emissionsfaktoren anderer Länder erfolgt im hier beschriebenen „Projekt zur neuen NEC-Richtlinie“ im Arbeitspaket 4. Im UBA-Inventarteam und in den extern vergebenen Projekten werden die Empfehlungen des NECD-Reviewberichtes 2018 beachtet.

Es ist geplant, ab dem Jahr 2020 verbesserte Daten zu Schwermetallen im Inventar zu berichten.

4.5 Verbesserung des Inventars zu POP (Priorität A)

4.5.1 Analyse und Empfehlungen

Das deutsche Inventar ist auch zu persistenten organischen Schadstoffen (POP) in der Vergangenheit nicht mit derselben Detailtiefe und Vollständigkeit bearbeitet worden wie das Inventar für Treibhausgase und klassische Luftschadstoffe. Daher sind Ergänzungen des Inventars zu POP notwendig. Es fehlen u.a. die Emissionen von PCB aus dem Baubereich.

Weiterhin sollten Punkte aus dem NEC-Reviewbericht von 2018 hinsichtlich der Vollständigkeit und der Konsistenz der Zeitreihen für POP überprüft und verbessert werden. Die Empfehlungen des Reviewberichtes sollten nach dessen Fertigstellung im Herbst 2018 hinsichtlich der Einleitung konkreter Verbesserungsmöglichkeiten überprüft werden (zum Beispiel Einleitung eine Messkampagne zu PAK).

4.5.2 Umsetzungsplanung UBA

Wie bei Schwermetallen sind im UBA die Defizite im POP-Inventar bekannt. Grundsätzlich wird auch für POP ein vollständiges Inventar mit zu anderen NEC-Schadstoffen vergleichbarem Qualitätsstand angestrebt.

Mit der Verbesserung wurde durch Arbeiten im UBA-Inventarteam und in extern vergebenen Projekten begonnen. Empfehlungen zur Verbesserung des Inventars zu POP aus dem NEC-Review-Bericht 2018 werden dabei beachtet.

Eine Verbesserung des Inventars hinsichtlich PCB-Emissionen aus dem Baubereich erfolgte im UBA durch Projekte zur Messung von PAK sowie durch die in Kapitel 5 (S. 57) dokumentierten Recherchen.

Es ist geplant, ab dem Jahr 2022 verbesserte POP-Daten im Inventar zu berichten.

4.6 Berechnung von Adjustments (Priorität A)

4.6.1 Analyse und Empfehlungen

Die Berechnung von Anpassungen (Adjustments) ändert sich in Zukunft mit den Minderungsverpflichtungen der neuen NEC-Richtlinie. Die aktuell verwendeten Methoden führen zu unerwünschten Nebeneffekten, wie etwa positive Adjustmentwerte im Straßenverkehr ab 2020.

Die Neuberechnung der Anpassungen sollte rechtzeitig erfolgen, um eine Übereinstimmung mit den Anforderungen der neuen NEC-Richtlinie zu erreichen.

4.6.2 Umsetzungsplanung UBA

Derzeit gibt es im UBA noch keine Planung zur Neuberechnung der Adjustments. Es ist geplant, ab dem Jahr 2022 die Neuberechnung der Adjustments durchzuführen.

4.7 Berichterstattung zu großen Punktquellen „LPS“ (Priorität B)

4.7.1 Analyse und Empfehlungen

Im Jahr 2017 hat das UBA Daten zu großen Punktquellen (LPS) bereitgestellt, die nicht alle GNFR-Kategorien berücksichtigen und bei einer Kategorie offensichtlich fehlerhaft sind (siehe Kapitel 3.2.4). Die Methodik zur Herleitung der Schornsteinhöhen ist im IIR kurz erläutert als sektorspezifische pauschale Zuordnung der Schornsteinhöhe zu einer von fünf Größenklassen, da genauere Daten beim Umweltbundesamt nicht vorliegen. Die Emissionen von PM_{2,5}, PAK und PCB aus großen Punktquellen werden bisher nicht berichtet.

Im IIR wird bisher nicht explizit erwähnt, ob eine Konsistenzprüfung zwischen den berichteten Daten und den Daten des E-PRTR erfolgte und - falls diese durchgeführt wurde - wie das Ergebnis der Konsistenzprüfung ausgefallen ist. Das Umweltbundesamt hat mitgeteilt, dass die Daten direkt aus dem E-PRTR übernommen werden, so dass keine Konsistenzprüfung nötig ist.

Zur Verbesserung der LPS-Berichterstattung werden die folgenden Schritte empfohlen:

1. Überprüfung der Methode zur Abschätzung von Schornsteinhöhenklassen für jede Punktquelle hinsichtlich der im Jahr 2017 unter der neuen NEC-Richtlinie berichteten Daten.
2. Überprüfung der Branchenzuordnung einzelner Punktquellen, da in der Übermittlung des Jahres 2017 offensichtlich eine fehlerhafte Zuordnung zur Kategorie „L_AgriOther“ erfolgt ist.
3. Verbesserung der Schornsteinhöhenabschätzung, wenn die Überprüfung der pauschalen Zuordnung zu Kategorien zum Schluss kommt, dass eine Verbesserung erforderlich ist. Idealerweise sollte die Berichterstattung auf den tatsächlichen Schornsteinhöhen basieren und von Betreibern oder Genehmigungsbehörden zur Verfügung gestellt werden. Für Punktquellen, für die keine Betreiber- oder Behördendaten vorliegen, sollte eine Methode verwendet werden, mit der die Schornsteinhöhe systematisch abgeschätzt wurde, beispielsweise basierend auf verfügbaren

Schornsteinhöhen von Anlagen der gleichen Kategorie oder durch den Vergleich mit Schornsteinhöhen ähnlicher Anlagen in anderen Ländern.

4. Erstellung einer nachvollziehbaren Dokumentation der verwendeten Methode zur Schornsteinhöhenabschätzung im IIR. Die Dokumentation sollte insbesondere methodische Beschreibungen folgender Punkte umfassen: (1) Ableitung von Schornsteinhöhen, (2) Zuordnung von NFR-Quellgruppen, (3) Ableitung von PM_{2,5} Emissionen und, wo möglich, (4) Vervollständigung für alle verlangten Schadstoffe.
5. Die Konsistenz zwischen den Daten für große Punktquellen (LPS) und dem Emissionsinventar sollte überprüft und die Ergebnisse der Prüfung beschrieben werden. Neben der Übereinstimmung der Anzahl der Punktquellen sollte die Summe der LPS-Emissionen eines Sektors nicht die nationalen Emissionsinventardaten des jeweiligen Sektors überschreiten.
6. Es sollte eine Methode zur Berichterstattung von PM_{2,5}-, PAK- und PCB-Emissionen großer Punktquellen entwickelt werden, um die bisher fehlenden Emissionen ergänzen zu können.

4.7.2 Umsetzungsplanung UBA

Im Arbeitspaket 4 des hier dokumentierten Projektes hat das UBA eine Prüfung der Konsistenz der bisherigen pauschalen Zuordnung der Schornsteinhöhen zu Kategorien vorgesehen, die ggf. Verbesserungen benötigen. Zudem ist die Dokumentation der eingesetzten Methodik im Projekt vorgesehen.

Ab dem Jahr 2021 ist geplant, verbesserte Daten zu großen Punktquellen im Inventar zu berichten.

Die Konsistenz von E-PRTR-Daten und Daten in der Emissionsberichterstattung ist gegeben; hier ist vom Umweltbundesamt vorgesehen, diese Konsistenz im IIR zu dokumentieren.

Zur Verbesserung der Berichterstattung zu Emissionen von PM_{2,5}, PAK und PCB aus großen Punktquellen hat das UBA noch keine Vorgehen festgelegt. Zunächst ist geplant, mehr Informationen zu den Emissionen dieser Schadstoffe zu erheben, um anschließend eine systematische Verbesserung der Berichterstattung vorzunehmen.

4.8 Berichterstattung von Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle und POP (Priorität B)

4.8.1 Analyse und Empfehlungen

Vom UBA werden bisher keine Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle (Cd, Hg, Pb) und für POP (PCDD/F, PAK, PCB, HCB) berichtet. Es wurde zwar ein Werkzeug („GRETA“) mit einer hohen Auflösung zur räumlichen Verteilung der wesentlichen Schadstoffe und Partikel entwickelt, aber dessen Anwendung war im Jahr 2017 noch nicht für Schwermetalle und POP möglich.

In Abschnitt 10.2 des informativen Inventarberichtes wird bereits erläutert, dass Schwermetalle und POP zukünftig im Tool ergänzt werden. Es wird empfohlen durch Ergänzung des Tools „GRETA“ rechtzeitig sicherzustellen, dass Rasterdaten für prioritäre Schwermetalldaten vor der Berichterstattung im Jahr 2021 vollständig berichtet werden können.

4.8.2 Umsetzungsplanung UBA

Im UBA ist die Notwendigkeit der Ergänzung des Tools „GRETA“ zur künftigen Berichterstattung von Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle und POP bekannt. Details zur Umsetzung wurden noch nicht festgelegt.

Das UBA plant, ab dem Jahr 2021 verbesserte Rasterdaten für prioritäre Schwermetalle im Inventar berichten zu können.

4.9 Berichterstattung zu Unsicherheiten (Priorität B)

4.9.1 Analyse und Empfehlungen

Die Betrachtung der Unsicherheiten bei der Emissionsberichterstattung hat sich in der Vergangenheit auf Treibhausgase konzentriert. Dadurch fehlen im Inventar Unsicherheiten; die bisher im Inventar enthaltenen Angaben zu Unsicherheiten wurden nur unzureichend dokumentiert.

Die Berechnungen zu Unsicherheiten sollten in Zukunft auf alle Schadstoffe ausgeweitet und die Ergebnisse qualitätsgesichert werden.

4.9.2 Umsetzungsplanung UBA

Im UBA ist die Notwendigkeit der Ergänzung der Unsicherheiten bekannt. Mit der Verbesserung wurde durch eine Reihe von Arbeiten im UBA-Inventarteam und im Projekt „Globalvorhaben zum Emissionsinventar“ begonnen. Ein Vergleich der Unsicherheiten mit Informationen aus dem 2016er Guidebook sowie den Inventaren aus den Niederlanden, Österreichs und Spaniens wird in Arbeitspaket 4 des hier dokumentierten „Projektes zur NEC-Richtlinie“ vorgenommen. Erste Ergebnisse wurden im September/Oktober 2018 vorgelegt (siehe Kapitel 6, Seite 76). Es ist geplant, ab dem Jahr 2022 verbesserte Unsicherheiten im Inventar dokumentieren zu können.

4.10 Berichterstattung zu Black Carbon (Priorität B)

4.10.1 Analyse und Empfehlungen

Emissionen von Black Carbon werden derzeit nur mit dem rudimentären Guidebook-Verfahren berechnet; diese Methode berücksichtigt die nationalen Umstände nicht. Die Berechnungen sollten in Zukunft detailliert erfolgen und nationale Daten, soweit vorhanden, mit einbeziehen.

4.10.2 Umsetzungsplanung UBA

Im UBA ist die Notwendigkeit der Ergänzung der Black Carbon-Daten bekannt. Mit der Verbesserung wurde durch Arbeiten im Projekt „Globalvorhaben zum Emissionsinventar“ begonnen.

Es ist geplant, ab dem Jahr 2020 verbesserte Emissionen zu Black Carbon im Inventar zu berichten.

4.11 Unterteilung von Feinstaubemissionen (Priorität C)

4.11.1 Analyse und Empfehlungen

Die Unterscheidung der Feinstaubemissionen in filterbar und kondensierbar ist derzeit im Inventar des Umweltbundesamtes nicht gegeben. Emissionsfaktoren zu Feinstaubemissionen sind nicht in allen Fällen dokumentiert. Deshalb ist eine getrennte Ausweisung bisher nicht möglich.

Eine Verbesserung der Transparenz bezüglich der Frage, welche Quellgruppen welche Fraktionen des Feinstaubes enthalten, sollte künftig in der Berichterstattung erfolgen. Dazu sind Literaturrecherchen und Messungen notwendig, auf deren Grundlage die Emissionsfaktoren getrennt ermittelt und entsprechend berichtet werden können.

4.11.2 Umsetzungsplanung UBA

Derzeit gibt es im UBA noch keine detaillierte Planung zur Vorgehensweise, um eine getrennte Ausweisung von filterbaren und kondensierbaren Feinstäuben im Inventar zu erreichen.

Eine Annäherung kann möglicherweise im Projekt der Luftabteilung des UBA zu Black Carbon erfolgen. In zukünftigen Messprojekten soll die Problematik Berücksichtigung finden, um entsprechende Erkenntnisse zu gewinnen. Es ist geplant, für ab 2025 Ergebnisse vorzulegen.

5 Verbesserung der Berichterstattung zu POP hinsichtlich PCB-Emissionen aus offenen Anwendungen im Baubereich

Entsprechend der mit Priorität A eingestuften Empfehlung an das Umweltbundesamt, Verbesserungen des Inventars im Bereich der POP-Emissionen durchzuführen (s. Kapitel 4.5, S. 53) werden im Folgenden Recherchen in diesem Bereich dokumentiert. Die Zusammenführung der Erkenntnisse mit Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren findet sich in Kapitel 5.7 (S. 71).

5.1 Hintergrund

In Deutschland wurden laut den Erkenntnissen einer UBA-Studie¹ aus dem Jahr 2015 (Weber und Herold 2015) ca. 85.000 Tonnen PCB² eingesetzt, hiervon rund 24.000 t im Bausektor, schwerpunktmäßig als Fugenmassen (rund 20.000 t) sowie Farben und Lacke (rund 4.000 t) (Weber und Herold 2015). Der Einsatz im Bausektor konzentrierte sich dabei auf Westdeutschland und Westberlin, für Ostdeutschland wird nicht von einem nennenswerten Einsatz ausgegangen. Betroffen sind schwerpunktmäßig Gebäude, die zwischen den 1950er Jahren und bis 1975 errichtet wurden (Weber und Herold 2015). Für das Gebiet der ehemaligen DDR gibt es keinen Nachweis über das Vorkommen von PCB in der Bausubstanz und es wird nicht von einem nennenswerten Einsatz im Bausektor ausgegangen.

In Westdeutschland erstreckte sich der Einsatz über öffentliche Gebäude (Schulen, Kindergärten, Universitäten) und Wohngebäude als auch andere Bauwerke (Brücken, Unterführungen). Es wird davon ausgegangen, dass ein großer Teil der eingesetzten PCB-haltigen Materialien in Deutschland noch im Bestand enthalten ist und PCB Emissionen in die Luft hieraus resultieren. Messungen, insbesondere in öffentlichen Gebäuden, zeigen regelmäßig Konzentrationen in der Innenraumluft, bei denen eine Gesundheitsgefährdung nicht mehr ausgeschlossen werden kann (Weber und Herold 2015). Während die Bundesregierung in einer Antwort auf eine kleine Anfrage angibt, dass in den vergangenen 10 Jahren keine PCB-Vergiftungsfälle in Deutschland bekannt geworden sind (Bundesregierung 2014), weisen diverse Berichte und Veröffentlichungen darauf hin, dass sehr wohl entsprechende Fälle zu verzeichnen sind (Haase et al. 2016; Kraus et al. 2012; Wilhelm et al. 2007), wobei anzumerken ist, dass sich diese Studien schwerpunktmäßig auf industrielle PCB-Quellen als Ursache beziehen.

Für eine Abschätzung der jährlichen PCB-Emissionen aus dem Gebäudebestand bestehen zentrale Fragen bzgl.

- ▶ Aktivitätsrate sowie
- ▶ Emissionsfaktor.

Aktivitätsrate: Ein Einsatz von PCB in Gebäuden findet seit ca. 1975 nicht mehr statt. Relevant für die Emissionen ist die (noch) im Bestand vorhandene Menge an PCB. Es liegt daher nahe, diese als Grundlage für die AR für die Modellierung heranzuziehen. Die Herausforderungen hierbei bestehen darin, diese Menge abzuschätzen.

Emissionsfaktor: Der Emissionsfaktor muss die Berechnung der jährlichen Emissionen auf Basis des PCB-Bestandes in Gebäuden ermöglichen. Die Herausforderung liegt hierbei darin, dass zwar verschiedene Messungen zu PCB-Gehalten bspw. in Fugenmassen verfügbar sind, diese jedoch keine Rückschlüsse auf die emittierten Mengen PCB pro PCB im Gebäudebestand zulassen.

¹ UFOPLAN Vorhaben FKZ 3712 65 407 1 „Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der POP-Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung“

² Davon ca. 72.500 t in Westdeutschland und rund 12.500 t in der ehemaligen DDR (Detzel et al. 1998).

5.2 Ausgangspunkt: UBA-Studie Weber und Herold 2015

Um die PCB Menge im Gebäudebestand abzuschätzen, kann (wie auch in der Leistungsbeschreibung zum Vorhaben beschrieben) auf Ergebnisse aus einem vorherigen Forschungsvorhaben aufgebaut werden (UFOPLAN FKZ 3712 65 407 1 „Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der POP-Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung“). Hier wurde die eingesetzte Menge PCB in Fugenmassen auf 20.000 t abgeschätzt. Hinzu kommen rund 4.000 t in Farben und Lacken (Weber und Herold 2015). Diese Mengenangaben zur PCB-Verwendung stammen zum Teil aus einem älteren UBA-Forschungsvorhaben (Detzel et al. 1998). Zugleich wird die Abschätzung geliefert, dass hiervon 50-80 % noch im Bestand vorhanden seien. Diese Abschätzungen wurden auf Basis einer Expertenkonsultation vorgenommen. Tabelle 13 fasst die zentralen Daten und Abschätzungen zur PCB-Verwendung im Bausektor von (Weber und Herold 2015) zusammen.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Daten von Weber und Herold (2015)

PCB-Verwendung	Verwendete Menge [t]	Geschätzter Anteil noch im Bestand, 2015	Geschätzte Menge, noch im Bestand 2015 [t]
Fugenmassen	20.000	50-80 %	10.000-16.000
Lacke und Farben	<4.000	50-80 %	2.000-3.2000

Vom Umweltbundesamt wurde bezüglich dieser Daten und Annahmen, welche eine mögliche Grundlage für die Aktivitätsrate in der Emissionsberichterstattung darstellen, der Wunsch nach einer Validierung geäußert. Das Vorgehen hierzu wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

5.3 Validierung der Informationen von Weber und Herold (2015)

Bezüglich einer Validierung der Daten von Weber und Herold (2015) werden verschiedene Daten- und Informationszugänge geprüft, um ergänzende Erkenntnisse zu PCB-Verwendung und Verbleib zu gewinnen. Hierunter fallen:

- ▶ Öffentliche Statistiken
- ▶ Antworten der Bundesregierung auf einschlägige kleine Anfragen
- ▶ Erkenntnisse aus aktuellen Forschungsvorhaben
- ▶ Studien und Literaturquellen

5.3.1 PCB-Verwendungsmengen

Die Angaben von Weber und Herold (2015) stammen z.T. aus einer älteren UBA-Studie von Detzel et al. (1998). Diese Studie wurde daher in einem ersten Schritt von den Gutachtern beschafft und geprüft. Detzel et al. (1998) haben auf Basis von Produktionsdaten der Hersteller PCB-haltiger Produkte bis 1984 sowie von Import- und Exportdaten eine Abschätzung der inländischen Verwendung in Deutschland vorgenommen. Unter Berücksichtigung weiterer Daten, insbesondere der älteren UBA-Studie „Herkunft und Verbleib PCB-haltiger Rückstände“ (UBA Forschungsbericht Nr. 103 02 119), erfolgt eine Quantifizierung der Anwendung im Bereich der Dichtungsmassen, Lacke usw., für den eine Menge von 24.000 t angegeben wird. Demgegenüber steht eine Gesamtmenge von 83.000 t in Gesamtdeutschland und 72.500 t in Westdeutschland. Der Anteil der Anwendung im Bereich der Dichtungsmassen, Lacke usw. beläuft sich somit auf rund 33 %. Die Mengen entsprechen denen, welche bei Weber und Herold (2015) angegeben werden.

Zahlen zur weltweiten und regionalen Verwendung von PCB in verschiedenen Anwendungen finden sich auch bei Kimbrough und Jensen (1989). Die hier berichteten Zahlen stützen sich auf OECD Daten

zur Produktion, Auskünfte von Herstellern (u.a. Monsanto, Bayer) sowie Import und Exportdaten. Diese Daten umfassen jedoch nicht den kompletten relevanten Zeitraum, sondern beschränken sich bei der Produktion auf die Jahre 1973-1984 und somit auf einen Zeitraum, in dem in Deutschland kein PCB für offene PCB-Anwendungen mehr produziert wurde (nach dem Verbot von offenen PCB Anwendungen, Goßler und Höhle 1991), bei Importen und Exporten auf die Jahre 1973-1980, wobei hier das Jahr 1979 fehlt. Für diesen Zeitraum (1973-1978 sowie 1980) wird ein Verbrauch in Deutschland von rund 28.000 t angegeben. Dieser wird den Bereichen Transformatoren, Kondensatoren und Hydrauliköle zugeordnet, andere Anwendungsbereiche werden als nicht relevant eingeschätzt, was auf den Beschluss des Rates der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) von 1973 zum Verbot von offenen PCB-Anwendungen zurückgeführt werden kann (Goßler und Höhle 1991). Die Firma Bayer stellte den Verkauf von PCB für offene Anwendungen bereits 1972 ein (Goßler und Höhle 1991). Weber und Herold geben den Verwendungszeitraum für PCB im Baubereich von 1960 bis 1974 an (Weber und Herold 2015). Aufgrund der Lückenhaftigkeit und unterschiedlicher Zeiträume ist auf dieser Basis keine Validierung der Angaben von (Weber und Herold 2015) möglich.

Knetsch (2016) liefert ebenfalls eine Übersicht über globale Produktionsmengen sowie deutsche Produktion und Verbrauch auf Basis einer Auswertung verschiedener Studien³. Die hier berichteten Mengen für Deutschland entsprechen den Angaben von Weber und Herold (2015) sowie Detzel et al. (1998), wobei letztere Quelle soweit ersichtlich eine wesentliche Datengrundlage für Knetsch (2016) dargestellt hat.

Fiedler (2001) gibt neben globalen Zahlen (1.5 Mio. t PCB Produktion) wiederum Produktions- und Verwendungsmengen für Deutschland an. Für die Verwendung in Deutschland werden Angaben von Bayer für die Jahre 1974-1985 ausgewertet sowie Import- und Exportdaten. Als Verbrauch für offene Anwendungen werden 23.000 t angegeben (vor dem Zeitraum `74-`85).

Tabelle 14 liefert eine Übersicht der Angaben zur globalen und deutschen PCB Produktion sowie zur Verwendung. Wie beschrieben stammen die Angaben von Fiedler (2001) und Kimbrough und Jensen (1989) direkt von Herstellern sowie nationalen und internationalen Statistiken. Bei Knetsch (2016) lässt sich nicht in Gänze nachvollziehen, aus welchen Studien bzw. Quellen welche Informationen bezogen wurden. Wagner et al. (2014) stützen sich wiederum auf andere Studien. Bezüglich den weiteren Quellen sei auf die obigen Ausführungen verwiesen.

Es lässt sich feststellen, dass bzgl. der globalen Produktion mit Mengen zwischen 1,3 und 1,5 Mio. t ein einheitliches Bild besteht. Bezüglich der Produktion in Deutschland bewegen sich die Angaben zwischen 144.000 und 159.000 t, was wiederum ein gutes Maß an Übereinstimmung bedeutet. Bezüglich des Verbrauchs in Deutschland in offenen Anwendungen liegen zwar drei Informationen vor, die Angabe von (Knetsch 2016) stammt aber ggf. aus der Studie von Detzel et al. (1998). Fiedler (2001) liefert hier jedoch nur geringfügig abweichende Zahlen.

³ Konkret benannt werden hier:

de Voogt P, Brinkmann UAT. 1989. In Kimbrough, Jensen, eds, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 3-45.

Hillejan U, Schaafhausen von J. 1990. Herkunft und Verbleib PCB-haltiger Rückstände, BSM Gesellschaft für Betriebsberatung mbH. FuE-Vorhaben 103 02 119, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Düsseldorf.

Schaafhausen von J, Gramenz JP. 1993. Aufkommen und Verbleib von PCB-Abfällen in der ehemaligen DDR sowie Herkunft und Entsorgung von PCB-Abfällen aus wehrtechnischen Geräten, aus Geräten bei der Bundesbahn (Reichsbahn) und Bundespost und von PCDM-Abfällen aus dem Bergbau, FuE-Vorhaben 103 50 204, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.

Knetsch G 2011. Auswahl und Bewertung von Daten aus Umweltbeobachtungsprogrammen zur Bilanzierung von polychlorierten Biphenylen- Modelltheoretische Ansätze der Integration, http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FU-DISS_thesis_000000035463.

Tabelle 14: Daten zu Produktion und Verwendung von PCB

Größe	Detzel et al. 1998 [t]	Knetsch 2016 [t]	Kerscher und Roscher 2001 [t]	Wagner et al. 2014 [t]	Kimbrough und Jensen 1989 [t]	Fiedler 2001 [t]
Globale Pro- duktion bis 1985	>1.000.000	1.325.810	1.500.000	1.300.000	1.500.000	1.500.000
Produktion (D)	144.000 (West-D)	159.052	(nicht be- richtet)	(nicht be- richtet)	144.052 t (West-D, bis `85) 70.470 t (1973-1984)	57.590 t (West-D, 1974-1983)
Verbrauch (D)	72.500	103.000 t	(nicht be- richtet)	(nicht be- richtet)	> 48.000 (West-D, '73-'84)	(nicht be- richtet)
Menge (Ver- brauch) in of- fenen Anwen- dungen (D)	24.000	24.000	(nicht be- richtet)	(nicht be- richtet)	(nicht berich- tet)	23.000

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keine Hinweise darauf bestehen, dass die von Weber und Herold (2015) angegebene Menge von 24.000 t in Zweifel zu ziehen ist. Es besteht eine Übereinstimmung mit den anderen Quellen, die diesbezüglich gefunden werden konnten. Die Datenquellen (Produktionsstatistiken, Import- und Exportstatistiken und/oder Herstellerinformationen) stellen eine Datengrundlage dar, die grundsätzlich als valide einzustufen ist. Weitere, vergleichbar robuste Quellen sind aufgrund des zeitlichen Abstands zur Bezugsperiode nicht verfügbar.

5.4 Verbleibsmenge / PCB im Bestand

5.4.1 Abschätzungen der Anzahl der Gebäude mit PCB-Belastung

Insgesamt lässt sich eine sehr schwache Datenlage zur PCB Menge im Gebäudebestand feststellen. Ein Kataster PCB-belasteter Gebäude existiert in Deutschland nicht. Vorhandene Informationen zum Gebäudebestand (unabhängig von PCB Mengen) liegen lediglich relativ hoch aggregiert vor. Die Bundesregierung antwortete auf zwei kleine Anfragen der Fraktion DIE LINKE, dass auf Bundes- und Länderebene keine Informationen zu PCB-belasteten öffentlichen Gebäuden vorliegen würden (Bundesregierung 2018, 2014). Es sei auch nicht bekannt, bei wie vielen öffentlichen Gebäuden Sanierungen durchgeführt wurden, welche eine Entfernung der PCB-belasteten Materialien umfassten (Bundesregierung 2014).

Dessen ungeachtet liegen Erhebungen aus verschiedenen Bundesländern, z. B. aus West-Berlin, Nordrhein-Westfalen und Bayern vor. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in Deutschland die PCB-Belastung von Gebäuden üblicherweise anhand der jeweiligen landeseigenen PCB-Richtlinie beurteilt wird. Danach gelten Gebäude als unbelastet, wenn die PCB-Konzentration in dauerhaft genutzten Räumen unter 300 ng/m^3 liegt, selbst wenn PCB-haltige Materialien vorhanden sind (z.B. in Außenfugen). Es wird meist nur eine Auswahl an Räumen im Gebäude beprobt. Flure, Keller- und Technikräume werden von der PCB-Richtlinie nicht erfasst.

West-Berlin

Fromme et al. (1996) führten PCB-Messungen in allen Schulen und Kindergärten im ehemaligen Westberliner Bezirk Tiergarten durch. In 13 % der Schulen und 4 % der Kindergärten wurden Raumluftkonzentrationen über 300 ng PCB/m³ gemessen.

Nordrhein-Westfalen

2004 ließ das Land Nordrhein-Westfalen (NRW) alle 4.260 Gebäude auf PCB untersuchen, die sich im Besitz des landeseigenen Bau- und Liegenschaftsbetriebs (BLB NRW) befinden. Man stellte fest, dass 12 % der landeseigenen Gebäude eine PCB-Belastung haben (Finanzministerium NRW 2013). In den betroffenen 506 Gebäuden wurden Maßnahmen durchgeführt bzw. sind Maßnahmen geplant⁴.

Bayern

Bei einer landesweiten Erhebung an allen bayerischen Schulen, Kindergärten, -krippen und -horten ergab sich bei 53 % der Gebäude (8296 von 15470) ein Hinweis auf PCB (Bayer. Staatsministerium 2002). Raumluftmessungen fanden in 7326 der PCB-verdächtigen Gebäude statt. Bei 478 (6,5%) der PCB-verdächtigen Gebäude wurde die Konzentration von 300 ng PCB/m³ überschritten, das sind 3 % aller Schulen und Kindergärten in Bayern. Bei weiteren 3 % konnte eine Überschreitung nicht ausgeschlossen werden.

Ausblick: Situation in anderen Ländern

In Deutschland wird bisher die Gefährdung durch PCB in Baumaterialien anhand der PCB-Richtlinie (Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden) beurteilt. Eine Gefährdung der Bevölkerung wird allein für die Nutzer belasteter Gebäude angenommen und wird über die in Innenräumen mit der Atemluft aufgenommene PCB-Menge bewertet.

In anderen Ländern wird bereits das Vorhandensein von PCB als Gefahr gesehen. Zudem verlangt die Stockholmer Konvention, dass alle Vertragsparteien PCB-haltige Materialien bis 2025 aus der Verwendung nehmen und bis 2028 auf umweltverträgliche Weise beseitigen⁵. In verschiedenen Ländern wurden Messprogramme initiiert und es wurden Anstrengungen unternommen, PCB-haltige Bauprodukte zu identifizieren und die Anzahl der betroffenen Gebäude und/oder die noch verbliebene PCB-Menge abzuschätzen:

Dänemark

In Dänemark wurden landesweit Gebäude untersucht, die in der PCB-Verwendungszeit (1950-1986) errichtet oder saniert wurden (Langeland und Jensen 2013, Langeland 2018).

Etwa ein Drittel des Gebäudebestands in Dänemark wurde zwischen 1950 und 1977 errichtet, der Zeit in der in Dänemark PCB-haltige Baumaterialien Verwendung fanden. Die in Wohnungen und Schulen verbaute PCB-Menge wird auf 1500 t geschätzt (Egsmose et al. 2016). Die landesweite Untersuchung von 1758 Gebäuden auf PCB-haltige Materialien sowie PCB-Belastung der Innenraumluft in Dänemark zeigte:

- In 75 % der Einfamilienhäuser und in 80 % der Schulen aus dieser Zeit sind PCB-haltige Materialien vorhanden. Gebäude wurden als PCB-kontaminiert eingestuft, wenn die PCB-Konzentration in Baumaterialien über dem Grenzwert von 0,1 mg PCB/kg lag, der in Dänemark für Recyclingbaustoffe⁶ eingehalten werden muss.

⁴ Solange der Gefahrenwert der PCB-Richtlinie (3000 ng/m³) nicht überschritten ist, beschränken sich diese Maßnahmen meist auf häufigere Fensterlüftung und kürzere Reinigungsintervalle

⁵ <http://chm.pops.int/Implementation/IndustrialPOPs/PCBs/Overview/tabid/273/Default.aspx>

⁶ Für Deutschland ist in der geplanten Ersatzbaustoffverordnung ein Grenzwert von 0,15 mg/kg für die Summe aus 7 PCB-Kongeneren (Summe der 6 Indikator-PCB + PCB-118) in Diskussion

- Abhängig von der Art des Gebäudes enthielten zwischen 15 % und 40 % der untersuchten Gebäude aus der PCB-Verwendungszeit Materialien mit PCB-Konzentrationen > 50 mg/kg. Diese Materialien müssen als gefährlicher Abfall entsorgt werden. Das betrifft mehr als 480.000 Gebäude in Dänemark.
- In mehr als 21 % der untersuchten Gebäude aus der Zeit 1950–1977 wurden Raumluftkonzentrationen von mehr als 300 ng PCB/m³ gemessen. Das betrifft mehr als 252.000 Gebäude in Dänemark.
- Quellen der PCB-Belastung waren Fugenmassen (um Fenster und Türen, zwischen Gebäudeteilen), Farben (strapazierfähiger Anstrich auf Wänden und Böden, Anstrich auf Metall) und Kondensatoren von Leuchtstofflampen.
- Auch in manchen Gebäuden mit Bauzeit 1978–1986 wurden erhöhte PCB-Konzentrationen in der Raumluft gemessen. Ursache waren PCB-haltige Lampenkondensatoren.

In Schulen wurden häufiger hohe PCB-Konzentrationen in Fugenmassen gemessen als in anderen öffentlichen Gebäuden. In 31% der untersuchten Schulen aus der PCB-Verwendungszeit wurden PCB-Konzentrationen in Fugenmassen ≥ 5.000 mg/kg, meist ≥ 100.000 mg/kg gefunden.

Schweiz

In der Schweiz wurden landesweit Fugenmassen von Betongebäuden der Bauzeit zwischen 1955 und 1975 untersucht (Kohler et al. 2005). Die Ergebnisse zeigten, dass in der Schweiz in diesem Zeitraum PCB in großem Umfang als Weichmacher in Fugenmassen verwendet wurde. Von insgesamt 1348 beprobten Fugenmassen enthielten 567 (42 %) PCB in Konzentrationen von mehr als 50 mg/kg. 279 Fugenmassen (21 % der Proben) enthielten mehr als 1 % PCB, und 129 Fugenmassen (9,6 % der Proben) mehr als 10 % PCB. Die höchste gemessene PCB-Konzentration lag bei 55 %, d. h. mehr als die Hälfte dieser Fugenmasse bestand aus reinem PCB. Die höchsten PCB-Konzentrationen wurden zudem in Fugenmassen von Gebäuden gemessen, die zwischen 1966 und 1971 gebaut wurden: ein Drittel enthielt mehr als 1 % PCB. In 160 Räumen mit PCB-haltigen Fugenmassen im Innenbereich wurde die Raumluftkonzentration bestimmt. In 94 Räumen (59 %) lag sie höher als 300 ng PCB/m³ und in acht Räumen (5 % der Messungen in Räumen mit Innenfugen) höher als 3.000 ng PCB m³. Die mittlere Konzentration lag bei 790 ng PCB/m³.

Schweden

In Schweden wurden zwischen 1956 und 1973 etwa 200 t PCB in Fugenmassen und 20–30 t in Bodenbeschichtungen verwendet (Johansson 2010). Nachdem Ende der 1990er Jahre offensichtlich wurde, dass PCB aus diesen Materialien freigesetzt wird, wurden Anstrengungen unternommen, diese Quellen zu beseitigen. Behörden, Bau- und Immobilienwirtschaft bemühten sich zusammen um Lösungen und erarbeiteten gemeinsam Informationsmaterial und Handlungsempfehlungen (Johansson 2010). Seit 2007 ist gesetzlich vorgeschrieben, dass Gebäude und Bauwerke, die zwischen 1956 und 1973 errichtet wurden, auf PCB in Fugenmassen und Bodenbeschichtungen untersucht und ggf. saniert werden müssen. Die Sanierungen hatten auf umweltverträgliche Weise erfolgen und mussten – abhängig vom Typ des Gebäudes – bis Mitte 2011 bzw. 2013 abgeschlossen sein (Johansson 2010).

USA

In den USA gilt das Vorhandensein von Baumaterialien mit einem PCB-Gehalt von mehr als 50 mg/kg als unerlaubte Verwendung („unauthorized use“, Herrick 2010). Jedoch besteht für die Gebäudeeigentümer keine Pflicht zur Beprobung. Die US-amerikanische Umweltschutzbehörde EPA geht davon aus, dass in den USA in zahlreichen Schulen und anderen Gebäuden, die zwischen 1950 und 1979 gebaut oder renoviert wurden, PCB-haltige Baumaterialien vorhanden sind (US-EPA 2018). In den USA sind Schulen von der PCB-Problematik besonders betroffen, da gerade in der Zeit der größten PCB-Verwendung im Bausektor Schulgebäude in großem Umfang neu errichtet wurden (Herrick et al. 2016). 1999 gab es in den USA 78.300 öffentliche Schulen, von diesen waren etwa 48.000 (62 %) zwischen 1950 und 1984 neu erbaut worden (Herrick et al. 2016). Herrick et al. (2016) werteten 5 Studien zur Häufigkeit des Vorkommens PCB-haltiger Fugenmassen aus. Damit schätzten sie ab, dass es in den USA 12.960 bis 25.920 Schulen gibt, in denen PCB-haltige Fugenmassen verbaut sind, d.h. in 17 % bis 33 % aller Schulen in den USA sind PCB-haltigen Fugenmassen vorhanden. Herrick et al. (2016) weisen darauf hin, dass die Zahl der Schulen mit PCB-Belastung tatsächlich noch höher ist, da PCB-haltige Farbanstriche, PCB-Lampenkondensatoren oder andere PCB-haltige Materialien in der Abschätzung nicht berücksichtigt sind.

5.4.2 Rechnerische Abschätzung der Verbleibsmenge in Deutschland

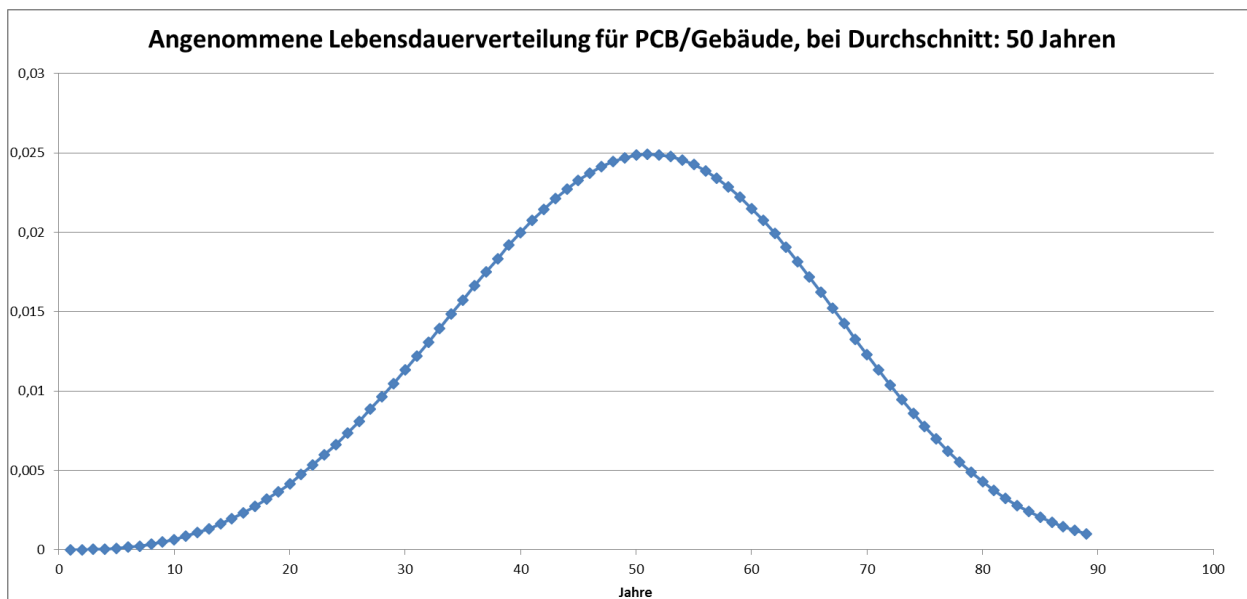
Aus einigen Gebäuden in Deutschland mussten in den drei letzten Jahrzehnten PCB-haltige Materialien entfernt werden, weil bei Messungen der Grenzwert der PCB-Richtlinie von 3.000 ng PCB/m³ (bzw. 9.000 ng PCB/m³ in einigen Bundesländern bis 2012) überschritten war. Die Erhebungen aus Dänemark und der Schweiz zeigen jedoch, dass nur ein geringer Prozentsatz der Gebäude mit PCB in der Bausubstanz solch eine hohe Konzentration in der Innenraumluft erreicht. Zudem sind – verglichen mit den 24.000 t PCB, die im Bausektor eingesetzt wurden – die PCB-Mengen gering, die bisher im Rahmen von PCB-Sanierungen gemäß PCB-Richtlinie beseitigt wurden. So wurde für ein zehnstöckiges hochbelastetes Gebäude bspw. abgeschätzt, dass 1 t PCB in Fugenmassen und Deckenplatten verbaut waren (Weber und Herold 2015). PCB-Sanierungen nach PCB-Richtlinie werden deshalb bei der folgenden Berechnung der Lebensdauer für PCB in Gebäuden nicht berücksichtigt.

Weber und Herold (2015) nehmen auf Grundlage einer Expertenkonsultation an, dass von der in Gebäuden eingesetzten Menge PCB noch 50-80 % im Bestand vorhanden sind.

Wagner et al. (2014) geben für die hier relevanten Anwendungen (Farben, Lacke und Dichtungsmassen) eine Nutzungsdauer von 40-60 Jahre an (Wagner et al. 2014). Unter zur Hilfenahme dieser Nutzungsdauer lässt sich eine überschlagsartige Berechnung der entsprechend noch im Bestand vorhandenen PCB-Menge durchführen:

- ▶ Als Zeitraum für die Inverkehrbringung der 24.000 t sei 1953 bis 1972 angenommen (vgl. Goßler und Höhle 1991). Unter Berücksichtigung der Informationen von Goßler und Höhle (1991) wird ein Peak der Inverkehrbringung im Jahr 1970 angenommen.
- ▶ Als durchschnittliche Nutzungsdauer seien 50 Jahre angenommen.
- ▶ Unter Berechnung mit angenommener Weibullverteilung (Formparameter 3,602 was in Annäherung einer Normalverteilung entspricht; siehe Abbildung 2) ergibt sich eine bis 2015 kumulierte Abfallmenge von 12.040 t. Umgekehrt ergibt sich hieraus eine noch im Bestand vorhandene Menge von 11.960 t oder 50 %.

Abbildung 2: Angenommene Lebensdauerverteilung für in Gebäuden eingesetztes PCB



Die Abbildung zeigt die Lebensdauerverteilung für die in Gebäuden eingesetzte PCB Menge auf Basis einer Weibullverteilung mit angenommener durchschnittlicher Lebensdauer von 50 Jahren.

Ein ausschlaggebender Faktor für diese Berechnung ist die angenommene mittlere Lebensdauer. Zieht man Studien heran, welche die wirtschaftlichen Nutzungsdauern verschiedener Gebäudetypen auswerten (bspw. Kalusche 2004), so erscheinen die von Wagner angegebenen 40-60 als ggf. zu gering. Für Mietwohngebäude werden von Kalusche (2004) 50-80 Jahre Nutzungsdauer, für öffentliche Gebäude (Verwaltungs- und Bürogebäude, Schulen, Kindergärten) ebenfalls 50-80 Jahre angegeben. Eine Berechnung mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von 60 Jahren (bei sonst gleichen Annahmen) bspw. ergibt eine anteilige Restmenge im Bestand von 69 %. Eine grobe Validierung der Angaben von Weber und Herold (2015), die abschätzten, dass noch 50-80 % der Menge im Bestand sind, ist auf dieser Basis dabei grundsätzlich möglich.

Eine weitere mögliche Herangehensweise zur zusätzlichen Validierung kann ggf. im Vorgehen anhand von Destatis Veröffentlichungen bestehen. Aus Zusatzerhebungen zum Mikrozensus bestehen Informationen zum Wohngebäudebestand (Anzahl Wohnungen sowie Anzahl Wohngebäude) für die Jahre 2006, 2010 und 2014. Hierbei erfolgt eine grobe Aufschlüsselung nach Baujahren. Relevant hier ist der Zeitraum 1949-1978. Aus Archivpublikationen von Destatis der Jahre 1950-1978 können händisch Informationen zum Wohnungsbau dieser Jahre herausgezogen werden. Auf dieser Basis können Bau und Bestand von Wohngebäude bzw. Wohnungen der Jahre 1949-1978 gegenübergestellt werden und ggf. ein Faktor zur Abschätzung des noch im Bestand befindlichen PCBs abgeleitet werden. Bei diesem Vorgehen wäre zu beachten, dass ggf. zusätzliche Annahmen zur Sanierung von Gebäuden getroffen werden müssten. Zudem würde sich die Abschätzung auf Wohngebäude beschränken, eine Berücksichtigung von öffentlichen Gebäuden ist aufgrund der Datenlage nicht möglich. Die Erkenntnisse für Wohngebäude müssten daher auf alle relevanten Gebäude übertragen werden. Dieser Ansatz wird aktuell nicht weiter verfolgt.

5.4.3 Menge der PCB-haltigen Bauabfälle, die das Abfallstadium erreichen

Für die Schweiz berechneten Glüge et al. (2017) die PCB-Emissionen aus Transformatoren, Kondensatoren, Fugenmassen und Korrosionsschutzanstrichen für die Jahre 1930 bis 2100. Für die Lebensdauer von Transformatoren und großen Kondensatoren nahmen sie 25 Jahre und von kleinen Kondensatoren 22 Jahre an. Die Lebensdauer von Fugenmassen und Farbanstrichen wurde auf 55 Jahre geschätzt. Die in der Schweiz in Farbanstrichen und Fugenmassen zwischen 1946 und 1975 verwendete

PCB-Menge wird mit je 250 t angegeben. Für die importierte/verbrauchte PCB-Menge verwendeten sie Daten von Breivik et al. (2002). Sie nahmen an, dass der Verbrauch von PCB in offenen Anwendungen zwischen 1946 und 1972 anstieg und zwischen 1973 und 1975 auf null sank. In Glüge et al. (2017, Supporting Informations S2) sind die entsprechenden PCB-Mengen angegeben, die nach ihren Berechnungen jährlich das Abfallstadium erreichen (Tabelle 15).

Aus den berechneten Schweizer Daten lassen sich für Westdeutschland die Mengen reinen PCBs aus offenen Anwendungen abschätzen, die jährlich als Abfall entsorgt werden müssen. Hierfür wird für Westdeutschland von einer verwendeten PCB-Menge von 20.000 t in Fugenmassen (250 t für die Schweiz; Multiplikationsfaktor 80) und 4.000 t in Farbanstrichen (250 t für die Schweiz; Multiplikationsfaktor 16) ausgegangen (Tabelle 15).

Tabelle 15: Berechnete PCB-Mengen in Fugenmassen und Farbanstrichen, die das Abfallstadium erreichen (2005–2016) basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017)

PCB-Mengen, die das Abfallstadium erreichen	Menge in Fugenmassen + Farbanstrichen ** in der Schweiz [t/a]*	Hochrechnung für W-Deutschland [t/a]*: Menge in Fugenmassen	Hochrechnung für W-Deutschland [t/a]*: Menge in Farbanstrichen	Hochrechnung für W-Deutschland [t/a]*: Menge in Fugenmassen und Farbanstrichen
2005	8,5 (4,25 + 4,25)	338,2	67,6	406
2006	8,9 (4,45 + 4,45)	355,7	71,1	427
2007	9,3 (4,65 + 4,65)	372,5	74,5	447
2008	9,7 (4,85 + 4,85)	388,3	77,7	466
2009	10,1 (5,05 + 5,05)	402,9	80,6	484
2010	10,4 (5,2 + 5,2)	416,1	83,2	499
2011	10,7 (5,35 + 5,35)	427,7	85,5	513
2012	10,9 (5,45 + 5,45)	437,5	87,5	525
2013	11,1 (5,55 + 5,55)	445,2	89,0	534
2014	11,3 (5,65 + 5,65)	450,7	90,1	541
2015	11,3 (5,65 + 5,65)	453,8	90,8	545
2016	11,36 (5,68 + 5,68)	454,4	90,9	545
2017	11,31 (5,66 + 5,66)	452,4	90,5	543

Multiplikationsfaktor für Fugenmassen: 80, für Farbanstriche: 16

* Annahme: Gleicher zeitlicher Trend des Imports/der Verwendung wie bei Breivik et al. (2002) für Westdeutschland und die Schweiz

** nach Glüge et al. (2017) S2 (Excel: EMEP Yearly Performance: Model: renovation. Renovation of anti-corrosive paints/joint seal., tons of PCBs in renovation process)

Das statistische Bundesamt erhebt jährlich Daten zur Abfallerzeugung. Für die Jahre 2005 bis 2015 liegen Zahlen vor zu „Bau- und Abbruchabfällen, die PCB enthalten (z.B. PCB-haltige Dichtungsmassen, PCB-haltige Bodenbeläge auf Harzbasis, PCB-haltige Isolierverglasungen, PCB-haltige Kondensatoren)“. Diese Abfälle wurden unter dem Abfallschlüssel 170902 * aufgeführt. Seit 2016 werden die Abfälle als „PCB-haltige Abfälle aus dem Baugewerbe“ angegeben (Destatis 2018).

Die berechneten jährlich als Abfall anfallenden PCB-Mengen lassen sich mit der tatsächlich entsorgten Menge an PCB-haltigen Bauabfällen des Statistischen Bundesamtes vergleichen. Dabei ist zu beachten:

PCB-haltige Isolierverglasungen wurden zwar im Abfallschlüssel aufgeführt, jedoch scheint in Deutschland diese Verwendung nicht üblich gewesen zu sein. Es ist unbekannt, ob es diese Verwendung nicht oder nur selten gab, ob sie nicht identifiziert wird oder ob sie als Dichtungsmassen (um Isolierglasscheiben) bezeichnet wird.

Für die ebenfalls im Abfallschlüssel aufgeführten Kondensatoren lässt sich abschätzen, dass diese PCB-Menge im Vergleich zu der in Fugenmassen- und Anstrichen enthaltenen PCB-Menge vernachlässigt werden kann:

- ▶ Aufgrund ihrer kürzeren Lebensdauer (22 Jahre) wären die meisten Kleinkondensatoren aus der PCB-Verwendungszeit nicht mehr in Gebrauch. Von den 10.000 t PCB in Kleinkondensatoren wären, hochgerechnet aus den Zahlen von Glüge et al. (2017, S2), im Jahr 2005 93 t PCB zu entsorgen gewesen und 2015 „nur“ noch 15 t. Die berechnete PCB-Menge, die mit Fugenmassen und Farben das Abfallstadium erreicht, ist deutlich höher und beträgt für das Jahr 2005 406 t und erreicht im Jahr 2016 das Maximum von 545 t (Tabelle 15).
- ▶ Anders als in der Schweiz, mussten in Deutschland Kondensatoren oder Anordnungen von Kondensatoren, die insgesamt mehr als 1 Liter PCB enthalten, bis Ende 1999 ausgetauscht werden. Dies scheint in den allermeisten Fällen geschehen zu sein.
- ▶ Kondensatoren in Gebäuden sind üblicherweise Teil von elektrischen Geräten. Elektro- und Elektronikschrott wird gesondert entsorgt.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass die vom statischen Bundesamt erfassten PCB-haltigen Bauabfälle so gut wie ausschließlich aus der Sanierung PCB-haltiger Fugenmassen und Anstriche stammen.

In Tabelle 16 sind die berechneten PCB-Mengen, die das Abfallstadium erreichen, sowie die Zahlen des statistischen Bundesamtes aus den Jahren 2005 bis 2016 angegeben. Ein direkter Vergleich beider Angaben ist jedoch nicht möglich, denn es muss beachtet werden, dass die Menge PCB-haltiger Bauabfälle ist um ein Vielfaches höher als die darin enthaltene PCB-Menge, denn:

- ▶ Fugenmassen und Farbanstriche enthalten meist PCB im niedrigen Prozentbereich.
- ▶ PCB ist über die Jahre aus Fugenmassen in angrenzende Materialien diffundiert: Die Fugenflanken werden oft abgetragen und das hinter Fugenmassen evtl. vorhandene Hinterfüllmaterial muss ebenfalls entsorgt werden.
- ▶ Wilhelmi-Deckenplatten mit PCB-haltigem Anstrich müssen als Ganzes entsorgt werden. Auf die gesamte Platte bezogen ergibt sich ein PCB-Gehalt von ca. 0,5 % (Bayer. LfU 2004).
- ▶ Beim Abtragen von PCB-Anstrichen auf Beton oder Putz werden meist Teile des Untergrunds mit entfernt oder es fällt kontaminiertes Strahlmaterial an.
- ▶ Bei PCB-Farben wurden über die Jahrzehnte oft weitere Farbschichten aufgetragen (zum Beispiel Schwimmbäder). Das Abfallmaterial enthält im Schnitt weniger als 2 % PCB.
- ▶ Baustellenabschottungen, Schutzkleidung und kontaminierte Arbeitsmaterialien werden zusammen mit den ausgebauten Materialien entsorgt.
- ▶ Bei hohen PCB-Konzentrationen in der Innenraumluft werden Bauteile (bspw. Bodenbeläge) und Gebrauchs- und Einrichtungsgegenstände über die Luft sekundär kontaminiert. Sie werden z.T. bei PCB-Sanierungen ebenfalls als PCB-Abfall entsorgt. Die Sekundärbelastung liegt meist im Bereich von 100 mg PCB/kg (0,01 % PCB)

Aus all diesem folgt, dass eine realistische mittlere PCB Konzentration bei Bauabfall von PCB belasteten Gebäuden um ca. 2 % oder darunter liegt. Johansson von der schwedischen EPA schätzt sogar die mittlere Konzentration von Fugendichtungsabfall auf 2 % (Johansson 2012).

Um die in Tabelle 15 angegebenen zu entsorgenden PCB-Mengen mit den Abfall-Daten des Statistischen Bundesamtes vergleichen zu können, werden die Mengen an PCB-Abfall für zwei Szenarien berechnet (Tabelle 16):

- ▶ für den hypothetischen Fall, dass von 2005 bis 2016 ausschließlich hochbelastete Fugenmassen und Farbanstriche (10 % PCB im Material) als Abfall entsorgt wurden
- ▶ für den Fall, dass der PCB-Gehalt im Abfall 2 % beträgt (realistischste Annahme);

Tabelle 16 zeigt, dass die Menge der ordnungsgemäß entsorgten PCB-haltigen Bauabfälle (Spalte 5) deutlich niedriger ist, als zu erwarten wäre. Selbst unter der Annahme, dass in diesem Zeitraum ausschließlich Fugenmassen und Farbanstriche, die hoch belastet waren (PCB-Gehalt 10 %) das Abfallstadium erreicht hätten (Spalte 3), käme man zu dem Schluss, dass 1/3 davon auf nicht legale Weise entsorgt wurden. Bei einem durchschnittlichen PCB-Gehalt von 2 % (realistischste Annahme; Spalte 4) wäre von 2005 bis 2016 nur ein Achtel der anfallenden Abfallmenge ordnungsgemäß entsorgt worden.

Möglicherweise liegen jedoch die mittleren PCB-Gehalte in PCB-haltigen Abfällen aus dem Baugewerbe noch unter 2 %. Dann wäre die Diskrepanz zwischen den Zahlen, die rechnerisch ermittelt wurden und den Zahlen, die vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht wurden, noch größer.

Der Unterschied zwischen den rechnerisch ermittelten und den erfassten Mengen an PCB-haltigen Bauabfällen kann die folgenden Gründe haben:

- ▶ Bei Bau- und Instandhaltungsarbeiten werden Bauabfälle oft nicht als PCB-haltig identifiziert und infolgedessen nicht vorschriftsmäßig entsorgt (Weber und Herold 2015)
- ▶ Es ist ein noch größerer Anteil der ursprünglich verbauten PCB-Menge in Gebäuden und Bauten vorhanden, als das Rechenmodell voraussagt. Dann müssten Annahmen des Rechenmodells (z. B. Lebensdauer) modifiziert werden.

Tabelle 16: Vergleich zwischen berechneter und tatsächlich entsorgter Menge an PCB-haltigen Bauabfällen (2005–2016) – Hochrechnung für West-Deutschland*

Jahr	PCB-Menge in Fugenmassen und Farbanstrichen [t/a]	Menge Fugenmassen und Farben mit 10 % PCB (Minimal Abfallmenge) [t/a]	Menge Fugenmassen und Farben bei PCB-Gehalt im Abfall: 2 % (Realistische Abfallmenge) [t/a]	PCB-haltige Bau- und Abbruchabfälle [t/a] (Destatis 2018)
2005	406	4.060	20.300	2.100
2006	427	4.270	21.350	5.300
2007	447	4.470	22.350	1.600
2008	466	4.660	23.300	3.900
2009	484	4.840	24.200	1.500
2010	499	4.990	24.950	5.400
2011	513	5.130	25.650	2.700
2012	525	5.250	26.250	k.A.
2013	534	5.340	26.700	2.300
2014	541	5.410	27.050	3.200
2015	545	5.450	27.250	2.500
2016	545	5.450	27.250	4.000

* nach Glüge et al. (2017, S2), Annahme: Gleicher zeitlicher Trend des Imports/der Verwendung wie bei Breivik et al. (2002) für Westdeutschland und die Schweiz

5.5 Emissionen und Emissionsfaktoren

Rund ein Fünftel der weltweit verbrauchten PCB-Menge gelangte in offene Anwendungen (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.3.1), jedoch verursachen sie laut UNEP Angaben mehr 50 % der PCB-Emissionen, denen die Menschen ausgesetzt sind (UNEP 2017). Die Europäische Kommission informiert, dass Baumaterialien, die seit den 1950er Jahren und bis in die 1970er Jahre verwendet wurden, zu erhöhten PCB-Konzentrationen in der Luft und zu einer erhöhten Belastung der Bewohner dieser Gebäude führen (Europäische Kommission 2016). Aus offenen PCB-Anwendungen wird kontinuierlich PCB freigesetzt. Von Städten geht eine PCB-Fahne aus, die viele Kilometer ins Umland reicht. Messungen in Zürich bestätigten die Annahme, dass die hohen PCB-Emissionen der Stadt aus vielen lokalen Punktquellen stammen (Diefenbacher et al. 2016). Mittels Außenluftmessungen und Modellrechnung wurde für einen Wohnblock die jährliche Emission für die Indikator-PCB zu 110–190 g bestimmt. Das entspricht einer Freisetzung von etwa 550–950 g PCB pro Jahr aus dem Gebäude.

Verschiedene Studien geben Emissionsfaktoren für PCB aus Gebäuden an (Volland et al. 2007; Wagner et al. 2014; Weber 2013; Weber und Herold 2015; Sundahl et al. 1999; Diefenbacher et al. 2015; Robson et al. 2010). Soweit dies ersichtlich ist, lassen sich jedoch alle Werte auf drei Untersuchungen zurückführen:

- ▶ Eine Untersuchung an der Universität Tübingen (PCB-Inventarisierung und Emissionsmessung eines Universitätsgebäudes mit mehr als 1 t PCB in Fugenmassen und Farbanstrichen, davon ca. 500 kg PCB im Farbanstrich von Deckenplatten, und jährlicher PCB-Freisetzung von 600 g über die Raumlüftung) ergab eine Emissionsrate von jährlich ca. 0,06 % (Weber 2013).
- ▶ Eine Untersuchung eines Gebäudes in Schweden hat ergeben, dass 0,07 % des in Dichtungsmasse enthaltenen PCB jährlich emittiert (60 g / Jahr bei Bestand 90 kg). Große Schwankungen können in Abhängigkeit von der spezifischen Anwendung, Temperatur und Lüftung auftreten (Sundahl et al. 1999).
- ▶ Eine Untersuchung in Toronto, Kanada (Messkampagne kombiniert mit GIS-gestützter Modellierung des Bestands) ergab eine Emissionsrate von 0,05-0,1 % jährlicher Emission (Robson et al. 2010).

Die verschiedenen Untersuchungen kommen also jeweils zu Emissionsfaktoren bezogen auf die PCB Menge im Bestand in der Spannbreite von 0,05 % bis 0,1 % pro Jahr.

Thomas et al. (2012) ließen die Emissionen von Proben verschiedener Fugenmassen von Schulen in einer Prüfkammer messen (bei 23 °C). Daraus bestimmten sie die Emissionsrate der entsprechenden gesamten Fugenmasse:

- ▶ Fugenmasse im Außenbereich: Länge 6,4 m; 14,2 % PCB; Emissionsrate: 320 µg PCB/h (2,8 g PCB/Jahr) (am Gebäude waren weitere gleichartige Fugen vorhanden)
- ▶ Fugenmassen außen, um die Fenster eines (!) Klassenzimmers: Länge 29,9 m; 12 % PCB; Emissionsrate: 940 µg PCB/h (8,2 g PCB/Jahr)
- ▶ Fugenmassen innen, im Flur um die Türen: Länge 110 m; 24,3 % PCB; Emissionsrate: 3100 µg PCB/h (27,2 g PCB/Jahr)
- ▶ Summe von 8 verschiedene Fugenmassen einer Schule (Gesamtlänge 208 m; Gesamt-Emissionsrate: 5133 µg PCB/h (45 g PCB/Jahr)

Kohler et al. (2005) berichten, dass aus einem Schulgebäude in der Schweiz mehr als 8.000 m PCB-haltige Fugenmassen entfernt wurden (Konzentrationen zwischen 2,7 % und 58,3 % PCB). In einem Gebäude in Deutschland waren allein an den Balkonbrüstungen Fugenmassen in einer Länge von 2.000 m verbaut, in einem anderen waren mehr als 3.000 m Fugenmasse an der Fassade vorhanden (Weber und Herold 2015). Für diese Gebäude ist mit Emissionsraten von mehreren 100 g PCB/Jahr zu rechnen.

Die Emissionsraten aus anderen Materialien können sich stark von den Emissionsraten aus Fugenmassen unterscheiden. PCB-haltige Farben oder Lacke emittieren aufgrund ihrer größeren Oberfläche mehr PCB. Durch Überstreichung der Farben wird die Emission nicht zwangsläufig reduziert, da PCB neue Beschichtungen meist gut durchdringt. Lösungsmittelhaltige Neuanstriche können auch über einige Wochen zu stark erhöhten PCB-Emissionen führen. Durch Abblättern der Farbe oder bei Sandstrahlen des Farbanstrichs gelangen die PCB gänzlich oder zu einem großen Anteil in die Umwelt (Jartun et al. 2009; Schwarz et al. 2016).

Die PCB-Emissionen aus offenen Anwendungen variieren zudem stark mit der Temperatur. Raumluftmessungen von Volland und Neuwirth (2005) in PCB-belasteten Gebäuden zeigten, dass sich bei einer Temperaturerhöhung um 5°C die PCB-Konzentration verdoppelt und die TEQ-Konzentration der dioxinähnlichen PCB verdreifacht. Bei Messungen in einer Prüfkammer stieg die Emissionsrate von Fugenmassen bei einer Erhöhung um 10 °C um etwa das 6-fache (Thomas et al. 2012). Thomas und Mitarbeiter betonen, dass Fugenmassen im Außenbereich meist wärmer sind als die Außenluft: im Sommer aufgrund der Aufheizung durch die Sonneneinstrahlung und im Winter durch die Wärme des Gebäudes. Außenluftmessungen in Zürich zeigten, dass die PCB-Emission der Stadt im Sommer neunmal höher ist als im Winter (Diefenbacher et al. 2015). In ländlichen Gebieten Bayerns wurden in den Sommermonaten 2-3-mal höhere PCB-Konzentrationen in der Außenluft gemessen als in den Wintermonaten (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2006).

Neben Emissionsfaktoren, die die PCB-Emissionen anteilig bezogen auf die Menge im Bestand angeben, und Emissionsraten, die die PCB-Freisetzung pro Stunde oder Jahr angeben, finden sich in der Literatur verschiedene Pro-Kopf-Emissionen.

Bogdal et al. (2014) haben in einer Studie Luftkonzentrationen verschiedener POPs in Zürich gemessen und bezüglich ihrer Quellen analysiert. Hierbei wurden auch saisonale Unterschiede berücksichtigt. Auf dieser Basis werden pro-Kopf-Emissionsfaktoren abgeleitet:

- ▶ iPCBs (Indikator PCBs: PCB-28, 52, 101, 138, 153 und 180): 107 (61-193) µg/(Kopf * Tag)
- ▶ dlPCBs (coplanar dioxin-like PCBs/dioxinähnliche PCBs: PCB-77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169 und 189): 18 (10-35) µg/(Kopf * Tag)
- ▶ Zum Vergleich: Für Deutschland wird auf Basis der Angaben von (Weber 2013) für iPCBs eine Pro-Kopf Emission von 50-82 µg/(Kopf * Tag) angegeben.

5.6 Sekundärquellen für PCB-Emissionen

Es hat sich vielfach gezeigt, dass in Gebäuden, aus denen die verbauten PCB-haltigen Materialien (Primärquellen) entfernt wurden, die Raumluftkonzentrationen nicht in dem eigentlich erwarteten Maße zurückgehen. Nach der Sanierung von 5 Schulen in den USA hatte sich die Raumluftkonzentration nur um im Mittel 74 % reduziert (Thomas et al. 2012). In dem oben erwähnten Universitätsgebäude, lag die mittlere Raumluftkonzentration im Jahr 2002 bei 2,500 ng/m³. Im Jahr 2016 – 10 Jahre nach der Sanierung – wurde noch eine mittlere Konzentration von 320 ng/m³ gemessen. Das entspricht einer Reduktion von 87 %. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde die PCB-Freisetzung über die beiden Lüftungsanlagen gemessen und zu 50 g PCB/Jahr bestimmt (Wohlgemuth 2017). Die PCB-Freisetzung in die Umwelt über den natürlichen Luftwechsel aus Räumen ohne Lüftungsanlage, wurde zu 40 g PCB/Jahr berechnet (Wohlgemuth 2017). Im Vergleich zur PCB-Emission vor der Sanierung von 600 g/Jahr, entspricht die Emission von 90 g PCB/Jahr nach der Sanierung, einer Reduktion um 85 % und ist in gleicher Höhe wie die Reduktion der Raumluftkonzentration. Jedoch wurden an dem sanierten Gebäude die Außenfugen nicht entfernt. Zusätzlich zu der PCB-Freisetzung von 90 g/Jahr aus den Innenräumen in die Außenluft, wird noch aus den Außenfugen PCB emittiert. Die jährliche Gesamt-Emission liegt damit im Bereich von 100 g PCB/Jahr und die Emission wäre meldepflichtig (E-PRTR-Register), wenn es sich bei dem Gebäude um eine Industrieanlage handeln würde. Auch nach der Sanierung ist das Gebäude Quelle umweltgefährdender PCB-Emissionen.

Bei einem Emissionsfaktor von 0,06 % pro Jahr wurden in den 5 Jahrzehnten, die seit dem Einbau der PCB-haltigen Materialien vergangen sind, etwa 3 % der im Raum vorhandenen PCB-Menge in die Innenraumluft emittiert. Gebäudeteile, Einrichtungs- und Gebrauchsgegenstände werden über die Luft mit PCB kontaminiert. Diese Sekundärkontamination steigt von Jahr zu Jahr an. Dies zeigten auch Weis et al. (2010) am Buchbestand einer Bibliothek, in der die älteren Bücher höhere PCB-Konzentrationen hatten als die neueren (bei ähnlicher Materialbeschaffenheit). Sekundär kontaminierte Gegenstände wiederum emittieren selbst PCB, jedoch überwiegt ihre Absorption die Emission, solange die Primärquellen vorhanden sind. Einrichtungsgegenstände, Bodenbeläge und Wandfarben haben oft PCB-Konzentrationen im Bereich von 100 mg PCB/kg Material (Thomas et al. 2012). Materialien mit Konzentrationen von mehr als 50 mg PCB/kg müssen, wenn sie entfernt/ausgebaut werden, nach PCB-Abfallverordnung als gefährlicher Abfall entsorgt werden. Hölzer mit PCB-Konzentrationen über 5 mg/kg dürfen nach Altholzverordnung nicht recycelt werden; für mineralische Abfälle liegt der Recycling-Grenzwert für PCB in ähnlicher Höhe wie für Altholz.

Köppl und Buchholz (2003) berechneten für einen Raum von 250–300 m³ die PCB-Menge, die in Wänden, Boden und Decke als Sekundärkontamination vorhanden ist – es waren 70 g PCB. Zöltzer (2002) zeigte in einem Raum eines Universitätsgebäudes mittels Passivsammlern, dass nach Beendigung der Emission der Primärquelle, die Re-Emission aus sekundärbelasteten Wänden, Boden und Schränken eine PCB-Raumluftkonzentration verursachte, die noch etwa 30 % der Ausgangskonzentration betrug. Konzentrationen von mehreren 100 mg PCB/kg konnte Zöltzer in sekundär belasteten Bauteilen einer Schule messen, in der hohe Konzentrationen einer niederchlorierter PCB-Mischung in Fugenmassen und Raumluft vorhanden waren (Zöltzer 1999). Mittels einer Prüfkammer bestimmte er die Emissionsrate von kontaminierten Einrichtungsgegenständen: ein Computer mit Bildschirm emittierte 130 µg PCB/h und ebenso hoch war die Emissionsrate von 1 m² Schulbücher, die ein Jahr in der Schule gelagert waren. Zwei Schulstühle aus Kunststoff/Stahlrohr jedoch emittierten 1.180 µg PCB/h. Denn Kunststoffe reichern PCB besonders stark an. Weis et al. (2010) fanden in den Kunststoff- und Folien-einbänden von Büchern 44 bzw. 120 mg PCB/kg, während ein Papierumschlag 7,5 mg PCB/kg und ein kartoniertes Buch 0,5 mg PCB/kg im Deckblatt enthielt.

Sekundär belastete Gegenstände weisen zwar eine geringere Konzentration auf als die PCB-Primärquellen, jedoch ist die Fläche der sekundär belasteten Gegenstände um ein Vielfaches größer. Das erklärt, warum sich die Raumluftkonzentration nach dem Entfernen der Primärquellen nicht entsprechend der entfernten PCB-Menge verringert. Um die Raumluftkonzentration und die PCB-Freisetzung in die Umwelt ausreichend zu reduzieren, müssen auch die Sekundärquellen entfernt werden. Aufgrund der großen Oberflächen der Sekundärquellen besteht auch die Gefahr der PCB-Aufnahme durch Hautkontakt (Guo et al. 2012). Verbliebene Sekundärquellen kontaminieren zudem neu eingebrachte Materialien und vergrößern die Menge der später zu entsorgenden, problematischen Abfälle um ein Vielfaches.

5.7 Zusammenführung der Erkenntnisse: AR, EF und Zeitreihe der Emissionen

Wie Eingangs beschrieben, stellt die PCB-Menge im Gebäudebestand die relevante Aktivitätsrate für die Emissionsberechnung dar. Der Emissionsfaktor muss entsprechend die Berechnung der jährlichen Emissionen auf Basis des PCB-Bestandes in Gebäuden ermöglichen. Der grundsätzliche methodische Ansatz zur Berechnung der PCB-Emissionen aus dem Gebäudebestand ist in Abbildung 3 skizziert.

Abbildung 3: Systematik der Berechnung der PCB-Emissionen



Bezüglich der Aktivitätsrate (PCB-Menge im Bestand) wurde in den Abschnitten 5.2, 5.3 und 5.4 eine detaillierte Betrachtung der verfügbaren Daten und veröffentlichter Studien vorgenommen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die im relevanten Zeitraum 1953-1972 eingesetzte PCB-Menge von 24.000 t als valide angenommen werden kann.

Für die Ableitung von Zeitreihen der im Bestand befindlichen Menge wurden in den genannten Abschnitten ergänzende Betrachtungen vorgenommen. Als zielführender Ansatz hat sich hierbei die Modellierung anhand angenommener Lebensdauerverteilungen erwiesen, wobei mit diesem Vorgehen Unsicherheiten bezüglich der mittleren Lebensdauer verbunden sind, die eine zentrale Berechnungsgröße darstellt. Auf Basis einer solchen Modellierung können Zeitreihen der PCB-Menge im Bestand sowie der jährlichen Abfallmenge abgebildet werden. Diese Modellierung wurde für die eine angenommene Lebensdauer von 50 Jahren und 60 Jahren vorgenommen.

Die entsprechenden Zeitreihen der PCB-Menge im Bestand finden sich in Tabelle 17. Ergänzend sind die Daten der Berechnung basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017) für die Jahre 2005 bis 2017 aufgeführt, wie sie in Abschnitt 5.4.3 vorgenommen wurden.

Tabelle 17: Zeitreihen: PCB-Menge im Bestand und Abfall

Jahr	PCB-Menge im Bestand bei 50 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 50 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	PCB-Menge im Bestand bei 60 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 60 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Zum Vergleich (ab 2005): Berechnungen basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017)
1953	250	0	250	0	
1954	650	0	650	0	
1955	1.150	0	1.150	0	
1956	1.750	0	1.750	0	

Jahr	PCB-Menge im Bestand bei 50 Jahren durch- schnittlicher Le- bensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 50 Jahren durch- schnittlicher Le- bensdauer [t/a]	PCB-Menge im Bestand bei 60 Jahren durch- schnittlicher Le- bensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 60 Jahren durch- schnittlicher Le- bensdauer [t/a]	Zum Vergleich (ab 2005): Berechnungen basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017)
1957	2.450	0	2.450	0	
1958	3.250	0	3.250	0	
1959	4.150	0	4.150	0	
1960	5.150	0	5.150	0	
1961	6.249	0	6.250	0	
1962	7.449	1	7.449	0	
1963	8.748	1	8.749	0	
1964	10.246	1	10.248	1	
1965	11.894	2	11.897	1	
1966	13.641	3	13.646	1	
1967	15.438	4	15.444	2	
1968	17.263	5	17.271	3	
1969	19.109	7	19.120	3	
1970	21.004	9	21.020	4	
1971	22.737	11	22.758	6	
1972	23.942	14	23.970	7	
1973	23.925	17	23.961	9	
1974	23.904	21	23.950	11	
1975	23.878	26	23.937	13	
1976	23.848	31	23.921	16	
1977	23.811	37	23.901	19	
1978	23.767	44	23.878	23	
1979	23.716	51	23.852	27	
1980	23.656	59	23.820	31	
1981	23.588	69	23.784	36	
1982	23.509	79	23.743	41	
1983	23.420	89	23.696	47	
1984	23.319	101	23.642	54	
1985	23.205	114	23.582	60	
1986	23.078	127	23.514	68	
1987	22.937	141	23.439	75	
1988	22.781	156	23.355	84	
1989	22.609	172	23.263	93	
1990	22.421	188	23.161	102	
1991	22.216	205	23.049	112	
1992	21.993	223	22.927	122	
1993	21.751	241	22.795	133	
1994	21.491	260	22.651	144	
1995	21.211	279	22.495	156	

Jahr	PCB-Menge im Bestand bei 50 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 50 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	PCB-Menge im Bestand bei 60 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Menge PCB im Abfall bei 60 Jahren durchschnittlicher Lebensdauer [t/a]	Zum Vergleich (ab 2005): Berechnungen basierend auf den Annahmen von Glüge et al. (2017)
1996	20.913	299	22.328	168	
1997	20.594	319	22.148	180	
1998	20.255	339	21.955	193	
1999	19.897	358	21.749	206	
2000	19.519	378	21.530	219	
2001	19.121	398	21.297	233	
2002	18.705	417	21.050	247	
2003	18.270	435	20.789	261	
2004	17.816	453	20.514	275	
2005	17.346	470	20.225	289	406
2006	16.860	487	19.922	303	427
2007	16.358	502	19.605	317	447
2008	15.842	516	19.274	331	466
2009	15.313	529	18.930	345	484
2010	14.773	540	18.572	358	499
2011	14.224	550	18.200	371	513
2012	13.666	558	17.817	384	525
2013	13.102	564	17.420	396	534
2014	12.533	569	17.013	408	541
2015	11.961	572	16.594	419	545
2016	11.388	573	16.165	429	545
2017	10.817	572	15.726	439	543

Bezüglich der PCB-Menge im Bestand ergibt sich mit fortlaufender Zeit eine zunehmende Differenz. Im Jahr 2017 beträgt diese rund 5.000 t. In Bezug auf die Abfallmenge zeigt sich, dass die Berechnungen auf Basis der Annahmen von Glüge et al. (2017) zwischen den beiden Modellierungsansätzen liegen.

Die Auswertung verfügbarer Informationen zum Emissionsfaktor (Abschnitt 5.5) hat eine Spannbreite von 0,05 % bis 0,1 % bezogen auf die PCB-Menge im Bestand ergeben. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass von den drei hier relevanten Studien, die Untersuchung der Universität Tübingen mit 0,06 % (Weber 2013) und die Untersuchungen aus Schweden mit 0,07 % (Sundahl et al. 1999) eher Werte im unteren Bereich dieser Spanne angeben. Auf dieser Basis wird für die Emissionsberechnung vorgeschlagen, mit einem Basiswert von 0,07 % zu rechnen und zusätzlich die Spanne von 0,05 % bis 0,1 % zu untersuchen.

Grundsätzlich könnte ein weiterer Schritt darin bestehen, die dargestellte Zeitreihe der PCB-Menge im Bestand um die in den Vorjahren bereits emittierte PCB-Menge zu korrigieren. Hiervon wird jedoch aus folgenden Gründen Abstand genommen. Zum einen kommt es in Folge der PCB-Emissionen zu Emissionen aus Sekundärquellen (vgl. Abschnitt 5.6), zum anderen würden sich auch bei einem vollen Abzug der emittierten PCB-Menge nur marginale Unterschiede ergeben, welche diesen zusätzlichen methodischen Schritt nicht rechtfertigen.

Für die Emissionsberechnung ergeben sich entsprechend die folgenden Fälle:

- ▶ Aktivitätsrate auf Basis einer angenommenen durchschnittlichen Lebensdauer von 50 und 60 Jahren
- ▶ Emissionsfaktor von 0,05 %, 0,07 % und 0,1 %.

Tabelle 18 zeigt eine Übersicht dieser Fälle.

Tabelle 18: Übersicht berechneter Fälle mit unterschiedlichen Emissionsfaktoren und Lebensdauern

Durchschnittliche Lebensdauer	EF = 0,05 %	EF = 0,07 %	EF = 0,1 %
50 Jahre	Fall 1	Fall 2	Fall 3
60 Jahre	Fall 4	Fall 5	Fall 6

Die hieraus resultierenden Zeitreihen der Emissionen sind in Tabelle 22 dargestellt. Je nach zu Grunde gelegten Annahmen ergeben sich für das Jahr 2017 PCB-Emissionen zwischen 5,4 und 15,7 t.

Tabelle 19: Zeitreihen der Emissionen von PCB aus Gebäuden in Tonnen pro Jahr bei unterschiedlicher Gebäudelebensdauer und für drei verschiedene Emissionsfaktoren (EF)

Jahr	EF 0,05 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,05 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 60 Jahre [t/a]
1953	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1954	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
1955	0,6	0,8	1,1	0,6	0,8	1,1
1956	0,9	1,2	1,7	0,9	1,2	1,7
1957	1,2	1,7	2,4	1,2	1,7	2,4
1958	1,6	2,3	3,2	1,6	2,3	3,2
1959	2,1	2,9	4,1	2,1	2,9	4,1
1960	2,6	3,6	5,1	2,6	3,6	5,1
1961	3,1	4,4	6,2	3,1	4,4	6,2
1962	3,7	5,2	7,4	3,7	5,2	7,4
1963	4,4	6,1	8,7	4,4	6,1	8,7
1964	5,1	7,2	10,2	5,1	7,2	10,2
1965	5,9	8,3	11,9	5,9	8,3	11,9
1966	6,8	9,5	13,6	6,8	9,6	13,6
1967	7,7	10,8	15,4	7,7	10,8	15,4
1968	8,6	12,1	17,3	8,6	12,1	17,3
1969	9,6	13,4	19,1	9,6	13,4	19,1
1970	10,5	14,7	21,0	10,5	14,7	21,0
1971	11,4	15,9	22,7	11,4	15,9	22,8
1972	12,0	16,8	23,9	12,0	16,8	24,0
1973	12,0	16,7	23,9	12,0	16,8	24,0
1974	12,0	16,7	23,9	12,0	16,8	24,0
1975	11,9	16,7	23,9	12,0	16,8	23,9
1976	11,9	16,7	23,8	12,0	16,7	23,9
1977	11,9	16,7	23,8	12,0	16,7	23,9

Jahr	EF 0,05 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 50 Jahre [t/a]	EF 0,05 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,07 % 60 Jahre [t/a]	EF 0,1 % 60 Jahre [t/a]
1978	11,9	16,6	23,8	11,9	16,7	23,9
1979	11,9	16,6	23,7	11,9	16,7	23,9
1980	11,8	16,6	23,7	11,9	16,7	23,8
1981	11,8	16,5	23,6	11,9	16,6	23,8
1982	11,8	16,5	23,5	11,9	16,6	23,7
1983	11,7	16,4	23,4	11,8	16,6	23,7
1984	11,7	16,3	23,3	11,8	16,5	23,6
1985	11,6	16,2	23,2	11,8	16,5	23,6
1986	11,5	16,2	23,1	11,8	16,5	23,5
1987	11,5	16,1	22,9	11,7	16,4	23,4
1988	11,4	15,9	22,8	11,7	16,3	23,4
1989	11,3	15,8	22,6	11,6	16,3	23,3
1990	11,2	15,7	22,4	11,6	16,2	23,2
1991	11,1	15,6	22,2	11,5	16,1	23,0
1992	11,0	15,4	22,0	11,5	16,0	22,9
1993	10,9	15,2	21,8	11,4	16,0	22,8
1994	10,7	15,0	21,5	11,3	15,9	22,7
1995	10,6	14,8	21,2	11,2	15,7	22,5
1996	10,5	14,6	20,9	11,2	15,6	22,3
1997	10,3	14,4	20,6	11,1	15,5	22,1
1998	10,1	14,2	20,3	11,0	15,4	22,0
1999	9,9	13,9	19,9	10,9	15,2	21,7
2000	9,8	13,7	19,5	10,8	15,1	21,5
2001	9,6	13,4	19,1	10,6	14,9	21,3
2002	9,4	13,1	18,7	10,5	14,7	21,0
2003	9,1	12,8	18,3	10,4	14,6	20,8
2004	8,9	12,5	17,8	10,3	14,4	20,5
2005	8,7	12,1	17,3	10,1	14,2	20,2
2006	8,4	11,8	16,9	10,0	13,9	19,9
2007	8,2	11,5	16,4	9,8	13,7	19,6
2008	7,9	11,1	15,8	9,6	13,5	19,3
2009	7,7	10,7	15,3	9,5	13,3	18,9
2010	7,4	10,3	14,8	9,3	13,0	18,6
2011	7,1	10,0	14,2	9,1	12,7	18,2
2012	6,8	9,6	13,7	8,9	12,5	17,8
2013	6,6	9,2	13,1	8,7	12,2	17,4
2014	6,3	8,8	12,5	8,5	11,9	17,0
2015	6,0	8,4	12,0	8,3	11,6	16,6
2016	5,7	8,0	11,4	8,1	11,3	16,2
2017	5,4	7,6	10,8	7,9	11,0	15,7

6 Verbesserung der Berichterstattung zu Schwermetallen (AP 4b)

Entsprechend der mit Priorität A eingestuften Empfehlung an das Umweltbundesamt, Verbesserungen des Inventars im Bereich der Schwermetall-Emissionen durchzuführen (s. Kapitel 1.2.5, S. 40) wurden Recherchen durchgeführt und im Folgenden dokumentiert. Die Ergebnisse zum Verkehrsbereich finden sich in Kapitel 6.1.7 (S. 92), die Schlussfolgerungen für den Bereich Industrie sind im Kapitel 6.2.5 (S. 150) dokumentiert.

Schwermetalle sind ein wichtiger Bestandteil des Emissionskatasters Luft. Die öffentliche Aufmerksamkeit für Schwermetalle ist jedoch häufig geringer als für die „traditionellen“ Luftschadstoffe NO_x, SO₂, NH₃ und NMVOC, u.a. weil für diese Stoffe Emissionshöchstmengen vereinbart wurden (vgl. Göteborg Protokoll, NEC-Richtlinie). Mit der in der neuen NEC-Richtlinie festgeschriebenen Berichtspflicht für Schwermetalle und der regelmäßigen Überprüfungen des Inventars besteht die Notwendigkeit, die Methoden zur Abschätzung der Schwermetall-Emissionen zu verbessern.

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Kapitel die Berichterstattung Deutschlands zu Schwermetallen untersucht. In Kapitel 6.1 liegt der Fokus auf den Emissionsfaktoren im Bereich Verkehr, in Kapitel 6.2 auf den Emissionsfaktoren im Bereich Industrie.

Einerseits werden Emissionsfaktoren des Inventars von Deutschland den Emissionsfaktoren anderer Länder und den Faktoren des EMEP/EEA-Guidebooks gegenübergestellt, um auffällige Abweichungen zu identifizieren. Zum anderen wurden Quellgruppen identifiziert, zu denen andere Länder Emissionen quantifizieren, Deutschland jedoch bei der Berichterstattung 2019 keine Schwermetalle berichtet.

6.1 Emissionsfaktoren im Bereich Verkehr

6.1.1 Einführung

Hauptursache für Schwermetall-Emissionen sind im Verkehrssektor der Reifen- und Bremsabrieb. Nur Reifen- und Bremsabrieb sind allein für 93 %, 91 %, 39 %, 30 % und 25 % der Zink-, Kupfer-, Blei-, Chrom- und Selenemissionen verantwortlich, die von Deutschland im Jahr 2017 berechnet wurden. Für Arsen, Nickel, Cadmium und Quecksilber hat der Verkehrsbereich mit einem Anteil von bis zu 5 % an der nationalen Gesamtmenge einen relativ geringeren Anteil. Da der Reifen- und Bremsabrieb für einen großen Teil der Schwermetall-Emissionen im Verkehrsbereich verantwortlich sind, wurden diese Emissionen (NFR-Kategorie 1A3bvi) in der Studie näher untersucht. Dabei wurden alle Transportmittel einbezogen.

Zunächst werden in Kapitel 6.1.2 die Quellen der Schwermetall-Emissionen aus dem Verkehrsbereich in Deutschland vorgestellt. Anschließend werden in Kapitel 6.1.3 die Unterschiede zwischen den Schwermetall-Emissionsfaktoren von Reifen- und Bremsabrieb in Deutschland, den Niederlanden und dem EMEP/EEA-Guidebook diskutiert. Nachfolgend behandelt Kapitel 6.1.4 die Staub-Emissionsfaktoren des Reifen- und Bremsabriebs und den jeweils in den Ländern verwendeten Schwermetallanteil.

In den Kapiteln 6.1.5 werden Emissionsfaktoren zu Abgasemissionen im Straßenverkehr untersucht. Kapitel 6.1.6 betrachtet die Emissionsfaktoren aus dem Schienenverkehr. Abschließend sind in Kapitel 6.1.7 die Schlussfolgerung und Empfehlungen dokumentiert.

6.1.2 Quellen von Schwermetallemissionen im Verkehr

Schwermetall-Emissionen im Verkehr können von verschiedenen Verkehrsmitteln verursacht werden. Zunächst werden die Hauptquellen von Schwermetallen im Verkehrssektor in Deutschland analysiert.

Tabelle 20 gibt einen Überblick über die Emissionen in Deutschland je Verkehrsmittel. Der Straßenverkehr ist in die Quellen Abgase, Reifen-/Bremsabrieb und Straßenabrieb aufgeteilt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass in Deutschland der Reifen- und Bremsabrieb die größte Quelle von Schwermetallemissionen im Verkehrsbereich sind. Dies gilt für alle Schwermetalle mit Ausnahme von

Quecksilber (hier sind Straßenabgase die Hauptquelle), Chrom (der Schienenantrieb hat ebenfalls hohe Anteile) und Nickel (der Schienenantrieb ist hier die Hauptquelle).

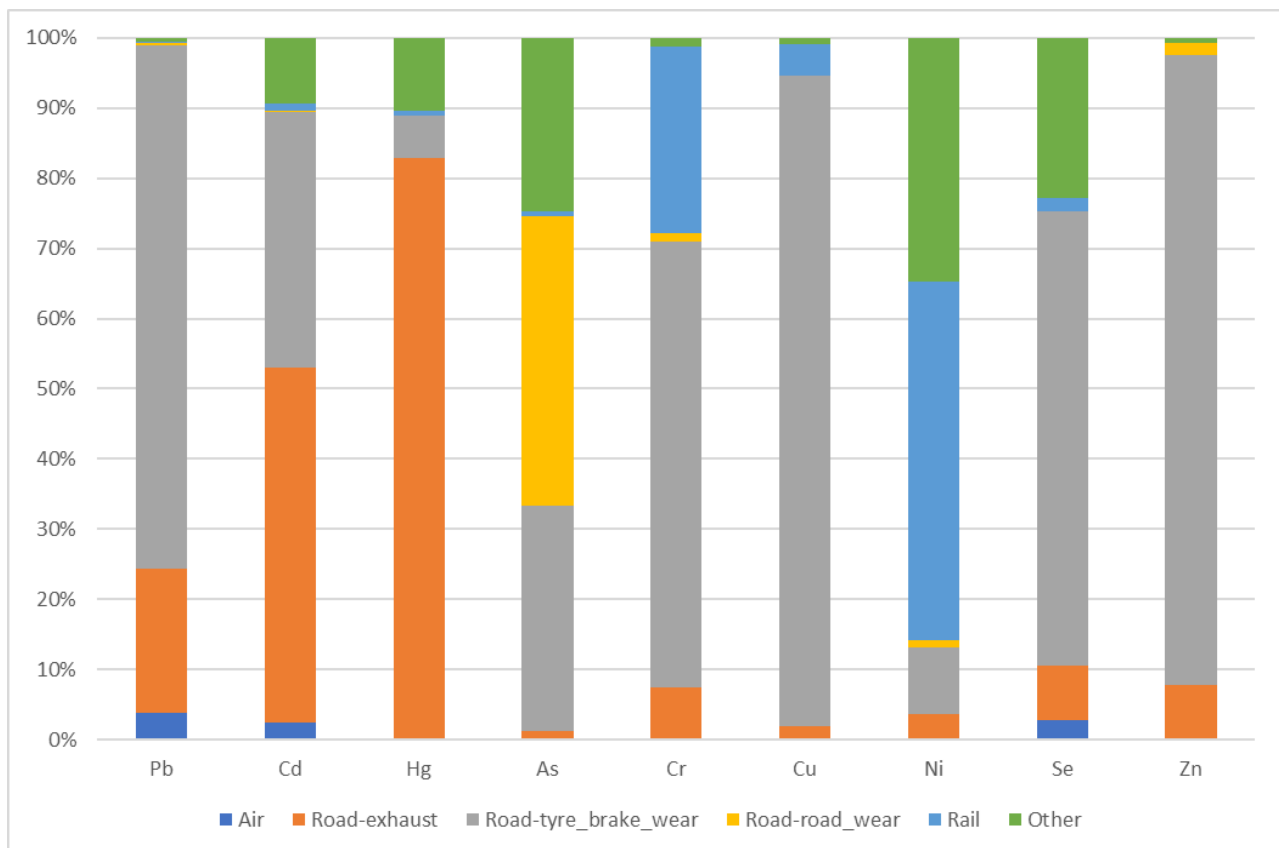
Tabelle 20: Schwermetallemissionen des Verkehrs in Deutschland nach Quellenkategorien in 2017

	Air (LTO) [kg/a]	Road, exhaust [kg/a]	Road, tyre/brake wear [kg/a]	Road, road wear [kg/a]	Rail [kg/a]	Other* [kg/a]
Pb	3821	45	92741	63	95	62
Cd	0	5	326	3	5	12
Hg	0	334	111	0	4	24
As	0	9	446	40	1	16
Cr	0	406	25160	1105	25705	71
Cu	0	277	2261451	38	97987	1755
Ni	0	46	4183	583	51397	458
Se	0	7	2398	0	3	48
Zn	0	1195	1943879	1320	325	1321

* „Other“ beinhaltet die NFR-Kategorien 1A3di(ii), 1A3dii, 1A3ei, 1A3eii, 1A4aii, 1A4bii, 1A4cii, 1A4ciii, 1A5b
Quelle: DE NFR 2019

Zum Vergleich zeigt Abbildung 4 den prozentualen Beitrag derselben Quellkategorien des Verkehrsreichs wie in Tabelle 20, entsprechend der Berichterstattung der EU28-Staaten für 2017. Der Vergleich bestätigt, dass bei den meisten Schwermetallen der Straßen-, Reifen- und Bremsantrieb die Hauptquellen sind. Die Abbildung ist mit Vorsicht zu interpretieren, da einzelne Anteile auf einem hohen Beitrag eines Landes oder weniger Länder basieren können.

Abbildung 4: Anteil der Quellkategorien des Verkehrs an den EU28-Schwermetallemissionen in 2017



Quelle: www.ceip.at

Die Darstellung lässt insbesondere die folgenden Schlussfolgerungen zu:

- Einige Länder Europas weisen bei Bleiemissionen aus Abgas noch hohe Mengen aus. Dem gegenüber sind die Bleiemissionen gemäß NFR-Bericht in Deutschland wie auch in einigen anderen Ländern vernachlässigbar. Laut einer dänischen Studie liegt der Emissionsfaktor für Blei nach dem Tier-1-Ansatz des EMEP/EEA-Guidebooks zwischen 0,03-0,05 g/t Kraftstoff (je nach Fahrzeugkategorie und Kraftstofftyp). Die Anwendung dieses Wertes würde in Deutschland zu einer Bleiemission von etwa 20 Tonnen/Jahr führen; berichtet wurden 45 kg/a.
- Abgasemissionen im Straßenverkehr sind auf europäischer Ebene die Hauptursache von Cadmiumemissionen im Verkehrssektor. Im NFR-Bericht von Deutschland ist der Beitrag von Cadmium aus Abgasen jedoch sehr gering (5 kg/a).
- Abgasemissionen sind in der EU28 die Hauptursache für Quecksilberemissionen im Verkehrsbereich (rund 80 %), was in etwa dem von Deutschland berichteten Anteil entspricht (70 %).
- Der Straßenabrieb trägt in der EU28 wesentlich zu den Arsenemissionen bei (rund 40 %). Dies ist jedoch allein auf den starken Beitrag Frankreichs (1,35 Tonnen As) zurückzuführen und deshalb mit Vorsicht zu interpretieren. Deutschland berichtet einen Anteil von 8 %.
- Für Arsen, Nickel und Selen werden in der EU28 insgesamt Anteile von 25-35 % aus „anderen“ Verkehrsmitteln gemeldet, während der Emissionsanteil anderer Verkehrsmittel in Deutschland gering ist (< 3 % für jedes der drei Schwermetalle).

Basierend auf diesen Ergebnissen werden drei Sektoren genauer untersucht:

- Straßenverkehr, Brems- und Reifenabrieb (Abschnitte 6.1.3)
- Straßenverkehr, Abgas (Abschnitt 6.1.5)

- Schienenverkehr (Abschnitt 6.1.6)

6.1.3 Vergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren aus dem Reifen- und Bremsabrieb

Für den Vergleich des Reifen- und Bremsabriebs wurden die Emissionsfaktoren in Deutschland, in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook 2016 verglichen. Dazu wurde die Berichterstattung von Deutschland zum Jahr 2017 verwendet (DE IIR 2019, DE NFR 2019), aus den Niederlanden die Berichterstattung zu 2017 (NL NFR 2019) sowie Methodenberichte (NL IIR 2018a; NL IIR 2018b). Zum Vergleich wurde außerdem das Kapitel 1.A.3.b.vi des EMEP/EEA Guidebook (2016) herangezogen.

6.1.3.1 Aggregierte Emissionsfaktoren

Zunächst erfolgt ein Vergleich der aggregierten Emissionsfaktoren im Inventarbericht Deutschlands und der Niederlande. Die aggregierten Emissionsfaktoren umfassen sowohl den Reifen- als auch den Bremsabrieb für alle Fahrzeugtypen. Tabelle 21 zeigt die für Brems- und Reifenabrieb erfassten Gesamtemissionen aus dem Jahr 2017 (NFR-Kategorie 1A3bvi) und die gesamten Fahrzeugkilometer (Fz-km) entsprechend dem IIR für Deutschland (DE IIR 2019) und gemäß Niederländischem Statistischem Zentralamt (Stat 2019). Sie wurden zur Berechnung der aggregierten Emissionsfaktoren für Tabelle 22 verwendet.

Tabelle 21: Schwermetall-Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb im Vergleich zu Gesamtfahrzeugkilometern in Deutschland und den Niederlanden im Jahr 2017

	Deutschland	Niederlande
Fahrzeugkilometer (Mio. km)	848.184	134.393
Emissionen Pb (ton)	92,74	0,32
Emissionen Cd (ton)	0,33	0,01
Emissionen Hg (ton)	0,11	NE
Emissionen As (ton)	0,41	0,00
Emissionen Cr (ton)	25,16	2,12
Emissionen Cu (ton)	2.261,45	21,75
Emissionen Ni (ton)	4,18	0,57
Emissionen Se (ton)	2,40	0,01
Emissionen Zn (ton)	1.943,88	18,82

Quellen: Fahrzeugkilometer DE IIR 2019, NL-Stat 2019;
Emissionsdaten 1A3bvi: DE NFR 2019, NL NFR 2019

Tabelle 22: Vergleich aggregierter Emissionsfaktoren für Reifen- und Bremsabrieb entsprechend der Angaben Deutschlands, der Niederlande und des EMEP/EEA-Guidebooks

	Deutschland ¹⁾ [µg/Fz-km]	Niederlande ¹⁾ [µg/Fz-km]	Guidebook min ²⁾ [µg/Fz-km]	Guidebook max ²⁾ [µg/Fz-km]
Pb	109,34	2,37	14,1	158,5
Cd	0,38	0,05	0,07	0,95
Hg	0,13	0	0	0
As	0,53	0,01	0,16	1,93
Cr	29,66	15,8	5,18	56,45
Cu	2666,23	161,87	113,18	1216,76

	Deutschland ¹⁾ [µg/Fz-km]	Niederlande ¹⁾ [µg/Fz-km]	Guidebook min ²⁾ [µg/Fz-km]	Guidebook max ²⁾ [µg/Fz-km]
Ni	4,93	4,25	0,84	10,37
Se	2,83	0,07	0,13	2,27
Zn	2291,81	140,06	50,31	871,46

- 1) Die von Deutschland und den Niederlanden verwendeten aggregierten Emissionsfaktoren wurden dadurch berechnet, dass die berichteten Emissionen durch die Gesamtleistung dividiert wurden (wie in Tabelle 15 dargestellt).
- 2) Minimale/maximale Werte des Guidebooks wurden dadurch berechnet, dass die minimalen und maximalen Staub-Emissionsfaktoren der Tabellen 3-4 und 3-5 im Kapitel 1A3bvi des Guidebooks mit dem durchschnittlichen Schwermetallgehalt in Tabelle 3-12 aus dem Kapitel 1A3bvi des Guidebooks multipliziert wurden. Der niedrigste Wert ist der Minimalwert des EMEP/EEA-Guidebooks für zweirädrige Fahrzeuge, der Maximalwert ist der Wert für schwere Nutzfahrzeuge.

Tabelle 22 veranschaulicht, dass die aggregierten Emissionsfaktoren in Deutschland für Kupfer, Zink und Selen im Vergleich zu den Niederlanden und dem EMEP/EEA-Guidebook um das bis zu 10-fache höher sind. Die aggregierten Emissionsfaktoren der anderen Schwermetalle liegen in Deutschland in der gleichen Größenordnung wie die Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook.

Emissionsfaktoren unterscheiden sich nach Fahrzeugtypen, sodass der Vergleich der aggregierten Emissionsfaktoren Unterschiede bei den Fahrzeugtypen der Länder nicht berücksichtigt. Der nachfolgende Abschnitt 6.1.3.2 behandelt einen detaillierteren Vergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren Deutschlands, der Niederlande und des EMEP/EEA-Guidebooks.

6.1.3.2 Schwermetall-Emissionsfaktoren nach Fahrzeugtyp

Reifenantrieb

Reifen enthalten eine Vielzahl von Metallen. Zink weist die höchsten Konzentrationen auf. Tabelle 23 veranschaulicht die Emissionsfaktoren des Reifenantriebs nach Fahrzeugtyp in Deutschland, in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Die Tabelle verdeutlicht, dass in Deutschland die Emissionsfaktoren für Zink um das 15-fache höher sind als die Emissionsfaktoren in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Da der Zinkgehalt in Reifen relativ konstant ist (ca. 1 %), ist der 15-fache Unterschied erheblich. Dies wird in Abschnitt 6.1.4 detaillierter behandelt.

Die Emissionsfaktoren für Cadmium, Arsen und Selen sind in Deutschland ebenfalls deutlich höher als in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Der Emissionsfaktor für Kupfer ist in Deutschland niedriger als in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Die Emissionsfaktoren für Blei, Chrom und Nickel liegen in der gleichen Größenordnung. Die Unterschiede werden ebenfalls in Absatz 6.1.4 diskutiert.

Tabelle 23: Reifenantrieb-Emissionsfaktoren für Schwermetalle nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben Deutschlands (DE), der Niederlande (NL) und des EMEP/EEA-Guidebooks (GB)

		Pb [µ/Fz- km]	Cd [µ/Fz- km]	Hg [µ/Fz- km]	As [µ/Fz- km]	Cr [µ/Fz- km]	Cu [µ/Fz- km]	Ni [µ/Fz- km]	Se [µ/Fz- km]	Zn [µ/Fz- km]
DE	Passenger car	1,310	0,180	0,002	0,140	0,160	0,250	0,160	1,800	1035,000
GB	Passenger car	1,883	0,050		0,041	0,255	1,862	0,320	0,214	79,544
NL	Passenger car, urban	1,057	0,013		0,007	0,026	3,237	0,330	0,132	79,270

		Pb [μ/Fz- km]	Cd [μ/Fz- km]	Hg [μ/Fz- km]	As [μ/Fz- km]	Cr [μ/Fz- km]	Cu [μ/Fz- km]	Ni [μ/Fz- km]	Se [μ/Fz- km]	Zn [μ/Fz- km]
NL	Passenger car, rural	0,679	0,008		0,004	0,017	2,081	0,212	0,085	50,959
NL	Passenger car, highway	0,830	0,010		0,005	0,021	2,543	0,260	0,104	62,283
DE	Light duty vehicle	2,180	0,300	0,003	0,240	0,270	0,420	0,270	3,000	1725,000
GB	Light duty vehicle	2,974	0,079		0,064	0,402	2,941	0,505	0,338	125,635
NL	Delivery van, urban	1,273	0,016		0,008	0,032	3,900	0,398	0,159	95,506
NL	Delivery van, rural	0,819	0,010		0,005	0,020	2,507	0,256	0,102	61,397
NL	Delivery van, highway	1,001	0,013		0,006	0,025	3,064	0,313	0,125	75,040
DE	Heavy duty vehicle	8,700	1,200	0,012	0,960	1,080	1,680	1,080	12,000	11700,0
GB	Heavy duty vehicle ¹⁾	4,256	0,114		0,092	0,576	4,207	0,723	0,484	179,760
NL	Lorry, urban	6,797	0,085		0,042	0,170	20,817	2,124	0,850	977,113
NL	Lorry, rural	4,370	0,055		0,027	0,109	13,382	1,366	0,546	628,144
NL	Lorry, highway	5,341	0,067		0,033	0,134	16,356	1,669	0,668	767,732
DE	Bus	7,250	1,000	0,010	0,800	0,900	1,400	0,900	10,000	9750,00
GB	Heavy duty vehicles ²⁾	3,095	0,083		0,067	0,419	3,060	0,526	0,352	130,734
NL	Bus, urban	3,321	0,042		0,021	0,083	10,170	1,038	0,415	477,379
NL	Bus, rural	2,135	0,027		0,013	0,053	6,538	0,667	0,267	306,886
NL	Bus, highway	2,609	0,033		0,016	0,065	7,991	0,815	0,326	375,083
DE	Motorized two-wheeler	0,560	0,080	0,001	0,060	0,070	0,110	0,070	0,800	442,000

		Pb [μ/Fz- km]	Cd [μ/Fz- km]	Hg [μ/Fz- km]	As [μ/Fz- km]	Cr [μ/Fz- km]	Cu [μ/Fz- km]	Ni [μ/Fz- km]	Se [μ/Fz- km]	Zn [μ/Fz- km]
GB	Two-wheeled vehicles	0,810	0,022		0,017	0,109	0,800	0,138	0,092	34,196
NL	Motorcycle, urban	0,481	0,006		0,003	0,012	1,474	0,150	0,060	36,089
NL	Motorcycle, rural	0,309	0,004		0,002	0,008	0,947	0,097	0,039	23,200
NL	Motorcycle, highway	0,378	0,005		0,002	0,009	1,158	0,118	0,047	28,356
NL	Moped, urban	0,107	0,001		0,001	0,003	0,327	0,033	0,013	8,001
NL	Moped, rural	0,069	0,001		0,000	0,002	0,210	0,021	0,009	5,144
NL	Moped, highway	0,084	0,001		0,001	0,002	0,257	0,026	0,010	6,287

1) Annahme für Heavy duty vehicles: Im Mittel 50 % Beladung und 11 Räder

2) Annahme für Busse: Im Mittel 50 % Beladung und 8 Räder

Bremsabrieb

Auch Bremsen enthalten eine Vielzahl von Schwermetallen; Kupfer weist die höchsten Konzentrationen auf. Tabelle 24 veranschaulicht die Bremsabrieb-Emissionsfaktoren in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook je nach Fahrzeugtyp. Diese Tabelle macht deutlich, dass der Bremsabrieb-Emissionsfaktor für Kupfer in Deutschland um das 4-10-fache höher ist als im EMEP/EEA-Guidebook und um das 500-1500-fache höher als in den Niederlanden. Die Unterschiede werden in Abschnitt 6.1.4 diskutiert.

Die Emissionsfaktoren für Nickel, Selen und Zink sind in Deutschland ebenfalls höher als in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook, während die Emissionsfaktoren für Cadmium und Arsen zwischen den Emissionsfaktoren der Niederlande und denen im EMEP/EEA-Guidebook liegen. Für Blei und Chrom zeigt sich ein differenzierteres Bild. Die Emissionsfaktoren für Blei für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge und Zweiräder sind deutlich höher als die Emissionswerte im EMEP/EEA-Guidebook, während die Emissionsfaktoren für schwere Nutzfahrzeuge und Busse ähnlich sind. Bei Chrom ist dies umgekehrt. Die Schwermetall-Emissionsfaktoren für Blei und Chrom zeigen relativ große Unterschiede je nach Fahrzeugtyp. Weitere Details hierzu werden in Abschnitt 6.1.4 diskutiert.

Tabelle 24: Bremsabrieb-Emissionsfaktoren für Schwermetalle nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben Deutschlands (DE), der Niederlande (NL) und des EMEP/EEA-Guidebooks (GB)

		Pb [μ/Fz- km]	Hg [μ/Fz- km]	Cd [μ/Fz- km]	As [μ/Fz- km]	Cr [μ/Fz- km]	Cu [μ/Fz- km]	Ni [μ/Fz- km]	Se [μ/Fz- km]	Zn [μ/Fz- km]
DE	Passenger car	120,000	0,000	0,150	0,130	1,820	1588,000	3,360	0,280	512,000
GB	Passenger car	45,540		0,168	0,506	17,333	383,340	2,453	0,150	65,070

		Pb [μ/Fz- km]	Hg [μ/Fz- km]	Cd [μ/Fz- km]	As [μ/Fz- km]	Cr [μ/Fz- km]	Cu [μ/Fz-km]	Ni [μ/Fz- km]	Se [μ/Fz- km]	Zn [μ/Fz- km]
NL	Passen- ger car, urban	1,057		0,013	0,007	0,026	3,237	0,330	0,132	79,270
NL	Passen- ger car, rural	0,679		0,008	0,004	0,017	2,081	0,212	0,085	50,959
NL	Passen- ger car, highway	0,830		0,010	0,005	0,021	2,543	0,260	0,104	62,283
DE	Light duty ve- hicle	249,000	0,000	0,320	0,260	3,770	3289,000	6,960	0,580	1061,00
GB	Light duty ve- hicle	71,042		0,262	0,790	27,039	598,010	3,826	0,234	101,509
NL	Delivery van, ur- ban	1,273		0,016	0,008	0,032	3,900	0,398	0,159	95,506
NL	Delivery van, ru- ral	0,819		0,010	0,005	0,020	2,507	0,256	0,102	61,397
NL	Delivery van, highway	1,001		0,013	0,006	0,025	3,064	0,313	0,125	75,040
DE	Heavy duty ve- hicle	12,000	1,680	0,000	2,810	361,80 0	15477,000	22,450	1,340	620,000
GB	Heavy duty ve- hicle ¹⁾	198,844		0,734	2,210	75,680	1673,797	10,708	0,655	284,118
NL	Lorry, urban	6,797		0,085	0,042	0,170	20,817	2,124	0,850	977,113
NL	Lorry, rural	4,370		0,055	0,027	0,109	13,382	1,366	0,546	628,144
NL	Lorry, highway	5,341		0,067	0,033	0,134	16,356	1,669	0,668	767,732
DE	Bus	12,000	1,680	0,000	2,810	361,80 0	15477,000	22,450	1,340	620,000

		Pb [μ/Fz- km]	Hg [μ/Fz- km]	Cd [μ/Fz- km]	As [μ/Fz- km]	Cr [μ/Fz- km]	Cu [μ/Fz-km]	Ni [μ/Fz- km]	Se [μ/Fz- km]	Zn [μ/Fz- km]
GB	Heavy duty vehicles ²⁾	198,844		0,734	2,210	75,680	1673,797	10,708	0,655	284,118
NL	Bus, urban	3,321		0,042	0,021	0,083	10,170	1,038	0,415	477,379
NL	Bus, rural	2,135		0,027	0,013	0,053	6,538	0,667	0,267	306,886
NL	Bus, highway	2,609		0,033	0,016	0,065	7,991	0,815	0,326	375,083
DE	Motorized two-wheeler	51,110	0,000	0,070	0,050	0,770	4056,000	1,430	0,120	218,000
GB	Two-wheeled vehicles	22,466		0,083	0,250	8,551	189,114	1,210	0,074	32,101
NL	Motorcycle, urban	0,481		0,006	0,003	0,012	1,474	0,150	0,060	36,089
NL	Motorcycle, rural	0,309		0,004	0,002	0,008	0,947	0,097	0,039	23,200
NL	Motorcycle, highway	0,378		0,005	0,002	0,009	1,158	0,118	0,047	28,356
NL	Moped, urban	0,107		0,001	0,001	0,003	0,327	0,033	0,013	8,001
NL	Moped, rural	0,069		0,001	0,000	0,002	0,210	0,021	0,009	5,144
NL	Moped, highway	0,084		0,001	0,001	0,002	0,257	0,026	0,010	6,287

1) Annahme für Heavy duty vehicles: Im Mittel 50 % Beladung und 11 Räder

2) Annahme für Busse: Im Mittel 50 % Beladung und 8 Räder

6.1.4 Detaillierte Analyse der Emissionsfaktoren für Schwermetalle durch Reifen- und Bremsabrieb

Schwermetall-Emissionen aus Reifen- und Bremsabrieb werden berechnet, indem Partikel-Emissionen aus Reifen und Bremsen mit dem Schwermetallgehalt von Reifen und Bremsen multipliziert werden. Im vorherigen Absatz wurde gezeigt, dass die Emissionsfaktoren mehrerer Schwermetalle in Deutschland höher sind als die Emissionsfaktoren in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Insbesondere die wichtigsten Schadstoffe (Zink aus Reifenabrieb und Kupfer aus Bremsabrieb) weisen im Inventarbericht von Deutschland einen deutlich höheren Emissionsfaktor auf als im EMEP/EEA-Guidebook und im niederländischen Inventarbericht.

In diesem Kapitel werden die Schwermetall-Emissionsfaktoren genauer analysiert, indem die Emissionen für Staub (Abschnitt 6.1.4.1) und die Schwermetallgehalte (Abschnitt 6.1.4.2) betrachtet werden.

6.1.4.1 Staub-Emissionen

Tabelle 25 und Tabelle 26 zeigen die Staub-(TSP-)Emissionsfaktoren, mit denen die Schwermetall-Emissionsfaktoren aus Reifen- und Bremsabrieb berechnet wurden. Der Inventarbericht von Deutschland enthält zwei Emissionsfaktor-Datensätze für Staub. Die in Tabelle 1 des Inventarberichts (<https://iir-de.wikidot.com/1-a-3-b-vi-emissions-from-tyre-and-brake-wear>) dargestellten Emissionsfaktoren zeigen den Gesamtabrieb von Reifen und Bremsen, während die Emissionsfaktoren in Tabelle 3 des Inventarberichts (ebenda) den Reifen- und Bremsabrieb zeigen, der in die Atmosphäre abgegeben wird. Die in Tabelle 3 im Inventarbericht von Deutschland dargestellten Emissionsfaktoren in Deutschland haben eine ähnliche Größenordnung wie die Emissionsfaktoren in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook.

Demnach wurden von Deutschland für die Berechnung und Meldung der Staub-Emissionen offenbar Staub-Emissionsfaktoren der Tabelle 3 des Inventarberichts verwendet. Für die Berechnung der Schwermetall-Emissionsfaktoren wurden die Staub-Emissionsfaktoren aus Tabelle 1 herangezogen.

Da die Emissionsfaktoren aus Tabelle 1 des Inventarberichts zur Berechnung der Schwermetall-Emissionsfaktoren verwendet wurden und diese Emissionsfaktoren den gesamten Reifenabrieb erfassen (einschließlich seines nicht-atmosphärischen Anteils), führt dies zu einer Überschätzung der atmosphärischen Schwermetall-Emissionen durch Reifen- und Bremsabrieb.

Tabelle 25: Staub-Emissionsfaktoren für Reifenabrieb nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)

	DE ¹⁾ [mg/vkm]	DE ²⁾ [mg/vkm]	NL Urban [mg/vkm]	NL Rural [mg/vkm]	NL Highway [mg/vkm]	Guidebook [mg/vkm]
Passenger Cars	90	10,7	6,6	4,2	5,2	10,7
Motorcycles	45	4,6	3,0	1,9	2,4	4,6
Mopeds	23	4,6	0,7	0,4	0,5	4,6
Light Duty Vehicles	150	16,9	8,0	5,1	6,3	16,9
Heavy Duty Vehicles: Trucks	800	45,0	42,5	27,3	33,4	24,2
Heavy Duty Vehicles: Buses	500	45,0	20,8	13,3	16,3	17,6

1) Emissionsfaktoren aus Tabelle 1 des IIR-Kapitels zum Reifenabrieb (<https://iir-de.wikidot.com/1-a-3-b-vi-emissions-from-tyre-and-brake-wear>). Diese Emissionsfaktoren wurden zur Berechnung der Emissionsfaktoren für Schwermetalle herangezogen.

2) Emissionsfaktoren aus Tabelle 3 des IIR-Kapitels zum Reifenabrieb (<https://iir-de.wikidot.com/1-a-3-b-vi-emissions-from-tyre-and-brake-wear>). Diese Emissionsfaktoren wurden zur Berechnung der Staub-Emissionen herangezogen.

Tabelle 26: Staub-Emissionsfaktoren für Bremsabrieb nach Fahrzeugtyp entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)

	DE ¹⁾ [mg/vkm]	DE ²⁾ [mg/vkm]	NL Urban [mg/vkm]	NL Rural [mg/vkm]	NL Highway [mg/vkm]	Guidebook [mg/vkm]
Passenger Cars	14	7,5	10,2	3,1	1,6	7,5
Motorcycles	7	3,7	3,7	1,1	0,6	3,7
Mopeds	3,5	3,7	0,0	0,0	0,0	3,7
Light Duty Vehicles	29	11,7	11,1	3,3	1,8	11,7
Heavy Duty Vehicles: Trucks	67	32,65	33,6	10,1	5,4	32,7
Heavy Duty Vehicles: Buses	67	32,65	25,5	7,7	4,1	32,7

1) Emissionsfaktoren aus Tabelle 1 des IIR-Kapitels zum Reifenabrieb (<https://iir-de.wikidot.com/1-a-3-b-vi-emissions-from-tyre-and-brake-wear>). Diese Emissionsfaktoren wurden zur Berechnung der Emissionsfaktoren für Schwermetalle herangezogen.

2) Emissionsfaktoren aus Tabelle 3 des IIR-Kapitels zum Reifenabrieb (<https://iir-de.wikidot.com/1-a-3-b-vi-emissions-from-tyre-and-brake-wear>). Diese Emissionsfaktoren wurden zur Berechnung der Staub-Emissionen herangezogen.

6.1.4.2 Schwermetallgehalte in Reifen und Bremsen

Der Schwermetallgehalt variiert je nach Reifen- und Bremsentyp. Dabei können die Unterschiede relativ groß sein. Der minimale und maximale Schwermetallgehalt kann sich gemäß der Emissionsfaktoren des EMEP/EEA-Guidebooks um das 270-fache unterscheiden. Tabelle 27 und Tabelle 28 veranschaulichen die Schwermetallgehalte entsprechend der Angaben von Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook.

Der Schwermetallgehalt von Reifen (vgl. Tabelle 27) wird im Inventarbericht von Deutschland für die meisten Stoffe ähnlich der niedrigen Werte im EMEP/EEA-Guidebook angegeben. Nur beim Zinkgehalt der Reifen von Schwerlastkraftwagen ist der Wert höher als der Höchstwert des EMEP/EEA-Guidebooks, aber niedriger als der Wert, der im niederländischen Emissionsinventar verwendet wird.

Tabelle 27: Schwermetallgehalte von Reifen entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)

	DE PC, LDV, MTW [mg/kg]	DE HDV [mg/kg]	NL LDV [mg/kg]	NL HDV [mg/kg]	GB Min [mg/kg]	GB Average [mg/kg]	GB Max [mg/kg]
Pb	14,5	14,5	160	160	6,3	176	670
Cd	2	2	2	2	1,4	4,7	9,0
Hg	0,02	0,02					
As	1,6	1,6	1	1	1,6	3,8	6,0
Cr	1,8	1,8	4	4	2,0	23,8	61,0
Cu	2,8	2,8	490	490	1,8	174,0	490,0
Ni	1,8	1,8	50	50	2,4	29,9	63,0
Se	20	20	20	20		20	
Zn	11.500	19.500	12.000	23.000	430	7.434	13.494

Der Schwermetallgehalt von Bremsen (vgl. Tabelle 28) liegt im Inventarbericht von Deutschland für die meisten Stoffe in der Größenordnung der niedrigen Werte oder des Mittelwertes des EMEP/EEA-Guidebooks. Allerdings liegt der Kupfergehalt von Bremsen bei drei von vier Kategorien in Deutschland deutlich höher als der Maximalwert des EMEP/EEA-Guidebooks und bei allen vier Kategorien deutlich höher als der Wert, der in den Niederlanden verwendet wird.

Tabelle 28: Schwermetallgehalte von Bremsen entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und im EMEP/EEA-Guidebook (GB)

	DE PC, LDV [mg/kg]	DE Truck [mg/kg]	DE Bus [mg/kg]	DE MTW [mg/kg]	NL All [mg/kg]	GB Min [mg/kg]	GB Average [mg/kg]	GB Max [mg/kg]
Pb	8.580	180	180	8.580	400	120	6.072	20.000
Cd	11	0	0	11	10	1,5	22,4	57,0
Hg	0	25	25	0				
As	9	42	42	9		10,0	67,5	130,0
Cr	130	5.400	5.400	130	3.700	115	2.311	8.050
Cu	113.400	231.000	231.000	681.000	38.000	370	51.112	142.000
Ni	240	335	335	240	900	80	327	60*
Se	20	20	20	20			20	
Zn	36.600	9.250	9.250	36.600	15.000	270	8.676	21.800

* Der Maximalwert des Nickelgehalts in Bremsen wird in Tabelle 3-12 des EMEP/EEA-Guidebooks mit einem niedrigeren Wert als dem Minimalwert angegeben. Offensichtlich handelt es sich um einen Tippfehler; der richtige Wert beträgt vermutlich 600.

6.1.5 Abgasemissionen im Straßenverkehr

Tabelle 29 veranschaulicht die berichteten Schwermetall-Emissionen aus Abgasemissionen des Straßenverkehrs (NFR 1A3bi - 1A3biv) für das Jahr 2017 von Deutschland, den Niederlanden und EU28.

Die Tabelle enthält auch aggregierte Emissionsfaktoren bezogen auf die Gesamtfahrzeugkilometer (vgl. Tabelle 22). Die Emissionsfaktoren variieren je nach Fahrzeugkategorie und Kraftstoff (Benzin, Diesel, sonstiges). Im Vergleich der Emissionsfaktoren sind bei mehreren Schwermetallen große Unterschiede erkennbar. Insbesondere bei Blei, Cadmium und Zink liegen die aggregierten Emissionsfaktoren in den Niederlanden um das 80-150-fache höher als in Deutschland.

Betrachtet man den Anteil Deutschlands und der Niederlande an den EU28-Emissionen, so lässt sich Ähnliches feststellen: Obwohl die Gesamtfahrzeugkilometer in Deutschland mehr als 6-fache höher sind, ist der deutsche Anteil an den EU28-Emissionen bei vielen Schwermetallen geringer als der niederländische Anteil. Der wesentliche Grund dieser Unterschiede liegt darin, dass die Niederlande Schwermetall-Emissionen aus Motoröl in den Emissionsfaktor einbeziehen. Deutschland berichtet Schwermetall-Emissionen aus Motoröl separat in Kategorie 2.D („Other Solvent and Product Use“). Da Motoröl eine wesentliche Quelle der Schwermetallemissionen im Bereich der Verkehrsabgase sind, erklärt dies die relativ geringen Emissionen, die Deutschland in der Kategorie 1.A3.b berichtet.

Tabelle 29: Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgas des Straßenverkehrs in Deutschland (DE) und den Niederlanden (NL), Emissionen entsprechend der Angaben von Deutschland, den Niederlanden und EU28, sowie EU28-Anteile von Deutschland und den Niederlanden

	IEF DE *	IEF NL *	Emission DE [kg/a]	Emission NL [kg/a]	Emission EU28 [kg/a]	Anteil DE an EU28	Anteil NL an EU28
Pb	0,05	4,2	45	569	63.594	0,1%	0,9%
Cd	0,01	0,89	5	120	1260	0,4%	10%
Hg	0,39	0,62	334	84	1535	22%	5%
As	0,01	0,02	9	2	40	21%	6%
Cr	0,48	2,3	406	311	7.116	6%	4%
Cu	0,33	3,0	277	407	66.620	0,4%	0,6%
Ni	0,05	1,0	46	134	3635	1,3%	4%
Se	0,01	0,01	7	2	396	2%	0,5%
Zn	1,4	180	1.195	24.125	21.3842	0,6%	11%

* Aggregierte Emissionsfaktoren bezogen auf die Gesamtfahrzeugkilometer (vgl. Tabelle 16).

Bei den meisten Schwermetall-Emissionen aus Abgas ist der Anteil Deutschlands an der EU28-Gesamtmenge gering (1 % oder weniger für sechs der neun Schwermetalle). Im Gegensatz dazu liegt der Anteil Deutschlands an den EU28-Emissionen aus Abgas für Quecksilber und Arsen bei 22 % bzw. 21 %.

Tabelle 30 zeigt einen Vergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren in μg pro kg Kraftstoff. Nach den Angaben des Inventarberichts von Deutschland wurde für Schwermetalle (außer Blei) die Tier-1-Methode unter Anwendung der Emissionsfaktoren des EMEP/EEA-Guidebooks 2016 verwendet. Tabelle 3-78 des Kapitels 1A3b des EMEP/EEA-Guidebooks 2016 nennt Emissionen von Schwermetallen pro Kilogramm Kraftstoff.

Tabelle 30 zeigt, dass die Emissionen pro Kilogramm Kraftstoff in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook in der gleichen Größenordnung liegen. Obwohl laut Inventarbericht von Deutschland die Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook 2016 zur Berechnung verwendet worden sind, gibt es Unterschiede zwischen den Emissionsfaktoren Deutschlands und den Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook 2016 (Tabelle 3-78). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die in Deutschland verwendeten Schwermetall-Emissionsfaktoren auf anderen Guidebook-Informationen beruhen, dies aber im Inventarbericht nicht näher erläutert wird.

Tabelle 30: Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgase des Straßenverkehrs in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook, berechnet aus den im jeweiligen Inventarbericht genannten Emissionsfaktoren und den Kraftstoff-Heizwerten

	EF Benzin [µg/kg fuel] DE	EF Benzin [µg/kg fuel] GB	EF Benzin [µg/kg fuel] NL	EF Diesel [µg/kg fuel] DE	EF Diesel [µg/kg fuel] GB	EF Diesel [µg/kg fuel] NL
Pb	1,61	1,60	1,50	0,51	0,15	0,15
Cd	0,20	0,20	0,29	0,05	0,03	0,03
Hg	8,71	8,70	8,40	5,28	2,30	2,30
As	0,30	0,30	0,30	0,10	0,05	0,05
Cr	6,31	6,30	6,40	8,51	12,00	12,00
Cu	4,48	4,50	4,00	5,71	7,30	7,30
Ni	2,31	2,30	0,94	0,21	0,05	0,05
Se	0,22	0,20	0,19	0,09	0,05	0,05
Zn	33,00	33,00	36,00	18,00	19,00	19,00

Anmerkung: Unterschiede von mehr als 10 % zum EMEP/EEA-Guidebook sind fett hervorgehoben

6.1.6 Emissionen aus dem Schienenverkehr

Schwermetall-Emissionen aus dem Schienenverkehr stammen sowohl aus Abgasen (Schwermetalle, die in geringen Mengen im Kraftstoff vorhanden sind) als auch aus Abrieb. Tabelle 31 zeigt die für den Schienenverkehr im Jahr 2017 erfassten Emissionen von Deutschland und den Niederlanden. Darüber hinaus enthält die Tabelle für beide Länder den Anteil an den Gesamtemissionen der EU28, basierend auf den im Jahr 2019 berichteten Emissionen für das 2017.

Die Tabelle verdeutlicht, dass in der Berichterstattung Deutschlands für 2017 ein Schwermetallbeitrag des Schienenverkehrs vor allem bei Chrom, Kupfer und Nickel zu finden ist.

Tabelle 31: Schwermetall-Emissionen des Schienenverkehrs entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL) und EU28, sowie Anteile von Deutschland und den Niederlanden an den EU28-Gesamtemissionen

	Emission DE [kg/a]	Emission NL [kg/a]	Emission EU28 [kg/a]	Anteil DE an EU28	Anteil NL an EU28
Pb	94	256	690	14%	35%
Cd	4	0,001	28	16%	<0,01%
Hg	4	0,1	14	27%	1%
As	1	0,003	22	6%	0,01%
Cr	25.705	0,7	25.758	99,8%	<0,01%
Cu	97.961	5.895	153.344	64%	4%
Ni	51.397	0,003	52.327	98%	<0,01%
Se	3	0,003	96	3%	<0,01%
Zn	310	1	1.380	24%	0,1%

Die Tabelle veranschaulicht, dass die Emissionen Deutschlands insbesondere bei Chrom und Nickel sowie in geringerem Maße bei Kupfer im europäischen Vergleich sehr hoch sind. Aus den Angaben des Kapitels zum Schienenverkehr im EMEP/EEA-Guidebook (2016) geht hervor, dass sowohl für den Tier-1- als auch für den Tier-2-Ansatz Schwermetall-Emissionen aus dem Abrieb nicht berücksichtigt werden, da die Emissionsfaktoren alle auf der Grundlage des verwendeten Kraftstoffs berechnet wurden. Die Berücksichtigung des Abriebs könnte eine Erklärung für den relativ hohen Anteil der Emissionen Deutschlands an den EU28-Gesamtemissionen des Schienenverkehrs sein.

Tabelle 32 vergleicht die Emissionsfaktoren, die für Abgas und Abrieb verwendet wurden. Die Tabelle zeigt, dass die von Deutschland verwendeten Emissionsfaktoren (basierend auf dem EMEP/EEA-Guidebook 2016) deutlich höher sind als die in den Niederlanden verwendeten Emissionsfaktoren (die den Schwermetall-Emissionsfaktoren der Dieselp Verbrennung im Straßenverkehr in den Niederlanden entsprechen).

Um die Bedeutung der abgasbedingten Schwermetall-Emissionen an den Gesamtemissionen des Schienenverkehrs zu untersuchen, wurden entsprechende Emissionen ermittelt. Zur Berechnung wurde der gesamte Flüssigkraftstoffverbrauch im Schienenverkehr aus dem Jahr 2017 gemäß Inventarbericht Deutschlands verwendet (14.416 Tj), mit IPCC-Standardheizwerten entsprechend rund 290 kt Kraftstoff). Die errechneten Gesamtemissionen betragen lediglich knapp 500 kg. Dies bestätigt, dass in der Berichterstattung von Deutschland erwartungsgemäß die Schwermetall-Emissionen aus dem Schienenverkehr hauptsächlich aus anderen Quellen als aus dem Abgas stammen.

Tabelle 32: Schwermetall-Emissionsfaktoren für Abgas und Abrieb des entsprechend der Angaben von Deutschland (DE), den Niederlanden (NL)

	DE EF Abgas [g/ton]	NL EF Abgas [g/ton]	DE EF Abrieb [g/km]	NL EF Abrieb [mg/kWh]
Pb		0,00015		1
Cd	0,01	0,00003		
Hg		0,023		
As		0,00005		
Cr	0,05	0,012	0,00008	
Cu	1,7	0,0073	0,00033	3,7
Ni	0,07	0,00005	0,00016	
Se	0,01	0,00005		
Zn	1	0,019		

Aufgrund der unterschiedlichen Einheiten ist ein direkter Vergleich der von Deutschland und den Niederlanden verwendeten Emissionsfaktoren für den Abrieb des Schienenverkehrs nicht möglich. Es sei auch darauf hingewiesen, dass in den Niederlanden nur der Abrieb von Stromabnehmern und Stromleitungen enthalten ist, der Abrieb von Bremsen und Schienen jedoch nicht berücksichtigt wird.

Im Kapitel zum Schienenverkehr im Inventarbericht von Deutschland wird erwähnt, dass die Emissionsfaktoren für Kupfer, Nickel und Chrom über typische Anteile der genannten Metalle in den Oberleitungen (100 % Kupfer) und in den Bremssystemen (Nickel und Chrom-haltige Stahllegierungen) berechnet werden. Es wird jedoch kein Hinweis darauf gegeben, aus welcher Quelle diese typischen Anteile stammen. Um die Emissionsfaktoren nachvollziehen zu können, müssten die PM10-Emissionsabschätzungen der Deutschen Bahn AG genauer untersucht werden. Aus dem Inventarbericht von Deutschland ist nicht ersichtlich, auf welchen Informationen die PM10-Abschätzungen basieren.

6.1.7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Der Vergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren aus Reifen- und Bremsenabrieb in Deutschland, den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook (2016) ergibt, dass die deutschen Emissionsfaktoren relativ hoch sind. Es scheint, dass dies durch den Staub-Emissionsfaktor erklärt werden kann, der zur Berechnung der Schwermetall-Emissionsfaktoren verwendet wurde. Der Staub-Emissionsfaktor Deutschlands ist wesentlich größer als der in den Niederlanden und im EMEP/EEA-Guidebook. Das liegt offensichtlich daran, dass der gesamte Abrieb von Reifen und Bremsen anstelle des atmosphärischen Anteils der Staub-Emissionen als Grundlage für die Schwermetallemissionen verwendet wurde.

Des Weiteren zeigt der Vergleich, dass unterschiedliche Schwermetallgehalte in Reifen und Bremsen verwendet wurden. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Schwermetallgehalte in Reifen und Bremsen in Deutschland und den Niederlanden ähnlich sind. Eine Erklärung könnte sein, dass zur Berechnung der durchschnittlichen Schwermetallgehalte unterschiedliche Literaturquellen verwendet wurden.

Für die Abgasemissionen des Straßenverkehrs liegen die Emissionsfaktoren in der gleichen Größenordnung wie die Emissionsfaktoren im EMEP/EEA-Guidebook und in den Niederlanden. Der Inventarbericht von Deutschland gibt an, dass die Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook verwendet wurden; die Faktoren stimmen allerdings nicht genau überein. Es ist nicht ersichtlich, worin der Grund für die Unterschiede liegt.

Bei den Emissionen des Schienenverkehrs lässt sich feststellen, dass diese im Inventar Deutschlands hauptsächlich aus anderen Emissionen als aus Abgasen stammen (Abrieb von Oberleitungen und Bremssystemen). Die Emissionen Deutschlands sind im Vergleich zu den EU28-Ländern insgesamt sehr hoch, was (zumindest teilweise) dadurch erklärt werden könnte, dass es im EMEP/EEA-Guidebook keine Methodik zur Berücksichtigung von Abriebemissionen im Schienenverkehr gibt und dass der Abrieb als Emissionsquelle in den meisten Ländern nicht berücksichtigt wird.

Höhere Emissionen im Vergleich zu den Niederlanden lassen sich teilweise auf das Fehlen von Bremsabrieb-Emissionen von Zügen in den Niederlanden zurückführen. Hier ist auch zu beachten, dass es keine Leitlinien im EMEP/EEA-Guidebook gibt, und Deutschland sowie die Niederlande zu den wenigen Ländern gehören, die diese Emissionen nicht auf Basis der EMEP/EEA-Guidebook-Faktoren berechnen. Dies führt zu etwas unterschiedlichen Ergebnissen.

Empfehlungen:

- ▶ Die Methodik zur Berechnung der Staub- und Schwermetall-Emissionsfaktoren aus dem Abrieb sollte überprüft werden. Wenn tatsächlich ein Fehler vorliegt, dann sollte künftig der Staub-Emissionsfaktor für atmosphärische Emissionen anstelle des Gesamtabriebfaktors verwendet werden.
- ▶ Die Literatur, die für die Berechnung der Schwermetallanteile herangezogen wurden, sollte näher untersucht werden, um die identifizierten Unterschiede erklären zu können.
- ▶ Es sollte genauer angegeben werden, wie die Schwermetall-Emissionen aus den Abgasen des Straßenverkehrs berechnet werden, da diese nicht im Detail überprüft werden können.
- ▶ Wenn auf das EMEP/EEA-Guidebook als Quelle der Emissionsfaktoren Bezug genommen wird, sollten insbesondere die Version, das Kapitel und die Tabelle angegeben werden, aus der die Emissionsfaktoren stammen, um eine Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

6.2 Emissionsfaktoren im Bereich Industrie, Gewerbe, Haushalte

6.2.1 Einführung

Emissionsfaktoren für die neun Metalle Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni), Selen (Se) und Zink (Zn) werden in den verkehrsfremden Kategorien überwiegend als Staubinhaltsstoffe gemessen. Eine Ausnahme stellen die stärker flüchtigen Schwermetalle Cadmium, Selen und Quecksilber dar, deren gasförmiger Anteil in der Regel überwiegt. Die Messverfahren für Schwermetalle⁷ sehen grundsätzlich neben der Abscheidung auf einem Staubfilter auch die Durchleitung der gasförmigen Bestandteile durch „Waschflaschen“ vor, in denen der gasförmige Anteil bestimmt wird. Die Emissionen werden durch die Summe der beiden Messergebnisse angegeben. Das Ergebnis wird auf einen Normkubikmeter Luft (trocken) bezogen. Den Emissionsfaktor erhält man durch den Bezug der gemessenen Metallfracht zur zeitgleich erzeugten Produktionsmenge.

Messungen der Schwermetalle finden üblicherweise an drei aufeinander folgenden Halbstunden statt. Ein kontinuierliches Messverfahren zur Bestimmung der Schwermetalle existiert lediglich für Quecksilber. Die Grenzwerte für Metalle werden nur für Quecksilber auf den Einzelstoff bezogen. Die weiteren Grenzwerte werden üblicherweise als Summenwerte begrenzt, so dass bei der Grenzwertüberprüfung die Messergebnisse ebenfalls summiert werden.

Da Metallemissionen mit Ausnahme von Cadmium, Quecksilber und Selen überwiegend staubgebunden emittiert werden, haben die Verbesserungen der Abgasreinigungsanlagen in letzten 30 Jahren neben Staubbminderungen auch deutliche Minderungen der staubgebundenen Metallemissionen bewirkt. Die Staubkonzentrationen sanken bei gut gewarteten Gewebefiltern von vormals über 100 mg/Nm³ auf Werte < 2 mg/Nm³, bei gut gewarteten Elektrofiltern auf < 10 mg/Nm³. Dadurch liegen staubgebundene Metalle häufig unterhalb der Nachweisgrenzen des Bestimmungsverfahrens. Bei der zum Grenzwertabgleich benötigten Summenbildung gehen die Schadstoffe, die unterhalb der Nachweisgrenze bestimmt wurden, mit ihrer Nachweisgrenze oder der halben Nachweisgrenze in die Summenbildung ein. Eine Festlegung auf einen der beiden Wege gibt es für die Summierung in der Messnorm nicht.

Bei der Emissionsfaktorbildung besteht in vielen Fällen ebenfalls die Schwierigkeit, dass Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze ins Verhältnis zur zeitgleich hergestellten Produktionsmenge gesetzt werden müssen. Wird dann die Bestimmungsgrenze oder die halbe Bestimmungsgrenze verwendet, ist nicht gesichert, ob dies der realen Emission entspricht; möglicherweise findet eine Überschätzung der Emissionen statt. Daher sind Emissionsfaktoren, bei denen Messergebnisse verwendet wurden, die unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, mit besonders großer Unsicherheit verbunden.

Hinzu kommt, dass Messungen während 1,5 Stunden lediglich den Emissionszustand während 0,1 % der 8760 Jahresstunden aufzeigen. An vielen Anlagen erfolgen die Messungen lediglich alle drei Jahre, so dass die Repräsentativität einer 1,5-Stundenmessung nochmals geringer ausfällt. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Ergebnisse von Einzelmessungen an derselben Anlage trotz vergleichbarer Roh-, Hilfs- und Brennstoffe im Bereich mehrerer 100 % schwanken. Hinzu kommt, dass bei Brennstoffen wie Kohle und Öl sowie bei den Rohstoffen aus natürlichen Gesteinen große Schwankungsbreiten hinsichtlich der Metallgehalte vorkommen, selbst in gleichen Lagerstätten.

Die beschriebenen Einflussgrößen bewirken, dass für die verschiedenen Emissionsinventar-Kategorien jeweils nur wenige Schwermetall-Messwerte vorliegen, und diese mit hohen Unsicherheiten hinsichtlich ihrer Genauigkeit und ihrer Repräsentativität verbunden sind. Verbesserungen lassen sich

⁷ EN 13211 für Quecksilber, EN 14385 für die NEC-Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Selen und Zink sind in der EN 14385 nicht genannt, da die Methode nicht für die Stoffe validiert wurde. Üblicherweise erfolgen die Bestimmungen von Selen und Zink jedoch ebenfalls mit der EN 14385.

nur erreichen, in dem die Datenmenge in einer Berichtskategorie stetig erhöht und die Messmethode verbessert wird (zur Senkung von Nachweisgrenzen und Minderung der Messunsicherheiten).

Einzelne Konzentrationswerte aus der Literatur oder aus Messungen in einer Kategorie können stets nur als Anhaltspunkte dienen. Wenn möglich sollte bei allen für Emissionsfaktoren verwendeten Messreihen angegeben werden, ob und wie viele Werte unter der Bestimmungsgrenze lagen, wie hoch die Bestimmungsgrenze war und auf welche Art die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze in die Emissionsfaktorbildung einbezogen wurden (zum Beispiel mit null, halbem Wert oder ganzen Wert).

Im folgenden Kapitel 6.2.2 wird geprüft, ob andere Ländern Schwermetallemissionen für Quellgruppen berichten, in denen Deutschland bisher keine Emissionen benennt. In Anmerkungen wird kommentiert, wie die fehlenden Einträge bewertet werden. Zu jedem Schwermetall werden abschließend besondere Auffälligkeiten der Berichterstattung benannt.

In Kapitel 6.2.3 werden für jedes Schwermetall die in der Berichterstattung dominierenden Quellgruppen identifiziert. In Kapitel 6.2.4 werden für Verbesserungsmöglichkeiten für die Emissionsfaktoren wesentlicher Quellgruppen untersucht. Abschließend erfolgt in Kapitel 6.2.5 eine Zusammenfassung der Erkenntnisse.

6.2.2 Vergleich mit der Emissionsberichterstattung anderer Länder

Im Folgenden wird die Berichterstattung von Deutschland für 2017 (IIR DE 2019) für die neun betrachteten Schwermetalle der Berichterstattung anderer Länder gegenübergestellt. Dabei wird geprüft, ob andere Länder Emissionen zu Quellgruppen berichtet haben, in denen Deutschland keine Emissionen gemeldet hat. Bei der Berichterstattung anderer Länder wurde überwiegend die Berichterstattung zum Jahr 2017 verwendet, zum Teil lag bei Bearbeitung erst das Berichtsjahr 2016 vor (siehe Quellenangabe unter den Tabellen).

Zwei Kategorien wurden in die Ergebnislisten mit aufgenommen, obwohl neben Deutschland auch kein weiteres Land Schwermetall-Emissionen gemeldet hat (außer Finnland, Frankreich und UK im Fall von Nickel, Norwegen im Fall von Kupfer). Wegen möglicher Emissionen sollten die Einträge „NA“ (not applicable) bzw. „NO“ (not occurring) von Deutschland für alle Schwermetalle überprüft werden:

- ▶ 1B1a (Nr. 7: Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling): „NA“
- ▶ 2C7b (Nr. 22: Nickel production): „NO“

6.2.2.1 Arsen-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 33 evaluiert 36 Kategorien. In 34 dieser Kategorien hat Deutschland bei den As-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 33: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Arsen in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	As aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: As-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.
5	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> CZ, FR, GR, LT, NL, PT, RO, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. As-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
6	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, HU, IT, PL, SK, UK berichten. SE: „IE“. CZ, NO, PT: „NE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. As-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
7	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, CY, GR, HR, FR, HU, PT, RO, SK berichten. FI: „IE“. LT, LV: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. As-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.
8	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. AT, LU: „NR“ Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. As-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
9	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	DK, EE, FR, HR, HU, NO, PT, RO, SI berichten. CY, CZ, IE, NL, SE, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. As-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
10	1B2d	Other fugitive emissions from energy production	NA	Nur IT, PT berichten. NL, NO, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE keine diffusen As-Emissionen aus der Energieerzeugung zu erwarten sind.
11	2A1	Cement production	NA	BE, NO, PL berichten. DK, EE, GR, HR, IE, PT, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da As aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. As wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.
12	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, GR, NL, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da As aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. As wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen
13	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE, NO, SE berichten. CZ, GR, PT: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“, da As z.B. in Keramikrohstoff, bei Kohlebrennstoff und im Porosierungsmittel Deinkingschlamm zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird.
14	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, NL, NO, UK berichten. HR, PT, RO, SE, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. BREF-Datenerhebung nennt keine As-Emission der Chemieindustrie.
15	2B5	Carbide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FR, SK: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NE“, da As-Emission möglich.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
16	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FR, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. As-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.
17	2C1	Iron and steel production	NA	Fast alle Staaten berichten. AT, LU: „NR“. IE, MT: „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Tier 2-Faktoren im EMEP/EEA-Guidebook vorhanden.
18	2C2	Ferroalloys production	NA	FI, FR, NO, SK berichten. UK: „IE“. BE, CZ, GR, PL, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. As im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
19	2C3	Aluminium production	NA	CZ, FI, FR, NL, NO, UK berichten. BE, BG: „IE“. GR, PL, RO, SE, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. As im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
20	2C4	Magnesium production	NE	Nur CZ, SK berichten. BE, BG, NL: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrektere Eintrag statt „NE“
21	2C7b	Nickel production	NO	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, SE, SK: „IE“. FR, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Nickelsulfat als Cu-Nebenprodukt bei Aurubis, Hamburg) => Evtl. „IE“ statt „NO“, da As-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
22	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, NO, SE, UK berichten. DK, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da Emissionen vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten. Prüfen, ob im IIR andere Metallproduktionen erwähnt sind (Gold, Silber).

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
22	2C7d	Storage, handling and transport of metal products	NA	Nur BE berichtet. IE, NL, NO, SI: „IE“. BG: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
23	2D3g	Chemical products	NA	Nur PT berichtet. BE, CY, CZ, EE, GR, IE, RO, SE, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok; kein Produkt mit As-Emission bekannt
24	2D3h	Printing	NE	<u>Kein Staat berichtet.</u> Alle Staaten „NA“	Auch DE sollte statt „NE“ besser „NA“ melden, da As in Druckfarben freiwillig ausgeschlossen sind.
25	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	Nur PL, SK berichten. EE, HR, PT, RO, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine As-Emission aus Lösemittelanwendung zu erwarten.
26	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur SE berichtet. BE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.
27	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BE, BG, GR, HR, IE, LT, NO, PL, PT, RO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
28	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. NL, PT: „IE“. BG: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
29	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, NO, PL, PT, RO berichten. NL, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
30	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, NO, PL, SI berichten. EE, MT, NL, SE, SK: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
31	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	BG, CZ, GR, HU, IE, IT, NO, PL, PT, RO, SK berichten. BE, FR, HR, MT, NE, SE, UK: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
32	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, HU, LT, LV, SE, SI, UK berichten. BE, BG, CZ, FI, IE, MT, NL, NO, PL, PT, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
33	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	BG, CY, CZ, FR, GR, HU, IT, LT, LV, PL, PT, SI, SK, UK berichten. BE, MT, NL, NO, RO, SE: „IE“. EE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
34	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, PL, UK berichten. BE, NL, PT, NO, SE, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
35	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten berichten. MT: „IE“. CZ, GR, RO: „NE“. AT, LU: „NR“. NL: „NA“	Eintrag ok. As-Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.
36	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, PL, RO, SE berichten. DK, LT, LV, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

In einer Kategorie, in der fast alle Staaten berichten (Eisen- und Stahlindustrie: 2C1) berichtet Deutschland hinsichtlich der Arsenemissionen „NA“ (not applicable), obwohl Arsenemissionen insbesondere aus Sinteranlagen zu erwarten sind und gemessen werden.

6.2.2.2 Blei-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 34 evaluiert 37 Kategorien. In 35 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Pb-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable)“ angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 34: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Blei in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Pb aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Pb-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> FR, GR, LV, LT, NL, PT, RO, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Pb-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
5	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, PL, SK, SI, HU, UK berichten. AT: „IE“. NO, PT: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
6	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, BG, HR, CY, GR, HU, PT, RO, SK, SI berichten. LI, LT: „NE“. AT: „IE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
7	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
8	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, DK, EE, FR, NO, HU, PT, RO berichten. GR, LI, LT: „IE“. CY, NL, IE, SK, SI, SE: „NE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
9	2A2	Lime production	NA	Nur BE, FI berichten. AT, HR, DK, EE, GR, NL, RO: „IE“. FR, NO, PL, PT: „NE“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Pb aus Brennstoffen zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Pb wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen
10	2A5a	Quarrying and mining of minerals other than coal	NA	Nur FI, SE berichten. NL: „IE“	Eintrag ok. Pb-Emissionen nur bei offenen Erzminen von Bedeutung.
11	2A5b	Construction and demolition	NA	Nur FI berichtet. NL: „IE“ Sonst: „NA“	Eintrag ok. => E-Faktor FI prüfen
12	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	BE, NO, SE berichten. Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
13	2B5	Carbide production	NA	Nur NO berichtet. FR, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NO“
14	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. PL: „NE“. FE, NL: „IE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Pb-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.
15	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	AT, BE, NL, NO, UK berichten. PT, RO, SE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag zu prüfen => in „NE“ abändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. BREF-Datenerhebung nennt Pb-Emission in der Chemieindustrie.
16	2C2	Ferroalloys production	NE	FI, FR, IE, NO, PL, SK, SI, SE berichten. LU, UK: „IE“. AT, BE, GR: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Pb im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
17	2C4	Magnesium production	NE	SK, SI berichten. BE, NL: „IE“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrektere Eintrag statt „NE“
18	2C7b	Nickel production	NO	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, SE: „IE“ Sonst: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Pb-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
19	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, EE, FI, NO, IE, SK, SI, SE, UK berichten. AT, PL: „NE“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da z.B. Emissionen der Gold- und Silberherstellung vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
20	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. BG, LU, SK, SI, SE, UK: „NE“. NL, NO, IE: „IE“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
21	2D3e	Degreasing	NA	Nur EE berichtet. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Pb-Emissionen unwahrscheinlich.
22	2D3g	Chemical products	NA	Nur AT berichtet. Sonst „NA“, „NE“	Eintrag ok; kein Produkt mit Pb-Emission bekannt
23	2D3h	Printing	NE	Alle Staaten: „NA“	Auch DE sollte statt „NE“ besser „NA“ melden, da Pb in Druckfarben freiwillig ausgeschlossen ist.
24	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	NL, IE, PL, SK berichten. HR, EE, PT, RO: „NE“ Sonst: „NA“	Eintrag ok. Keine bleihaltige organ. Lösemittel-Nutzung bekannt.
25	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur FI, SE berichten. BE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.
26	2H3	Other industrial processes (please specify in the IIR)	NA	Nur FR, NL berichten. FI: „IE“. BE, CZ: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
27	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BG, BE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
36	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. BG, NL, NO: „IE“. Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok. => prüfen, welche Produkte BU, NE, NET, NOR angeben.
29	3F	Field burning of agricultural residues	NO	AT, BG, CY, DK, FI, FR, NO, PL, GR, RO berichten.	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
30	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, FR, PL berichten. EE, FI, SI, LU, MT: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
31	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	AT, BG, NO, IE, PL, SK, SI, GR, HU, PT, RO berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
32	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, SE, HU, LI, LT, UK berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
33	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	AT, BG, CY, FR, GR, HU, LV, LI, LT, PT, PL, SI, UK berichten. Diverse: „IE“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
34	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, PL, UK berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
35	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, SE, HU, RO	Eintrag ok.
37	5A	Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land	NA	Nur AT und PT berichten. Sonst: „NA“	Eintrag ok. Keine Ablagerung von biologisch behandelten Abfällen.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine

6.2.2.3 Cadmium-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 35 evaluiert 31 Kategorien. In 29 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Cd-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 35: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Cadmium in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Cd aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Cd-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> FR, GR, LV, LT, NL, PT, RO, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Cd-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
5	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, HU, IT, PT, SK, UK berichten. SI: „IE“. NO, PL: „NE“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cd-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
6	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, BG, HR, CY, GR, HU, PT, RO, SK, SI berichten. LI, LT: „NE“. AT: „IE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cd-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
7	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet, sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
8	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, DK, FI, HU, NO, PT, RO, SI berichten. CY, IE, NL, SK, SE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cd-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
9	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, NL, RO: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da As aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Cd wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen
10	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	BE, NO, SE berichten. GR, PT: „NE“ AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“, da As z.B. in Keramikrohstoff, bei Kohlebrennstoff und im Porosierungsmittel Deinkingschlamm zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird.
11	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, NL, NO, UK berichten. HR, PT, RO, SI, SE: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. BREF-Datenerhebung nennt keine Cd-Emission der Chemieindustrie.
12	2B5	Carbide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FR, SK: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NO“
13	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FI, PT, SI: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. As-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
14	2C2	Ferroalloys production	NE	FI, FR, NO, RO berichten. BE, GR, PT, SI: „NE“. UK: „IE“ AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cd im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
15	2C4	Magnesium production	NE	CZ, SI, SK berichten. BE, BG, NL: „IE“.	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrektere Eintrag statt „NE“
16	2C7b	Nickel production	NO	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, SE: „IE“. FR, NL: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, aus der Cd-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
17	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, EE, FI, NO, SE, UK berichten. DK: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da z.B. Emissionen der Gold- und Silberherstellung vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
18	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. IE, NL, NO, SI: „IE“. BG: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
19	2D3g	Chemical products	NA	Nur PT berichtet. BE, EE, GR, IE, NL, RO, SK, SL, SE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok; kein Produkt mit Cd-Emission bekannt
20	2D3h	Printing	NE	<u>Kein Staat berichtet.</u> Alle Staaten „NA“	Auch DE sollte statt „NE“ besser „NA“ melden, da As in Druckfarben freiwillig ausgeschlossen sind.
21	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	Nur PL, SK berichten. HR, EE, PT, RO, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine Cd-Emission aus Lösemittelanwendung zu erwarten.
22	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur SE berichtet. BE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
23	2H3	Other industrial processes (please specify in the IIR)	NA	FR, NL berichten. FI: „IE“. BE, CZ: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
24	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BG, BE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
25	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, NO, PT, PL, RO, SK berichten. NL, UK: „NE“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
26	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, FR, NO, PT, SI berichten. EE, MT, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
27	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	BG, GR, HU, IE, IT, NO, PT, PL, RO, SK berichten. BE, HR, FR, MT, SE, UK. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
28	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, HU, LI, LT, SI, SE, UK berichten. BE, BG, FI, IE, MT, NO, PT, PL, SK: „NE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. Cd wird gemessen. Vorläufig „NE“ eintragen.
29	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	BG, CY, FR, GR, HU, IT, LV, LI, LT, PT, PL, SI, UK berichten. BE, MT, NO, RO, SE: „IE“. EE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
30	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, PL, UK berichten. BE, PT, NO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
31	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, PL, RO, SE berichten. DK, LI, LT, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine.

6.2.2.4 Chrom-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 55 evaluiert 39 Kategorien. In 37 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Cr-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable)“ angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 36: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Chrom in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Cr aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Cr-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.
5	1A5a	Other stationary (including military)	NE	CZ, FI, NO, RO, SK berichten. BG, CY, DK, EE, FR, GR, HR, HU, IE, IT, PL, PT, SI, UK: „IE“. BE, LT, NL: „NE“. AT, LU: „NR“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
6	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> CZ, FR, GR, LT, LV, NL, PT, RO, SI, SK: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Cr-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
7	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, HU, IT, PL, SK, UK berichten. CZ, PT: „NE“. AT, LU: „NR“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cr-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
8	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, CY, GR, HR, HU, PT, RO, SK berichten. LI, LV: „NE“. AT, LU: „NR“. FI: „IE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cr-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.
9	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook.
10	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, DK, FI, HU, NO, PT, RO, SI berichten. CY, IE, NL, SK, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cr-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
11	1B2d	Other fugitive emissions from energy production	NA	Nur IT, PT berichten. NL, NO, RO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE keine diffusen Cr-Emissionen aus der Energieerzeugung zu erwarten sind.
12	2A1	Cement production	NA	BE, NO, PL, SK berichten. DK, EE, GR, HR, IE, PT, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Cr aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1A2f nicht berichtet wird. Cr wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.
13	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, NL, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Cr aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1A2F nicht berichtet wird. Cr wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
14	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	BE, NO, SE, UK berichten. CZ, GR, PT: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“, da Cr z.B. in Keramikrohstoff, bei Kohlebrennstoff und im Porosierungsmittel Deinkingschlamm zu erwarten ist und in Kat. 1A2f nicht berichtet wird.
15	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, NL, NO, UK berichten. HR, PT, RO, SI, SE: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag zu prüfen entsprechend Tätigkeiten, die nicht in Nr. 2D3g berichtet sind. Cr-Emissionen werden in der Chemieindustrie gemessen.
16	2B5	Carbide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FR, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NO“
17	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. CZ, FR, PL, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cr-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.
18	2C2	Ferroalloys production	NA	FI, FR, GR, NO, SE, SK berichten. BE, GR, PT, SI: „NE“. UK: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cr im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
19	2C3	Aluminium production	NA	FR, NL, NO, UK berichten. BE, BG: „IE“. CZ, GR, PL, RO, SE, SI: „NE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cr im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
20	2C4	Magnesium production	NE	Nur SK berichtet. BG, NL: „IE“. BE, CZ, FR: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrektere Eintrag statt „NE“
21	2C5	Lead production	NA	Nur CZ berichtet. BE, BG: „IE“. DK, FR, GR, PL, RO, SE, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Cr nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
22	2C6	Zinc production	NA	Nur NO berichtet. BE, BG: „IE“. CY, FR, PL, RO, SE, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Cr nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
23	2C7a	Copper production	NA	FI, PL, SI berichten. BE, BG, SE: „IE“. CZ, FR: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Cr nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
24	2C7b	Nickel production	NO	<u>Kein Land berichtet.</u> BE: „IE“. NO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, aus der Cr-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
25	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, SE, SK, UK berichten. DK, NO, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok, da Cr nicht für andere Metallherzeugungen typisch ist. Prüfen, ob im IIR andere Metallproduktionen erwähnt sind (z.B. Gold, Silber).
26	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. IE, NL, SI: „IE“. BG, NO, SE, SK, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
27	2D3g	Chemical products	NA	Nur EE, PT berichten. BE, CY, CZ, GR, IE, NO, RO, SE, SI, SK: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden; Cr wird gemessen. => In „NE“ abändern.
28	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	EE, IE, PL, SK berichten. HR, PT, RO, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine Cr-Emission aus Lösemittelanwendung zu erwarten.
29	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur SE berichtet. BE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
30	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BE, BG, HR, GR, IE, LV, NO, PT, PL, RO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
31	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. BG: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
32	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, NO, PT, PL, RO, SK berichten. NL: „IE“. UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
33	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, NO, PL, SI berichten. EE, MT, NL, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
34	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	BG, CZ, IE, IT, NO, PT berichten. BE, FR, HR, MT, NL, SE, UK: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
35	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, SE, UK berichten. BE, CZ, FI, IE, MT, NL, NO, PL, PT, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
36	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	BG, CY, CZ, FR, GR, HU, PL, PT, SI, SK, UK berichten. BE, MT, NO, RO, SE: „IE“. EE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
37	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, UK berichten. BE, NL, PT, RO, SE: „IE“. NO, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
38	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten. CY, GR, RO: „NE“. MT: „IE“	Eintrag ok. Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
39	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, PL, RO, SE. DK, LI, LV, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine.

6.2.2.5 Kupfer-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 37 evaluiert 36 Kategorien. In 34 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Cu-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 37: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Kupfer in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Cu aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Cu-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
5	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	Kein Land berichtet. CZ, FR, GR, LV, NL, PL, RO, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Cu-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
6	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, HU, IT, PL, SK, UK berichten. SI: „IE“. CZ, NO, PT: „NE“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cu-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
7	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, BG, HR, CY, GR, HU, PL, RO, SK, SI berichten. CZ, LI, LV: „NE“. AT: „IE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cu-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.
8	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. CZ: „NE“. AT: „NR“ Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cu-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
9	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, CZ, DK, FI, HU, NO, PL, RO, SI berichten. CY, CZ, IE, NL, SK, SE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Cu-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
10	1B2d	Other fugitive emissions from energy production	NA	Nur IT, PL berichten. NL, NO, RO: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE keine diffusen Cu-Emissionen aus der Energieerzeugung zu erwarten sind.
11	2A1	Cement production	NA	BE, NO, PT berichten. HR, DK, EE, IE, GR, IE, PL, RO: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Cu aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Cu wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
12	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, NL, RO: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Cu aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Cu wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen
13	2A5a	Quarrying and mining of minerals other than coal	NA	Nur SE berichtet. NL: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Cu-Emissionen nur bei offenen Erzküchen von Bedeutung.
14	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, NL, NO, UK berichten. HR, PL, RO, SI, SE: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. UBA BVT-Studie nennt Cu-Emission der Chemieindustrie. In BREF-Datensammlung kein Cu.
15	2B5	Carbide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. FR, SK: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NO“
16	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. NL: „IE“. CZ, FI, PL, SI: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cu-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.
17	2C1	Iron and steel production	NA	Fast alle Staaten berichten. FI: „NA“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Tier 2-Faktoren im EMEP/EEA-Guidebook vorhanden.
18	2C2	Ferroalloys production	NA	FI, FR, NO, RO berichten. BE, CZ, GR, PL, SI: „NE“. UK: „IE“ AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Cu im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
19	2C4	Magnesium production	NE	CZ, NE berichten. BE, BG, NL: „IE“.	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrekere Eintrag statt „NE“

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
20	2C6	Zinc production	NA	FI, NL, NO berichten. BE, BG, SE: „IE“. CZ, FR, PT, RO, SI: „NE“.	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Cu nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
21	2C7b	Nickel production	NO	Nur NO berichtet. BE, SE: „IE“. FR: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Cu-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
22	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, NO, SE, UK berichten. DK: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ ändern, da Emissionen vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten. Prüfen, ob im IIR andere Metallproduktionen erwähnt sind (Gold, Silber).
23	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. IE, NL, NO, SI: „IE“. BG: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
24	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	Nur PT, SK berichten. HR, EE, PL, RO, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine Cu-Emission aus Lösemittelanwendung zu erwarten.
25	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur SE berichtet. BE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.
26	2H3	Other industrial processes (please specify in the IIR)	NA	FR, NL berichten. FI: „IE“. BE, CZ: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
27	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BG, BE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
28	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, NO, PL, PT, RO, SK berichten. NL, UK: „NE“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
29	5A	Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land	NA	Nur PL berichtet. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“.	Eintrag ok. Keine Cu-Emissionen zu erwarten.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
30	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, NO, PL, SI berichten. EE, MT, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
31	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	BG, CZ, GR, HU, IE, IT, NO, PL, PT, RO, SK berichten. BE, HR, FR, MT, SE, UK. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
32	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, HU, LI, LV, SI, SE, UK berichten. BE, BG, CZ, FI, IE, MT, NO, PL, PT, SK: „NE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
33	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	BG, CY, CZ, FR, GR, HU, IT, LI, LV, PL, PT, SI, UK berichten. BE, MT, NO, RO, SE: „IE“. EE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
34	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, PT, UK berichten. BE, PL, NO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
35	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten berichten. GR, NO: „NE“. MT: „IE“	Eintrag ok. Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.
36	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, PT, RO, SE berichten. DK, LI, LV, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine.

6.2.2.6 Nickel-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 38 evaluiert 35 Kategorien. In 33 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Ni-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 38: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Nickel in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Ni aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Ni-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.
4	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.
5	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> CZ, FR, GR, LT, NL, PL, RO, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Ni-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
6	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	EE, FI, GR, IT, PT, SK, UK berichten. SI: „IE“. CZ, NO, PT: „NE“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Ni-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
7	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, BG, HR, FR, GR, HU, PL, RO, SK berichten. CZ, LI, LT: „NE“. AT: „NR“. FI :„IE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Ni-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
8	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet, sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Ni-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
9	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, DK, EE, FR, HU, PL, RO, SI berichten. CY, CZ, IE, NL, SK, SE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Ni-Emissionsmenge vermutlich relevant, da typischer Rohöl-Bestandteil.
10	2A1	Cement production	NA	BE, NO, PT berichten. HR, DK, EE, GR, IE, PL, RO: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Ni aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Ni wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.
11	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, NL, RO: „IE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Ni aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Ni wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen
12	2A5a	Quarrying and mining of minerals other than coal	NA	Nur FI, SE berichten. NL: „IE“	Eintrag ok. Ni-Emissionen nur bei offenen Erzminen von Bedeutung.
13	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE, NO, SE berichten. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok. => prüfen, welche Produkte BE, NOR, SW angeben.
14	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, FI, NL, UK. HR, NO, PL, RO, SI, SE: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag zu prüfen => in „NE“ abändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. BREF-Datenerhebung nennt Ni-Emission in der Chemieindustrie.
15	2C2	Ferroalloys production	NA	FI, FR, GR, SK, SE berichten. UK: „IE“. BE, CZ, NO, PT: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Ni im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
16	2C4	Magnesium production	NE	CZ, SK, SI berichten. BE, NL: „IE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrekere Eintrag statt „NE“

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
17	2C5	Lead production	NA	Nur CZ berichtet. BE, BG: „IE“. DK, FI, FR, PT, RO, SK, SI, SE: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Ni nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
18	2C6	Zinc production	NA	Nur NL berichtet. BE, BG: „IE“. CY, CZ, FR, NO, PT, RO, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Ni nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
19	2C7a	Copper production	NA	FI, HU, PL, PT, SI, UK berichten. BE, BG, FR, SE: „IE“. CZ: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag zu prüfen => in „NE“ abändern. Im EMEP/EEA-Guidebook ist Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Ni genannt. Messungen vermutlich vorhanden.
20	2C7b	Nickel production	NO	FI, FR, UK. BE: „IE“. NO, SE: „NE“ Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Ni-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
21	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, SK, SE, UK berichten. DK, NO, PT: „IE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da z.B. Emissionen der Gold- und Silberherstellung vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
22	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. BG, LU, SK, SI, SE, UK: „NE“. NL, NO, IE: „IE“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
23	2D3h	Printing	NE	<u>Kein Staat berichtet.</u> Alle Staaten: „NA“	Auch DE sollte statt „NE“ besser „NA“ melden, da Ni in Druckfarben freiwillig ausgeschlossen ist.
24	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	NL, PT, SK berichten. HR, EE, PL, RO, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“.	Eintrag ok. Keine Ni-haltige organische Lösemittel-Nutzung bekannt.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
25	2H2	Food and beverages industry	NA	Nur NE berichtet. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“	Eintrag ok. Aufgrund Erdgasnutzung keine Ni-Emission zu erwarten.
26	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. NL, PL: „IE“. BG, NO: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
27	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, NO, PL, PT, RO, SK berichten. NL, UK: „NE“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
28	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, NO, PL, SI berichten. EE, MT, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
29	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	BG, CZ, GR, HU, IE, IT, NO, PL, PT, RO, SK berichten. BE, HR, FR, MT, SE, UK. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
30	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, HU, LI, LT, SI, SE, UK berichten. BE, BG, CZ, FI, IE, MT, NO, PL, PT, SK: „NE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
31	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	BG, CY, CZ, FR, GR, HU, IT, LI, LT, PL, PT, SI, UK berichten. BE, MT, NO, RO, SE: „IE“. EE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
32	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, PT, UK. BE, PL, NO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
33	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten berichten. GR, NO: „NE“. MT: „IE“	Eintrag ok. Ni-Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.
34	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, PT, RO, SE berichten. DK, LI, LT, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
35	5E	Other waste (please specify in IIR)	NA	BE, DK, FR, NE berichten. HR, CY, CZ, EE, GR, HU, LT, NO, PT, RO, SK, SI, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“.	Eintrag vermutlich zu prüfen, da in gleicher Kategorie von DE Emissionen u.a. von Pb, Cd, Cr, Cu, Hg gemeldet wurden, so dass vermutlich auch Ni emittiert. => Tätigkeiten prüfen, ggf. „NE“ vermerken.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine.

6.2.2.7 Quecksilber-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 39 evaluiert 31 Kategorien. In 29 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Hg-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 39: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Quecksilber in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Hg aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
2	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Hg-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich irrelevant.
3	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	IE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok, da anderweitig mitberücksichtigt.
4	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	BE, FI, FR, HU, PT, RO, SK, SI, UK berichten. AT, SE: „IE“. CZ, NO, PL: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Hg-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
5	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, BG, HR, CY, GR, HU, PL, RO, SK, SI berichten. CZ, LI, LT: „NE“. AT: „IE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Hg-Emission aus Rohöl selten, daher Emission vermutlich gering.
6	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE, HR berichten. Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag besser in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Hg emittiert v.a. bei Bohrröhrreinigung. Hg-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
7	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	HR, DK, EE, FR, NO, HU, PL, RO berichten. GR, LI, LT: „IE“. CY, CZ, NL, IE, SK, SI, SE: „NE“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Hg-Emissionsmenge vermutlich gering, da Hg in Rohöl selten.
8	2A3	Glass production	NA	Fast alle Staaten berichten. AT, DK, EE, FR: „IE“ NO: „NE“	Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Hg vermutlich aus Färbemittel-Input. Wenige Hg-Messungen vorhanden.
9	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	BE, NO, SE. Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok. => prüfen, welche Produkte BE, NOR, SW angeben.
10	2B5	Carbide production	NA	Nur IT, NO berichten. FR, SK, SI: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Nur eine sehr kleine Carbidgeproduktion (Freyung) bekannt. Besser: „NO“
11	2B6	Titanium dioxide production	NA	Nur NO berichtet. BE, CZ, FR, PL: „NE“. NL: „IE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Hg-Emission wird im BREF LVIC-S als typisch benannt.
12	2B7	Soda ash production	NA	Nur IT berichtet. NL: „IE“	Eintrag vermutlich ok. Keine Hg-Messung bekannt.
13	2C2	Ferroalloys production	NE	FI, FR, NL berichtet. LU, UK: „IE“. AT, BE, CZ, GR, PT, SE: „NE“. Sonst: „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok. => prüfen, welche Produkte BE, NOR, SW angeben.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
14	2C4	Magnesium production	NE	CZ, SK, SI berichten. BE, NL: „IE“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrektere Eintrag statt „NE“
15	2C7b	Nickel production	NO	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, SE: „IE“ Sonst: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Hg-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
16	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, NO, IE, SK, SI, SE, UK berichten. AT, PT: „NE“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da z.B. Emissionen der Gold- und Silberherstellung vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
17	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. BG, LU, SK, SI, SE, UK: „NE“. NL, NO, IE: „IE“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
18	2D3a	Domestic solvent use including fungicides	NA	BE, HR, CY, EE, FR, GR, HU, LI, LT, PL, PT, RO, SK, SI, SE berichten. BG, CZ, IE: „NE“. Sonst: „NA“	Eintrag ok; kein Produkt mit Hg-Emission bekannt
19	2D3h	Printing	NE	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, BG: „NE“ Alle anderen Länder: „NA“	Auch DE sollte statt „NE“ besser „NA“ melden, da Hg in Druckfarben freiwillig ausgeschlossen ist.
20	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, SK, SE, UK berichten. DK, NO, PT: „IE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da Emissionen vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
21	2H3	Other industrial processes (please specify in the IIR)	NA	PT, SK berichten. HR, EE, PT, SI: „NE“	Eintrag ok.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
22	2K	Consumption of POPs and heavy metals (e.g. electrical and scientific equipment)	NE	HR, GR, LV, LI, LT, LU, PL, SK, SI berichten. BE, DK, GR, IE, NL, PT, SE: „NE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Ggf. Hg-haltige Tätigkeiten anderer Länder prüfen.
23	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. NL, PL: „IE“. Andere Staaten: „NA“	Eintrag ok. Keine Hg-Emission zu erwarten.
24	3F	Field burning of agricultural residues	NO	AT, BG, CY, DK, FI, FR, NO, PT, GR, RO	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
25	5A	Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land	NA	AT, IE, UK berichten. HR, CY, CZ, FI, FR, GR, LV, LT, MT, NO, PT, RO, SK, SI, SE. Sonst: „NA“.	Eintrag von „NA“ ggf. auf „NE“ abändern, da Hg-Emission aus biol. Abfallbehandlung zu erwarten ist.
26	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, PT berichten. EE, FI, SI, LU, MT, NL: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
27	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	AT, BG, CZ, NO, IE, PT, SK, SI, GR, HU, PL, RO berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
28	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, SE, HU, LI, LT, UK berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
29	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	AT, BG, CY, CZ, FR, GR, HU, LV, LI, LT, PL, PT, SI, UK berichten. Diverse: „IE“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
30	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, PT, UK berichten. Diverse: „IE“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
31	5C2	Open burning of waste	NE	EE, FR, SE berichten. BE, CY, DK, LI, LT, NO, RO. Sonst: „NA“ oder „NO“.	Eintrag ok.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Eine Kategorie, in der eine Vielzahl von Länder berichtet (Glasproduktion: 2A3) berichtet Deutschland hinsichtlich der Quecksilberemissionen „NA“ (not applicable), obwohl in Deutschland diese Anlagen betrieben werden, Quecksilberemissionen gemessen werden und Tier-2-Emissionsfaktoren vorliegen.

6.2.2.8 Selen-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 40 evaluiert 33 Kategorien. In 31 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Se-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable) angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet. Bei 1B1a und 2C7b melden auch andere Länder nicht, aber es wird eine Überprüfung der Einstufungen „NA“ bzw. „NO“ vorgeschlagen.

Tabelle 40: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Selen in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
1	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok, Anlagen vorhanden; nicht bekannt, ob Se-Messungen vorliegen.
2	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
3	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Se aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
4	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Cr-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich gering oder irrelevant.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
5	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.
6	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> CZ, FR, GR, LT, NL, NL, PL, PT, RO, SK, SI: „NE“. Sonstige Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Se-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
7	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FR, HU, SE, SK berichten. CZ, FI, NO, PL, PT: „NE“. Sonstige Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Se-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
8	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, CY, GR, HR, HU, PT, RO, SK berichten. CZ, LT, NO, PL: „NE“. AT: „NR“. FI: „IE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Se-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.
9	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. PL: „NE“ Sonst „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Se-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
10	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	DK, FR, HR, HU, RO, SI berichten. FI, GR, LT: „IE“. CY, CZ, EE, IE, NL, NO, PL, PT, SE, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Pb-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
11	2A1	Cement production	NA	Nur BE, SK berichten. DK, EE, GR, HR, IE, PT, RO: „IE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Se aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Se wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
12	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, GR, NL, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Se aus Roh- & Brenn- stoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht ein- bezogen wird. Se wird in Anlagen mit Abfall- brennstoff gemessen
13	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. CZ, GR, NO, PL, PT: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NE“ statt „NA“, da Se z.B. in Kera- mikrohstoff, bei Koh- lebrennstoff und im Po- rosierungsmittel Deins- kingschlamm zu erwar- ten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird.
14	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	Nur NL, UK berichten. BE, CZ, HR, NO, PL, PT, RO, SI, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag zu prüfen ent- sprechend Tätigkeiten, die nicht in Nr. 2D3g be- richtet sind. Cr-Emissio- nen werden in der Che- mieindustrie gemessen.
15	2C1	Iron and steel produc- tion	NA	BE, BG, CY, CZ, DK, FR, HU, IT, LT, RO, SE, SK, UK berichten. HR: „IE“. FI, GR, NO, PL, PT: „NE“. AT, LU: „NR“. EE, IE, LV, MT, NL: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen => in „NE“ ändern. Tier 2-Faktoren im EMEP/EEA-Guidebook vorhanden.
16	2C3	Aluminium production	NA	Nur FR, NL berichten. BE, BG: „IE“. CZ, GR, NO, PL, RO,, SE SI: „NE“. Andere Staa- ten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. Se im BREF NFM für den Sektor nicht spezifisch als relevant benannt.
17	2C5	Lead production	NA	Nur CZ, UK berichten. BG: „IE“. BE, CZ, FR, NO, PL, RO, SE, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. An- dere Staaten: „NA“ o- der „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumen- tiert. Im BREF NFM ist Se nicht genannt. Mes- sungen sind nicht be- kannt.
18	2C6	Zinc production	NA	Nur NL berichtet. BE, BG: „IE“. CY, CZ, FR, PL, RO, SK, SI: „NE“. AT: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumen- tiert. Im BREF NFM ist Se nicht genannt. Mes- sungen sind nicht be- kannt.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
19	2C7a	Copper production	NA	Nur FI, SK berichten. BE, BG, FR: „IE“. CZ, PL, SE, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Im EMEP/EEA-Guidebook kein Faktor dokumentiert. Im BREF NFM ist Se nicht genannt. Messungen sind nicht bekannt.
20	2C7b	Nickel production	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, FR, NO, PL, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Se-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
21	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, EE, FI, UK berichten. DK, NO, PL, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok, da Se nicht für andere Metallerzeugungen typisch ist. Prüfen, ob im IIR andere Metallproduktionen erwähnt sind (z.B. Gold, Silber).
22	2D3g	Chemical products	NA	Nur PT berichtet. BE, CY, CZ, EE, GR, IE, NO, PL, SE, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden; Se wird gemessen. => In „NE“ abändern.
23	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	Nur SK berichtet. EE, HR, PL, PT, RO, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine Se-Emission aus Lösemitelanwendung zu erwarten.
24	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. NL, PT: „IE“. BG, NO, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
25	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, PT, RO berichten. NL, NO, PL, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
26	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, SI berichten. EE, MT, NL, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. Se wird gemessen. Vorläufig „NE“ eintragen.
27	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	Nur CZ, IT berichten. BE, FR, HR, MT, NL, SE: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
28	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	Nur SE berichtet. BE, CZ, FI, IE, MT, NL, SK: „IE“. FR, HU, LT, NO, PL, PT, SI: „NE“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
29	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	Nur CZ, IT berichten. BE, MT, NL, RO, SE: „IE“. CZ, EE, FR, GR, HU, LT, LV, NO, PL, PT, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
30	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	<u>Kein Staat berichtet.</u> BE, NL, RO, SE: „IE“. FR, NO, PL, PT: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. Se wird gemessen. Vorläufig „NE“ eintragen.
31	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten berichten. MT: „IE“. CY, GR, NO, PL, RO: „NE“. NL, IT: „NA“; IE: „NO“	Eintrag ok. Se-Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.
32	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, EE, FR, HU, NL, PL, RO, SE berichten. DK, LI, LT, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichterstattung	Anmerkung
33	5E	Other waste (please specify in IIR)	NA	BE, CY, FR, HU, RO, SE berichten. DK, EE, LT, NO, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“.	Eintrag vermutlich zu prüfen, da in gleicher Kategorie von DE Emissionen u.a. von Pb, Cd, Cr, Cu, Hg gemeldet wurden, so dass vermutlich auch Se emittiert. => Tätigkeiten prüfen, ggf. „NE“ vermerken.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

Keine.

6.2.2.9 Zink-Emissionsberichterstattung im Ländervergleich

Tabelle 41 evaluiert 39 Kategorien. In 37 dieser Kategorien hat Deutschland bei den Zn-Emissionen die Notation Keys „NE“ (not estimated), „NO“ (not occurring) oder „NA“ (not applicable)“ angegeben und mindestens ein anderes Land hat Emissionen berichtet.

Tabelle 41: Vergleich der Emissionsberichterstattung für Zink in Kategorien, in denen andere Staaten berichtet haben, Deutschland jedoch nicht.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
1	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	NE	Fast alle Staaten berichten	Zu prüfen, ob Zn-Brennstoff-Emissionen in Eisen- und Stahlproduktion enthalten. Falls ja: in „IE“ abändern.
2	1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals	NE	Fast alle Staaten berichten	Zn aus Brennstoff für Nichteisenmetallhütten vermutlich in Produktion (2.C) enthalten, deshalb „IE“ prüfen.
3	1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco	NE	Fast alle Staaten berichten	Eintrag ok. Anlagen vorhanden: Zn-Emissionen aufgrund von dominierendem Gasbetrieb vermutlich irrelevant.
4	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	NA	Fast alle Staaten berichten	„NA“ ist zu prüfen. Da DE vermutlich brennstoffbezogene Emissionen in Kategorie 2 mit erfasst, ist „IE“ passender.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
5	1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> CZ, FR, GR, LT, LV, NL, RO, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser: „NE“ statt „NA“. Zn-Emission durch Kohlestaub aufgrund großer Staubmengen vermutlich nicht vernachlässigbar. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook.
6	1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation	NA	FI, FR, HU, IT, PL, SK, UK berichten. CZ, NO: „NE“	Besser „NE“ statt „NA“. In DE gibt es die Tätigkeit. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Zn-Emissionsmenge vermutlich relativ gering.
7	1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage	NA	BE, CY, GR, HR, HU, PT, RO, SK berichten. FI: „IE“. CZ, LT, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Zn-Emission aus Rohöl nicht zu erwarten, daher Emission vermutlich irrelevant.
8	1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)	NA	Nur BE berichtet. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Zn-Emissionsmenge vermutlich relativ gering oder irrelevant.
9	1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)	NA	DK, EE, FR, HR, HU, PT, RO, SI berichten. CY, CZ, IR, NL, NO, SE, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag in „NE“ ändern. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. Zn-Emissionsmenge vermutlich geringe relevant, da kein typischer Rohöl-Bestandteil.
10	2A1	Cement production	NA	BE, PL, SK berichten. DK, EE, GR, HR, IR, PT, RO: „IE“. CY, CZ, FR, LV, NO, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Zn aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Zn wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen.
11	2A2	Lime production	NA	Nur BE berichtet. DK, EE, GR, NL, RO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NA“-Eintrag zu prüfen, da Zn aus Roh- & Brennstoff zu erwarten ist und in Kat. 1 nicht einbezogen wird. Zn wird in Anlagen mit Abfallbrennstoff gemessen

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
12	2A3	Glass production	NA	BE, CZ, DK, GR, HR, HU, LT, PL, PT, RO, SE, SI, SK, UK berichten. EE, FI, FR: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Besser „NA“ in „NE“ abändern. Zinkeinsatz ist in BVT-Merkblatt genannt aber nicht in BVT-Schlussfolgerungen zur Messung vorgegeben, daher wird Zn in DE in der Glasindustrie nicht gemessen. Tier-2-Faktor in EMEP/EEA-Guidebook vorhanden.
13	2A5a	Quarrying and mining of minerals other than coal	NA	Nur SE berichtet. NL: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
14	2A6	Other mineral products (please specify in the IIR)	NA	Nur SE berichtet. BE, CZ, GR, NO, PT: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
15	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	NA	BE, FI, NL, UK berichten. CZ, HR, NO, PT, RO, SE, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. UBA BVT-Projekt und BREF-Datenerhebung nennen keine Zn-Messung in der Chemieindustrie.
16	2C1	Iron and steel production	NA	Fast alle Staaten berichten. AT, LU: „NR“. IE, LV, MT: „NO“	Eintrag zu prüfen => in „NE“ abändern, da Emission zu erwarten und Tier-2-Faktor in EMEP/EEA-Guidebook.
17	2C2	Ferroalloys production	NA	FI, FR, IE, SE, SK berichten. UK: „IE“. BE, CZ, GR, NO, PL: „NE“. AT: NR. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag vermutlich ok. Kein Faktor im EMEP/EEA-Guidebook. In BREF NFM ist Zn nicht spezifisch erwähnt.
18	2C4	Magnesium production	NE	Nur CZ, SK berichten. BE, BG, NL: „IE“. FR: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE keine Magnesiumproduktion vorhanden, daher ist „NO“ der korrekere Eintrag statt „NE“

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
19	2C7b	Nickel production	NA	<u>Kein Land berichtet.</u> BE, SE: „NE“. FR, NO: „IE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	In DE gibt es die Tätigkeit (Aurubis, Hamburg) => Besser „IE“ statt „NO“, da Zn-Emission zu erwarten ist und vermutlich über Kupferproduktion mit quantifiziert wird.
20	2C7c	Other metal production (please specify in the IIR)	NA	BE, CZ, DK, EE, FI, HU, IE, SE, SK, UK berichten. NO, PL: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, ggf. in „IE“ abändern, da z.B. Emissionen der Gold- und Silberherstellung vermutlich in denen anderer NE-Hütten (v.a. Kupferhütten) enthalten.
21	2C7d	Storage, handling and transport of metal products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. IE, NL, SI: „IE“. BG, NO, SE, SK, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag besser in „IE“ ändern: Die Emission erfolgt bei NE-Metallhütten und Gießereien und sollte dort enthalten sein.
22	2D3d	Coating applications	NA	Nur EE berichtet. BE: „NE“	Eintrag ok. Keine Zn-Emissionen aus Beschichtung zu erwarten.
24	2D3g	Chemical products	NA	Nur EE berichtet. BE, CY, CZ, GR, IE, NO, PT, RO, SE, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“	Eintrag ok. Kein Faktor im EEA/EMEP-Guidebook. UBA BVT-Projekt und BREF-Datenerhebung nennen keine Zn-Messung in der Chemieindustrie.
25	2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)	NA	IE, NL, PL, SK berichten. EE, HR, PT, RO, SI: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Keine Zn-haltige organische Lösemittel-Nutzung bekannt.
26	2H1	Pulp and paper industry	NA	Nur SE berichtet. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Zu prüfen, ob besser „IE“, da bei 1A2 (Energieerzeugung) mit berichtet.
27	2H3	Other industrial processes (please specify in the IIR)	NA	Nur NL berichtet. BE, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
28	2I	Wood processing	NA	Nur UK berichtet. BG, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
29	2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products (please specify in the IIR)	NA	Nur BE berichtet. NL, PT: „IE“. BG, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
30	3Df	Use of pesticides	NA	Nur NL berichtet. MT: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok. Kein Faktor in EMEP/EEA-Guidebook für Zn benannt.
31	3F	Field burning of agricultural residues	NO	BG, CY, DK, FI, FR, GR, HR, PL, PT, RO, SK berichten. NO, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Gesetzliches Verbot rechtfertigt „NO“-Eintrag (Realität ggf. überprüfen)
32	5C1a	Municipal waste incineration	NO	BE, CZ, FR, PL, SI berichten. EE, MT, NL, SE: „NE“ AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
33	5C1bi	Industrial waste incineration	NO	Nur CZ, IT berichten. BE, FR, HR, MT, NL, SE, UK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. Zn wird gemessen. Vorläufig „NE“ eintragen.
34	5C1bii	Hazardous waste incineration	NO	FR, SE, UK berichten. BE, CZ, FI, IE, MT, NL, PL, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.
35	5C1biii	Clinical waste incineration	NO	Nur CZ, FR, UK berichten. BE, MT, NL, RO, SE: „IE“. CZ, EE, GR, HU, LT, LV, NO, PL, PT, SI, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok, da in DE die Tätigkeit in „Municipal waste incineration“ und „Hazardous waste incineration“ durchgeführt wird, nicht in eigenständigen Anlagen.
36	5C1biv	Sewage sludge incineration	NO	FR, IT, UK berichten. BE, RO, SE: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	„NO“-Eintrag zu prüfen, da Tätigkeit in DE vorhanden. „IE“ eintragen, da in Kategorie 1 (Energieerzeugung) mit berichtet.

#	NFR Code	Beschreibung	DE	Berichtende Staaten	Anmerkung
37	5C1bv	Cremation	NE	Fast alle Staaten berichten. MT: „IE“. CY, GR, NO, RO: „NE“. AT, LU: „NR“. IE: „NO“, NL: „NA“	Eintrag ok. Zn-Messwerte liegen im UBA ggf. aus Forschungsvorhaben vor.
38	5C2	Open burning of waste	NE	BE, CY, FR, HU, PL, RO, SE berichten. DK, LT, NO: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“	Eintrag ok.
39	5E	Other waste (please specify in IIR)	NA	BE, DK, FR, NL berichten. CY, CZ, EE, GR, HR, HU, LT, LV, NO, PL, RO, SI, SE, SK: „NE“. AT, LU: „NR“. Andere Staaten: „NA“ oder „NO“.	Eintrag vermutlich zu prüfen, da in gleicher Kategorie von DE Emissionen u.a. von Pb, Cd, Cr, Cu, Hg gemeldet wurden, so dass vermutlich auch Zn emittiert. => Tätigkeiten prüfen, ggf. „NE“ vermerken.

Quelle: DE NFR (2019); NFR-Tabellen zu 2017 (2019) von BE, BG, CZ, CY, DK, EE, FI, FR, HU, IR, LT, LI, MA, NL, PT, PL, RO, SK, SI, SE, UK; NFR-Tabellen zu 2016 (2018) von AT, CZ, GR, IT, LU, NO.

Besondere Auffälligkeiten:

In zwei Kategorien, in denen eine Vielzahl von Länder berichtet (Glaserstellung: 2A3, Eisen- und Stahlerzeugung: 2C1) berichtet Deutschland hinsichtlich der Zinkemissionen „NA“ (not applicable), obwohl in Deutschland diese Anlagen betrieben werden und Tier-2-Emissionsfaktoren vorliegen.

6.2.2.10 Schlussfolgerungen aus dem Ländervergleich

Es wird empfohlen, die Anmerkungen den Fachverantwortlichen zur Prüfung zu geben, um vorrangig in der Eisen- und Stahlindustrie sowie in der Glasindustrie und bei Krematorien Verbesserungen zu planen; bei den übrigen Kategorien sollten Änderungen der Notation Keys geprüft werden.

Die Relevanz der näheren Bestimmung der Emissionsfaktoren, bei denen eine Änderung des Notation Keys in „NE“ erfolgt, sollte anhand der Ranglisten der nachfolgenden Kapitel geprüft werden: Wenn Quellgruppen bereits hohe Beiträge zu mehreren Schwermetallen leisten, sollte ein Fokus auf die Bestimmung weiterer, von anderen Ländern berichteter Emissionen gelegt werden. Dies gilt insbesondere für Selen, für das zahlreiche Länder Emissionen aus den wesentlichen Quellgruppen melden (Feuerungsanlagen, Eisen- und Stahlindustrie, Blei-, Kupfer-, Zinkherstellung).

6.2.3 Schwermetall-Emissionsfaktoren nach Tätigkeiten

6.2.3.1 Arsen-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 10 Kategorien Arsenemissionen berichtet; für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere), d. h. dass die Arsenemissionen in anderen Kategorien mit enthalten sind. Tabelle 42 nennt die Kategorien und die zum Jahr 2017 berichteten Emissionsmengen für Arsen. Die berichteten Emissionsmengen verdeutlichen, dass die derzeit von Deutschland berichteten Arsenemissionen im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der Kupferherstellung, der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung und der Erdölraffinerien beeinflusst sind.

Tabelle 42: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Arsenemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2C7a	Copper production	3,43
2	1A1a	Public electricity and heat production	2,64
3	1A1b	Petroleum refining	1,10
4	2A3	Glass production	0,32
5	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,25
6	2G	Other product use (please specify in the IIR)	0,06
7	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,05
8	2C6	Zinc production	0,02
9	2C5	Lead production	0,02
10	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,01
11	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
12	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.2 Blei-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat zum Jahr 2017 für 14 Kategorien Bleiemissionen berichtet (Tabelle 43); für drei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere). Die berichteten Bleiemissionen werden im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der Eisen- und Stahlindustrie, der Feuerwerke („Other product use“), der Kupfer-, Blei- und Zinkherstellung, der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung und der Erdölraffinerien sowie der Glasindustrie beeinflusst.

Tabelle 43: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Bleiemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2C1	Iron and steel production	64,43
2	2G	Other product use (please specify in the IIR)	32,84
3	2C7a	Copper production	12,81
4	1A1a	Public electricity and heat production	8,88
5	1A1b	Petroleum refining	6,18
6	2C6	Zinc production	2,76
7	2C5	Lead production	1,79
8	2A3	Glass production	1,65
9	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,76
10	2A1	Cement production	0,42
11	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,08

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
12	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,02
13	2C3	Aluminium production	0,00
14	5C1bv	Cremation	0,00
15	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
16	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE
17	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.3 Cadmium-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat zum Jahr 2017 für 18 Kategorien Cadmiumemissionen berichtet (Tabelle 44); für drei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere). Die berichteten Cadmiumemissionen werden im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der Kupferindustrie, der Feuerwerke („Other product use“), Erdölraffinerien, der Eisen- und Stahlindustrie und der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung beeinflusst.

Tabelle 44: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Cadmiumemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2C7a	Copper production	6,28
2	2G	Other product use (please specify in the IIR)	1,56
3	1A1b	Petroleum refining	1,32
4	2C1	Iron and steel production	1,26
5	1A1a	Public electricity and heat production	1,02
6	2A3	Glass production	0,17
7	2C6	Zinc production	0,16
8	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,12
9	2A1	Cement production	0,12
10	2C3	Aluminium production	0,09
11	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,03
12	2C5	Lead production	0,01
13	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,01
14	5C1bv	Cremation	0,00
15	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
16	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
17	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.4 Chrom-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 10 Kategorien Chromemissionen berichtet; für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere), d. h. dass die Chromemissionen in anderen Kategorien mit enthalten sind. Tabelle 45 nennt die Kategorien und die zum Jahr 2017 berichteten Emissionsmengen für Chrom.

Die berichteten Emissionsmengen verdeutlichen, dass die derzeit von Deutschland berichteten Chromemissionen im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung, der Feuerwerke („Other product use“) und Erdölraffinerien beeinflusst sind.

Tabelle 45: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Chromemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2C1	Iron and steel production	19,19
2	1A1a	Public electricity and heat production	5,33
3	1A4bi	Residential: Stationary	2,91
4	2G	Other product use (please specify in the IIR)	1,61
5	1A1b	Petroleum refining	1,58
6	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,31
7	2A3	Glass production	0,16
8	1A4ci	Agriculture/Forestry/Fishing: Stationary	0,16
9	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,05
10	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,05
11	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
12	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.5 Kupfer-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 10 Kategorien Kupferemissionen berichtet; für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere), d. h. dass die Kupferemissionen in anderen Kategorien mit enthalten sind. Tabelle 46 nennt die Kategorien und die zum Jahr 2017 berichteten Emissionsmengen für Kupfer.

Es wird deutlich, dass die Emissionen im Wesentlichen durch Feuerwerke („Other product use“) und durch die Kupferproduktion dominiert wird; weitere große Anteile haben die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung sowie Erdölraffinerien.

Tabelle 46: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Kupferemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2G	Other product use (please specify in the IIR)	58,53
2	2C7a	Copper production	36,46
3	1A1a	Public electricity and heat production	9,46
4	1A1b	Petroleum refining	4,87
5	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,42
6	2A3	Glass production	0,41
7	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,12
8	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,06
9	2C5	Lead production	0,02
10	2C3	Aluminium production	0,01
11	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
12	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.6 Nickel-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat zum Jahr 2017 für 8 Kategorien Nিকেmissionen berichtet (Tabelle 47); für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere), Die Nিকেmissionen werden im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der Erdölraffinerien, Eisen- und Stahlerzeugung, der industriellen sowie öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung sowie Feuerwerke („Other product use“) beeinflusst.

Tabelle 47: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Nিকেmissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	1A1b	Petroleum refining	78,43
2	2C1	Iron and steel production	6,38
3	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	4,99
4	1A1a	Public electricity and heat production	4,69
5	2G	Other product use (please specify in the IIR)	3,48
6	2C3	Aluminium production	0,09
7	2A3	Glass production	0,06
8	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,03
9	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
10	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.7 Quecksilber-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 16 Kategorien Quecksilberemissionen berichtet (Tabelle 48); für drei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere). Die Quecksilberemissionen werden vorrangig durch die Emissionsfaktoren der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung sowie der Eisen- und Stahlerzeugung beeinflusst.

Tabelle 48: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Quecksilberemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	1A1a	Public electricity and heat production	5,60
2	2C1	Iron and steel production	1,07
3	2A1	Cement production	0,60
4	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,40
5	1A1b	Petroleum refining	0,29
6	2B10a	Chemical industry: Other (please specify in the IIR)	0,13
7	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,13
8	2C5	Lead production	0,11
9	2C6	Zinc production	0,07
10	5C1bv	Cremation	0,05
11	5E	Other waste (please specify in IIR)	0,03
12	2A2	Lime production	0,02
13	2C7a	Copper production	0,01
14	2G	Other product use (please specify in the IIR)	0,00
15	1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel	0,00
16	2C3	Aluminium production	0,00
17	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
18	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE
19	1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.8 Selen-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 5 Kategorien Selenemissionen berichtet (Tabelle 49); für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere). Die Selenemissionen werden überwiegend durch die Emissionsfaktoren der Glasindustrie sowie der Erdölraffinerien beeinflusst.

Tabelle 49: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Selenemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2A3	Glass production	5,59
2	1A1b	Petroleum refining	1,01
3	2G	Other product use (please specify in the IIR)	0,23
4	1A1a	Public electricity and heat production	0,12
5	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,02
6	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
7	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.9 Zink-Emissionen nach Tätigkeiten

Deutschland hat für 9 Kategorien Zinkemissionen berichtet (Tabelle 50); für zwei Kategorien berichtet Deutschland „IE“ (included elsewhere). Die Emissionen werden im Wesentlichen durch die Emissionsfaktoren der Feuerwerke („Other product use“), Kupfer, Aluminium und Zinkherstellung sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung und Erdölraffinerien beeinflusst.

Tabelle 50: DE-Emissionsberichterstattung 2017 zu Zinkemissionen aus industriellen Kategorien

#	NFR Code	Beschreibung	DE [t]
1	2G	Other product use (please specify in the IIR)	33,77
2	2C7a	Copper production	10,59
3	2C3	Aluminium production	8,55
4	2C6	Zinc production	7,55
5	1A1a	Public electricity and heat production	7,40
6	1A1b	Petroleum refining	3,86
7	1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other (please specify in the IIR)	0,58
8	2C5	Lead production	0,09
9	1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	0,04
10	1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals	IE
11	1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print	IE

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.3.10 Zusammenfassung der dominierenden Quellkategorien

Tabelle 51 zeigt die Relevanz der Emissionsfaktoren in einigen wenigen Quellgruppen anhand der Rangnummern, die sich aus den jeweiligen Schwermetall-Emissionsfracht-Tabellen ergeben. Berücksichtigt

sichtigt wurden Quellkategorien mit jeweils mehr als einer Tonne Fracht im Jahr 2017. Da Deutschland zum Teil in den Kategorien einzelne Schwermetalle nicht berichtet hat, kann das Ranking anders ausfallen, sobald Daten vorhanden sind.

Tabelle 51: Rangnummern der zehn wesentlichen industriellen Quellkategorien bei der DE-Emissionsberichterstattung 2017 für Schwermetalle (10 Punkte = größte Emission)

#	NFR Code	Beschreibung	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Se	Zn	Σ
1	1A1a	Public electricity and heat production	9	7	6	9	8	7	10	-	6	62
2	1A1b	Petroleum refining	8	6	8	6	7	10	-	9	5	59
3	2G	Other product use *	-	9	9	7	10	6	-	-	10	51
4	2C7a	Copper production	10	8	10	-	9	-	-	-	9	46
5	2C1	Iron and steel production	-	10	7	10	-	9	9	-	-	45
6	2A3	Glass production	-	3	-	-	-	-	-	10	-	13
7	2C6	Zinc production	-	5	-	-	-	-	-	-	7	12
8	1A2gvi ii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other **	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
9	2C3	Aluminium production	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
10	1A4bi	Residential: Stationary	-	-	-	8	-	-	-	-	-	8
11	2C5	Lead production	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4

* Anmerkung: "Other product use" beinhaltet die in der Kategorie dominierende Quellgruppe „Use of Fireworks“ sowie „Use of Tobacco“, „Use of Charcoal“ und „(Mobile) Use of Lubricants“

Quelle: DE NFR (2019)

Die Summierung der Rangnummern verdeutlicht, dass die Konsolidierung der Emissionsfaktoren im Bereich der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung (1A1a) über alle Schwermetalle hinweg höchste Priorität eingeräumt werden sollte, da die Quellgruppe in fast allen Parametern einen wesentlichen Anteil hat. Zweithöchste Priorität sollten Erdölraffinerien haben (1A1b). An dritter Stelle stehen Emissionsfaktoren für Feuerwerkskörper (2G), an vierter und fünfter Stelle die Kupferherstellung (2C7a) sowie die Eisen- und Stahlherstellung (2C1). Anschließend folgen die Glas- (2A3) und Zinkherstellung (2C6). Schließlich folgen vier Quellgruppen, in denen für eines der Schwermetalle Emissionen von mehr als einer Tonne berichtet wurden.

6.2.4 Emissionsfaktor-Verbesserungsmöglichkeiten für wesentliche Tätigkeiten

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 6.2.3 ermittelten wesentlichen Quellgruppen wird im Folgenden untersucht, welche Verbesserungen der Emissionsfaktoren vordringlich sind und welche Datenkollektive zu Metallemissionen einer Quellgruppe bereits vorliegen, mit denen eine Verbesserung der Berichterstattung erfolgen kann. Die Reihenfolge entspricht den oben genannten prioritären Quellen.

6.2.4.1 1A1b Petroleum refining

Der Verband der Mineralölraffinerien veröffentlicht keine Emissionsberichte. Veröffentlichungen über Schwermetallemissionen einzelner Standorte sind nicht bekannt. Zwei Raffineriestandorte in Vohburg und Neustadt an der Donau veröffentlichen zwar Emissionsmengen, jedoch nur für Staub und nicht für Schwermetall-Emissionen (Bayernoil 2019). In der Emissionsfaktordatenbank des finnischen Umweltinstituts (SYKE 2019) sind keine Schwermetall-Emissionsfaktoren für Raffinerien enthalten. Die derzeit von Deutschland genutzten Emissionsfaktoren nennen überwiegend ab dem Jahr 2000 gleiche Werte, teilweise werden die Faktoren seit dem Jahr 1990 oder 1995 auf gleichem Niveau verwendet.

Bei den mengenmäßig stark dominierenden Nickelemissionen entspricht der Faktor für den Brennstoff „Gas Oil“ mit 1,36 mg/GJ dem Faktor des EMEP/EEA Guidebook (2016). Ein weiterer Faktor liegt mit 1.000 mg/GJ im Bereich des Guidebook-Faktors für Schweröl (1.030 mg/GJ). Es werden jedoch noch zwei Faktoren mit 2.500 mg/GJ genutzt, die deutlich über allen im Guidebook genannten Faktoren für Erdölraffinerien liegen. Die Faktoren führen zu mehr als einem Drittel der Nickelemissionen.

In Feuerungen von Erdölraffinerien sind durch Novellierungen der 13. BImSchV und der TA Luft deutliche Minderungen der Staubemissionen erreicht worden, die für die meisten Schwermetalle (außer Cadmium, Selen und Quecksilber) in etwa proportionale Emissionsminderungen erwarten lassen. Die berichteten Staubemissionen der Quellgruppe gingen von 1,64 kt im Jahr 2000 auf 0,74 kt im Jahr 2017 zurück (55 % Minderung), während im gleichen Zeitraum zwischen 2000 und 2017 beispielsweise die Nickelemissionen mit einem Anstieg von 74 auf 78 Tonnen berichtet wurden (Tabelle 52). Ein Anstieg der Schwermetallemissionen bei gleichzeitiger Verminderung der Staubemissionen erscheint nicht plausibel. Aus diesem Grund und aufgrund der besonders hohen Frachtanteile sollten für diese Quellkategorie spezifische Erhebungen von Messdaten sowie ggf. zusätzliche Messungen durchgeführt werden, um die aktuell verwendeten Schwermetall-Emissionsfaktoren zu überprüfen.

Tabelle 52: Vergleich der Emissionsminderung bei Staub (TSP) und Schwermetallen in der DE-Berichterstattung von 2000 und 2017 für die Quellgruppe Erdölraffinerien (1A1b)

#	NFR Bericht	TSP [t/a]	Pb [t/a]	Cd [t/a]	Hg [t/a]	As [t/a]	Cr [t/a]	Cu [t/a]	Ni [t/a]	Se [t/a]	Zn [t/a]
1	2000	1,64	5,95	1,18	0,26	1,12	1,58	4,94	74,26	1,47	3,89
2	2017	0,74	6,18	1,32	0,29	1,10	1,58	4,87	78,43	1,01	3,86
3	Änderung	-55%	4%	12%	12%	-2%	0%	-1%	6%	-31%	-1%

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.4.2 1A1a Public electricity and heat production

Für die Quellgruppe der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion steht mit dem VGB ein Verband als Ansprechpartner des UBA zur Verfügung. Veröffentlichungen zu Schwermetallemissionen sind nicht bekannt. Die in der Berichterstattung verwendeten Emissionsfaktoren werden überwiegend ab dem Jahr 2010 in gleicher Höhe verwendet, sind also relativ aktuell.

Die Staubemissionen der Quellgruppe wurden zwischen den Jahren 2000 und 2017 mit einer Abnahme von 12,13 kt auf 6,00 kt berichtet (50 % Minderung). Dies ist aufgrund verschärfter Grenzwertanforderungen plausibel. Im gleichen Zeitraum sanken die berichteten Schwermetallemissionen jedoch deutlich weniger (Tabelle 53). Beispielsweise nahmen die Bleiemissionen lediglich von 9,52 t auf 8,88 t ab (7 % Minderung); die Arsenemissionen sanken um 21 %.

Obwohl es in dem Zeitraum eine geringfügige Zunahme der Abfallmitverbrennung in Kraftwerken gab (die zu einer leichten Erhöhung der Schwermetallanteile im Staub führen kann), sollte aufgrund der deutlichen Staubminderung ein ebenso rückläufiger Trend bei den meisten Schwermetallemissionen (außer den stärker flüchtigen Cadmium, Quecksilber und Selen) beobachtet werden können. Da dies nicht der Fall ist, sollten die Emissionsfaktoren überprüft und möglichst (außer bei den stärker flüchtigen Metallen) in etwa mit den Staubminderungen in Übereinstimmung gebracht werden.

Tabelle 53: Vergleich der Emissionsminderung bei Staub (TSP) und Schwermetallen in der DE-Berichterstattung von 2000 und 2017 für die Quellgruppe öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung (1A1a)

#	NFR Bericht	TSP [t/a]	Pb [t/a]	Cd [t/a]	Hg [t/a]	As [t/a]	Cr [t/a]	Cu [t/a]	Ni [t/a]	Se [t/a]	Zn [t/a]
1	2000	12,13	9,52	1,20	7,66	3,35	6,07	10,96	7,96	0,17	10,52
2	2017	6,00	8,88	1,02	5,60	2,64	5,33	9,46	4,69	0,12	7,40
3	Änderung	-51%	-7%	-15%	-27%	-21%	-12%	-14%	-41%	-29%	-30%

Quelle: DE NFR (2019)

6.2.4.3 2G Other product use - Use of Fireworks

In der Kategorie 2G dominieren in allen Schwermetallen die Emissionen aus Feuerwerkskörpern. Deutschland verwendet für die Berichterstattung Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Handbuch (2016).

Die Niederlande verwenden eine Tier 1-Berechnung der Emissionen aus Feuerwerkskörpern, die bei Metallen nur Antimon, Barium, Kupfer, Strontium und Zink berücksichtigt (Jansen et al. 2018). Die Berichterstattung erfolgt nicht in der Kategorie 2G sondern in der Kategorie 2D3i (Other solvent use). Die Analyse der Inhaltstoffe basiert auf vier Studien aus den Jahren 1995 bis 2010. Der atmosphärische Verbleib der Inhaltstoffe wurde bis zur Berichterstattung 2016 mit 10 % angenommen und ab 2017 mit 30 %.

Für Kupfer beträgt der Emissionsfaktor 30 % von 6,79 g/kg = 2,037 g/kg (EMEP/EEA: 0,444 g/kg), für Zink ist der Emissionsfaktor 30 % von 0,68 g/kg = 0,204 g/kg (EMEP/EEA: 0,260 g/kg). Somit liegt der Emissionsfaktor für Kupfer 4,6-fach höher als der Faktor des EMEP/EEA-Handbuches, der Faktor für Zink liegt etwa in der gleichen Größenordnung wie derjenige des EMEP/EEA-Handbuches.

Die in den Niederlanden verwendeten vier Studien zeigen große Differenzen bei den Schwermetallgehalten (z.B. für Kupfer 0,34 g/kg bis 16,30 g/kg Gesamtgehalt). Vor diesem Hintergrund und aufgrund des hohen Frachtanteils bei der Berichterstattung von Deutschland wird empfohlen, Analysen zum spezifischen Schwermetallgehalt der in Deutschland eingesetzten Feuerwerkskörper durchzuführen.

6.2.4.4 2C7a Copper production

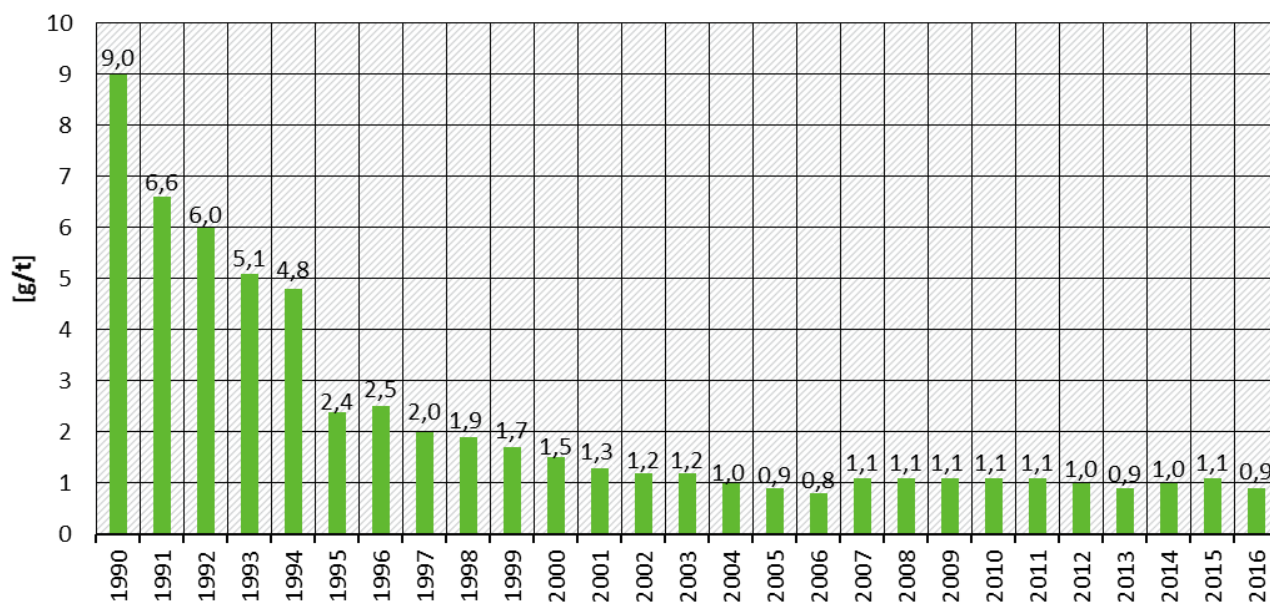
Die Kupferproduktion wird in Deutschland dominiert von der kombinierten Primär- und Sekundärkupferproduktion in der größten Kupferhütte Europas (Aurubis Hamburg). Daneben existieren eine große (Aurubis Lünen) und drei kleinere Sekundärkupferhütten.

Von der kombinierten Primär- und Sekundärkupferhütte in Hamburg sowie von der Sekundärkupferhütte in Lünen liegen öffentliche Berichterstattungen über Arsen- und Bleiemissionen aus Umwelterklärungen zum Standort vor (Zeitreihen, siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Von der Sekundärkupferhütte in Lünen liegen auch Daten zu Kupferemissionen vor (Jahr 2016, siehe Tabelle 54). Die Daten werden nicht als Messwerte (Konzentrationswerte) veröffentlicht, sondern als Emissionen je hergestellter Tonne Kupfer; sie sind somit direkt als Emissionsfaktoren verwendbar. (Aurubis 2017)

Da es sich um große Datenkollektive aus langjährigen Messreihen handelt, wird die Verwendung der betrieblichen Daten zur Aktualisierung der Emissionsfaktoren empfohlen. Zusatzemissionen zur Anzahl der Daten, die den Angaben zugrunde liegen, zu Bestimmungsgrenzen und zum Umgang mit Daten unterhalb der Bestimmungsgrenzen sollten eingeholt werden.

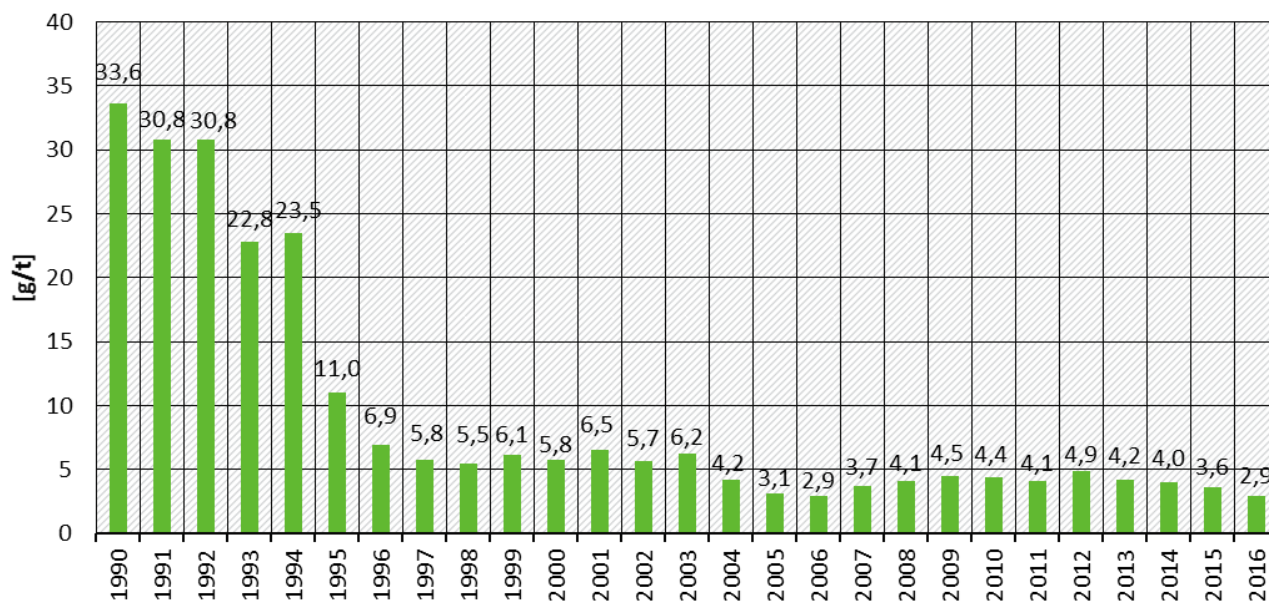
Die Staubemissionen der Kupferherstellung und somit auch die damit verbundenen Arsen- und Bleiemissionen haben sich seit 2004 durch verbesserte Filter sowie durch Maßnahmen zur Minderung von diffusen Staubemissionen wesentlich verringert. Dies wird in den Zeitreihen der beiden Standorte des größten Kupferproduzenten in Deutschland deutlich (Abbildung 5, Abbildung 6 und Tabelle 54).

Abbildung 5: Emissionsfaktoren für Arsen aus der kombinierten Primär-/Sekundärkupferproduktion



(Aurubis 2017)

Abbildung 6: Emissionsfaktoren für Blei aus der kombinierten Primär-/Sekundärkupferproduktion



(Aurubis 2017)

Tabelle 54: Emissionsfaktoren für Arsen, Blei und Kupfer aus der Sekundärkupferproduktion

Emission	spezifische Emission bezogen auf Output
Arsen	0,2 g/t
Blei	5,7 g/t
Kupfer	7,8 g/t

Quelle: Aurubis (2017)

Der betriebliche Emissionsfaktor für Arsen der kombinierten Primär- und Sekundärkupferhütte beträgt 0,9 g/t, während ab 2004 für die Berichterstattung von Deutschland ein Emissionsfaktor von 7 g/t verwendet wird. Für die Sekundärkupferhütte beträgt der betriebliche Emissionsfaktor 0,2 g/t während von Deutschland ab 2004 für Arsen aus der Sekundärkupferherstellung der Faktor 2 g/t verwendet wird. Die von Deutschland verwendeten Faktoren entsprechen denjenigen des EMEP/EEA Guidebook (2016).

Der Emissionsfaktor für Blei der kombinierten Primär- und Sekundärkupferhütte beträgt 2,9 g/t während bisher ab 2004 von Deutschland gleichbleibend der Faktor 16 g/t verwendet wird. Der Emissionsfaktor für Blei der Sekundärkupferhütte beläuft sich auf 5,7 g/t; von Deutschland wird 22 g/t als Faktor verwendet. Der aktuell für die Berichterstattung verwendete Emissionsfaktor der Primärkupferproduktion entspricht dem Faktor des EMEP/EEA Guidebook (2016). Der Guidebook-Faktor für die Sekundärkupferproduktion ist mit 24 g/t etwas höher als der von Deutschland verwendete Wert.

Für Kupfer wird von der Sekundärkupferhütte ebenfalls ein Emissionsfaktor genannt, der mit 7,8 g/t deutlich geringer liegt als der ab 2004 von Deutschland verwendete Faktor 46 g/t. Im EMEP/EEA Guidebook (2016) wird für die Sekundärkupferproduktion ein Faktor von 28 g/t genannt.

6.2.4.5 2C1 Iron and steel production

Aufgrund kartellrechtlicher Befürchtungen existiert in der Stahlbranche nach Auskunft der Wirtschaftsvereinigung Stahl (WV Stahl 2019) derzeit kein technischer Arbeitskreis auf Verbandsebene,

der als Ansprechpartner für das Umweltbundesamt oder Projektnehmer dienen kann. Alternativ ist eine Informationserhebung nur über den Kontakt mit Einzelpersonen bei den Eisen- und Stahlwerken möglich. Durch Unterstützung der Firma ThyssenKrupp konnten aktuelle Messwerte bereitgestellt werden. Bei der Firma sind langfristige Messreihen der Schwermetallemissionen vorhanden.

Die Erhebung neuer Emissionsfaktoren ist für den Sinteranlagenbereich wichtig, da die Anlagen einen hohen Frachtanteil bei den Schwermetallen im Inventar ausmachen. In den letzten 10 Jahren haben Sinteranlagen mit dem Einbau von Gewebefiltern ihre Staub- und damit auch Schwermetallemissionen deutlich gesenkt. Ein neuer Emissionsfaktor zu Bleiemissionen aus Sinteranlagen, die mit einem Gewebefilter ausgestattet sind, wurde übermittelt: $2 \cdot 10^{-6}$ kg/t, entsprechend 0,002 g/t (ThyssenKrupp 2019). Dies liegt wesentlich unter dem bisher für die Sinterproduktion verwendeten Faktor von 1,7 g/t (Faktor des EMEP/EEA-Guidebook: 3,5 g/t). Dem Faktor liegen sechs Einzelmessungen von jeweils 30 min. zugrunde, die in 2017 durchgeführt wurden und einen Mittelwert von 0,0010 mg/Nm³ ergaben. Da der Bleigehalt im Eisenerz schwankt (der maximale Halbstundenwert im Messzeitraum betrug 0,0032 mg/Nm³), ist die Repräsentativität durch weitere Messdaten zu konsolidieren. (ThyssenKrupp 2019)

Des Weiteren wurde ein neuer Emissionsfaktor für Quecksilberemissionen nach Sinteranlagen, die mit Gewebefilter ausgestattet sind, übermittelt: $1 \cdot 10^{-6}$ kg/t, entsprechend 0,001 g/t (ThyssenKrupp 2019). Dies liegt eine Zehnerpotenz unter dem bisher für die Sinterproduktion verwendeten Faktor von 0,01 g/t; der Faktor des EMEP/EEA-Guidebook beträgt 0,049 g/t. Dem Faktor liegen sechs Einzelmessungen je 30 min. zugrunde, die 2017 durchgeführt wurden und im Mittel 0,0005 mg/Nm³ ergaben. Da der Quecksilbergehalt im Eisenerz stark schwankt (der maximale Halbstundenwert im Messzeitraum betrug 0,0014 mg/Nm³), zudem von der Abgastemperatur abhängig ist und durch Messunsicherheit beeinflusst wird, sollte die Repräsentativität durch weitere Messdaten konsolidiert werden. (ThyssenKrupp 2019)

Weitere Schwermetallmessungen wurden in 2017 durchgeführt, jedoch nur als Summenparameter übermittelt: Summe Co, Si, Se, Te: $1,3 \cdot 10^{-5}$ kg/t, Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn: $1,0 \cdot 10^{-4}$ kg/t, Summe As, Cr, Cd: $5 \cdot 10^{-6}$ kg/t (ThyssenKrupp 2019). Zu diesen Schwermetallen ist die Bereitstellung spezifischer Einzelmessergebnisse notwendig, um für das Inventar Emissionsfaktoren bilden zu können.

6.2.4.6 2A3 Glass production

In diesem Bereich liegen keine öffentlichen Messwerte vor. Der Bundesverband der deutschen Glasindustrie (BV Glas) verweist hier auf die Hüttentechnische Vereinigung, die alle Glashütten in Deutschland regelmäßig emissionsseitig überwacht und auch alle Schwermetalle außer Zink im Abgas bestimmt. Das UBA hat 2019 ein Forschungsprojekt zur Ermittlung neuer Emissionsfaktoren in der Glasindustrie an die Hüttentechnische Vereinigung vergeben.

6.2.4.7 2C6 Lead production / 2C3 Zinc production

Aus der Blei- und Zinkproduktion sind keine Veröffentlichungen zu Schwermetall-Emissionsfaktoren bekannt. In Deutschland existieren zwei Primärbleihütten und eine Primärzinkhütte, so dass Messdaten oder Emissionserklärungen der drei Standorte zur Aktualisierung der mengenmäßig besonders relevanten Faktoren der Primärhütten verwendet werden können. Aufgrund der nachrangigen Bedeutung der Branchen wird die Recherche jedoch nur für die Bleiemissionen als prioritär angesehen.

Für Bleiemissionen der Primärbleiproduktion wird von Deutschland mit 6,0 g/t ein höherer Faktor verwendet, als im EMEP/EEA Guidebook angegeben wird (4,1 g/t); für die Sekundärbleiproduktion liegt der Faktor der Berichterstattung von Deutschland mit 4,5 g/t ebenfalls deutlich höher als der im EMEP/EEA-Guidebook genannte Faktor (1,1 g/t).

Für den im Vergleich zur Bleiindustrie höheren Emissionsbeitrag für Blei aus der Zinkindustrie verwendet Deutschland bei der Primärzinkherstellung einen Faktor von 19,6 g/t während im Guidebook

ein Faktor von 35 g/t genannt wird. Für die Berichterstattung aus der Sekundärzinkherstellung verwendet Deutschland einen Faktor von lediglich 0,95 g/t während das EMEP/EEA-Guidebook einen Faktor von 65 g/t nennt.

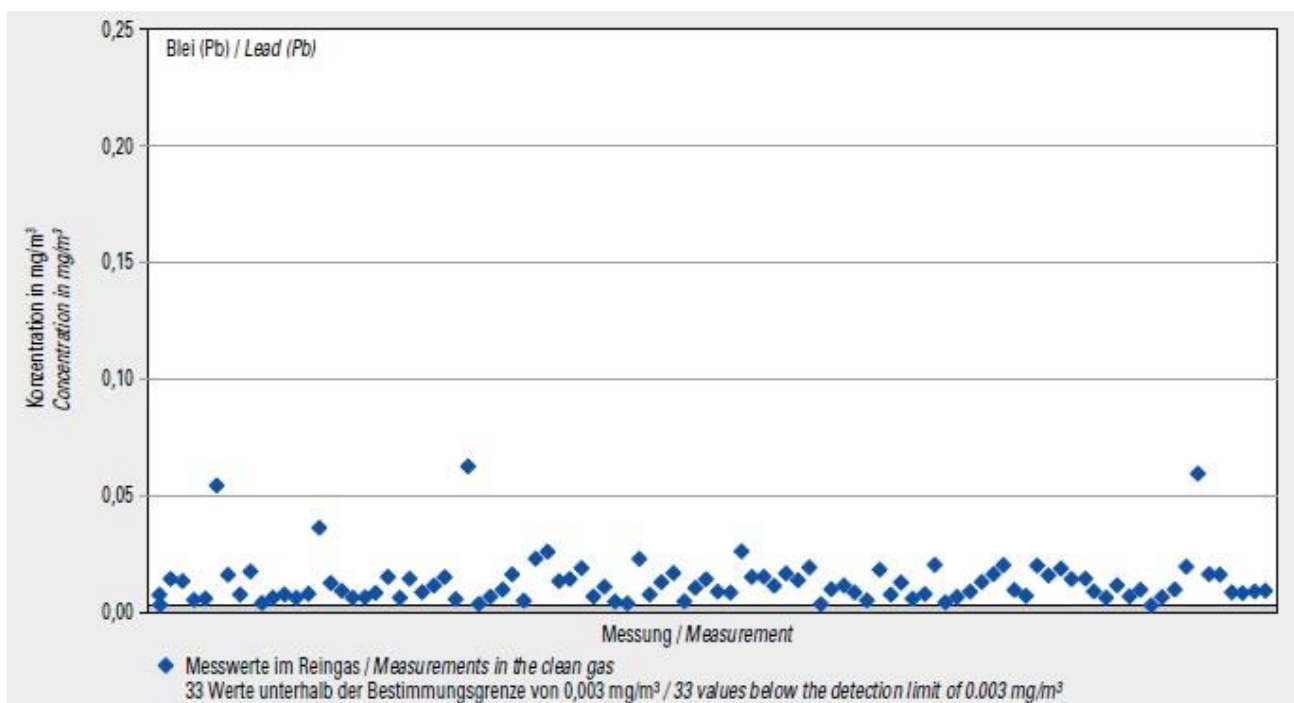
6.2.4.8 2A1 Cement production

Die Zementherstellung gehört nicht zu den Branchen, die besonders hohe Anteile an den berichteten Schwermetallemissionen aufweist. Sie wird hier genannt, weil Schwermetallemissionen in jährlichen Berichten des Verbandes grafisch veröffentlicht werden. Es wird empfohlen, die Daten regelmäßig zum Abgleich mit den Faktoren der Emissionsberichterstattung heranzuziehen.

Die Zementherstellung erfolgt in Deutschland vorrangig in Drehrohröfen; die Produktion in Schachtöfen hat keine Mengenrelevanz. Schwermetallemissionen werden jährlich in 39 Drehrohröfen gemessen. Quecksilber wird kontinuierlich gemessen, die übrigen Schwermetallmessungen erfolgen durch drei halbstündige Einzelmessungen.

Ein Beispiel für die im Jahr 2017 gemessenen Bleikonzentrationen zeigt Abbildung 7. In der Fußnote zur Abbildung wird mitgeteilt, dass von 131 Werten 33 Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Für weitere Grafiken siehe die jährliche Veröffentlichung „Daten zur Umwelt“ des Verbandes (VDZ 2018).

Abbildung 7: Emissionskonzentrationswerte für Blei aus der Zementproduktion im Jahr 2017



Anmerkung: 131 Werte gesamt, 33 Werte unter der Bestimmungsgrenze von $0,003 \text{ mg}/\text{m}^3$ (VDZ 2018)

Aus den Daten kann bei Kenntnis des spezifischen mittleren Abgasvolumens (ca. $1.700 \text{ m}^3/\text{t}$ Klinker) ein Emissionsfaktor abgeleitet werden. Dazu wird empfohlen, vom Verband die Originaldaten zu erfragen. Aufgrund der zahlreichen Messergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze ist wichtig festzulegen, wie diese Werte in die Emissionsfaktorbestimmung eingehen (null, halber oder ganzer Wert der Bestimmungsgrenze).

Aus der Grafik kann eine mittlere Abgaskonzentration von etwa $0,010 \text{ mg}/\text{m}^3$ abgelesen werden. Daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor für Blei von $0,017 \text{ g}/\text{t}$. Die Grafik stellt nur Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze ($0,003 \text{ mg}/\text{m}^3$) dar; 33 Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze. Bei anteiliger

Berücksichtigung von 33 Werten mit halber Bestimmungsgrenze (0,0015 mg/m³) ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,008 g/t anstelle von 0,017 g/t. Derzeit wird im Emissionsinventar (seit 2005) ein Emissionsfaktor von 0,020 g/t verwendet, der somit zweieinhalbfach höher als der ermittelte Wert liegt. Allerdings berücksichtigt die Mittelung anhand der Grafik keine Gewichtung der anlagenspezifischen Frachten, die das Ergebnis aufgrund der unterschiedlichen Größe der Anlagen wesentlich beeinflussen.

Im EMEP/EEA-Guidebook (2016) werden keine Emissionsfaktoren für Schwermetalle aus der Zementindustrie angegeben. In der Emissionsfaktordatenbank des finnischen Umweltinstituts wird für Bleiemissionen aus der Zementherstellung für den Brennstoff Abfall (wie er in Deutschland überwiegend zum Einsatz kommt) ebenso wie für den Brennstoff Kohle ein Faktor von 0,98 g/t angegeben.

Das UBA hat im Jahr 2019 ein Forschungsprojekt zur Aktualisierung von Emissionsfaktoren in der Zementindustrie an den VDZ vergeben.

6.2.5 Schlussfolgerungen zu Emissionsfaktoren im Bereich Industrie, Gewerbe, Haushalte

Der Ländervergleich der Schwermetall-Emissionsfaktoren zeigt vor allem Defizite in der Berichterstattung bei der Glasherstellung sowie der Eisen- und Stahlindustrie (bei einzelnen Parametern) und bei Krematorien (bei allen Parametern außer Pb, Hg, Cd). Für eine Reihe weiterer Meldungen werden in den Analysetabellen Änderungen vorgeschlagen, insbesondere wenn bisher „NA“ (not applicable) gemeldet wurde, jedoch zahlreiche Länder für die Quellgruppe Schwermetallemissionen melden. Hier ist in der Regel „NE“ die angemessenere Benennung, die zugleich weiteren Forschungsbedarf aufzeigt.

Bei der Magnesiumherstellung sollte „NA“ (not applicable) durch „NO“ (not occurring) ersetzt werden, da keine Magnesiumherstellung in Deutschland erfolgt.

Im Bereich der Krematorien wurde ein Forschungsprojekt im Jahr 2019 abgeschlossen, bei dem Schwermetalle gemessen wurden. Dies kann zur Emissionsfaktorbildung herangezogen werden, wenn bei der Messung auch Bezugsgrößen erfasst wurden.

In der Glasherstellung werden Emissionsfaktoren durch ein Forschungsvorhaben aktualisiert, ebenso wie im Bereich der Zementindustrie (2019-2020). Bei Parametern, zu denen keine Messungen vorliegen (voraussichtlich: Zink der Glasindustrie) sollten im Projekt Messungen durchgeführt werden.

In der Eisen- und Stahlindustrie besteht keine Möglichkeit, über eine zentrale Anlaufstelle eines Verbandes Firmendaten zu erheben. Hier bleibt nur die Möglichkeit, über exemplarische Firmenanfragen zu Emissionsmessungen und aktualisierten Emissionsfaktoren zu kommen. Es ist damit zu rechnen, dass wegen des branchenweiten Einbaus von Gewebefiltern bei Sinteranlagen wesentliche Senkungen bei den staubgebundenen Schwermetallemissionen erfolgt sind. Aufgrund des großen Anteils der Sinteranlagen der Eisen- und Stahlindustrie an den Schwermetallemissionen wird empfohlen, der Anfrage bei den Unternehmen eine hohe Priorität einzuräumen. Da die Messungen üblicherweise alle drei Jahre erfolgen, sollte die Abfrage zur Erhöhung der Repräsentativität wiederholt werden, um mehr als einen Messzyklus als Grundlage der neuen Emissionsfaktoren verwenden zu können.

Als besonders dominierende Quellgruppen der Schwermetallberichterstattung wurden Erdölraffinerien (1A1b) und die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung (1A1a) identifiziert. Der Überprüfung der Emissionsfaktoren sollte in diesen beiden Quellgruppen höchste Priorität eingeräumt werden. Insbesondere im Bereich der Erdölraffinerien ist auffällig, dass zwar ein Rückgang der Staubemissionen um 50 % berichtet wird, damit aber nahezu keine Minderungen bei den Schwermetallemissionen einher gingen. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Emissionsfrachten aus öffentlicher Strom- und Wärmeerzeugung.

Eine Quellgruppe, die ebenfalls große Relevanz in der Schwermetallberichterstattung hat, ist die Kupferindustrie. Hier existieren zumindest für Arsen und Blei langjährige Messreihen der größten Produzenten, die für eine Aktualisierung der Emissionsfaktoren herangezogen werden können. Zusätzlich ist

für Kupfer aus der Sekundärkupferproduktion ein aktualisierter Emissionsfaktor verwendbar. In allen Fällen liegt der aktuell für die Berichterstattung verwendete Faktor deutlich über den betrieblich gemessenen Werten.

In den Quellgruppen Bleiherstellung (2C6) und Zinkproduktion (2C3) wurden relativ große Abweichungen von den Faktoren des EMEP/EEA-Guidebook (2016) festgestellt. Insbesondere die Faktoren für Blei aus der Bleiherstellung sind deutlich höher und sollten überprüft werden. Da die Produktion sowohl bei Blei als auch bei Zink nur wenige Standorte umfasst, sollte eine Abfrage von Mess- und Produktionsdaten oder der Emissionserklärungen ohne großen Aufwand möglich sein. Die Quellgruppen sind jedoch gegenüber den vorstehend genannten Quellgruppen nur hinsichtlich der Bleiemissionen als prioritär anzusehen.

7 Verbesserung der Unsicherheiten im Inventar (AP 4c)

Deutschland berichtet im IIR zu den nationalen Emissionsdaten Unsicherheiten (siehe <http://iir-de.wikidot.com/general-uncertainty-evaluation>).

Zu den NFR-Kategorien werden im IIR bisher keine Unsicherheiten bereitgestellt. Für einen Vergleich mit den Unsicherheiten im Inventar der Niederlande wurden dem Auftragnehmer vom UBA Abschätzungen der Unsicherheiten zur Verfügung gestellt. Diese umfassen Unsicherheiten für jede NFR-Kategorie der Jahre 1990 bis 2015 für die Schadstoffe NO_x, SO_x, NH₃ und NMVOC.

7.1 Vergleich der Unsicherheiten zu NO_x, SO_x, NH₃ und NMVOC mit Unsicherheiten im Inventar der Niederlande

7.1.1 NO_x

Für NO_x-Emissionen wird von Deutschland eine wesentlich höhere Unsicherheit berichtet (28,5 %) als von den Niederlanden (17,8 %). Der deutliche Unterschied der Unsicherheitenabschätzung kommt vor allem durch den großen Unterschied bei der Abschätzung der Unsicherheit für NO_x-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden zustande. Die Unsicherheit dieser Quellgruppe wird von Deutschland mit 263 % angegeben, während die Niederlande 132 % angeben (vgl. Tabelle 55).

Der Tier 1-Emissionsfaktor im EMEP/EEA-Guidance (2016) beträgt für NO_x 0,026 % mit einer Bandbreite von 0,005 – 0,104 kg NO_x/kg Dünger; dies entspricht einer Unsicherheit von 300 %. Wenn die NO_x-Kalkulation für landwirtschaftliche Böden in Deutschland mit der Tier 1-Methode im EMEP/EEA-Ratgeber 2016 vergleichbar ist, dann ist die relative hohe Unsicherheit in diesem Sektor plausibel.

Tabelle 55: Vergleich der NO_x-Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden

Kategorie	Deutschland Emission [t]	Deutschland Unsicherheit	Niederlande Emission [t]	Niederlande Unsicherheit
1	971.394	6,7 %	218.108	9,7 %
2	86.589	19,0 %	989	68,3 %
3	127.692	259,1 %	33.019	119,6 %
5	473	900,0 %	98	99,6 %
6			1.983	28,2 %
Gesamt	1.186.148	28,5 %	252.214	17,8 %

7.1.2 SO_x

Die Unsicherheit für SO_x-Emissionen wird im Inventar von Deutschland wesentlich niedriger angegeben (10,1 %) als in den Niederlanden (33,6 %) (vgl. Tabelle 56).

Die höchsten SO_x-Emissionen werden von beiden Ländern für den Energiesektor berichtet (NFR-Kategorie 1, vor allem 1A1a und 1A1b). Die Kategorie 1 weist besonders große Unterschiede bei der Unsicherheitenabschätzung auf. Nach unserer Einschätzung ist die in den Niederlanden für 1A1a und 1A1b angegebene Unsicherheit zu hoch, weil der Schwefelgehalt in Kohlen regelmäßig analysiert wird und relativ gut bekannt ist. Daher gehen wir davon aus, dass die von Deutschland angegebene geringere Unsicherheit plausibel ist.

Tabelle 56: Vergleich der SO_x-Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden

Kategorie	Deutschland Emission [t]	Deutschland Unsicherheit	Niederlande Emission [t]	Niederlande Unsicherheit
1	273.289	12,5 %	27.042	34,6 %
2	81.650	13,0 %	861	90,8 %
3				
5	65	900,0 %	5	102,2 %
6				
Gesamt	355.003	10,1%	27.908	33,6 %

7.1.3 NH₃

Die Unsicherheit für NH₃-Emissionen wird von Deutschland ähnlich abgeschätzt (16,9 %) wie von den Niederlanden (17,3 %). Die höchsten Emissionen werden aus dem landwirtschaftlichen Sektor berichtet (NFR-Kategorie 3) (vgl. Tabelle 57).

Auch die Unsicherheiten der verschiedenen landwirtschaftlichen Kategorien liegen mit 20 % bis 36 % in vergleichbarer Größenordnung.

Tabelle 57: Vergleich der NH₃-Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden

Kategorie	Deutschland Emission [t]	Deutschland Unsicherheit [t]	Niederlande Emission [t]	Niederlande Unsicherheit
1	17.446	135,9 %	4.788	156,8 %
2	14.049	54,0 %	2.390	48,9 %
3	723.950	17,2 %	110.049	16,8 %
5	3.778	455,4 %	229	100,1 %
6			9.979	93,8 %
Gesamt	759.223	16,9 %	127.436	17,3 %

7.1.4 NMVOC

Die Unsicherheit für NMVOC-Emissionen wird von Deutschland deutlich niedriger abgeschätzt (20,7 %) als in den Niederlanden (38,2 %). NMVOC-Emissionen stammen hauptsächlich aus den Kategorien Energie und Industrie (NFR-Kategorien 1 und 2). In beiden Kategorien wird die Unsicherheit von Deutschland niedriger abgeschätzt als von den Niederlanden (vgl. Tabelle 58).

In der NFR-Kategorie 1 (Energie) stammt der Großteil der Emissionen durch den Verkehrssektor. Die Unsicherheit für NMVOC-Emissionen aus dem Verkehrssektor in Deutschland wird mit 39,3 % angegeben, während sie von den Niederlanden mit 201,6 % abgeschätzt wird.

In der NFR-Kategorie 2 (Industrie) wird der Großteil der Emissionen durch die Verwendung von Produkten freigesetzt (Kategorie 2D3). Die Unsicherheit für NMVOC aus der Produktverwendung wird von Deutschland mit 14,2 % abgeschätzt, von den Niederlanden mit 28,9 %.

Die Unsicherheit bei der Produktverwendung (NFR 2) ist für beide Länder plausibel, aber die Unsicherheit beim Verkehr (NFR 1) unterscheidet sich sehr stark. Daher wird empfohlen, die Unsicherheit beim Verkehr zu überprüfen.

Tabelle 58: Vergleich der NMVOC-Emissionen und Unsicherheiten im Inventar von Deutschland und den Niederlanden

Kategorie	Deutschland Emission [t]	Deutschland Unsicherheit [t]	Niederlande Emission [t]	Niederlande Unsicherheit
1	233.454	29,0 %	63.043	79,3 %
2	573.876	13,5 %	80.437	28,5 %
3	208.479	87,9 %	189	88,2 %
5	7	900,0 %	351	95,6 %
6				
Gesamt	1.015.817	20,7 %	144.019	38,2 %

Die höhere Unsicherheit im Verkehrssektor der Niederlande wird durch zwei Quellen verursacht, während die Unsicherheiten der anderen Verkehrsquellen mit 50 - 100 % abgeschätzt werden:

- ▶ Emissionsfaktor Benzinverdampfung aus Mopeds und Motorrädern: Unsicherheit 500 %
- ▶ Emissionsfaktor Benzinverbrennung aus Mopeds und Motorrädern: Unsicherheit 500 %

Gründe für die besonders hoch angesetzten Unsicherheiten bei Mopeds und Motorrädern:

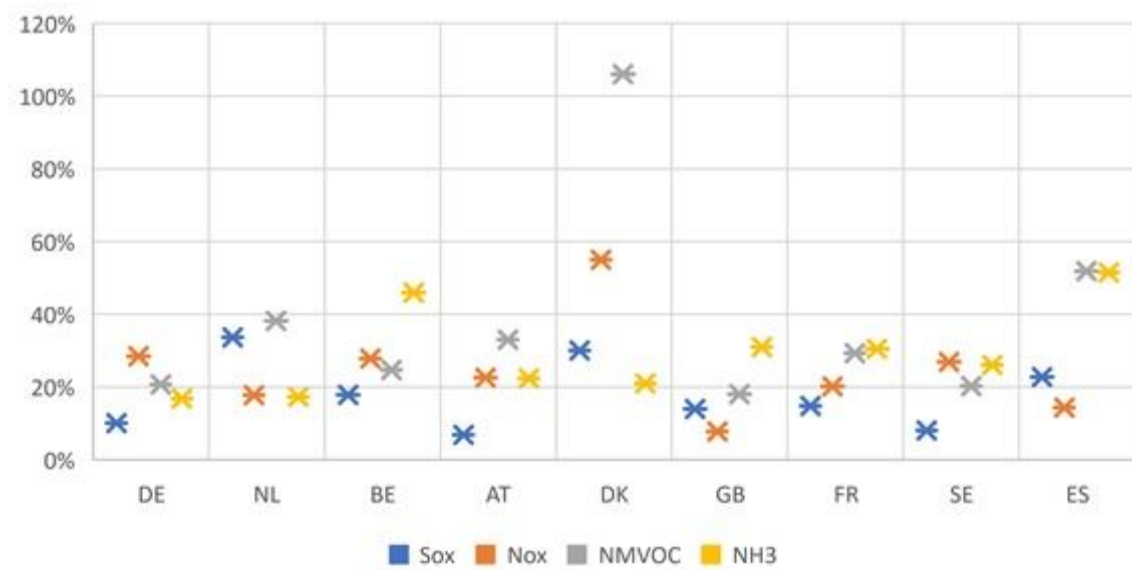
- ▶ Die Emissionen von Mopeds und Motorrädern werden seltener gemessen als die Emissionen von Pkw (NMVOC aus Verbrennung bei Mopeds / Motorräder: 8 kt gegenüber Pkw 11 kt)
- ▶ Die Zusammensetzung des Moped-/Motorrad-Fuhrparks ist unsicher; die Niederlande schätzen mit einem Modell, wie hoch der Anteil der Euro 1- und Euro 2-Mopeds/Motorräder liegt.
- ▶ Die Fahrkilometer pro Moped-/Motorradtyp ist unsicher; es liegen keine Zahlen dazu vor, wie häufig ältere bzw. neuere Mopeds/Motorräder gefahren werden.

7.2 Vergleich der Unsicherheiten mit Angaben anderer Länder

In diesem Kapitel erfolgt für die vier Schadstoffe NO_x, SO_x, NH₃ und NMVOC ein Vergleich der Unsicherheiten von Deutschland mit acht anderen EU-Mitgliedstaaten, die quantifiziert Unsicherheiten in ihrem Inventarbericht des Jahres 2018 dokumentiert haben.

Abbildung 8 zeigt, dass die Unsicherheiten in den meisten Fällen in der gleichen Größenordnung liegen, abgesehen von wenigen Ausreißern. Die in der Abbildung dargestellten Länder wurden ausgewählt, weil sie Informationen über Unsicherheiten in ihrem IIR 2018 angeben und grundsätzlich dafür bekannt sind, fundierte Emissionsinventare zu erstellen. Andere in Frage kommende Länder wie Luxemburg und Italien berichten keine Unsicherheiten in ihren Inventarberichten. Polen berichtet Unsicherheiten, aber Daten konnten nicht zum Vergleich herangezogen werden, weil Unsicherheiten zu den Emissionssummen im Inventarbericht fehlten.

Abbildung 8: Vergleich der Unsicherheitenabschätzung von neun Inventaren von EU-Mitgliedstaaten



Der Vergleich in Abbildung 8 ergibt ein gemischtes Bild. Die Unsicherheiten auf Ebene der nationalen Emissionssummen liegen überwiegend in der gleichen Größenordnung, allerdings gibt es Ausnahmen. Da die meisten Länder keine Daten zu Unsicherheiten auf detaillierter Ebene (z. B. für NFR-Kategorien) angeben, kann eine Erklärung für die abweichenden Unsicherheiten nicht ermittelt werden.

Der Vergleich der Unsicherheiten von Emissionssummen kann einen ersten Hinweis darauf geben, ob die Gesamtunsicherheiten eher unter- oder überschätzt werden.

Im Vergleich mit der Berichterstattung der anderen Ländern liegen die von Deutschland berichteten Unsicherheiten zu SO_x, NMVOC und NH₃ ähnlich niedrig wie drei Vergleichsländer mit besonders niedrigen Unsicherheiten. Die übrigen Länder nennen etwas höhere Unsicherheiten zu SO_x, NMVOC und NH₃. Allein Dänemark berichtet deutlich höhere Unsicherheiten für NMVOC; Belgien und Spanien berichten vergleichsweise hohe Unsicherheiten bei NH₃.

Bei NO_x liegt die Unsicherheiten-Abschätzung von Deutschland im Vergleich mit den anderen Ländern im mittleren Bereich. Alle Länder berichten für NO_x in einem engen Band, mit Ausnahme von Dänemark, das auch für NO_x deutlich höhere Unsicherheiten nennt.

Die vergleichsweise niedrige Unsicherheiten-Abschätzungen Deutschlands zu SO_x, NMVOC und NH₃ lassen nicht darauf schließen, dass die Unsicherheiten der nationalen Emissionssummen unterschätzt werden, denn sie liegen in ähnlicher Größenordnung wie diejenigen mehrerer Vergleichsländer.

7.3 Detaillierte Bewertung der Unsicherheitenabschätzung von Deutschland

In diesem Kapitel erfolgt eine detaillierte Bewertung der berechneten bzw. abgeschätzten Unsicherheiten auf der Ebene der einzelnen Unterkategorien im Inventar von Deutschland, um die Ergebnisse des Vergleichs so weit wie möglich zu nutzen.

7.3.1 Prüfung der Unsicherheiten der Hauptquellkategorien

In den Inventardaten von Deutschland stehen 4.379 Emissionsdatensätze zur Verfügung, von denen 2.822 im Jahr 2016 eine Emission größer null aufwiesen; Berichte ohne Emissionen oder mit der Angabe "nicht geschätzte Emission" blieben unberücksichtigt.

Tabelle 59 zeigt die Auswertung für die einzelnen Schadstoffe. Die Tabelle nennt die Anzahl der Quellkategorien, die in Summe mehr als 80 % der Gesamtemission ausmachen.

Die ausgewählten 146 Datensätze wurden mit den Unsicherheiten anderer Inventaren verglichen, insbesondere mit Daten der Niederlande, Spaniens und Österreichs – drei Länder, die Informationen über Unsicherheiten in ihrem IIR auf disaggregierter NFR-Ebene bereitstellen.

Zusätzlich wurden die Unsicherheiten der ausgewählten 146 Datensätze mit den Unsicherheiten verglichen, die im EMEP/EEA-Guidebook angegeben werden. Dabei wurde bei vielen Kategorien festgestellt, dass die im EMEP/EEA-Guidebook angegebenen Unsicherheiten wesentlich größer ist.

Der detaillierte Vergleich ist in einer dem UBA übermittelten Excel-Datei dokumentiert.

Tabelle 59: Emissionsdatensätze für NO_x, SO_x, NH₃, NMVOC und PM_{2,5} (> 0), Hauptquellkategorien mit mehr als 80 % Beitrag zur Gesamtemission und Prüfeempfehlungen

Schadstoff	Emissionsdatensätze > 0	Hauptquellkategorien (in Summe > 80 % gesamt)	Zur Überprüfung empfohlene Emissionsdatensätze
NO _x	534	42	11
SO _x	516	35	5
NH ₃	522	7	-
NMVOC	617	21	-
PM _{2,5}	633	41	12
Gesamt	2822	146	28

Aus dem Vergleich der Unsicherheiten resultieren 28 Empfehlungen zur Überprüfung der Unsicherheiten bestimmter Quellkategorien im Inventar von Deutschland. Kriterium für die Empfehlung zur weiteren Überprüfung war, ob die Unsicherheit einer von Deutschland gemeldeten Emission außerhalb des Bereichs der gemeldeten Unsicherheiten der drei Vergleichsländern (NL, AT, ES) lag. Dabei muss betont werden, dass eine höhere Unsicherheit nicht bedeutet, dass die von Deutschland gemeldete Unsicherheit nicht korrekt ist. Es kann sein, dass unterschiedliche nationale Umstände oder unsicherere Datenquellen für den Unterschied verantwortlich sind. Im nächsten Schritt sollten daher nationale Experten die Fälle überprüfen, für die eine Empfehlung abgegeben wurde, um zu eruieren, ob die Änderung der Unsicherheit der Aktivitätsrate oder des Emissionsfaktors erforderlich ist.

Die Empfehlungen zur Überprüfung von 28 Quellgruppen ist in Tabelle 60 aufgeführt. Details dazu sind in einer dem UBA übermittelten Excel-Datei enthalten.

Tabelle 60: Quellgruppen im Emissionsinventar von Deutschland, für die eine Überprüfung der aktuell angegebenen Unsicherheiten empfohlen wird

Quellgruppe	Schadstoff	Vorschlagwortung*
3 D, Agricultural Soils	NO _x	Mineraldünger, Ausbringung
1 A 3 b, Road Transport	NO _x	Schweres Nutzfahrzeug, Minderungstechnik (Straßenverkehr: ab EURO-Norm 1), Dieselmotoren, Antrieb, Autobahn, Straßenverkehr 95, Energiebilanz
3 D, Agricultural Soils	NO _x	Wirtschaftsdünger, Ausbringung
Landwirtschaftlicher Verkehr	NO _x	Dieselmotoren, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
Wärmeerzeugung in Kfz der Haushalte	NO _x	Übrige Kesselanlagen, 1. Bundesimmissionschutzverordnung, Erdgas, Wärmeerzeugung, Haushalte, Energiebilanz

Quellgruppe	Schadstoff	Verschlagwortung*
1 A 3 b, Road Transport	NOx	Personenkraftwagen, Minderungstechnik (Straßenverkehr: ab EURO-Norm 1), Ottokraftstoff, Antrieb, innerorts, Straßenverkehr 95, Energiebilanz
1 A 2 g vii, Off-Road Vehicles and Other Machinery	NOx	Dieselmotoren, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des verarb. Gewerbes und übrigen Bergbaus	NOx	Industriekessel, 13. Bundesimmissionschutzverordnung (Großfeuerungsanlagenverordnung), Erdgas, Wärmeerzeugung, Gew. Steine u. Erden, sonst. Bergbau, verarbeit. Gewerbe insg., Energiebilanz
1 A 3 c, Railways	NOx	Schienenfahrzeug, Dieselmotoren, Antrieb, Schienenverkehr, Energiebilanz
Wärmeerzeugung in KFA der übrigen Kleinverbraucher	NOx	Übrige Kesselanlagen, 1. Bundesimmissionschutzverordnung, Erdgas, Wärmeerzeugung, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
1 A 4 a ii, Off-Road Vehicles and Other Machinery	NOx	Gabelstapler, Flüssiggas, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
Tabakkonsum	PM 2,5	Tabak, Anwendung
Landwirtschaftlicher Verkehr	PM 2,5	Dieselmotoren, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Personenkraftwagen, Reifen, Abrieb
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Personenkraftwagen, Straßenbelag, Abrieb
Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Kraftwerke	PM 2,5	13. Bundesimmissionschutzverordnung (Großfeuerungsanlagenverordnung), Steinkohle, Stromerzeugung, Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW), Energiebilanz
Feuerwerk	PM 2,5	Feuerwerkskörper, Anwendung
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Personenkraftwagen, Bremsbelag, Abrieb
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Schweres Nutzfahrzeug, Straßenbelag, Abrieb
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Schweres Nutzfahrzeug, Reifen, Abrieb
1 A 2 g vii, Off-Road Vehicles and Other Machinery	PM 2,5	Dieselmotoren, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz
1 A 3 b, Road Transport	PM 2,5	Schweres Nutzfahrzeug, Bremsbelag, Abrieb
2 I, Wood Processing	PM 2,5	Spanplatten, Produktion
Zementwerke: Zementklinkerproduktion (Brennen)	SO ₂	Prozessfeuerungsanlage, Zementwerk, Zementklinker, Produktion
2 A 3, Glass Production	SO ₂	Prozessfeuerungsanlage, Glashütte, Behälterglas, Produktion
2 A 3, Glass Production	SO ₂	Prozessfeuerungsanlage, Glashütte, Flachglas, Produktion
Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte	SO ₂	Übrige Kesselanlagen, 1. Bundesimmissionschutzverordnung, Steinkohle, Wärmeerzeugung, Haushalte, Energiebilanz

Quellgruppe	Schadstoff	Verschlagwortung*
Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte	SO ₂	Übrige Kesselanlagen, 1. Bundesimmissionschutzverordnung, Brennholz, naturbelassen, Wärmeerzeugung, Haushalte, Energiebilanz

* Die Verschlagwortung beinhaltet folgende Dimensionen: Technik, Maßnahme, Betriebsstätte, Material, Produkt, Verwendungsart, Energiebilanzzeile, Energiebilanz

Zusätzlich zu den in Tabelle 60 aufgelisteten Quellgruppen gibt es im Inventar von Deutschland ein Inventar speziell für NMVOC aus der Lösemittelanwendung. Dieses wird nicht aus Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren berechnet, sondern verfolgt einen anderen Ansatz (Zuordnung des Inlandsverbrauchs zu Einsatzbereichen und Berechnung der Emissionen über sektorspezifischen Emissionsfaktoren). Für dieses Inventar werden nur Unsicherheiten für die Gesamtemissionen berichtet.

Da NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung den größten Anteil der nationalen Gesamtemissionen aufweisen, wurden die Hauptemittenten geprüft (in Summe 95 % der Gesamtemissionen). Im Ergebnis wurden für diese Quellen qualitative Empfehlungen zur Abschätzung der Unsicherheiten gegeben. Dabei wurde die Unsicherheiten-Klassen A bis E aus dem Unsicherheitenkapitel des EMEP/EEA-Guidebook (2016) verwendet. Die Klassen, Definitionen und zugehörigen Fehlerbandbreiten sind in Tabelle 61 dokumentiert.

Die abgeleiteten Empfehlungen wurden dem UBA in einer separaten Exceltabelle übermittelt.

Tabelle 61: Erläuterung der Unsicherheiten-Klassen A bis E im EMEP/EEA-Guidebook

Rating	Definition	Typical error range
A	An estimate based on a large number of measurements made at a large number of facilities that fully represent the sector	10 to 30 %
B	An estimate based on a large number of measurements made at a large number of facilities that represent a large part of the sector	20 to 60 %
C	An estimate based on a number of measurements made at a small number of representative facilities, or an engineering judgement based on a number of relevant facts	50 to 200 %
D	An estimate based on single measurements, or an engineering calculation derived from a number of relevant facts	100 to 300 %
E	An estimate based on an engineering calculation derived from assumptions only	order of magnitude

EMEP/EEA-Guidebook (2006, chapter 5)

7.3.2 Schließung von Lücken

Neben dem Vergleich der Hauptquellgruppen wurden die derzeit bestehenden Fehlstellen in den Unsicherheitsabschätzungen zu PM_{2,5} im Inventar von Deutschland geprüft. Insgesamt 163 Einträge zu PM_{2,5} weisen Emissionen ohne Unsicherheitenangaben auf.

Bei der Überprüfung wurden alle PM_{2,5}-Emissionsquellen einbezogen, die Hauptquellkategorien gehören, die 95 % der Gesamtemissionen ausmachen und für die Unsicherheiten im Inventar von Deutschland fehlen. In diesen 163 Datensätzen befinden sich 23 Fehlstellen für PM_{2,5}-Emissionen.

Für jede der fehlenden Unsicherheiten wurden qualitative Unsicherheitsbereiche vorgeschlagen (A bis E, vgl. Tabelle 61), sowohl für Aktivitätsraten (AR) als auch für Emissionsfaktoren (EF). Die Vorschläge

basieren auf den Werten anderer Länder und den Default-Bereichen zu Emissionsfaktoren aus dem EMEP/EEA-Guidebook (2016).

Auch hier ist hervorzuheben, dass die vorgeschlagenen Bandbreiten Empfehlungen sind, da die Qualität der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren des Inventars von Deutschland nicht bekannt ist. Es sollte eine Überprüfung durch die Inventarexperten erfolgen und Anpassungen nur vorgenommen werden, wenn dies notwendig erscheint.

Tabelle 62 zeigt die vorgeschlagenen Unsicherheiten für Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren.

Tabelle 62: Unsicherheitenvorschläge zu PM_{2,5}-Emissionen, für die bisher Unsicherheiten fehlen

Quellgruppe	Verschlagwortung	AR	EF
Schüttgutumschlag	Schweres Nutzfahrzeug, natürliche Sande, Kiese und Steine, Verteilung	A	C
Diffuse Emissionen aus Gewerbebetrieben	Werkstoffe im verarbeitenden Gewerbe, Anwendung		D
1 A 3 c, Railways	Schienenfahrzeug, Schiene, Abrieb, elektrisch	A	D
1 A 3 c, Railways	Schienenfahrzeug, Bremsbelag, Abrieb, elektrisch	A	D
1 A 3 d, Domestic Navigation	Seeschiff, Dieselmotoren, Antrieb, Hochseebunkerungen, Energiebilanz		B
Schüttgutumschlag	Schweres Nutzfahrzeug, Sekundärrohstoffe, Verteilung	A	C
1 A 3 b, Road Transport	Personenkraftwagen, Minderungstechnik (Straßenverkehr: ab EURO-Norm 1), Ottokraftstoff, Antrieb, Autobahn, Straßenverkehr 95, Energiebilanz		D
1 A 3 b, Road Transport	Moped, Konventionell (Straßenverkehr: kein EURO-Norm), Ottokraftstoff, Antrieb, Straßenverkehr 95, Energiebilanz		D
1 A 4 a ii, Off-Road Vehicles and Other Machinery	Dieselmotoren, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz		C
Schüttgutumschlag	Schweres Nutzfahrzeug, Getreide, Verteilung	A	C
Landwirtschaftlicher Verkehr	Dieselmotoren (Bio), Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz		C
1 A 3 b, Road Transport	Personenkraftwagen, Minderungstechnik (Straßenverkehr: ab EURO-Norm 1), Ottokraftstoff, Antrieb, außerorts, Straßenverkehr 95, Energiebilanz		D
1 A 3 c, Railways	Schienenfahrzeug, Schiene, Abrieb, nicht elektrisch	A	D
1 B 1 b, Solid Fuel Transformation	Aufbereitung und Veredelung, Braunkohle, Braunkohlenstaub, Produktion		D-E
Schüttgutumschlag	Schienenfahrzeug, Eisenerze, Verteilung	A	C
Forstwirtschaftlicher Verkehr	Mobiles Gerät, 2-Takt, Ottokraftstoff, Antrieb, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher, Energiebilanz		C
1 A 4 b ii, Off-Road Vehicles and Other Machinery	Mobiles Gerät, 2-Takt, Ottokraftstoff, Antrieb, Haushalte, Energiebilanz		C

Quellgruppe	Verschlagwortung	AR	EF
1 A 3 b, Road Transport	Personenkraftwagen, Minderungstechnik (Straßenverkehr: ab EURO-Norm 1), Ottokraftstoff, Antrieb, innerorts, Straßenverkehr 95, Energiebilanz		D
Schüttgutumschlag	Binnenschiff, Eisenerze, Verteilung	A	C
Schüttgutumschlag	Schienenfahrzeug, Rohkohlen, Verteilung	A	D
Schüttgutumschlag	Schienenfahrzeug, natürliche Sande, Kiese und Steine, Verteilung	A	C
1 A 3 c, Railways	Schienenfahrzeug, Bremsbelag, Abrieb, nicht elektrisch	A	D
Schüttgutumschlag	Binnenschiff, andere pflanzliche Erzeugnisse, Verteilung	A	C

* Die Verschlagwortung beinhaltet folgende Dimensionen: Technik, Maßnahme, Betriebsstätte, Material, Produkt, Verwendungsart, Energiebilanzzeile, Energiebilanz (n/a steht für ein leeres Feld)

7.3.3 Ergebnisse

Jede vorgeschlagene Unsicherheitsklasse für Aktivitätsraten (AR), Emissionsfaktoren (EF) und auch Emissionen (EM) ist in der dem UBA bereitgestellten Excel-Tabelle enthalten. Die Tabelle beinhaltet auch Begründungen für die vorgeschlagenen Unsicherheiten bzw. für die Überprüfungsempfehlungen.

8 Verbesserung der Berichterstattung zu großen Punktquellen (AP 4 d)

In diesem Arbeitspaket wurden Verbesserungsmöglichkeiten für die Berichterstattung zu großen Punktquellen („Large Point Sources“, kurz: „LPS“) untersucht. Dabei erfolgte zum einen die Überprüfung der im Jahr 2017 erstmalig für die Berichterstattung abgeschätzten Schornsteinhöhenklassen hinsichtlich ihrer Plausibilität (Kapitel 8.1). Die Ergebnisse mit Empfehlungen für Neueinstufungen finden sich in einem tabellarischen Überblick (Kapitel 8.2, S. 181). Zuletzt wurden Varianten zur Verbesserung der Berichterstattung zu großen Punktquellen auf Vor- und Nachteile hin evaluiert, die durch das UBA oder Forschungsnehmer künftig durchgeführt werden können (Kapitel 8.3, S. 186).

8.1 Überprüfung der Schornsteinhöhenklassen für einzelne Tätigkeiten

8.1.1 Einführung

Deutschland hat mit der Berichterstattung zum Jahr 2017 erstmalig Informationen zu großen Punktquellen („Large Point Sources“) im Emissionsinventar aufgenommen. Die Berichterstattung zu großen Punktquellen ist seit 2017 gemäß NEC-Richtlinie (2016/2284/EU) verpflichtend. Eine Definition von großen Punktquellen findet sich in der NEC-Richtlinie nicht. Anhang IV der Richtlinie weist darauf hin, dass die Mitgliedstaaten die Emissionsinventare „nach den von den Vertragsparteien des LRTAP-Übereinkommens anerkannten Methoden (EMEP-Leitlinien für die Berichterstattung)“ erstellen sollen und „sich dabei auf den im Übereinkommen genannten EMEP-/EUA-Leitfaden zum Inventar der Luftschadstoffemissionen (EMEP-/EUA-Leitfaden)“ stützen sollen.

Die Leitlinien zur Berichterstattung (UNECE 2015) definieren große Punktquellen folgendermaßen:

“Large point sources” (LPS) are defined as facilities whose combined emissions, within the limited identifiable area of the site premises, exceed the pollutant emission thresholds identified in table 1 below.“ Die zugehörige Tabelle 1 nennt Schwellenwerte, die denjenigen der E-PRTR-Verordnung (2016) entsprechen, für folgende Schadstoffe: SO_x, NO_x, CO, NMVOC, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀, Pb, Cd, Hg, PAK (Summe von vier Leitsubstanzen), PCDD/F, HCB und PCB.

Die Berichterstattung Deutschlands zu großen Punktquellen erfolgte durch Übernahme aller Daten von Tätigkeiten, die 2017 Emissionen im nationalen und europäischen Schadstoffregister (PRTR) berichtet haben. Die Daten wurden an das CLRTAP-Berichtsformat angepasst. Für 2017 wurden 1156 Punktquellen mit geodätischen Anlagenkoordinaten berichtet. Die Schornsteinhöhen wurden durch Zuweisung einer der fünf Schornsteinhöhenklassen abgeschätzt, die in den UNECE-Leitlinien zur Emissionsinventar-Berichterstattung vorgesehen sind (UNECE 2015). Tabelle 63 nennt die Größenklassen.

Tabelle 63: Schornsteinhöhenklassen gemäß der UNECE-Leitlinien zur Emissionsberichterstattung

Klasse	Höhe über Grund
1	< 45 m
2	45 m bis < 100 m
3	100 m bis < 150 m
4	150 m bis < 200 m
5	> 200 m

(UNECE 2015)

8.1.2 Informationsquellen für anlagenspezifische Schornsteinhöhen

Die Schornsteinhöhe großer Punktquellen, die gemäß neuer NEC-Richtlinie zu berichten ist, wird in **Genehmigungsanträgen** dokumentiert. Die Unterlagen liegen bei den zuständigen Genehmigungsbehörden sowie bei den Betreibern und sind Bestandteil der Betriebsgenehmigung. Öffentlich zugänglich sind die Informationen nur im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens. Dabei werden die Unterlagen in der Regel in Papierform veröffentlicht; in seltenen Fällen werden auch elektronische Unterlagen öffentlich gemacht, allerdings dann nur für die Zeit des Genehmigungsverfahrens. Dem Auftragnehmer liegen nur wenige Genehmigungsunterlagen vor. Exemplarisch wurden Schornsteinhöhen zur Charakterisierung einzelner Tätigkeiten bei Genehmigungsbehörden und Betreibern angefragt.

Die Schornsteinhöhe wird vereinzelt auch in behördlichen **Genehmigungen und Anordnungen** genannt. Dies ist jedoch nicht systematisch der Fall. Genehmigungen neuer und wesentlich geänderter Anlagen sind seit Inkrafttreten der EU-Industrieemissionsrichtlinie (2010/75/EU) von den zuständigen Behörden dauerhaft im Internet zu veröffentlichen. Da diese Informationen jedoch auf viele Dutzend Internetseiten verteilt vorliegen und nicht regelmäßig die Schornsteinhöhe genannt ist, wurde auf eine entsprechende Recherche verzichtet. Es wurden lediglich einzelne beim Auftragnehmer vorhandene Genehmigungen und Anordnungen ergänzend zu anderen Informationsquellen genutzt.

Die Höhe aller Emissionsquellen einer Anlage muss von Betreibern in **Emissionserklärungen** dokumentiert werden. Diese sind gemäß 11. BImSchV für bestimmte Tätigkeiten der 4. BImSchV im Vierjahresrhythmus zu erstellen; sie werden von den zuständigen Behörden auf Richtigkeit geprüft. Alle Tätigkeiten mit großen Punktquellen, deren Höhe gemäß NEC-Richtlinie zu dokumentieren ist, unterliegen der Berichtspflicht der 11. BImSchV. Emissionserklärungen werden von Betreibern elektronisch in einer Internetmaske erstellt. Die Erklärungen sind nicht veröffentlicht. Dem Auftragnehmer liegen wenige Emissionserklärungen von Anlagen mit großen Punktquellen vor, die genutzt wurden.

Wenn ein Betreiber die Auflage erhält, Emissionen an einer Quelle zu messen, muss in den nach DIN EN 15259 (2008) normierten **Messberichten** in Kapitel 2.3 die Emissionsquelle beschrieben werden. Dies umfasst neben Lage und Querschnitt auch ihre Höhe. Die Dokumentation erfolgt in Berichten zu wiederkehrenden Einzelmessungen ebenso wie in Berichten zu Funktionsprüfungen automatischer Messeinrichtungen. Die Schornsteinhöhe ist in den Messberichten nur eine Kontextinformation, die für die Prüfung der Einhaltung von Emissionsanforderungen von untergeordneter Bedeutung ist. Die Information basiert auf Betreiberangaben und ist nicht in jedem Fall exakt aus den Genehmigungsunterlagen übertragen. So finden sich in den Messberichten Angaben zur Schornsteinhöhe, die genau mit einer oder zwei Nachkommastellen angegeben sind, so dass von einem exakten Wert auszugehen ist, zum anderen aber auch in einzelnen Berichten Angaben, die mit einem „ca.“ versehen sind und offenbar auf eine oder zwei Stellen vor dem Komma gerundet wurden. Dennoch stellen die Schornsteinhöhenangaben in Messberichten eine wertvolle Quelle für die Prüfung von Schornsteinhöhenklassen dar, weil die Angaben hinreichend genau sind. Es wurden zahlreiche Messberichte ausgewertet, die beim Auftragnehmer aus Projekten zum Stand der Technik in Industrieanlagen vorliegen (v.a. zu Großfeuerungsanlagen, Chemieanlagen, Keramikanlagen und Anlagen zur Oberflächenbeschichtung unter Verwendung organischer Lösungsmittel).

Zusätzlich wurden Schornsteinhöhen von großen Punktquellen im **Internet** recherchiert. Teilweise sind die Höhenangaben in Anlagenbeschreibungen dokumentiert, die auf Betreiberseiten oder in Wikipedia veröffentlicht sind. Zum anderen sind Schornsteinhöhen in Zeitungsartikeln veröffentlicht, insbesondere im Kontext von Neu- und Umbauten von Anlagen. Diese Informationen wurden ebenfalls genutzt, um eine Einschätzung zu erhalten, auch wenn diese Quellen nicht immer zuverlässig sind.

In den folgenden Kapiteln ist der Stand der Recherchen zu Schornsteinhöhen zusammengetragen; die Dokumentation erfolgt jeweils für Tätigkeitsnummern nach Anhang 1 der E-PRTR-Verordnung (2006).

8.1.3 Prüfung der Schornsteinhöhen von Mineralöl- und Gasraffinerien [E-PRTR-Tätigkeit 1. a)]

Im E-PRTR haben 2017 in Deutschland 22 Mineralölraffinerien Emissionen gemeldet. Üblicherweise werden die Emissionen dieser Anlagen zusammen mit Emissionen aus einer Großfeuerungsanlage mit mehr als 50 MW Leistung gemeldet [Tätigkeit 1. c)]. Diese ist mit einer charakteristischen große Punktquelle verbunden. Nur in wenigen Fällen gehört die große Punktquelle der an die Raffinerie angeschlossenen Großfeuerungsanlage nicht zur Mineralölraffinerie, da das Kraftwerk einem separaten Betreiber gehört. Raffinerien selbst weisen aufgrund ihrer zahlreichen emissionsrelevanten Prozesse eine Vielzahl von emissionsrelevanten Schornsteinen unterschiedlicher Höhe auf.

Aktuell wird Mineralölraffinerien [E-PRTR-Tätigkeit 1. a)] die Schornsteinhöhenklasse 4 zugewiesen (150 bis < 200 m). Tabelle 64 zeigt die höchsten Schornsteine einer Mineralölraffinerie. Weitere Informationen zu den Schornsteinhöhen von Raffinerien liegen nicht vor.

Tabelle 64: Exemplarische Schornsteinhöhen von Mineralölraffinerien [1. a)]

#	Bezeichnung	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornsteinhöhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anmerkung
1	Anlage A-1	210	5	≥ 200 m	Höchster Raffinerie-schornstein in Deutschland
2	Anlage A-2	180	4	150 m - < 200 m	
3	Anlage A-3	150	4	150 m - < 200 m	
4	Anlage A-4	150	4	150 m - < 200 m	
5	Anlage A-5	150	4	150 m - < 200 m	
6	Anlage A-6	125	3	100 m - < 150 m	
7	Anlage A-7	95	3	100 m - < 150 m	

Anlage A: MIRO Karlsruhe (Wikipedia 2019)

Die höchsten Schornsteinhöhen der Raffinerie entsprechen der aktuell gewählten Schornsteinhöhenklasse, mit der Ausnahme eines Schornsteins in der Klasse 5 (≥ 200 m), die jedoch nach Internetangaben in Deutschland für die Tätigkeit einzigartig ist.

In Raffinerien werden verbrennungstypische Emissionsparameter über die höchsten Schornsteine emittiert. Ebenso emittieren Schwefel- und Staubemissionen über wenige hohe Quellen (FCC-Anlagen, Coker, Claus-Anlagen). Beim Schadstoff NMVOC existieren jedoch typischerweise in Mineralölraffinerien auch eine Vielzahl von niedrigen Emissionsquellen (insbesondere diffuse Emissionen aus Tanklagern), die in der Summe relevant sind, so dass für diesen Schadstoff die Zuordnung zur höchsten Emissionsquelle nicht sachgerecht ist. Siehe dazu auch die Ausführungen in Kapitel 8.3.5. Für die Branche stellt die Festlegung einer Schornsteinhöhenklasse, die charakteristisch für einen Großteil der Fracht aller berichteten Parameter ist, eine besondere Herausforderung dar.

Es wird empfohlen, über einzelne Emissionserklärungen weiter zu konsolidieren, ob die pauschale Zuordnung der Tätigkeit zur Schornsteinhöhenklasse 4 (150 - < 200 m) beibehalten werden kann, in dem Frachtzuordnungen der wesentlichen Schadstoffe (v.a. NO_x, SO_x, NMVOC, Staub) zu den Schornsteingrößensklassen durchgeführt werden. Vorläufig wird die Beibehaltung der gewählten Klasse für sachgerecht gehalten.

8.1.4 Prüfung der Schornsteinhöhen von Großfeuerungsanlagen [E-PRTR-Tätigkeit 1. c)]

Wärme- und andere Verbrennungsanlagen mit 50 MW Feuerungswärmeleistung [E-PRTR-Tätigkeit 1. c)] haben einen hohen Anteil an den im E-PRTR (2017) berichteten Gesamtemissionen,

insbesondere bei Stickstoffoxiden und Schwefeldioxiden. Daher wurden exemplarische Quellhöhen von Anlagen der Tätigkeitsnummer 1. c) recherchiert.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 5 (> 200 m) zugewiesen.

Tabelle 65: Exemplarische Schornsteinhöhen von Verbrennungsanlagen mit ≥ 50 MW [1. c)]

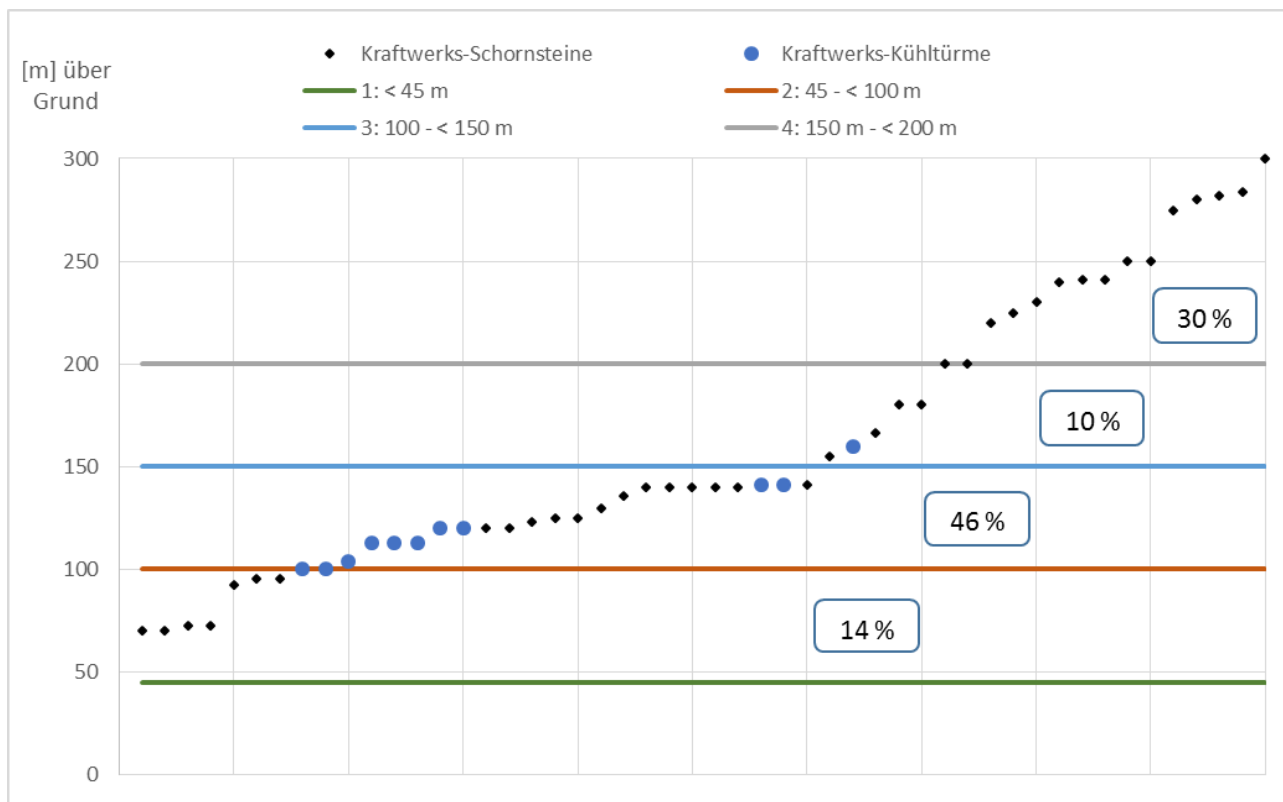
#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anmerkung
1	Anlage A-1	113	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
2	Anlage A-2	113	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
3	Anlage A-3	113	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
4	Anlage B-1	141	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
5	Anlage B-2	141	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
6	Anlage C-1	230	5	≥ 200 m	Schornstein
7	Anlage D-1	180	4	150 m - < 200 m	Schornstein
8	Anlage D-2	200	5	≥ 200 m	Schornstein
9	Anlage E-1	130	3	100 m - < 150 m	Schornstein
10	Anlage F-1	220	5	≥ 200 m	Schornstein
11	Anlage G-1	120	3	100 m - < 150 m	Schornstein
12	Anlage H-1	141	3	100 m - < 150 m	Schornstein
13	Anlage I-1	200	5	≥ 200 m	Schornstein
14	Anlage J-1	125	3	100 m - < 150 m	Schornstein
15	Anlage J-2	125	3	100 m - < 150 m	Schornstein
16	Anlage J-3	140	3	100 m - < 150 m	Schornstein
17	Anlage J-4	140	3	100 m - < 150 m	Schornstein
18	Anlage K-1	284	5	≥ 200 m	Schornstein
19	Anlage L-1	72,8	2	45 m - < 100 m	Schornstein
20	Anlage L-2	72,8	2	45 m - < 100 m	Schornstein
21	Anlage M-1	70	2	45 m - < 100 m	Schornstein
22	Anlage M-2	70	2	45 m - < 100 m	Schornstein
23	Anlage M-3	95,5	2	45 m - < 100 m	Schornstein
24	Anlage M-4	92,5	2	45 m - < 100 m	Schornstein
25	Anlage M-5	95,5	2	45 m - < 100 m	Schornstein
26	Anlage N-1	280	5	≥ 200 m	Schornstein
27	Anlage O-1	166,5	3	100 m - < 150 m	Schornstein
28	Anlage P-1	300	5	≥ 200 m	Schornstein
29	Anlage Q-1	225	5	≥ 200 m	Schornstein
30	Anlage R-1	275	5	≥ 200 m	Schornstein
31	Anlage S-1	123	3	100 m - < 150 m	Schornstein
32	Anlage T-1	250	5	≥ 200 m	Schornstein

#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anmerkung
33	Anlage T-2	250	5	≥ 200 m	Schornstein
34	Anlage U-1	160	4	150 m - < 200 m	Kühlturm
35	Anlage V-1	241	5	≥ 200 m	Schornstein
36	Anlage V-2	241	5	≥ 200 m	Schornstein
37	Anlage W-1	180	4	150 m - < 200 m	Schornstein
38	Anlage W-2	104	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
39	Anlage W-3	120	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
40	Anlage W-4	120	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
41	Anlage X-1	282	5	≥ 200 m	Schornstein
42	Anlage Y-1	140	3	100 m - < 150 m	Schornstein
43	Anlage Y-2	140	3	100 m - < 150 m	Schornstein
44	Anlage Y-3	140	3	100 m - < 150 m	Schornstein
45	Anlage Z-1	120	3	100 m - < 150 m	Schornstein
46	Anlage AA-1	155	4	150 m - < 200 m	Schornstein
47	Anlage AB-1	240	5	≥ 200 m	Schornstein
48	Anlage AC-1	100	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
49	Anlage AC-2	100	3	100 m - < 150 m	Kühlturm
50	Anlage AD-1	136	3	100 m - < 150 m	Schornstein

Anlage A: Jänschwalde Blöcke A und B (Messbericht 2016), Anlage B: Schwarze Pumpe Blöcke A und B (Messbericht 2016), Anlage C: Karlsruhe Block 7 (Messbericht 2016), Anlage D: Mannheim Block 6 und Block 7 (Messbericht 2017, Messbericht 2015), Anlage E: München Nord Block 2 (Messbericht 2018), Anlage F: Zolling (Messbericht 2018), Anlage G: Tiefstack (Messbericht 2017), Anlage H: Rostock (Messbericht 2017), Anlage I: Braunschweig Kessel 1 (Messbericht 2017), Anlage J: VW Nord Kessel E und F sowie West Block 1 und 2 (Messberichte 2018), Anlage K: Bergkamen Block A (Messbericht 2015), Anlage L: Völklingen Block 2 und 3 (Messberichte 2017), Anlage M: Frechen Kessel 1, 2, 7, 11, 12 (Messberichte 2016, Messbericht 2017), Anlage N: Werne Block K (Messbericht 2016), Anlage O: Hamm Block E (Messbericht 2017), Anlage P: Herne STEAG Block 4 (Messbericht 2017), Anlage Q: Heyden Block 4 (Messbericht 2017), Anlage R: Ibbenbüren (Messbericht 2018), Anlage S: Leverkusen G11 (Messbericht 2015), Anlage T: Lünen STEAG Block 6 und Block 7 (Messberichte 2016), Anlage U: Lünen Trianel (Messbericht 2014), Anlage V: Marl Block 4 und Block 5 (Messberichte 2017), Anlage W: Weisweiler Blöcke E, F, G, H (Messberichte 2017), Anlage X: Werdohl (Messbericht 2017), Anlage Y: Flensburg Kessel 9, 10, 11 (Messberichte 2017), Anlage Z: Kiel Block 1 (Messbericht 2016), Anlage AA: Wedel (Messbericht 2017), Anlage AB: Bexbach (Messbericht 2017), Anlage AC: Fenne HKV und MKV (Messbericht 2017), Anlage AD: Weiher (Messbericht 2018)

Abbildung 9 zeigt die Verteilung der 50 in Messberichten dokumentierten Quellhöhen von Großfeuerungsanlagen sowie ihre Anteile in den Schornsteinhöhenklassen 2, 3, 4 und 5.

Abbildung 9: Exemplarische Schornstein- bzw. Kühlturmhöhen von Großfeuerungsanlagen [Tätigkeit 1. c)] und Anteile in den Schornsteinhöhenklassen



(Länderbehörden 2018)

Die Recherche zeigt, dass eine grundsätzliche Zuordnung der Schornsteine von Großfeuerungsanlagen in die Größenklasse 5 (> 200 m) nicht zutrifft. Die Schornsteinhöhen sind über vier Größenklassen verteilt, wobei 14 % der recherchierten Quellhöhen in der Klasse 2 liegen (45 m - < 100 m), 46 % der Quellhöhen in der Klasse 3 (100 m - < 150 m), 10 % in der Klasse 4 (150 m - < 200 m) und 30 % in der Klasse 5 (> 200 m). Somit ist für diese emissionsrelevante Tätigkeitsnummer unbedingt eine anlagen-spezifische Schornsteinhöhenzuweisung notwendig.

8.1.5 Prüfung der Schornsteinhöhen der Warmwalzanlagen [E-PRTR-Tätigkeit 2. c) i)]

Anlagen zur Verarbeitung von Eisenmetallen durch Warmwalzen mit einer Kapazität von 20 t Rohstahl pro Stunde [E-PRTR-Tätigkeit 2. e) i)], deren luftseitige Emissionen die Schwellenwerte zur Berichterstattung überschreiten, beschränken sich in Deutschland auf wenige Anlagen. Diese befinden sich in der Regel in integrierten Stahlwerken. Im E-PRTR (2017) meldeten sieben Anlagen luftseitige Emissionen oberhalb der Schwellenwerte. Die Emissionen aus fünf der Anlagen stammen ausschließlich aus der Tätigkeitsnummer 2. c) i), bei zwei Anlagen werden Emissionen von Nebentätigkeiten mit berichtet (in einem Fall eine Verbrennungsanlage mit mehr als 50 MW Feuerungswärmeleistung).

Aktuell ist den Anlagen der Tätigkeitsnummer 2. c) i.) die Schornsteinhöhenklasse 5 (≥ 200 m) zugewiesen.

Informationen über die Schornsteinhöhen der Anlagen liegen nicht vor. Da es sich um wenige Standorte handelt, wird empfohlen, die spezifischen Schornsteinhöhen zu ermitteln. Aufgrund der Größenordnung der Emissionen (überwiegend Kohlendioxid- und Stickstoffoxide) wird vermutet, dass die Schornsteinhöhe derzeit deutlich überschätzt wird und eher im Bereich der Klasse 3 zu vermuten ist (100 m - < 150 m).

8.1.6 Prüfung der Schornsteinhöhen der Nichteisen-Metallerzeugung [E-PRTR-Tätigkeit 2. e)]

Anlagen zur Gewinnung von Nichteisenrohmetallen aus Erzen, Konzentraten oder sekundären Rohstoffen durch metallurgische, chemische oder elektrolytische Verfahren [E-PRTR-Tätigkeit 2. e) i)] beschränken sich in Deutschland auf wenige Anlagen: vier Primäraluminiumhütten, zwei Primärbleihütten, eine Primärkupferhütte sowie eine Primärzinkhütte. Neben diesen acht Anlagen berichten zwei Sekundärbleihütten drei Anlagen der Nichteisen-Metallerzeugung unter der Tätigkeitsnummer.

Anlagen zum Schmelzen, einschließlich Legieren, von Nichteisenmetallen, darunter auch Wiedergewinnungsprodukte (Raffination, Gießen usw.) [E-PRTR-Tätigkeit 2. e) ii)] sind hingegen zahlreich vorhanden. Davon weisen allerdings im E-PRTR (2017) lediglich 11 Anlagen Emissionen oberhalb der Berichtsschwellen auf; zusätzlich berichtet eine Anlage dieser Kategorie mit der übergeordneten Tätigkeitsnummer [E-PRTR-Tätigkeit 2. e)].

Aktuell ist den Anlagen der Tätigkeitsnummer 2. e) sowie ihren zwei Unternummer [2. e) i) und 2. e) ii)], d.h. Anlagen der Nichteisen-Metallerzeugung die Schornsteinhöhenklasse 3 (150 m - < 200 m) zugewiesen.

Nach Auskunft der Primärbleihütte ist der Hauptschornstein 99 m hoch; der Schornstein einer Sekundärbleihütte ist 51 m hoch, steht jedoch auf einem benachbarten, etwa 100 m hohen Berg. Nach Auskunft der Primärkupferhütte, die auch eine Sekundärkupferschmelze betreibt, hat der Hauptschornstein eine Höhe von 150 m. Die Kupferhütte betont jedoch, dass insbesondere ein hoher Anteil der Staubemissionen aus niedrigeren Quellen sowie aus diffusen Emissionen stammt (siehe zu dieser Problematik auch die Diskussion in Kapitel 8.3.5).

Aufgrund der großen Höhenunterschiede erscheint eine pauschale Zuordnung zur Größenklasse 3 (150 m - < 200 m) nicht sachgerecht. Es wird eine anlagenspezifische Erhebung empfohlen.

8.1.7 Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)]

Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren mit einem Wirkbadvolumen von 30 m³ [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)] sind durch relativ geringe Emissionen an die Luft charakterisiert und weisen somit niedrige Schornsteine auf.

Für das Jahr 2017 meldeten lediglich sieben Anlagen luftseitige Emissionen, die über den Schwellenwerten der Berichterstattung lagen (E-PRTR 2017). Überwiegend erfolgte die Meldung aufgrund von Cyanwasserstoffemissionen, von einer Anlage werden Zinkemissionen gemeldet, von einer weiteren Chlorwasserstoffemissionen.

Aktuell ist Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 2 zugewiesen (45 m bis < 100 m).

Es wird vermutet, dass die Anlagen mit Cyanwasserstoffemissionen im Bereich von 1-2 kg/d lediglich Schornsteine der Klasse 1 aufweisen; auch für die Emissionen von Zink (< 1 kg/d) und Chlorwasserstoff (< 40 kg/d) ist diese Schornsteinhöhe vermutlich ausreichend.

Es wird empfohlen, Anlagen der Tätigkeitsnummer 2. f) die Schornsteinhöhenklasse 1 zuzuweisen.

8.1.8 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit einer Kapazität von 500 t/d [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) i)]

Anlagen zur Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit einer Kapazität von 500 t/d [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) i)] stellen die typischen Anlagen der Zementindustrie dar. Nur in einer einzigen Anlage existiert noch eine weitere Art der Klinkerproduktion (Schachtöfen) als Nebentätigkeit, die der Nummer 3. c) iii) zuzuordnen ist („Herstellung von Zementklinker in anderen Öfen mit > 50 t/d Kapazität“).

Im E-PRTR (2017) meldeten 25 Anlagen als Haupttätigkeit die Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit 500 t/d Kapazität [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) i)]. Zusätzlich sind neun Anlagen mit der übergeordneten Tätigkeitsnummer 3. c) gemeldet, die eigentlich einer untergeordneten Tätigkeit zugeordnet werden könnten. Darunter sind sieben Zementwerke mit Drehrohröfen, die der Tätigkeitsnummer 3. c) i) zuordenbar sind, sowie zwei Kalkwerke, die unter die Tätigkeitsnummer 3. c) iii) fallen.

Aktuell ist den Anlagen zur Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit der Tätigkeitsnummer 3. c) i) die Schornsteinhöhenklasse 4 zugewiesen (150 m bis < 200 m).

In Tabelle 66 sind zur Überprüfung exemplarisch 17 Schornsteinhöhen von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker mit Drehrohröfen dokumentiert; teilweise handelt es sich dabei um Schornsteine von stillgelegten Öfen, die aber zur Charakterisierung typischer Schornsteinhöhen verwendbar sind.

Tabelle 66: Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker mit Drehrohröfen mit einer Kapazität von 500 t/d Kapazität [3. c) ii)]

#	Bezeichnung	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornsteinhöhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anmerkung
1	Anlage A-1	56	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
2	Anlage A-2	59	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
3	Anlage B-1	65	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
4	Anlage C-1	67	2	45 m - < 100 m	2014 gesprengt
5	Anlage D-1	70	2	45 m - < 100 m	2016 gesprengt
6	Anlage E-1	70	2	45 m - < 100 m	2001 gesprengt
7	Anlage F-1	70	2	45 m - < 100 m	2012 gesprengt
8	Anlage G-1	80	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
9	Anlage H-1	81	2	45 m - < 100 m	2008 gesprengt
10	Anlage I-1	83	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
11	Anlage J-1	85	2	45 m - < 100 m	in Betrieb
12	Anlage K-1	100	3	100 m - < 150 m	in Betrieb
13	Anlage L-1	100	3	100 m - < 150 m	2010 gesprengt
14	Anlage L-2	100	3	100 m - < 150 m	2009 gesprengt
15	Anlage M-1	100	3	100 m - < 150 m	2006 gesprengt
16	Anlage B-2	113,5	3	100 m - < 150 m	in Betrieb
17	Anlage N-1	142	3	100 m - < 150 m	in Betrieb (Neubau in Kessellage)

Anlage A: Göllheim Ofen 1 und 2 (Betreiber 2019), Anlage B: Lengerich Ofen 4 und Ofen 8 (Betreiber 2019), Anlage C: Erwitte (Internet), Anlage D: Schelklingen (Internet), Anlage E: Paderborn (Internet), Anlage F: Geseke (Internet), Anlage G: Harburg (Behörde 2019), Anlage H: Kiefersfelden (Internet), Anlage I: Lengfurt (Internet), Anlage J: Leimen (Internet), Anlage K: Burglengenfeld (Internet), Anlage L: Rüdersdorf (Internet), Anlage M: Mainz (Internet), Anlage N: Schelklingen (Internet).

Die Recherche von 17 Schornsteinhöhen der Zementindustrie zeigt, dass ein Großteil der Schornsteine von Drehrohröfen in der Klasse 2 (45 m - < 100 m) liegt bzw. lag; ein weiterer Teil der Schornsteine liegt in der Größenklasse 3 (100 m - < 150 m). Dabei existieren auch Anlagen mit mehreren Schornsteinen, die unterschiedlichen Schornsteinhöhenklassen zugeordnet sind (z. B. Anlage B).

Die aktuelle Zuordnung in die Größenklasse 4 (150 m bis < 200 m) ist nicht richtig. Eine pauschale Zuordnung könnte tendenziell in der Größenklasse 2 (45 m bis < 100 m) erfolgen. Dies ist jedoch für einige Anlagen nicht richtig, die in die Größenklasse 3 (100 m bis < 150 m) fallen. Für wenige Anlagen teilen sich die relevanten luftseitigen Emissionen auf zwei Schornsteine unterschiedlicher Klassen auf.

Für die Tätigkeitsnummer sollten anlagenspezifische Schornsteinhöhen ermittelt werden.

8.1.9 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Kalk in Drehrohröfen mit einer Kapazität von 50 t/d [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) ii)]

In Deutschland existieren vier Anlagen zur Herstellung von Kalk in Drehrohröfen mit einer Produktionskapazität von 50 t pro Tag [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) ii)]. Dabei gehören drei dieser Anlagen zu einem Standort. Dieser Standort, wie auch der zweite Standort mit Drehrohröfen zur Kalkherstellung, weist neben Drehrohröfen zur Kalkherstellung auch Schachtofen auf, die der Tätigkeit „Anlagen zur Herstellung von Kalk in anderen Öfen mit einer Produktionskapazität von 50 t/d“ zuzuordnen sind [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) iii)]. Der Standort mit drei Drehrohröfen meldet zusätzlich auch Emissionen aus dem Kalk-Steinbruch [E-PRTR-Tätigkeit 3. b)].

Die Emissionen der beiden im E-PRTR meldenden Standorte mit Drehrohröfen sind somit zum einen durch Brennofen-typische Emissionen charakterisiert, die aus großen Punktquellen mit Abgasbehandlung stammen. Zum anderen weisen die Standorte Staubemissionen in erheblicher Höhe auf, die nicht aus diesen höchsten Quellen stammen sondern aus Nebenanlagen sowie in einem Fall aus diffusen Quellen eines Steinbruchs. Zur grundsätzlichen Problematik der Zuordnung einer Emissionsquelle bei Anlagen mit hohem Anteil Staubemissionen aus Nebenquellen und diffusen Quellen siehe Kapitel 8.3.5.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 3 zugewiesen (100 m bis < 150 m).

In Tabelle 67 fehlen noch Informationen zu Schornsteinhöhen der beiden Standorte der Kalkindustrie, die als Haupttätigkeit über Drehrohröfen zur Kalkherstellung verfügen [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) ii)].

Tabelle 67: Schornsteinhöhen der Anlagen zur Herstellung von Kalk mit Drehrohröfen mit einer Kapazität von 50 t/d, die im E-PRTR (2017) berichten [3. c) ii)]

#	Bezeichnung	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornsteinhöhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anlagenart
1	Anlage A-1	k. A.	k. A.	k. A.	Drehrohröfen
2	Anlage A-2	k. A.	k. A.	k. A.	Drehrohröfen
3	Anlage A-3	k. A.	k. A.	k. A.	Drehrohröfen
4	Anlage A-4	k. A.	k. A.	k. A.	Drehrohröfen
5	Anlage A-5	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
6	Anlage A-6	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
7	Anlage A-7	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
8	Anlage A-8	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
9	Anlage A-9	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
10	Anlage A-10	k. A.	k. A.	k. A.	Schachtofen
11	Anlage B-1	<< 75 m	k. A.	k. A.	Drehrohröfen
12	Anlage B-2	k. A.	k. A.	k. A.	20 Schachtofen

Anlage A: Lhoist-Rheinkalk, Flandersbach, Anlage B: Lhoist-Rheinkalk, Menden

Zur Anlage B findet sich im Internet ein Zeitungsartikel, der den Abriss des als „Landmarke“ bezeichneten 75 m hohen Schornsteins der Drehrohranlage beschreibt. Somit ist der aktuelle Schornstein des Drehrohrs offenbar deutlich niedriger.

Vor diesem Hintergrund erscheint die aktuelle Zuordnung der Schornsteinhöhenklasse 3 (100 m bis < 150 m) deutlich zu hoch. Vermutlich weisen die Drehrohröfen sowie die als Nebentätigkeit betriebenen Schachtöfen an den beiden Standorten eher Schornsteine im Bereich der Schornsteinhöhenklasse 2 auf (45 m - < 100 m) (vergleiche dazu auch das folgende Kapitel zu Schachtöfen zur Kalkherstellung).

8.1.10 Prüfung der Schornsteinhöhen von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Kalk in anderen Öfen (d.h. in Schachtöfen) mit 50 t/d Kapazität [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) iii]

Branchentypisch für die Kategorie 3. c) iii) sind Standorte, die ausschließlich über Schachtöfen mit einer Kapazität von 50 t/d verfügen. Diese Standorte gibt es in Deutschland nur für die Herstellung von Kalk. Als Nebenanlagen existieren noch an einem Standort Schachtöfen zur Herstellung von Zementklinker [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) iii)] als Nebenanlagen zur Haupttätigkeit, die aus einem Drehrohröfen zur Zementklinker-Herstellung besteht [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) i)]. Schachtöfen zur Kalkherstellung existieren, wie im vorherigen Kapitel beschrieben wurden, auch als Nebenanlagen an den zwei Standorten mit Drehrohröfen zur Kalkherstellung [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) ii)].

Im E-PRTR (2017) melden 16 Kalkwerke Emissionen aus Schachtöfen zur Kalkherstellung, die über den Schwellenwerten der Berichterstattung liegen. Zusätzlich melden zwei Zementwerke in der Tätigkeitsnummer 3. c) iii): Lafarge-Holcim Werk Höver in Sehnde sowie Portland-Zementwerke Seibel & Söhne in Erwitte. Beide Anlagen sind jedoch vermutlich der Tätigkeitsnummer 3. c) i) zuzuordnen, da sie über Drehrohröfen mit einer Kapazität von mehr als 500 t/d verfügen (diese Tätigkeitsnummer wurde von den beiden Anlagen nicht gemeldet).

Den Anlagen, deren Haupttätigkeit die Herstellung von Zementklinker oder Kalk in anderen Öfen ist [E-PRTR-Tätigkeit 3. c) iii)], das heißt in Schachtöfen, wird aktuell die Schornsteinhöhenklasse 3 (100 m - < 150 m) zugewiesen.

Es liegt eine detaillierte Emissionserklärung von einer typischen Schachtofenanlage zur Herstellung von Kalk vor (Landesbehörde 2013). Diese verfügt über einen 70 m hohen Schornstein für die Abgase der Brennöfen (siehe genauere Beschreibung aller Emissionsquellen der Anlage in Abbildung 13 in Kapitel 8.3.5). Vor diesem Hintergrund erscheint die aktuelle Zuordnung der Schornsteinhöhenklasse 3 (100 m - < 150 m) als deutlich zu hoch. Eher wahrscheinlich ist die Zuordnung der Anlagen zur Schornsteinhöhenklasse 2 (45 m - < 100 m).

Während die Zuordnung der brennprozess-typischen Schadstoffe zur höchsten Emissionsquelle sachgerecht ist, zeigt die Verteilung der Staubemissionen auf die Emissionsquellen, dass eine Vielzahl niedrigerer Nebenquellen dominiert, so dass speziell für diesen Parameter auch die Schornsteinhöhenklasse 1 (< 45 m) sachgerecht erscheint (siehe dazu auch die Diskussion in Kapitel 8.3.5).

8.1.11 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Glasindustrie [E-PRTR-Tätigkeit 3. e)]

Zu Anlagen zur Herstellung von Glas, einschließlich Betriebseinrichtungen zur Herstellung von Glasfasern mit einer Schmelzkapazität von 20 t pro Tag [E-PRTR-Tätigkeit 3. e)] liegt lediglich eine Emissionserklärung von einer Behälterglasherstellung vor (Länderbehörde 2013). Die Emissionserklärung nennt 16 Emissionsquellen. Die höchste Quelle, mit der die Emissionen aus dem Schmelzbetrieb abgeleitet werden, beträgt 65 m; sie fällt somit in die Größenklasse 2 (45 m - < 100 m). Die übrigen 15 Emissionsquellen sind zwischen 10 m und 38 m hoch und fallen somit in die Größenklasse 1 (< 45 m). In der Emissionserklärung werden nur für die Hauptquelle Emissionen genannt.

Im E-PRTR (2017) haben 42 Anlagen der Glasindustrie [E-PRTR-Nr. 3. e)] Emissionen gemeldet, die über den Berichtsschwellen lagen.

Aktuell ist den Anlagen der Tätigkeitsnummer 3. e) die Schornsteinhöhenklasse 2 (45 m bis < 100 m) zugewiesen. Die vorliegende Emissionserklärung bestätigt die gewählte Schornsteinhöhenklasse im Hinblick auf die höchste Emissionsquelle für Abgase aus dem Schmelzbetrieb.

8.1.12 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Herstellung von Mineralfasern [E-PRTR-Tätigkeit 3. h)]

Anlagen zum Schmelzen mineralischer Stoffe, einschließlich der Herstellung von Mineralfasern mit einer Schmelzkapazität von 20 t pro Tag [E-PRTR-Tätigkeit 3. g)] ähneln Anlagen der Glasindustrie.

Während im E-PRTR (2017) melden fünf Anlagen der Tätigkeitsnummer 3. g) luftseitige Emissionen auf, deren Emissionsfrachten die E-PRTR-Schwellenwerte zur Berichterstattung überschreiten.

Aktuell ist den Anlagen der Tätigkeitsnummer 3. h) die Schornsteinhöhenklasse 2 (45 m bis < 100 m) zugewiesen.

Aufgrund einer Ähnlichkeit der Anlagen mit Anlagen der Glasindustrie wird empfohlen, die aktuell gewählte Schornsteinhöhenklasse beizubehalten.

8.1.13 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Keramikindustrie [E-PRTR-Tätigkeit 3. g)]

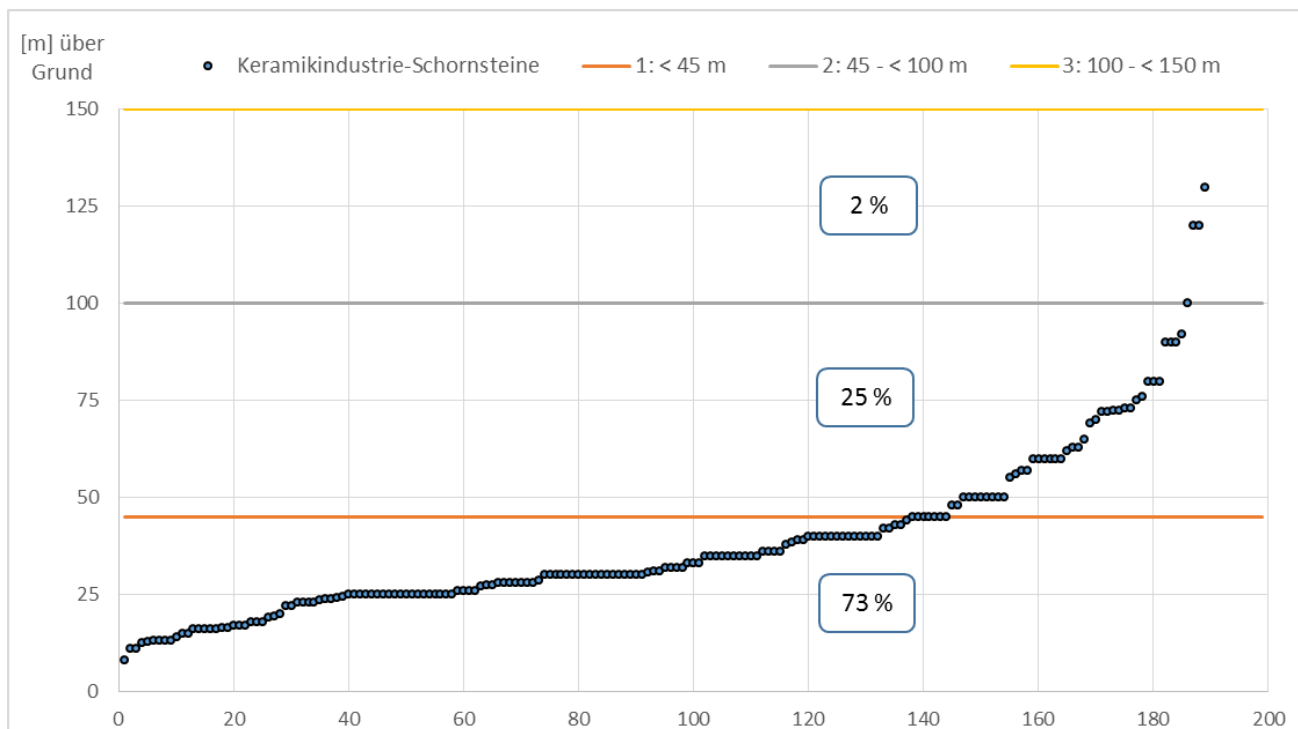
Anlagen zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen durch Brennen mit 75 t/d Kapazität oder einer Ofenkapazität von 4 m³ und 300 kg/m³ Besatzdichte pro Ofen [E-PRTR-Tätigkeit 3. g)] weisen nur in wenigen Fällen Anlagen auf, deren Emissionsfrachten die E-PRTR-Schwellenwerte zur Berichterstattung überschreiten.

Während im E-PRTR (2007) noch 8 Anlagen der Tätigkeitsnummer Emissionen meldeten, meldeten im E-PRTR (2017) nur noch 3 Anlagen.

Aufgrund einer aktuellen Erhebung von Messberichten liegen die Schornsteinhöhen von einem Großteil der Hauptquellen der Keramikindustrie vor. Dabei handelt es sich überwiegend um Schornsteine von Öfen zur Herstellung von Mauer- und Dachziegeln (typischerweise Tunnelöfen oder Herdwagenöfen).

Aktuell ist den Anlagen der Tätigkeitsnummer 3. g) die Schornsteinhöhenklasse 2 (45 m bis < 100 m) zugewiesen. Abbildung 10 zeigt die Höhenverteilung von 189 Hauptquellen der Keramikindustrie, die Emissionen aus Brennprozessen aufweisen.

Abbildung 10: 189 Schornsteinhöhen von Öfen der Keramikindustrie [Tätigkeit 3. g]



(Länderbehörden 2017)

Die Untersuchung von 189 Schornsteinhöhen der Keramikindustrie zeigt, dass ein Großteil der recherchierten Schornsteinhöhen der Abgase aus Brennprozessen in der Klasse 1 (< 45 m) liegt (73 %), ein hoher Anteil dieser Schornsteine liegt in der Größenklasse 2 (45 m - < 100 m) (25 %), und wenige Schornsteine (2 %) in der Größenklasse 3 (100 m - < 150 m). Dabei existieren diverse Anlagen mit mehr als einem Brennofen-Schornstein, die unterschiedlichen Größenklassen zugeordnet sind.

Eine grundsätzliche Zuordnung in die Größenklasse 1 (< 45 m) ist nicht richtig, auch wenn die Klasse für einen Großteil der Schornsteine für Abgase aus Brennprozessen zutreffend ist.

Tabelle 68 nennt die Schornsteinhöhen von Brennprozessen der einzigen drei Anlagen, die im Jahr 2017 Emissionen an das E-PRTR gemeldet haben. Bei den Anlagen B und C handelt es sich nicht um typische Anlagen der Keramikindustrie, sondern um die bundesweit einzigen Anlagen in Tätigkeitsnummer 3. g) zur Herstellung spezieller Produkte (Blähton bzw. Aluminiumoxid-Feuerfestmaterial).

Lediglich Anlage A stellt ein für die Tätigkeitsnummer typisches Produkt (Ziegel) in einem branchentypischen Brennprozess her (Tunnelofen). Die Anlage ist berichtspflichtig, weil sie im Gegensatz zu den branchentypischen Anlagen der Keramikindustrie den Schwellenwert für die Berichterstattung von Schwefeldioxid (150.000 kg/a) um etwa 10 % überschreitet. Da die Öfen der Anlage mit Erdgas befeuert werden, wird offenbar ein besonders schwefelhaltiges Tonvorkommen verwendet, das ohne ausreichende Abgasreinigung vermutlich die Ursache für die erhöhten SO_x-Emissionen darstellt.

Genauere Höhen der Emissionsquellen liegen für die Anlagen A und B aus Messberichten vor; für Anlage C liegen nur Informationen zur Höhe des Schornsteins der Drehrohröfen vor, nicht jedoch zu den Emissionsquellen der Sinteranlagen.

Die Emissionen aus Anlage A teilen sich auf zwei Schornsteinhöhenklassen auf; es wird empfohlen, eine Schornsteinhöhe in der Mitte der beiden Höhen für die Anlage anzugeben (67 m). Für Anlage B kann für die Hauptquelle eine eindeutige Schornsteinhöhe angegeben werden (130 m). Für Anlage C wird empfohlen, vorläufig die Schornsteinhöhenklasse 1 anzugeben (< 45 m).

Tabelle 68: Schornsteinhöhen der Öfen von Keramikanlagen, die im E-PRTR (2017) berichten [3. g.]

#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	Anlagenart	Produkt
1	Anlage A-1	42	1	< 45 m	Tunnelofen	Ziegel
2	Anlage A-2	92	2	45 m - < 100 m	Tunnelofen	Ziegel
3	Anlage B-1	130	3	100 m - < 150 m	Drehrohröfen	Blähton
4	Anlage C-1	41,2	1	< 45 m	Drehrohröfen	Al ₂ O ₃
5	Anlage C-2	k. A.	k. A.	k. A.	Sinteranlage	Al ₂ O ₃
6	Anlage C-3	k. A.	k. A.	k. A.	Sinteranlage	Al ₂ O ₃
7	Anlage C-4	k. A.	k. A.	k. A.	Sinteranlage	Al ₂ O ₃
8	Anlage C-5	k. A.	k. A.	k. A.	Sinteranlage	Al ₂ O ₃

Anlage A: Rößen Werke I und II, Bad Zwischenahn (Messberichte 2015), Anlage B: Liapor Drehrohröfen 1 und 2, Forchheim (Messbericht 2015), Anlage C: Almatis Drehrohröfen 5 und 6, Ludwigshafen (Anordnung 2007)

8.1.14 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen der Chemie-Industrie [E-PRTR-Tätigkeit 4.]

Bei Tätigkeiten im Bereich der Chemischen Industrie [E-PRTR-Tätigkeit 4.] handelt es sich entweder um spezialisierte Anlagen mit einer Haupttätigkeit oder um komplexe Anlagen mit vielen unterschiedlichen Unterkategorien der Tätigkeitsnummer 4.

Im E-PRTR (2017) sind 559 Anlagen gemeldet, die eine Tätigkeit der Chemischen Industrie als Haupttätigkeit angeben [E-PRTR-Tätigkeit 4].

Aktuell ist der Tätigkeitsnummer 4 die Schornsteinhöhenklasse 3 zugewiesen (100 m bis < 150 m).

Tabelle 69 zeigt exemplarisch 62 Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie, die auf der Basis von Emissionsquellenangaben in Messberichten recherchiert wurden (Länderbehörden 2016).

Tabelle 69: Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie [4.]

#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	4. BImSchV-Nr. gemäß Messbericht
1	Anlage A-1	15	1	< 45 m	4.1.12
2	Anlage B-1	32	1	< 45 m	4.1.17
3	Anlage B-2	57	2	45 m - < 100 m	4.1. a)
4	Anlage B-3a	15	1	< 45 m	4.1. b)
5	Anlage B-3b	50	2	45 m - < 100 m	4.1. b)
6	Anlage B-3c	61	2	45 m - < 100 m	4.1. b)
7	Anlage B-4	53	2	45 m - < 100 m	4.1.17
8	Anlage B-5a	25	1	< 45 m	4.1. j)
9	Anlage B-5b	30	1	< 45 m	4.1. j)
10	Anlage B-5c	30	1	< 45 m	4.1. j)
11	Anlage B-5d	30	1	< 45 m	4.1. j)

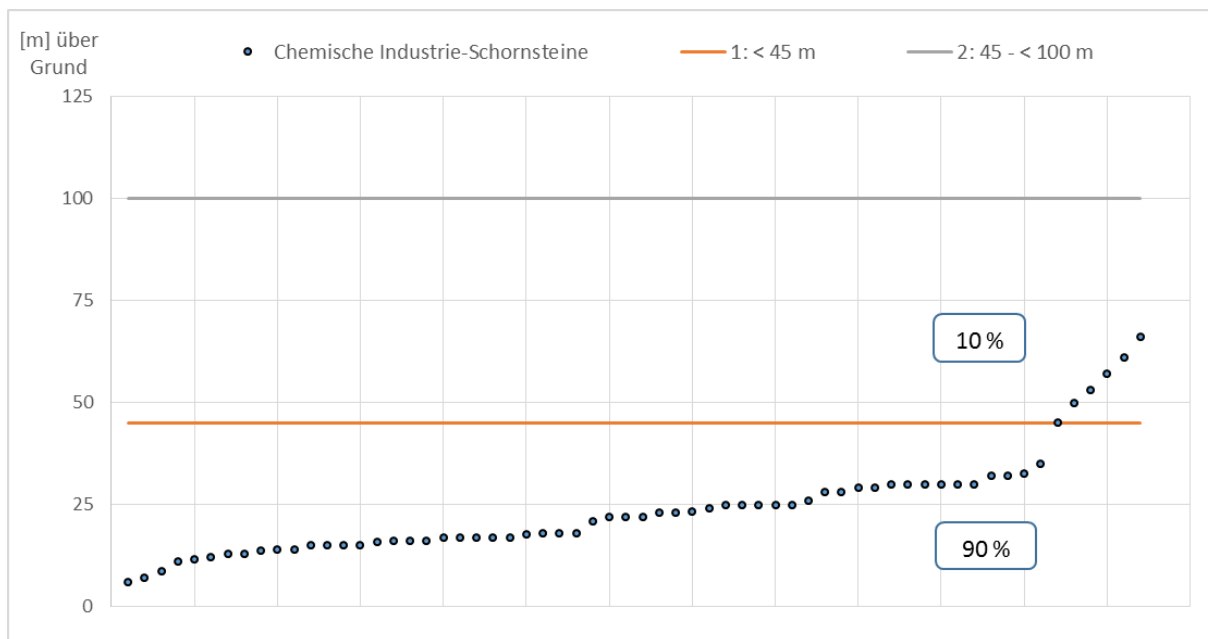
#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	4. BImSchV-Nr. gemäß Messbericht
12	Anlage B-5e	30	1	< 45 m	4.1. j)
13	Anlage B-5f	30	1	< 45 m	4.1. j)
14	Anlage B-6a	18	1	< 45 m	4.1. o)
15	Anlage B-6b	18	1	< 45 m	4.1. o)
16	Anlage B-6c	18	1	< 45 m	4.1. o)
17	Anlage B-7a	25	1	< 45 m	4.1.
18	Anlage B-7b	28	1	< 45 m	4.1.
19	Anlage B-8	32	1	< 45 m	4.1.2
20	Anlage B-9a	22	1	< 45 m	4.1.16
21	Anlage B-9b	22	1	< 45 m	4.1.16
22	Anlage B-9c	23	1	< 45 m	4.1.16
23	Anlage B-9d	24	1	< 45 m	4.1.16
24	Anlage B-9e	25	1	< 45 m	4.1.16
25	Anlage B-9f	25	1	< 45 m	4.1.16
26	Anlage B-9g	35	1	< 45 m	4.1.8
27	Anlage B-10a	25	1	< 45 m	4.1. b)
28	Anlage B-10b	26	1	< 45 m	4.1. b)
29	Anlage B-11	45	2	45 m - < 100 m	4.1. b)
30	Anlage C-1a	23,0	1	< 45 m	4.1. p)
31	Anlage C-1b	23,4	1	< 45 m	4.1. p)
32	Anlage D-1a	11,5	1	< 45 m	4.1. h)
33	Anlage D-1b	13	1	< 45 m	4.1. h)
34	Anlage D-1c	13,8	1	< 45 m	4.1. h)
35	Anlage D-1d	22	1	< 45 m	4.1. h)
36	Anlage E-1	8,7	1	< 45 m	4.3
37	Anlage F-1	21	1	< 45 m	4.1. p)
38	Anlage F-2a	15	1	< 45 m	4.1.15
39	Anlage F-2b	17	1	< 45 m	4.1.15
40	Anlage G-1a	13	1	< 45 m	4.1
41	Anlage G-1b	14	1	< 45 m	4.1
42	Anlage G-2a	6	1	< 45 m	4.1.2
43	Anlage G-2b	7	1	< 45 m	4.1.2
44	Anlage G-2c	11	1	< 45 m	4.1.2
45	Anlage G-2d	12	1	< 45 m	4.1.2
46	Anlage G-2e	15	1	< 45 m	4.1.2
47	Anlage G-2f	16	1	< 45 m	4.1.2

#	Bezeichnung	Schornstein- höhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse	4. BImSchV-Nr. gemäß Messbericht
48	Anlage G-2g	16	1	< 45 m	4.1.2
49	Anlage G-3	17,7	1	< 45 m	4.1.2
50	Anlage H-1a	17	1	< 45 m	4.1.16
51	Anlage H-1b	17	1	< 45 m	4.1.16
52	Anlage I-1a	15,7	1	< 45 m	4.1
53	Anlage I-1b	17	1	< 45 m	4.1
54	Anlage I-2a	29	1	< 45 m	4.1
55	Anlage I-2b	29	1	< 45 m	4.1
56	Anlage I-3	30	1	< 45 m	4.1
57	Anlage I-4	32,5	1	< 45 m	4.1
58	Anlage I-5	14	1	< 45 m	4.1
59	Anlage I-6	16	1	< 45 m	4.1
60	Anlage I-6	17	1	< 45 m	4.1
61	Anlage J-1	28	1	< 45 m	4.1. a)
62	Anlage K-1	66	2	45 m - < 100 m	4.1. m)

(Länderbehörden 2016)

Die Recherche von 62 Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie zeigt, dass diese überwiegend (90 %) der Klasse 1 (< 45 m) zuzuordnen sind; 10 % der Schornsteine gehören der Größenklasse 2 an (45 m - < 100 m). Unter den Beispielen gibt es eine Anlagen mit mehreren Schornsteinen, die unterschiedlichen Schornsteinhöhenklassen zuzuordnen ist (Anlage B-3).

Abbildung 11: 62 Schornsteinhöhen von Anlagen der Chemischen Industrie [Tätigkeit 4.]



(Länderbehörden 2016)

Die aktuelle Zuordnung in die Größenklasse 3 (100 m bis < 150 m) ist nicht richtig. Eine pauschale Zuordnung kann tendenziell in der Größenklasse 1 erfolgen (< 45 m), allerdings gibt es unter den recherchierten Anlagen Ausnahmen mit Schornsteinen der Größenklasse 2 (45 m bis < 100 m), und aufgrund der Vielzahl der im E-PRTR meldenden Anlagen (559 in 2017) sowie ihrer unterschiedlichen Art und Größe ist nicht ausgeschlossen, dass auch höhere Schornsteine vorkommen.

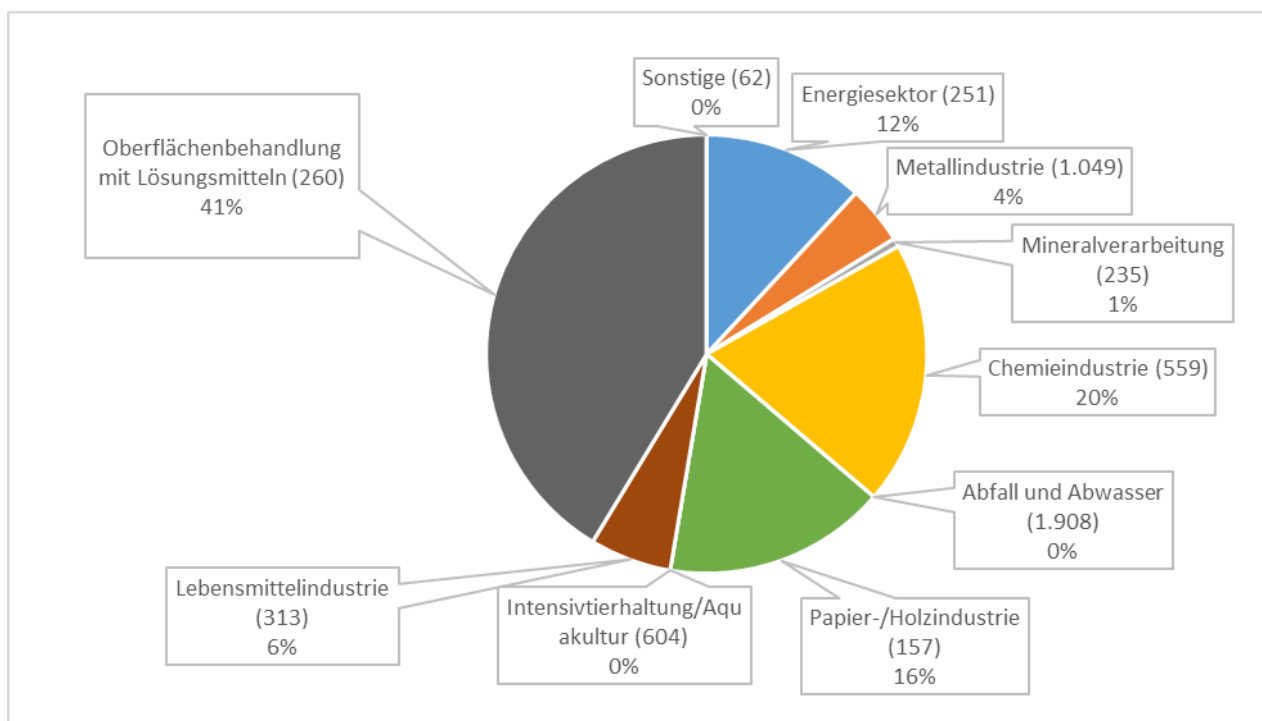
Für die Tätigkeitsnummer wird empfohlen, anlagenspezifische Schornsteinhöhen zu ermitteln.

8.1.15 Prüfung der Schornsteinhöhen bei Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel [E-PRTR-Tätigkeit 9. c)]

Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung organischer Lösungsmittel mit einer Kapazität von 150 kg/h oder 200 t/a [E-PRTR-Tätigkeit 9. c)] gehören zu einer Vielzahl von Branchen, insbesondere der Metall- und Kunststofflackierung (Einzelteile sowie Serienlackierung), der Druckindustrie (grafischer Druck und Verpackungsdruck), der Beschichtung von Papier, Textil, Metall- und Kunststofffolien, der Klebebeschichtung sowie der Lackierung von Holz und Wickeldraht.

Die Anlage der Tätigkeitsnummer 9. c) emittieren einen großen Teil der im E-PRTR gemeldeten NMVOC-Emissionen. Der Anteil lag im Jahr 2017 bei rund 40 % (vgl. Abbildung 12).

Abbildung 12: NMVOC-Emissionsanteile und Anzahl der 2017 im E-PRTR berichtenden Anlagen



(E-PRTR 2017)

Vor diesem Hintergrund wurden exemplarische Quellhöhen von Anlagen der Tätigkeitsnummer 9. c) recherchiert.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 1 (< 45 m) zugewiesen.

Die recherchierten Quellhöhen und entsprechende Schornsteinhöhenklassen zeigt Tabelle 70. Bei den in Messberichten dokumentierten Quellen handelt es sich in der Regel um die Quellen mit einer Abgasbehandlungsanlage. In den meisten Fällen ist eine thermische Oxidation (TNV, RNV) oder eine Adsorp-

tionsanlage zur Lösemittelrückgewinnung angeschlossen, in wenigen Fällen eine katalytische Oxidation. Teilweise (vorwiegend in der Automobilindustrie) wurden auch Quellen ohne Abgasbehandlung gemessen und dokumentiert.

Tabelle 70: Exemplarische Schornsteinhöhen von Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel [9. c)]

#	Betriebsart und Anlagen-Nr.	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornsteinhöhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse
1	Verpackungs-Tiefdruck A-1	16	1	< 45 m
2	Verpackungs-Tiefdruck A-2	16	1	< 45 m
3	Verpackungs-Tiefdruck B-1	15	1	< 45 m
4	Verpackungs-Tiefdruck C-1	13	1	< 45 m
5	Verpackungs-Tiefdruck D-1	20	1	< 45 m
6	Verpackungs-Tief- & Flexodruck E-1	15	1	< 45 m
7	Verpackungs-Flexodruck F-1	15	1	< 45 m
8	Verpackungs-Tiefdruck G-1	16	1	< 45 m
9	Verpackungs-Flexodruck H-1	14	1	< 45 m
10	Verpackungs-Tiefdruck I-1	18	1	< 45 m
11	Verpackungs-Tiefdruck J-1	13	1	< 45 m
12	Verpackungs-Tiefdruck J-2	15	1	< 45 m
13	Verpackungs-Flexodruck K-1	11	1	< 45 m
14	Folien-Beschichtung L-1	8	1	< 45 m
15	Verpackungs-Flexodruck M-1	15	1	< 45 m
16	Verpackungs-Tiefdruck N-1	15	1	< 45 m
17	Verpackungs-Tiefdruck N-2	20	1	< 45 m
18	Verpackungs-Tiefdruck N-3	20	1	< 45 m
18	Verpackungs-Flexodruck O-1	25	1	< 45 m
19	Verpackungs-Flexodruck P-1	15	1	< 45 m
20	Verpackungs-Tiefdruck Q-3	15	1	< 45 m
21	Verpackungs-Flexodruck R-1	18	1	< 45 m
22	Textil-Beschichtung S-1	17	1	< 45 m
23	Textil-Beschichtung T-1	27	1	< 45 m
24	Textil-Beschichtung T-2	27	1	< 45 m
25	Klebe-Beschichtung U-1	18	1	< 45 m
26	Klebe-Beschichtung V-1	23	1	< 45 m
27	Klebe-Beschichtung W-1	12	1	< 45 m
28	Klebe-Beschichtung W-2	13	1	< 45 m
29	Klebe-Beschichtung X-1	19	1	< 45 m
30	Kfz-Serienlackierung Y-1	8	1	< 45 m
30	Kfz-Serienlackierung Y-2	8	1	< 45 m

#	Betriebsart und Anlagen-Nr.	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornstein- höhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse
31	Kfz-Serienlackierung Y-3	45	2	45 m - 100 m
32	Kfz-Serienlackierung Y-4	45	2	45 m - 100 m
33	Kfz-Serienlackierung Y-5	45	2	45 m - 100 m
34	Kfz-Serienlackierung Y-6	45	2	45 m - 100 m
35	Kfz-Serienlackierung Y-7	45	2	45 m - 100 m
36	Kfz-Serienlackierung Y-8	45	2	45 m - 100 m
37	Kfz-Serienlackierung Y-9	60	2	45 m - 100 m
38	Kfz-Serienlackierung Z-1	25	1	< 45 m
39	Kfz-Serienlackierung Z-2	25	1	< 45 m
40	Kfz-Serienlackierung Z-3	25	1	< 45 m
41	Kfz-Serienlackierung Z-4	28	1	< 45 m
42	Kfz-Serienlackierung Z-5	28	1	< 45 m
43	Kfz-Serienlackierung Z-6	28	1	< 45 m
44	Kfz-Serienlackierung Z-7	28	1	< 45 m
45	Kfz-Serienlackierung Z-8	28	1	< 45 m
46	Kfz-Serienlackierung Z-9	28	1	< 45 m
47	Kfz-Serienlackierung Z-10	28	1	< 45 m
48	Kfz-Serienlackierung Z-11	33	1	< 45 m
49	Kfz-Serienlackierung Z-12	37	1	< 45 m
50	Kfz-Serienlackierung Z-13	37	1	< 45 m
51	Kfz-Serienlackierung Z-14	37	1	< 45 m
52	Kfz-Serienlackierung Z-15	42	1	< 45 m
53	Kfz-Serienlackierung AA-1	10	1	< 45 m
54	Kfz-Serienlackierung AA-2	10	1	< 45 m
55	Kfz-Serienlackierung AA-3	52	2	45 m - 100 m
56	Kfz-Serienlackierung AA-4	54	2	45 m - 100 m
57	Kfz-Serienlackierung AA-5	56	2	45 m - 100 m
58	Fahrerhauslackierung AB-1	54	2	45 m - 100 m
59	Fahrerhauslackierung AB-2	54	2	45 m - 100 m
60	Sonstige Metalllackierung AC-1	23	1	< 45 m
61	Sonstige Metalllackierung AC-2	29	1	< 45 m
62	Sonstige Metalllackierung AD-1	29	1	< 45 m
63	Sonstige Metalllackierung AE-1	23	1	< 45 m
64	Sonstige Metalllackierung AF-1	22	1	< 45 m
65	Sonstige Metalllackierung AF-2	23	1	< 45 m
66	Sonstige Metalllackierung AG-1	15	1	< 45 m
67	Sonstige Metalllackierung AH-1	12	1	< 45 m

#	Betriebsart und Anlagen-Nr.	Schornsteinhöhe [m über Grund]	Schornsteinhöhenklasse	Größenbereich der Schornsteinhöhenklasse
68	Sonstige Metalllackierung AH-2	12	1	< 45 m
69	Sonstige Metalllackierung AI-1	16	1	< 45 m
70	Sonstige Metalllackierung AJ-1	16	1	< 45 m
71	Sonstige Metalllackierung AK-1	18	1	< 45 m
72	Folienbeschichtung AK-1	18	1	< 45 m
73	Folienbeschichtung AL-1	32	1	< 45 m
74	Papierbeschichtung AM-1	13	1	< 45 m
75	Papierbeschichtung AM-2	15	1	< 45 m
76	Papierbeschichtung AM-3	15	1	< 45 m
77	Textil- und Papierbeschichtung AN-1	27	1	< 45 m
78	Textil- und Papierbeschichtung AN-2	27	1	< 45 m
79	Textil- und Papierbeschichtung AN-3	14	1	< 45 m
80	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-1	16	1	< 45 m
81	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-2	13	1	< 45 m
82	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-2	13	1	< 45 m
83	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-3	23	1	< 45 m
84	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-4	20	1	< 45 m
85	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-5	16	1	< 45 m
86	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-6	11	1	< 45 m
87	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-7	18	1	< 45 m
88	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-8	15	1	< 45 m
89	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-9	15	1	< 45 m
90	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-10	16	1	< 45 m
91	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-11	13	1	< 45 m
92	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-12	13	1	< 45 m
93	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-13	14	1	< 45 m
94	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-14	13	1	< 45 m
95	Heatset-Rollenoffsetdruck AO-15	13	1	< 45 m

(Länderbehörden 2015/2016)

Für Anlagen der Tätigkeitsnummer 9. c) ist die bisher gewählte Schornsteinhöhenklasse 1 in der Regel zutreffend. Ausnahmen finden sich bei den Hauptschornsteinen der Anlagen der Automobilindustrie (Kfz-Serienlackierung und Fahrerhauslackierung), die in die Schornsteinhöhenklasse 2 fallen (45 m - < 100 m). Es wird empfohlen, die Schornsteinhöhen dieser Branche spezifisch zu erheben.

Grundsätzlich ist bei den Anlagen in dieser Tätigkeitsnummer zu beachten, dass der Großteil der relevanten Schadstoffe (NMVOC) nicht über eine oder mehrere große Punktquellen sondern über unbehandelte Nebenquellen und diffus emittiert wird (siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 8.3.5). Da die Quellhöhe der Nebenquellen und diffusen Emissionen grundsätzlich mit der Schornsteinhöhenklasse 1

übereinstimmt (< 45 m), bleibt die Zuordnung der gemeldeten Emissionen zu dieser Klasse auch unter Beachtung von unbehandelten Nebenquellen und diffusen Quellen sachgerecht.

8.1.16 Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)]

Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren mit einem Wirkbadvolumen von 30 m³ [E-PRTR-Tätigkeit 2. f)] sind durch geringe Emissionen an die Luft gekennzeichnet.

Für das Jahr 2017 melden lediglich sieben Anlagen luftseitige Emissionen über den Schwellenwerten der Berichterstattung (E-PRTR 2017). Überwiegend erfolgt die Meldung aufgrund von Cyanwasserstoffemissionen; in einem Fall werden Zinkemissionen gemeldet, in einem weiteren Chlorwasserstoffemissionen.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 2 zugewiesen (45 m bis < 100 m).

Es wird vermutet, dass die Anlagen mit Cyanwasserstoffemissionen im Bereich von 1-2 kg/d lediglich Schornsteine der Klasse 1 aufweisen; auch für die Emissionen von Zink (< 1 kg/d) und Chlorwasserstoff (< 40 kg/d) ist diese Schornsteinhöhe vermutlich ausreichend.

Es wird empfohlen, den Anlage der Tätigkeitsnummer 2. f) die Schornsteinhöhenklasse 1 zuzuweisen.

8.1.17 Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff (Hartbrandkohle) oder Elektrographit durch Brennen oder Graphitieren [E-PRTR-Tätigkeit 9. d)]

Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff (Hartbrandkohle) oder Elektrographit durch Brennen oder Graphitieren [E-PRTR-Tätigkeit 9. d)], die die Meldeschwellen für luftseitige Emissionen überschreiten, sind in Deutschland selten. Für das Jahr 2017 meldete lediglich eine Anlagen luftseitige Emissionen über den Schwellenwerten der Berichterstattung (E-PRTR 2017). Die Meldung erfolgte aufgrund von Kohlenmonoxidemissionen.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 2 zugewiesen (45 m - < 100 m).

Ein Zeitungsartikel (NGZ 2012) berichtet von einem 52 Meter hohen Schornstein der Anlage. Die Schornsteinhöhe ist somit für die eine 2017 berichtende Anlage der Tätigkeitsnummer 9. d) richtig. Alternativ zur Schornsteinhöhenklasse kann die genaue Schornsteinhöhe angegeben werden.

8.1.18 Prüfung der Schornsteinhöhen der Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen [E-PRTR-Tätigkeit 9. e)]

Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen [E-PRTR-Tätigkeit 9. e)], die die Meldeschwellen für luftseitige Emissionen überschreiten, sind in Deutschland selten. Für das Jahr 2017 meldeten lediglich drei Anlagen luftseitige Emissionen über den Schwellenwerten der Berichterstattung (E-PRTR 2017). Die Meldung erfolgte bei zwei Anlagen aufgrund von NMVOC-Emissionen, bei einer Anlage aufgrund von Kupfer- und Zinkemissionen.

Aktuell ist den Anlagen dieser Tätigkeitsnummer die Schornsteinhöhenklasse 1 zugewiesen (< 45 m).

Da die Emissionen der Tätigkeiten überwiegend aus offener Anwendung von Lacken bzw. aus Stäuben beim Abstrahlungen resultieren, ist die Schornsteinhöhe mit großer Wahrscheinlichkeit zutreffend.

Es wird empfohlen, die Schornsteinhöhe Klasse 1 für Anlagen der Tätigkeitsnummer 9. e) beizubehalten.

8.2 Ergebnisse der Evaluierung der aktuell zugewiesenen Schornsteinhöhen

Tabelle 71 nennt in Spalte 3 die 2017 erstmals durch das UBA zugewiesenen Schornsteinhöhenklassen für die in Deutschland im E-PRTR (2017) berichtenden Tätigkeiten. Die Evaluierung in Spalte 5 bezieht die Erkenntnisse der Recherche der Kapitel 8.1.3 bis 8.1.18 ein und beinhaltet für die übrigen Tätigkeitsnummern, für die keine Detailinformationen vorliegen, ein „Expert Judgement“.

Grün in Tabelle 71 hervorgehoben sind Zuordnungen, bei denen die aktuelle Zuordnung als grundsätzlich richtig eingeschätzt wird. Gelb hervorgehoben sind Zuordnungen, die vermutlich zumindest für einen relevanten Teil der Anlagen nicht richtig sind. Rot markiert sind Zuordnungen, bei denen ausreichend Hinweise dafür vorliegen, dass die Zuordnung geändert werden sollte.

Wenn pauschale Empfehlungen für die Zuordnung der Tätigkeitsnummer zu einer Größenklasse für richtig gehalten werden, ist diese Einschätzung in Spalte 6 genannt. Wenn in Spalte 6 ein Strich eingetragen ist, wird keine pauschale Zuordnung für sachgerecht gehalten, sondern eine anlagenspezifische Erhebung.

Tabelle 71: Geschätzte Schornsteinhöhenklassen der E-PRTR-Tätigkeiten gemäß IIR in 2017

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
1.a	Mineralöl- und Gasraffinerien	4	150 m bis < 200 m	Die Zuordnung ist vermutlich für die Hauptquellen richtig. Weitere Konsolidierung sollte anlagenspezifisch erfolgen.	4
1.c	Wärme- und Kälteanlagen und andere Verbrennungsanlagen mit 50 MW Kapazität	5	> 200 m	Die Schornsteinhöhen sind nachweislich so unterschiedlich, dass sie individuell erfasst werden müssen.	-
1.d	Kokereien	5	> 200 m	Zuordnung vermutlich richtig. Spezifische Erhebung weniger Anlagen wird empfohlen.	5
1.f	Anlagen zur Herstellung von Kohleprodukten und festen, rauchfreien Brennstoffen	4	150 m bis < 200 m	Zuordnung ggf. richtig. Spezifische Erhebung von zwei Anlagen wird empfohlen.	4
2.b	Anlagen für die Herstellung von Roheisen oder Stahl einschließlich Stranggießen mit 2,5 t/d Kapazität	5	> 200 m	Für integrierte Stahlwerke ggf. richtig; für Elektrostahlwerke vermutlich starke Überschätzung. Es wird eine anlagenspezifische Erhebung empfohlen.	-
2.c.i	Anlagen zur Verarbeitung von Eisenmetallen durch Warmwalzen mit 20 t/d Kapazität	5	> 200 m	Eine Überschätzung wird vermutet; es wird empfohlen, für die wenigen Anlagen spezifische Daten zu verwenden.	-

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
2.d	Eisenmetallgießereien mit 20 t/d Kapazität	5	> 200 m	Es wird eine deutliche Überschätzung vermutet; eher wahrscheinlich ist die Schornsteinklasse 1 oder 2.	-
2.e	NE-Metall-Anlagen	4	150 m bis < 200 m	Primärbleianlage: 99 m; Primärkupferanlage: 150 m; Sekundärbleianlage: 51 m (aber auf 100 m hohem Berg). Die Zuordnung sollte anlagenspezifisch erfolgen.	-
2.e.i	Anlagen zur Gewinnung von Nichteisenrohmetallen aus Erzen, Konzentraten oder sekundären Rohstoffen durch metallurgische, chemische oder elektrolytische Verfahren	3	100 m bis < 150 m	Primärbleianlage: 99 m; Primärkupferanlage: 150 m; Sekundärbleianlage: 51 m (aber auf 100 m hohem Berg). Die Zuordnung sollte anlagenspezifisch erfolgen.	-
2.e.ii	Anlagen zum Schmelzen, einschließlich Legieren, von Nichteisenmetallen, darunter auch Wiedergewinnungsprodukte mit 4 t/d für Blei und 20 t/d Kapazität andere Metalle	3	100 m bis < 150 m	Vermutlich Überschätzung der Schornsteinhöhe; eher wahrscheinlich ist die Schornsteinklasse 2. Die Zuordnung sollte anlagenspezifisch erfolgen.	-
2.f	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren	2	45 m bis < 100 m	Die wenigen Anlagen weisen nur geringe Emissionen auf und liegen mit großer Wahrscheinlichkeit in der Klasse 1.	1
3.a	Untertage-Bergbau und damit verbundene Tätigkeiten	1	< 45 m	Für Wasserhaltungsanlagen von Untertagebergbau vermutlich richtig. Deutliche Unterschätzung für große Salzgewinnungsanlagen vermutet. Spezifische Erhebung weniger Anlagen notwendig.	-
3.c	Anlagen zur Herstellung von Zementklinker und Kalk	4	150 m bis < 200 m	Der Großteil der Schornsteine liegt in der Größenklasse 2	2
3.c.i	Zementklinker in Drehrohröfen mit 500 t/d Kapazität	4	150 m bis < 200 m	Der Großteil der Schornsteine liegt in der Größenklasse 2	2
3.c.ii	Kalk in Drehrohröfen mit 50 t/d Kapazität	3	100 m bis < 150 m	Typisch sind eher Schornsteine der Größenklasse 2	2

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
3.c.iii	Zementklinkern oder Kalk in anderen Öfen mit 50 t/d Kapazität	3	100 m bis < 150 m	In der Regel fallen Kalköfen in diese Tätigkeitsnummer. Typisch sind eher Schornsteine der Größenklasse 2	2
3.e	Anlagen zur Herstellung von Glas, einschließlich zur Herstellung von Glasfasern mit 20 t/d Kapazität	2	45 m bis < 100 m	Die Zuordnung ist vermutlich für die Hauptquelle richtig, wie die Emissionserklärung einer typischen Glashütte zeigt.	2
3.f	Anlagen zum Schmelzen mineralischer Stoffe, einschließlich der Herstellung von Mineralfasern mit 20 t/d Kapazität	2	45 m bis < 100 m	Die Anlagen ähneln den Anlagen der Glasindustrie (3.e), so dass die Zuordnung auch hier vermutlich zutreffend ist.	2
3.g	Anlagen zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen durch Brennen mit 75 t/d Kapazität oder Ofenkapazität von 4 m ³ und 300 kg/m ³ Besatzdichte pro Ofen	2	45 m bis < 100 m	Eine anlagenspezifische Zuordnung ist möglich. Bei Anlage A teilen sich die Hauptemissionen jedoch auf zwei unterschiedlich hohe Quellen auf, so der mittlere Höhenwert zur Verwendung empfohlen wird.	A: 67 /B: 130 m, C: K1
4.a	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien wie	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.a.i	einfachen Kohlenwasserstoffen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.a.ii	sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
4.a.iv	stickstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.a.vi	halogenhaltigen Kohlenwasserstoffen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.a.viii	Basiskunststoffen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.a.x	Farbstoffe und Pigmente	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.b	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von anorganischen Grundchemikalien wie	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.b.i	Gasen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.b.ii	Säuren	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
4.b.iii	Basen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.b.iv	Salzen	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.b.v	Nichtmetallen, Metalloxiden	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
4.c	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung phosphor-, stickstoff- oder kaliumhaltiger Düngemittel	3	100 m bis < 150 m	90 % der recherchierten Schornsteine liegt in der Klasse 1, 10 % in der Klasse 2. Eine anlagenspezifische Zuordnung wird empfohlen.	-
5.a	Anlagen zur Verwertung oder Beseitigung gefährlicher Abfälle mit 10 t/d Kapazität	4	150 m bis < 200 m	Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klassen 2 oder 3. Es wird eine anlagenspezifische Erhebung empfohlen.	-
5.b	Anlagen für die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle mit 3 t/h Kapazität	5	> 200 m	Deutliche Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klasse 2.	2
5.c	Anlagen zur Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle mit 50 t/d Kapazität	4	150 m bis < 200 m	Deutliche Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klasse 1.	1
5.e	Anlagen zur Beseitigung oder Verwertung von Tierkörpern und tierischen Abfällen mit 10 t/d Kapazität	4	150 m bis < 200 m	Deutliche Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klasse 2.	2
6.a	Industrieanlagen für die Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen	3	100 m bis < 150 m	Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klasse 2.	2

E-PRTR-Nr.	E-PRTR-Tätigkeit in Stichworten	Klasse alt	Bereich der Schornsteinhöhenklasse	Evaluierung	Klasse neu
6.b	Industrieanlagen für die Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten mit 20 t/d Kapazität	3	100 m bis < 150 m	Überschätzung vermutet; die Schornsteinhöhen gehören eher in die Klasse 2.	2
7.a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	1	< 45 m	Die Einordnung ist richtig	1
7.a.i	mit 40 000 Plätzen für Geflügel	1	< 45 m	Die Einordnung ist richtig	1
7.a.ii	mit 2 000 Plätzen für Mast-schweine (über 30 kg)	1	< 45 m	Die Einordnung ist richtig	1
7.a.iii	mit 750 Plätzen für Sauen	1	< 45 m	Die Einordnung ist richtig	1
8.b	Behandlung und Verarbeitung für die Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten	1	< 45 m	Einordnung mit großer Wahrscheinlichkeit für alle Anlagen richtig.	1
8.b.ii	aus pflanzlichen Rohstoffen mit einer Kapazität für 300 t/d Fertigerzeugnisse	1	< 45 m	Einordnung mit großer Wahrscheinlichkeit für alle Anlagen richtig.	1
9.c	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung organischer Lösungsmittel mit einer Kapazität von 150 kg/h oder 200 t/a	1	< 45 m	Die Klasse 1 ist in der Regel zutreffen; in der Automobilindustrie wurden auch höhere Schornsteine der Größenklasse 2 recherchiert. Für diese wird eine anlagenspezifische Erhebung empfohlen.	-
9.d	Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff	2	45 m bis < 100 m	Einordnung ist richtig: Die Schornsteinhöhe der einzigen Anlage beträgt 52 Meter.	2
9.e	Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen mit ≥ 100 m Länge	1	< 45 m	Die Höhenklasse ist vermutlich richtig, da die Emissionen mit großer Wahrscheinlichkeit aus offener Anwendung stammen.	1

(IIR 2019)

8.3 Erhebungsvarianten zu spezifischen Schornsteinhöhen für jede Tätigkeit

8.3.1 Einführung

Die Berichterstattung spezifischer Schornsteinhöhen für jede große Punktquelle ist bisher nicht möglich, da auf Bundesebene dazu keine Datenbasis vorhanden ist. Auf Bundesebene stehen lediglich die allgemein zugänglichen Informationen des E-PRTR zur Verfügung, das keine Schornsteinhöhen erfasst.

Um eine anlagenspezifische Berichterstattung zu Schornsteinhöhen in Zukunft zu realisieren, wurden drei mögliche Varianten auf ihre Vor- und Nachteile untersucht, insbesondere hinsichtlich des Aufwandes für Betreiber, Landesbehörden und Umweltbundesamt. Anschließend erfolgt eine grundsätzliche Diskussion zu den Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von anlagenspezifischen Schornsteinhöhen im Inventar. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung und Empfehlungen.

8.3.2 Variante 1: Recherche der Schornsteinhöhen aus Messberichten

In Kapitel 8.1 wurde dargestellt, dass Messberichte üblicherweise in Kapitel 2.3 Angaben zur Höhe der gemessenen Emissionsquelle aufweisen. Somit besteht eine Möglichkeit zur Schornsteinhöhenermittlung darin, dass das Umweltbundesamt oder ein beauftragter Projektnehmer bei den zuständigen Landesbehörden jeweils einen Messbericht der Quellen von berichtspflichtigen Anlagen anfordert.

Wiederkehrende Messungen erfolgen in vielen Anlagen im Jahresrhythmus, häufig aber auch nur im Dreijahresrhythmus. Die Erstellung von Messberichten kann mehrere Monate dauern. Dadurch kann es sein, dass die Abfrage von Messberichten zu mehrere Jahre alten Daten führt. Um- oder Neubauten eines Schornsteins, die nach dem Jahr der Messung erfolgten, sind entsprechend nicht erfasst sind.

Die Vorgehensweise hat den Zusatznutzen, dass damit dem Umweltbundesamt auch Informationen über Emissionskonzentrationen, Frachten, zeitgleiche Produktionsmengen, Rohstoff- und Brennstoffeinsätze sowie Abgasreinigungseinrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Diese Informationen können für Erhebungen zum Stand der Technik verwendet werden, die regelmäßig zur nationalen Grenzwertfestsetzung verwendet werden können sowie in europäischen Arbeitsgruppen gemäß der Industrieemissionsrichtlinie zur Festlegung von Emissionswerten benötigt werden, die mit den besten verfügbaren Techniken (BVT) verbunden sind.

Während der Aufwand für die Auswertung der Messberichte hinsichtlich der Schornsteinhöhen überschaubar ist (ca. 2 Stunden je 100 Emissionsquellen), bedeutet die Bereitstellung durch die Überwachungsbehörden der Länder einen erheblichen Aufwand, den sie zusätzlich zu den regulären Pflichtaufgaben bewältigen müssen. Messberichte liegen bei den zuständigen Behörden häufig nicht in digitaler Form vor, so dass in vielen Fällen je ca. 50-100 Seiten behördenseitig eingescannt werden müssen.

Alternativ, aber nicht mit dem genannten Zusatznutzen verbunden, ist die Übertragung der Schornsteinhöhen durch die zuständige Behörde in ein Formblatt (z.B. Excel-Formular oder Internetmaske) möglich. Der Aufwand für die Behörde, die Schornsteinhöhen-Information zusammen mit Betriebs- und Quellenbezeichnung aus den Berichten herauszulesen und korrekt zu übertragen, stellt einen ähnlich hohen Aufwand für die Behörde dar, wie das Einscannen des gesamten Berichtes. Zudem können Übertragungsfehler passieren, und das Umweltbundesamt hat keine Originaldaten zur Qualitätsprüfung in der Hand.

Die Abfrage von anlagenspezifischen Informationen kann in vielen Bundesländern zentralisiert bei zuständigen Behörden erfolgen, z. B. über Regierungspräsidien (Baden-Württemberg, Hessen), Bezirksregierungen (Nordrhein-Westfalen), Regionaldirektionen (Rheinland-Pfalz, Sachsen), Gewerbeaufsichtsämter (Bremen, Niedersachsen), Landesumweltämter (Brandenburg, Saarland) und Umweltbehörden (Berlin, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen). Einzig in Bayern liegt die Verantwortung für die Genehmigung und Überwachung von Industrieanlagen bei den Verwaltungen der Landkreise und kreisfreien Städte, so dass sich hier Anfragen erheblich aufwändiger gestalten, es sei denn, die übergeordneten Verwaltungen der Regierungsbezirke werden unterstützend tätig.

Tabelle 72 nennt die Vor- und Nachteile der Informationserhebung zu Schornsteinhöhen durch das UBA bei den zuständigen Überwachungsbehörden der Länder.

Tabelle 72: Erhebung von Schornsteinhöhen aus Messberichten bei Länderbehörden

#	Beschreibung der Erhebungsart	Vorteil	Nachteil
1 a)	Erhebung von Messberichten bei den zuständigen Überwachungsbehörden der Bundesländer	Zusatznutzen für das UBA durch zahlreiche Informationen zum Stand der Technik	Sehr hoher Aufwand auf UBA-Seite zur Abfrage bei den Ländern und für die Berichte-Auswertung. Hoher Aufwand bei den Ländern, v.a. für Berichte-Digitalisierung. Um- und Neubauten in den Jahren nach einer Messung sind nicht dokumentiert.
1 b)	Erhebung von Schornsteinhöhen bei den zuständigen Überwachungsbehörden der Bundesländer	Digitale Bereitstellung durch die Länder an das UBA in schnell auswertbarer Form (z.B. Excel, HTML).	Kein Zusatznutzen, da nur die Schornsteinhöhe übermittelt wird. Sehr hoher Aufwand bei den Ländern für Auffinden und Übertragen der Informationen. Um- und Neubauten in den Jahren nach einer Messung sind nicht dokumentiert.

8.3.3 Variante 2: Abfrage der Schornsteinhöhen aus Emissionserklärungen

Die Berichterstattung gemäß der 11. BImSchV (2013) beinhaltet die Abfrage von Informationen zu Emissionsquellen (geodätische Daten und Schornsteinhöhe). Die Abgabe der Emissionserklärungen erfolgt im Vierjahresrhythmus (zuletzt 2016) mit einem bundesweit einheitlichen, internetbasierten Programm („Betriebliche Umweltdaten Bericht Erstattung“, kurz: „BUBE Online“). Grundlage der gemeinsamen Datenerfassung ist die Verwaltungsvereinbarung zum Aufbau und Betrieb von Umweltinformationssystemen (VKoopUIS), die zwischen dem Bund und den 16 Bundesländern getroffen wurde.

Die Art der berichtspflichtigen Anlagen der 11. BImSchV ist nicht deckungsgleich mit den Berichtspflichten nach E-PRTR: Die 11. BImSchV nennt zusätzliche Tätigkeiten, die im E-PRTR nicht berichtspflichtig sind. Relevanter ist jedoch, dass es E-PRTR-Tätigkeiten gibt, die gemäß 11. BImSchV keine Emissionserklärung abgeben müssen. Es handelt sich jedoch ausschließlich um Tätigkeiten, die keine großen Punktquellen aufweisen (z. B. kommunale Kläranlagen, Deponien, Tagebauten und Steinbrüche). Somit liegen durch die Emissionserklärungen nach 11. BImSchV alle notwendigen Informationen zur Höhe und geodätischen Lage der Schornsteine von großen Punktquellen für das Jahr 2016 in digitaler Form vor. Umbauten oder Neubauten von Schornsteinen, die in den Jahren 2017-2019 erfolgt sind, bleiben bei der Abfrage nicht unberücksichtigt.

Aufgrund der Erhebung in einem einheitlichen digitalen System können die zuständigen 16 Länderbehörden die benötigten Daten der Emissionserklärungen über eine standardisierte Abfrage aus der Datenbank ausspielen, so dass die Daten vom UBA oder einem Projektnehmer ohne großen Aufwand ausgewertet werden können. Die Erfahrung aus einem aktuellen Projektvorhaben zeigt, dass die Kooperationsbereitschaft bei den 16 Länderzuständigen hoch ist, wenn im BUBE-Online-System eine vorgefertigte Abfrage hinterlegt wird.

Das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LANUV) hat sich gegenüber dem Projektnehmer bereit erklärt, eine entsprechende Abfrage zu erstellen. Dies kann aufgrund der aktuellen Arbeitsbelastung mittelfristig erfolgen, d. h. frühestens ab Herbst 2019.

Tabelle 73 nennt die Vor- und Nachteile der Informationserhebung zu Schornsteinhöhenangaben durch das UBA aus Emissionserklärungen bei den 16 zuständigen PRTR-Behörden der Länder.

Tabelle 73: Erhebung von Schornsteinhöhen aus Emissionserklärungen bei 16 Länderbehörden

#	Beschreibung der Erhebungsart	Vorteil	Nachteil
2	Erhebung von Schornsteindaten aus Emissionserklärungen bei den für das PRTR zuständigen Länderbehörden	Geringer Aufwand für die Länderbehörden. Sehr gute Auswertungsmöglichkeiten für das UBA, da digitale, tabellarische Übermittlung	Daten werden im 4-Jahres-Rhythmus erfasst, d. h. Veränderungen in den drei Jahren nach der Erklärung werden nicht berücksichtigt.

8.3.4 Erweiterung der Berichterstattung zum E-PRTR

Die Berichterstattung für das E-PRTR erfolgt jährlich im Gegensatz zum vierjährigen Rhythmus bei Emissionserklärungen nach der 11. BImSchV. Die Erfassung geschieht mit dem bundesweit einheitlichen, internetbasierten Programm („BUBE Online“). Es ist möglich, die jährliche Abfrage nach E-PRTR um eine Abfrage bzw. Aktualisierung der Schornsteinhöhenangaben zu erweitern. Dies hätte - in Kombination mit der im vorangehenden Kapitel beschriebenen standardisierten Datenabfrage - den Vorteil, dass Veränderungen der Schornsteinhöhen jeweils zeitnah an das UBA gemeldet werden.

Die jährliche Berichterstattung der E-PRTR-Daten wird von den Länderbehörden auf Plausibilität geprüft; die Prüfungen erfolgen in der Regel bis Jahresmitte und sind spätestens zum Jahresende nach dem Berichtsjahr abgeschlossen. Eine im BUBE-Online-System hinterlegte, standardisierte Abfrage der Schornsteinhöhen kann somit etwa 12 Monate nach einem Berichtsjahre durch die zuständigen Behörden erfolgen, so dass die Daten dem UBA rechtzeitig zur Inventar-Berichterstattung vorliegen.

Die Variante ist mit einem zusätzlichen Programmieraufwand für die Ergänzung der Schornsteinhöhendaten verbunden. Dabei sollten in der Eingabemaske die Daten aus vorangegangenen Emissionserklärungen genutzt werden können (zur Bestätigung oder Aktualisierung der Daten).

Abgesehen von diesem Programmieraufwand ist die Variante mit einem geringen Aufwand bei den zuständigen Behörden verbunden. Gleichzeitig bedeutet die Variante einen Zusatzaufwand bei den berichtspflichtigen Betrieben. Die Höhe des Zusatzaufwandes ist abhängig von der Anzahl der Schornsteine und den zuletzt durchgeführten Um- und Neubauten. Wenn jeweils Daten aus der letzten Emissionserklärung in die Masken eingespielt werden, müssen nur aktuelle Veränderungen eingetragen werden. Von daher wird der Zusatzaufwand für Betreiber als gering eingeschätzt.

Tabelle 74 nennt die Vor- und Nachteile der Informationserhebung zu Schornsteinhöhenangaben durch das UBA aus erweiterten E-PRTR-Erklärungen bei den zuständigen PRTR-Behörden der Länder.

Tabelle 74: Erhebung von Schornsteinhöhen aus erweiterter E-PRTR-Meldung bei Länderbehörden

#	Beschreibung der Erhebungsart	Vorteil	Nachteil
3	Erhebung von Schornsteindaten aus erweiterten E-PRTR-Meldungen bei den für das PRTR zuständigen Länderbehörden	Geringer Aufwand für die Länderbehörden. Sehr gute Auswertungsmöglichkeiten für das UBA, da digitale, tabellarische Übermittlung. Aktuelle Um- und Neubauten der Schornsteine werden zeitnahe erfasst.	Programmiereffort für die jährliche Erfassung von Schornsteindaten in BUBE. Zusatzaufwand für Betreiber für die Bestätigung bzw. Änderung der Schornsteinhöhen gegenüber der letzten Emissionserklärung.

8.3.5 Herausforderungen bei der Festlegung anlagenspezifischer Schornsteinhöhen

Die Berichterstattung zum E-PRTR erfolgt als summarische Berichterstattung für jeden Schadstoff, unabhängig von der Quelle, aus der dieser emittiert wird.

Die Emission eines Schadstoffes kann in einer Anlage aus mehreren Quellen stammen. Die eindeutige Zuordnung des Schadstoffes zu einer Schornsteinhöhe ist in dem Fall nicht möglich.

In einer Anlage können folgende Varianten hinsichtlich der Quellen eines Schadstoffes auftreten:

1. Eine einzige Punktquelle
2. Eine relevante Punktquelle sowie eine oder mehrere untergeordnete Punktquellen
3. Eine relevante sowie eine oder mehrere untergeordnete Punktquellen und diffuse Quellen
4. Eine relevante Punktquelle sowie diffuse Quellen
5. Mehrere relevante Punktquellen sowie untergeordnete Punktquellen
6. Mehrere relevante Punktquellen sowie untergeordnete Punktquellen und diffuse Quellen
7. Mehrere relevante Punktquellen sowie diffuse Quellen

Bei E-PRTR-berichtspflichtigen Anlagen dominiert für viele mengenrelevante Schadstoffe der erste Fall, dass die Emissionen aus einer einzigen Punktquelle stammen. Dies ist insbesondere bei Emissionen aus Verbrennungs- oder Reaktionsprozessen der Fall (Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxide).

Ausgenommen davon sind Raffinerien und integrierte Stahlwerke, bei denen die genannten Schadstoffe typischerweise aus einer Vielzahl von Quellen stammen, sowie Kraftwerke mit mehreren Verbrennungskesseln. Während die Schornsteine von Kraftwerken mit mehreren Kesseln - je nach Baujahr - häufig in etwa die gleiche Höhe aufweisen, haben die Schornsteine bei Raffinerien und integrierten Stahlwerken üblicherweise unterschiedliche Höhen.

Im Gegensatz zu verbrennungsspezifischen Gasen, die meist einer Quelle zugeordnet werden können, stammen Staubemissionen der E-PRTR-berichtspflichtigen Anlagen häufig aus einer Vielzahl diverser Quellen, einschließlich diffuser Quellen (z.B. Kohlehalden bei Kraftwerken, Nebenanlagen bei Zement- und Kalkwerken, oder Umladevorgänge und offene Lagerungen bei Nichteisenmetall-Primärhütten).

Da die Mehrzahl der Metalle staubgebunden emittiert (Ausnahmen sind Quecksilber, Cadmium und Thallium), stammen diese Emissionen ebenso wie Staubemissionen häufig aus einer Vielzahl von Quellen, einschließlich diffuser Quellen.

Die Staubabscheidung an der Hauptquelle wurde in den letzten 30 Jahren erheblich verbessert wurde (von Emissionsniveaus über 100 mg/Nm³ auf unter 2 mg/Nm³ bei gut gewarteten Gewebefiltern und unter 10 mg/Nm³ bei optimierten Elektrofiltern). Dadurch ist der Anteil der Staubemissionen der Hauptquelle sowie der staubgebundenen Metallemissionen gegenüber den Emissionen aus Nebenanlagen und diffusen Quellen erheblich gesunken. Daher bedeutet die Angabe des Hauptschornsteins als wesentliche Quelle für Staub- und Metallemissionen für viele Tätigkeiten eine falsche Zuordnung, da ein Großteil der Stäube und Metalle aus niedrigeren gefassten und diffusen Quellen stammen kann.

Beispielhaft zeigt Tabelle 75 die Zuordnung der Schadstoffe auf die Quellen eines Kalkwerkes.

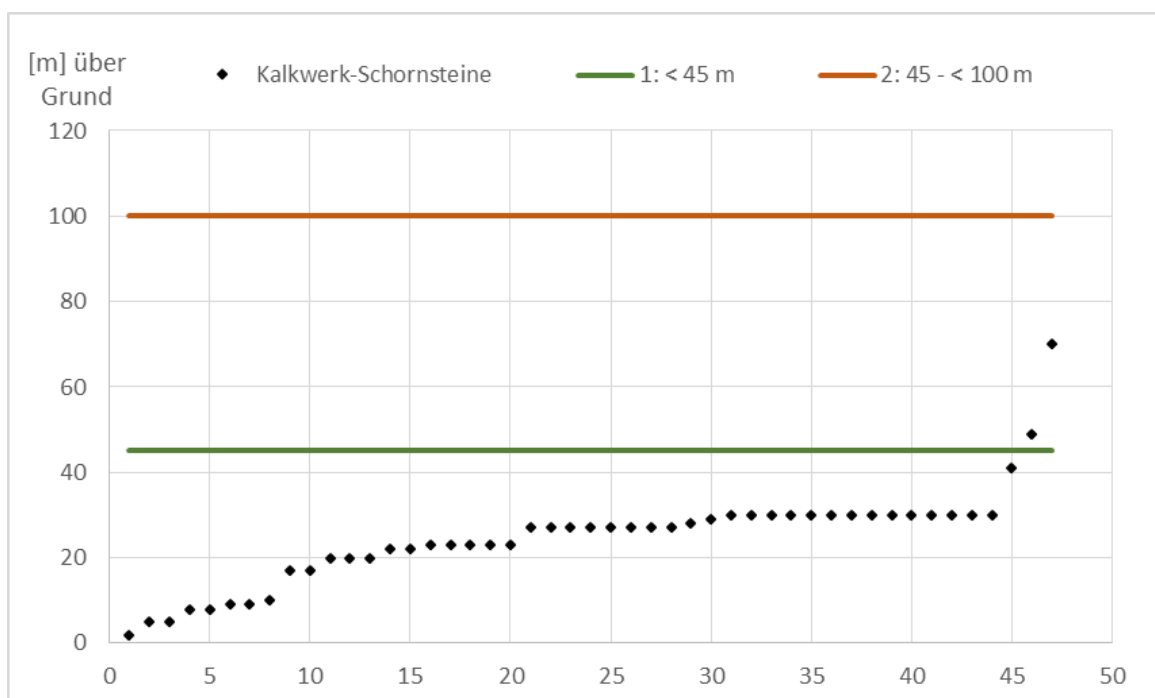
Tabelle 75: Zuordnung der Schadstoffemissionen zu Emissionsquellen eines Kalkwerkes [3. c) ii)]

#	Schadstoff	Jahresfracht (gerundet) [kg/a]	Frachtanteil Hauptquelle (70 m über Grund)	Frachtanteil 47 Nebenquellen (2 m - 49 m über Grund)
1	Kohlendioxid	210.000.000	100 %	0 %
2	Kohlenmonoxid	73.000	100 %	0 %
3	Schwefeldioxid	40.000	100 %	0 %
4	Stickstoffoxide	43.000	100 %	0 %
5	Staub	17.000	3,1 %	96,9 %

(Länderbehörde 2013)

Abbildung 13 veranschaulicht die Verteilung der Schornsteinhöhen der Quellen eines Kalkwerkes. Bei der höchsten Quelle handelt es sich um die 70 Meter hohe Hauptquelle, die die Abgase der Brennöfen ableitet. Wie in Tabelle 75 dargestellt, ist die Zuordnung der Staubemissionen zur Hauptquelle falsch. Sachgerecht wäre die Zuordnung der Größenklasse 1 (< 45 m) für Staubemissionen und die spezifische Angabe der Höhe des Hauptkamins für die Parameter CO₂, CO, SO_x und NO_x.

Abbildung 13: Exemplarische Schornsteinhöhen gemäß Emissionserklärung eines Kalkwerkes [3. c) ii)]



(Länderbehörde 2013)

Die Ausführungen verdeutlichen, dass die Festlegung einer spezifischen Schornsteinhöhe für eine Anlage insbesondere für Staub- und Metallemissionen falsch sein kann, da diese in vielen Anlagen zum Großteil nicht aus der Hauptquelle emittiert werden, sondern aus Nebenanlagen und diffusen Quellen.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen. Sie werden als organische Lösungsmittel eingesetzt und ihre Emissionen als NMVOC berichtet. Auch für diese Schadstoffgruppe trifft in vielen Anlagen typischerweise nicht zu, dass die Emissionen Großteils aus der Hauptquelle stammen. Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel (Tätigkeitsnummer 9 c) besitzen in der Regel eine Abluftreinigungsanlage, in der eine

wirksame Minderung erfolgt; gleichzeitig weisen die Anlagen typischerweise einen hohen Anteil an diffusen Emissionen auf, der die gefassten Emissionen in der Regel weit übersteigt. Als Abgasreinigungsanlage wird häufig eine thermische Oxidation verwendet, in der verbrennungstypische Abgase entstehen (Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide). Diese werden - wie beim o.g. Beispiel-Kalkwerk - ausschließlich aus der Hauptquelle emittiert. Die NMVOC-Emissionen der Hauptquelle machen jedoch bei diesen Tätigkeiten typischerweise nur einen kleinen Teil der Gesamtemissionen aus, wie Tabelle 76 verdeutlicht. Die falsche Zuordnung zur Hauptquelle ist von geringerer Relevanz, wenn den betroffenen Anlagen der Tätigkeitsnummer 9. c) die Schornsteingrößenklasse 1 (< 45 m) zugewiesen wird, anstelle des Hauptkamins. Zudem erfolgt die Ableitung unbehandelter (diffuser) Emissionen häufig über Dachreiter, deren Höhe häufig nicht wesentlich niedriger ist als der Hauptkamin.

Tabelle 76: Zuordnung der Schadstoffemissionen zu Lösemittelanwender-Emissionsquellen [9. c)]

#	Betriebsart	Jahresfracht (gerundet) [kg/a]	Frachtanteil Hauptquelle (ca. 15 - 50 m über Grund)	Frachtanteil diffuse Quellen (Fenster, Türen, Lüfter)
1	Flexodruck A (2013)	240.000	6 %	94 %
2	Flexodruck A (2014)	410.000	4 %	96 %
3	Sonstiger Tiefdruck B (2012/13)	30.000	7 %	93 %
4	Sonstiger Tiefdruck B (2013/14)	23.000	4 %	96 %
5	Flexodruck C (2014)	325.000	1 %	99 %
6	Flexodruck C (2015)	370.000	1 %	99 %
7	Sonstiger Tiefdruck D (2013)	115.000	4 %	96 %
8	Sonstiger Tiefdruck D (2014)	140.000	4 %	96 %
9	Illustrationstiefdruck E (2014)	50.000	15 %	85 %
10	Illustrationstiefdruck E (2015)	80.000	9 %	91 %
11	Illustrationstiefdruck F (2014)	280.000	1 %	99 %
12	Illustrationstiefdruck F (2015)	300.000	4 %	96 %

(Länderbehörden 2015/2016)

8.3.6 Zusammenfassung und Empfehlung zur Ermittlung der spezifischen Schornsteinhöhen

Zur Verbesserung der Berichterstattung bezüglich großer Punktquellen wurden drei Varianten zur Ermittlung von anlagenspezifischen Schornsteinhöhen für berichtspflichtige Tätigkeiten evaluiert.

Variante 3, bei der eine Erweiterung der BUBE-Eingabemasken für die jährliche E-PRTR-Berichterstattung um die Angabe der Schornsteinhöhen in Kombination mit einer standardisierten Abfrage erfolgt, erscheint als die Vorgehensweise mit dem insgesamt besten Aufwand-Nutzen-Verhältnis. Sie ist mit einem einmaligen Programmieraufwand verbunden sowie mit einer jährlich vom UBA veranlassten Abfrageroutine in BUBE, deren Ausführung für die zuständigen 16 PRTR-Länderbehörden mit geringem Aufwand verbunden ist. Gleichzeitig wird durch die jährliche Aktualisierung der Schornsteindaten gewährleistet, dass Um- und Neubauten zeitnah im Emissionsinventar Niederschlag finden (derartige Veränderungen der Schornsteinhöhe sind jedoch nicht häufig zu erwarten). Der Aufwand zur Aktualisierung der Schornsteindaten durch die Betreiber ist gering, wenn sie die Einträge aus der letzten Emissionserklärung als Voreinstellung in der BUBE-Eingabemaske nutzen können.

Variante 2, bei der lediglich alle vier Jahre eine BUBE-Abfrage der Schornsteinhöhen der Emissionserklärungen nach 11. BImSchV durch das UBA bei den zuständigen PRTR-Behörden erfolgt, ist ebenfalls

mit geringem Aufwand für die 16 Länderbehörden verbunden. Die Variante hat den geringen Nachteil, dass Um- und Neubauten von Schornsteinen in der Zeit zwischen dem Vierjahresrhythmus der Emissionserklärungen unberücksichtigt bleiben. Die Variante 2 hat den Vorteil, dass sie schon im Jahr 2019 zur Anwendung kommen kann.

Variante 1, bei der Messberichte von den Ländern erhoben und durch das UBA ausgewertet werden, hat einen hohen Zusatznutzen durch die Erhebung weiterer anlagenspezifischer Informationen (insbesondere relevant für Erhebungen zum Stand der Technik bei Grenzwert- und BVT-Festlegungen). Die Variante ist aber mit einem erheblichen Aufwand auf Seiten des UBA verbunden und mit einem hohen Aufwand auf Seiten der zuständigen Überwachungsbehörden, insbesondere wenn ein Einscannen von Messberichten (50 - 100 Seiten) notwendig ist.

Grundsätzlich besteht bei der Angabe einer anlagenspezifischen Schornsteinhöhe im Inventar die Schwierigkeit, dass die Anlagen in der Praxis häufig eine Vielzahl von Emissionsquellen aufweisen.

Zwar trifft für die meisten Schadstoffe zu, dass sie aus dem höchsten Schornstein („Hauptquelle“) stammen, so dass der höchste Kamin vorläufig als Default-Wert verwendet werden kann. Es gibt aber Anlagen mit mehreren relevanten Quellen unterschiedlicher Höhe. Während für verbrennungstypische Gase die Zuordnung der Hauptquelle in vielen Tätigkeiten richtig ist, ist diese Zuordnung nicht richtig bei Emissionen von NMVOC aus Tätigkeiten, die organische Lösungsmittel verwenden, sowie bei vielen Tätigkeiten mit Staubemissionen und staubgebundenen Metallemissionen.

Mangels besserer Alternativen wird empfohlen, vorläufig bei der Auswertung von anlagenspezifischen Schornsteinhöhen die höchste Emissionsquelle als anlagenspezifische Schornsteinhöhe anzugeben.

Zur künftigen Verbesserung der Berichterstattung zu großen Punktquellen wird empfohlen, dass das UBA darauf hinwirkt, dass bei der Berichterstattung nicht nur eine Quellhöhe je Anlage angegeben werden kann, sondern schadstoffspezifisch mindestens zwei Höhen bzw. Höhenklassen, auf die die Frachten prozentual aufgeteilt werden können. Die Einführung unterschiedlicher Quellhöhen ist im Wesentlichen für Staub, staubgebundene Metalle und flüchtige organische Verbindungen relevant.

9 Quellenverzeichnis

4. BImSchV: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440). https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/4_BImSchV.pdf
11. BImSchV (2013): Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2007 (BGBl. I S. 289), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 9. Januar 2017 (BGBl. I S. 42) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_11_2004/11_BImSchV.pdf
- Aurubis (2017): Umweltschutz im Aurubis Konzern und konsolidierte Umwelterklärung 2017 der Aurubis AG Standorte Hamburg und Lünen, Aurubis, Hamburg, Oktober 2017.
- Bayer. LfU (2004): Schadstoffratgeber Gebäuderückbau: Bauplatten. Bayerischen Landesamt für Umweltschutz (Hg.), Augsburg. https://www.lfu.bayern.de/abfall/schadstoffratgeber_gebaeuderueckbau/suchregister/doc/402.pdf
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2006): Ermittlung der Immissionsbelastung durch polychlorierte Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) sowie dioxinähnliche PCB in Bayern, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Augsburg. https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/analytik_org_stoffe_dioxine_pcb/ermittlung_immissionsbelastung/doc/projekt_7050_dimm_abschlussbericht.pdf
- Bayer. Staatsministerium (2002) Erhebung möglicher PCB-Belastungen bei Schulen, Kinderkrippen, Kindergärten und Kinderhorten, Anhang zur Antwort auf die schriftliche Anfrage der Abgeordneten Rosi Steinberger BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 09.08.2016, Bayerischer Landtag, Drucksache 17/12966, 18.11.2016. http://www1.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP17/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/17_0012966.pdf
- Bayernoil (2019): Umwelterklärung 2018 der Bayernoil Raffineriegesellschaft mbH mit den Umweltbilanzkennzahlen 2017 der Standorte Vohburg und Neustadt an der Donau, Neustadt, 2019. https://www.emas.de/fileadmin/user_upload/umwelterklaerungen/reg/DE-166-00069_BAYERNOIL-Raffineriegesellschaft-mbH.pdf
- Bogdal, Christian; Müller, Claudia E.; Buser, Andreas M.; Wang, Zhanyun; Scheringer, Martin; Gerecke, Andreas C. et al. (2014): Emissions of polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and polychlorinated dibenzofurans during 2010 and 2011 in Zurich, Switzerland. In: Environmental science & technology 48 (1), S. 482–490. DOI: [10.1021/es4044352](https://doi.org/10.1021/es4044352)
- Brevik, Knut; Sweetman, Andy; Pacyna, Jozef M. (2002): Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach¹. Global production and consumption. In: The Science of the total environment 290 (1-3), S. 181–198. DOI: [10.1016/S0048-9697\(01\)01075-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)01075-0)
- Bundesregierung (2014): Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Eva Bulling-Schröter, Caren Lay, Dr. Dietmar Bartsch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. Sanierung PCB-belasteter Gebäude. Drucksache 18/293. <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/002/1800293.pdf>
- Bundesregierung (2018): Polychlorierte Biphenyle in öffentlichen Gebäuden. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Ralph Lenkert, Dr. Gesine Löttsch, Lorenz Gösta Beutin, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. Drucksache 19/502. <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/19/006/1900663.pdf>
- DE IIR (2019): Emissionsinventar-Bericht Deutschlands zum Jahr 2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. <http://iir-de.wikidot.com>
- DE NFR (2019): Nationale Berichterstattung der Niederlande zur NEC-Richtlinie für das Jahr 2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 12. März 2019. https://webdab01.umweltbundesamt.at/download/submissions2019/DE_NFR2019.zip?cgiproxy_skip=1
- Detzel, Andreas; Patyk, Andreas; Fehrenbach, Horst; Franke, Bernd; Giegrich, Jürgen; Lell, Martin; Vogt, Regine (1998): Ermittlung von Emissionen und Minderungsmaßnahmen für persistente organische Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Endbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 104 02 365. Hg. v. Umweltbundesamt. Heidelberg. http://www.dioxindb.de/dokumente/UBA_1998_Texte_74-98_POPs_Inventare_PCB_SCCP_HCBD_gedruckt.pdf
- Diefenbacher, Pascal S.; Bogdal, Christian; Gerecke, Andreas C.; Glüge, Juliane; Schmid, Peter; Scheringer, Martin; Hungerbühler, Konrad (2015): Emissions of polychlorinated biphenyls in Switzerland: a combination of long-term measurements and modeling. In: Environmental science & technology 49 (4), S. 2199–2206. DOI: [10.1021/es505242d](https://doi.org/10.1021/es505242d)

- DIN EN 15259 (2008): Luftbeschaffenheit - Messung von Emissionen aus stationären Quellen - Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht. Deutsche Fassung EN 15259:2007. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) (Hg.), Beuth Verlag. DOI: [10.31030/9852700](https://doi.org/10.31030/9852700)
- E-PRTR (2017): Europäisches Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister - Meldungen aus Anlagen in Deutschland - Stand: 31.3.2019. Umweltbundesamt (Hg.), Dessau-Roßlau. <http://www.thru.de>
- Egsmose, E. L.; Bräuner, E. V.; Frederiksen, M.; Mørck, T. A.; Siersma, V. D.; Hansen, P. W.; Nielsen, F.; Grandjean, P.; Knudsen, L. E. (2016): Associations between plasma concentrations of PCB 28 and possible indoor exposure sources in Danish school children and mothers. *Environment International*, 87, 13-19. DOI: [10.1016/j.envint.2015.11.005](https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.11.005)
- EMEP/EEA-Guidebook (2016): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. EEA Report No 21/2016, European Environment Agency, Copenhagen. Online verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- Europäische Kommission (2016): European Commission, Science for Environment Policy, Building materials used between 1950 and 1980 in Europe may contribute to PCB air pollution, http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/building_materials_used_1950_1980_in_europe_may_contribute_to_pcb_air_pollution_453na2_en.pdf
- Fiedler, Heide (2001): Global and Local Disposition of PCBs. In: Larry W. Robertson und L. G. Hansen (Hg.): PCBs. Recent advances in environmental toxicology and health effects. Lexington: The University Press of Kentucky. [https://books.google.de/books?id=mLkeBgAAQBAJ&lpg=PA11&ots=1HciV-ZIVH&dq=Fiedler%2C%20Heide%20\(2001\)%3A%20Global%20and%20Local%20Disposition%20of%20PCBs&hl=de&pg=PA11#v=onepage&q=Fiedler,%20Heide%20\(2001\):%20Global%20and%20Local%20Disposition%20of%20PCBs&f=false](https://books.google.de/books?id=mLkeBgAAQBAJ&lpg=PA11&ots=1HciV-ZIVH&dq=Fiedler%2C%20Heide%20(2001)%3A%20Global%20and%20Local%20Disposition%20of%20PCBs&hl=de&pg=PA11#v=onepage&q=Fiedler,%20Heide%20(2001):%20Global%20and%20Local%20Disposition%20of%20PCBs&f=false)
- Finanzministerium NRW (2013): PCB-Belastung in öffentlichen Gebäuden, Vorlage an den Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landtags Nordrhein-Westfalen, 8. März 2013
- Fromme, H.; Baldauf, A.M.; Klautke, O.; Piloty, M.; Bohrer, L. (1996): Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Fugendichtungsmassen von Gebäuden – Bestandsaufnahme für Berlin und neue Innenraumquellen. *Gesundheitswesen* 1996; 58: 666-672.
- Goßler, Klaus; Höhle, Thomas (1991): Recherche über das Vorkommen von polychlorierten Biphenylen in Baumaterialien. Schlußbericht zum Forschungsvorhaben für das Deutsche Institut für Bautechnik. Hg. v. Landesgewerbeanstalt Bayern (LGA). Nürnberg.
- Glüge, Juliane; Steinlin, Christine; Schalles, Simone; Wegmann, Lukas; Tremp, Josef; Breivik, Knut et al. (2017): Import, use, and emissions of PCBs in Switzerland from 1930 to 2100. In: *PLoS one* 12 (10), e0183768. DOI: [10.1371/journal.pone.0183768](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183768)
- Guo, Z., Liu, X., Krebs, K. A., Greenwell, D. J., Roache, N. F., Stinson, R. A.; Nardin, J. A.; Pope, R. H. (2012): Laboratory study of polychlorinated biphenyl (PCB) contamination and mitigation in buildings. Part 2. Transport from primary sources to building materials and settled dust (Vol. 156). EPA/600/R-11. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/p100fa0z.pdf>
- Haase, Hajo; Fahlenkamp, Astrid; Schettgen, Thomas; Esser, Andre; Gube, Monika; Ziegler, Patrick et al. (2016): Immunotoxicity Monitoring in a Population Exposed to Polychlorinated Biphenyls. In: *International journal of environmental research and public health* 13 (3). DOI: [10.3390/ijerph13030295](https://doi.org/10.3390/ijerph13030295)
- Herrick, Robert F. (2010): PCBs in school-persistent chemicals, persistent problems. In: *New solutions : a journal of environmental and occupational health policy* : NS 20 (1), S. 115–126. DOI: [10.2190/NS.20.1.h](https://doi.org/10.2190/NS.20.1.h)
- Herrick, Robert F.; Stewart, James H.; Allen, Joseph G. (2016): Review of PCBs in US schools: a brief history, an estimate of the number of impacted schools, and an approach for evaluating indoor air samples. In: *Environmental science and pollution research international* 23 (3), S. 1975–1985. DOI: [10.1007/s11356-015-4574-8](https://doi.org/10.1007/s11356-015-4574-8)
- Jansen, B.I.; Meesters, J.A.J.; Nijkamp, M.M. (2018): Methods used for the Dutch Emission Inventory. Product usage by consumers, construction and services. RIVM Bilthoven and TNO Utrecht. <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2018/04/WESP-Methodology-report-2018.pdf>
- Jartun, M.; Ottesen, R. T.; Steinnes, E.; Volden, T. (2009): Painted surfaces – Important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. *Environmental Pollution* 157, 295–302. DOI: [10.1016/j.envpol.2008.06.036](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.06.036)
- Johansson, Niklas (2010): New ordinance on PCB in Sweden and follow-up of the identification and decontamination of PCB-containing buildings. *Organohalogen Compounds*, ISSN 1026-4892, Vol. 72, 586-587

- Johansson, N. (2012): Current inventory and clean-up of PCBs in Sweden. Presentation at UNEP PCB Elimination Network (PEN) Meeting.
- Kalusche, Wolfdietrich (2004): Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. Brandenburgische Technische Universität Cottbus. <https://studylibde.com/doc/1546760/technische-lebensdauer-von-bauteilen-und-wirtschaftliche>
- Kerscher, Günther; Roscher, Eike (2001): Polychlorierte Biphenyle (PCB). Hg. v. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. https://www.vis.bayern.de/produksicherheit/technik_chemie_basis/gefahrstoffe/pcb.htm, zuletzt aktualisiert am 13.09.2001.
- Kimbrough, Renate D.; Jensen, Allan A. (1989): Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins, and related products. 2nd fully rev. ed. Amsterdam, New York, New York, NY, USA: Elsevier; Sole distributors for the USA and Canada, Elsevier Science Pub. Co. (Topics in environmental health, v. 4).
https://books.google.de/books?id=mOvJCEEzIAGC&pg=PA227&lpg=PA227&dq=Halogenated+biphenyls,+terphenyls,+naphthalenes,+dibenzodioxins,+and+related+products&source=bl&ots=xEieMG4sVX&sig=2asQAk-kiVtEaiSh_3ANZdjb_nD0&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwihu-rui6sXZAhUKbxQKHwURCI4Q6AEIPDAE#v=onepage&q=Halogenated%20biphenyls%2C%20terphenyls%2C%20naphthalenes%2C%20dibenzodioxins%2C%20and%20related%20products&f=false
- Knetsch, Gerlinde (2016): Modelling approach for a PCB inventory in our environment. In: S. Sauvage, J. M. Sánchez-Pérez und A. E. Rizzoli (Hg.): Proceedings of the 8th International Congress on Environmental Modelling and Software. Toulouse, 10-14.07.2016, S. 690–695. <https://pdfs.semanticscholar.org/e9cb/14c9d06c69d744ed36bab8af3d0ad5f5a0ec.pdf>
- Kohler, Martin; Tremp, Josef; Zennegg, Markus; Seiler, Cornelia; Minder-Kohler, Salome; Beck, Marcel; Lienemann P.; Wegmann, L.; Schmid, Peter (2005): Joint sealants: an overlooked diffuse source of polychlorinated biphenyls in buildings. Environmental Science & Technology, 39(7), 1967-1973. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15871225>
- Köppl, Bernd; Buchholz, Katrin (2003) PCB in Schulen – Gesundheitsgefährdung, Modellsanierung, Interessenkonflikte; Erfahrungen aus Berlin- Steglitz, Broschüre des Bezirksamtes Steglitz- Zehlendorf in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin/KUBUS.
- Kraus, Thomas; Gube, Monika; Lang, Jessica; Esser, Andre; Sturm, Walter; Fimm, Bruno et al. (2012): Surveillance program for former PCB-exposed workers of a transformer and capacitor recycling company, family members, employees of surrounding companies, and area residents--executive summary. In: Journal of toxicology and environmental health. Part A 75 (19-20), S. 1241–1247. DOI: [10.1080/15287394.2012.709377](https://doi.org/10.1080/15287394.2012.709377).
- Länderbehörde (2013): Emissionserklärungen 2012 eines Kalkwerkes und einer Glashütte. Übermittlung der Immissionsschutzbehörde an Ökopool.
- Länderbehörden (2015/2016): Messberichte von Anlagen zur Oberflächenbehandlung unter Verwendung organischer Lösungsmittel. Übermittlung der Immissionsschutzbehörden und Betriebe an Ökopool.
- Länderbehörden (2016): Messberichte von Anlagen der Chemie-Industrie. Übermittlung der Immissionsschutzbehörden an Ökopool.
- Länderbehörden (2017): Messberichte von Keramikanlagen 2010-2017. Übermittlung der Immissionsschutzbehörden an Ökopool.
- Länderbehörden (2018): Messberichte von Großfeuerungsanlagen 2015-2018. Übermittlung der Immissionsschutzbehörden an Klima-Allianz Deutschland, Auswertung durch Ökopool.
- Langeland Majbrith (2018) Big data: National investigation of PCBs in indoor air in homes, offices, institutions, universities, laboratories, storage spaces and workshops. In: Dioxin 2018 Kraków Abstracts Book: 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants & 10th International PCB Workshop, 26-31 August 2018, Kraków, Poland. Gdańsk University Press, Gdańsk, 2018.
- Langeland, Majbrith; Jensen, Marie Kloppenborg (2013): Kortlægning af pcb i materialer og indeluft (auf Dänisch). Samlet rapport. Grontmij/COWI. https://pcb-guiden.dk/file/373511/pcbkortlaegning_foerstedel.pdf
- NGZ (2012): Erftcarbon-Abgase nur aus einem Kamin. Bericht über die Schornsteinhöhe einer Graphitanlage. NGZ, RP-Digital, Düsseldorf, 30. Juli 2012. https://rp-online.de/nrw/staedte/grevenbroich/erftcarbon-abgase-nur-aus-einem-kamin_aid-14184719
- NL IIR (2018a): Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. Task Force on Transportation of the Dutch Pollutant Release and Transfer Register. Statistics Netherlands, Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), TNO, RWS

Water, Transport and Environment (WVL), 2018. [http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20\(Air\)/Verkeer%20en%20Vervoer%20\(Transport\)/Methodorapporten%20Taakgroep%20Verkeer%20en%20Vervoer/Klein%20et%20al.%20\(2018\)%20Methods%20for%20calculating%20the%20emissions%20of%20transport%20in%20NL.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20(Air)/Verkeer%20en%20Vervoer%20(Transport)/Methodorapporten%20Taakgroep%20Verkeer%20en%20Vervoer/Klein%20et%20al.%20(2018)%20Methods%20for%20calculating%20the%20emissions%20of%20transport%20in%20NL.pdf)

NL IIR (2018b): Set of tables of the methods report for calculating the emissions of transport in the Netherlands, 2018. [http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20\(Air\)/Verkeer%20en%20Vervoer%20\(Transport\)/Methodorapporten%20Taakgroep%20Verkeer%20en%20Vervoer/Klein%20et%20al.%20\(2018\)%20Methods%20for%20calculating%20the%20emissions%20of%20transport%20in%20NL_tables.xlsx](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20(Air)/Verkeer%20en%20Vervoer%20(Transport)/Methodorapporten%20Taakgroep%20Verkeer%20en%20Vervoer/Klein%20et%20al.%20(2018)%20Methods%20for%20calculating%20the%20emissions%20of%20transport%20in%20NL_tables.xlsx)

NL NFR (2019). Nationale Berichterstattung der Niederlande zur NEC-Richtlinie für das Jahr 2017, 2019. https://webdab01.umweltbundesamt.at/download/submissions2019/NL_NFR2019.zip?cgiproxy_skip=1

NL Stat (2019): Traffic Performance Motor Vehicles. Central Bureau of Statistics (CBS), Den Haag. <https://opendata.cbs.nl/stat-line/#/CBS/en/dataset/80302eng/table?ts=1568106000816>

Robson, Matthew; Melymuk, Lisa; Csiszar, Susan A.; Giang, Amanda; Diamond, Miriam L.; Helm, Paul A. (2010): Continuing sources of PCBs: the significance of building sealants. In: Environment international 36 (6), S. 506–513. DOI: [10.1016/j.envint.2010.03.009](https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.03.009)

Schwartz et al. (2016) PCB in der Elbe, Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015, Projekt Schadstoffsanierung Elbsedimente – ELSA. <http://elsa-elbe.de/massnahmen/fachstudien-neu/bericht-pcb-in-derelbe.html>

Sundahl, Mikael; Sikander, E.; Ek-Olausson, B.; Hjorthage, A.; Rosell, L.; Tornevall, M. (1999): Determinations of PCB within a project to develop cleanup methods for PCB-containing elastic sealant used in outdoor joints between concrete blocks in buildings. In: Journal of Environmental Monitoring 1 (4), S. 383–387. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11529141>

SYKE (2019): Air Pollutant Emission Factor Library, Finish Environment Institute, Helsinki. http://www.apef-library.fi/index.php?do=free_search

Thomas, Kent; Xue, Jianping; Williams, Ronald; Jones, Paul; Whitaker, Donald (2012). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in School Buildings: Sources, Environmental Levels, and Exposures, US EPA. EPA/600/R-12/051 Online verfügbar unter: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/pcb_epa600r12051_final.pdf

ThyssenKrupp (2019): Auskunft des Leiters Immissionsschutz zu spezifischen Schwermetallemissionen, thyssenkrupp Steel Europe, Duisburg/DE. Email an Ökopool vom 31.7.2019.

UBA (2017): Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2017 - National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2015. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Dessau-Roßlau, 14. April 2017. Online verfügbar unter: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php

UBA (2017): Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2017 - National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2015, Annex 1 - National sector emissions (Year 2015): Main pollutants, particulate matter, heavy metals and persistent organic pollutants. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Dessau-Roßlau, 13. Februar 2017. http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/nec_revised/inventories/envwjmnpw/DE_2017_Table_I_2015.xls/manage_document

UNECE (2002): Guidelines for Estimating and Reporting Emission Data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Air Pollution Studies No. 15, The Convention's Task Force on Emission Inventories and Projections and the secretariat, ECE/EB.AIR/80, ISSN 1014-4625, UNECE, Genf. https://www.ceip.at/fileadmin/inhalte/emep/pdf/2008/Reporting_Guidelines_2002_ece.eb.air.80.E.pdf

UNECE (2015): Guidelines for reporting emissions and projections data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. United Nations Economic Commission for Europe (Hg.), ECE/EB.AIR/128, Genf. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/AIR/EB/English.pdf>

UNEP (2017): PCB: A Forgotten Legacy? PCB-Brochure [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20786/PCB%20Brochure%20\(2017\).pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20786/PCB%20Brochure%20(2017).pdf)

- US EPA (2018): Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Building Materials | US EPA. <https://www.epa.gov/pcbs/polychlorinated-biphenyls-pcbs-building-materials>
- VDZ (2018): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2017. VDZ, Düsseldorf, September 2018.
- Volland, Gerhard; Hansen, Dagmar; Zöltzer, Dieter (2007): Dangerous Substances in Building Materials — Emissions from PCB Coated Ceiling Panels — Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Indoor Air. In: Christian U. Grosse (Hg.): Advances in Construction Materials 2007. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 691–696. DOI: [10.1007/978-3-540-72448-3_70](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72448-3_70)
- Volland G. und Neuwirth A. 2005, Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dioxine/Furane (PCDD/F) im Innenraum. <http://www.fachdokumente.lubw.badenwuerttemberg.de/servlet/is/40225/?COMMAND=DisplayBe-richt&FIS=203&OBJECT=40225&MODE=METADATA>
- Wagner, Urs; Schneider, Evelyn; Watson, Alan; Weber, Roland (2014): Management of PCBs from Open and Closed Applications – Case Study Switzerland. Factsheet (7).
- Weber, Roland (2013): Dioxin und PCB: Stand des Wissens zu Eintragungspfad und Belastungssituation. Vermeidung von PCB- und Dioxin-Einträgen in tierischen Lebensmitteln. Kassel, 2013.
- Weber, Roland; Herold, Christine (2015): Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der POP-Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung. Anhang 1: PCB im Bausektor und daraus freigesetzte Emissionen - eine Bestandsaufnahme und Neubewertung. UFOPLAN FKZ 3712 65 407 1. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/doku_114_2015_analyse_und_trendabschaetzung_der_belastung_anhang_1_1.pdf
- Weis, N.; Kohler, M.; Mertens, J. (2010): Sekundärkontaminationen mit SVOC (PAK, PCN, PCB) in Büchern belasteter Bibliotheken, Bremer Umweltinstitut. http://www.brumi.de/Literatur/194_SVOC_in_Bibliotheken_2010.pdf
- Wilhelm, Michael; Ewers, Ulrich; Wittsiepe, Jürgen; Fürst, Peter; Hölzer, Jürgen; Eberwein, Georg et al. (2007): Human biomonitoring studies in North Rhine-Westphalia, Germany. In: International journal of hygiene and environmental health 210 (3-4), S. 307–318. DOI: [10.1016/j.ijheh.2007.01.039](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.01.039)
- Wohlgemuth, Lena (2017): Characterization of PCB concentrations in air and soil in the vicinity of a point source, Master Thesis, Universität Tübingen.
- Zöltzer Dieter (1999) Sanierung einer PCB-belasteten Schule, Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg, Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://129.69.59.201/bibliothek/festschr/zoeltzer.pdf>
- Zöltzer, Dieter (2002) Untersuchungen zu einem neuen Sanierungsverfahren für PCB-belastete Deckenplatten, Untersuchungsbericht, 01.07.2002, Otto-Graf-Institut, Universität Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://www.uhst.de/pdf/untersuchungsbericht.pdf>

Anhang 1: Tabellarische Übersicht der Berichtspflichten

Tabelle 77: Vergleich der Berichtspflichten der alten und der neuen NEC-Richtlinie der EU sowie der Genfer Luftreinhaltekonvention

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
Richtlinie 2001/81/EG	8.1, Seite 8	Artikel 8.1, Nationales Emissionsinventar		SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃	Nach NFR-Quellkategorien oder als nationale Summe	EMEP/Corinair Guidebook	Obligatorisch	31. Dez. (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2	A) *
Richtlinie 2001/81/EG	8.1, Seite 8	Artikel 8.1, Vorläufige Emissionsinventare		SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃	Nach NFR-Quellkategorien oder als nationale Summe	EMEP/Corinair Guidebook	Obligatorisch	31. Dez. (t-1)	Jährlich	t-1	A) *
Richtlinie 2001/81/EG	8.1, Seite 8	Artikel 8.1, Emissionsprognosen für 2010		SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃	Nach NFR-Quellkategorien oder als nationale Summe	EMEP/Corinair Guidebook	Obligatorisch	31. Dez.	Jährlich	2010	A) *
Richtlinie 2001/81/EG	8.2, Seite 8	Artikel 8.2, Nationale Programme		SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃	Beschreibung beschlossener und geplanter Maßnahmen		Obligatorisch	1. Okt. 2002	Einmalig		A) *
Richtlinie 2001/81/EG	8.2, Seite 8	Artikel 8.2, Aktualisierte/überarbeitete Nationale Programme		SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃	Beschreibung beschlossener und geplanter Maßnahmen		Obligatorisch	1. Okt. 2006	Einmalig		A) *

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
Richtlinie (EU) 2016/2284	10.1, Seite 11	Artikel 10.1, Nationales Luftreinhalteprogramm	Wie in alter NECD	Alle Schadstoffe	Kein vorgeschriebenes Format, muss aber eine Beschreibung des nationalen politischen Rahmens, der politischen Prioritäten und der Nutzung von Flexibilitätsregelungen beinhalten. Inhalt ist detailliert in Anhang III der Richtlinie beschrieben.		Obligatorisch	1. April 2019 (erstmalig)	Mindestens alle 4 Jahre		B) *
Richtlinie (EU) 2016/2284	10.2, Seite 11	Artikel 10.2, Nationales Luftreinhalteprogramm	Wie in alter NECD aber zusätzliche Schadstoffe	SO ₂ , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, Cd, Pb, Hg, POP**	Nach NFR-Quellkategorien unter Verwendung von Anhang I der EMEP Reporting Guidelines. Einschließlich Aktivitätsdaten.	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	15. Feb. (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2	B) *
Richtlinie (EU) 2016/2284			Neu	PM _{2,5} , PM ₁₀	Nach NFR-Quellkategorien unter Verwendung von Anhang I der EMEP Reporting Guidelines. Einschließlich Aktivitätsdaten.	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	15. Feb. (t-2)	Jährlich	2000 bis t-2	B) *

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
Richtlinie (EU) 2016/2284			Neu	BC, TSP	Nach NFR-Quellkategorien unter Verwendung von Anhang I der EMEP Reporting Guidelines. Einschließlich Aktivitätsdaten.	EMEP/EEA Guidebook	Optional	15. Feb. (t-2)	Jährlich	2000 bis t-2	B) *
Richtlinie (EU) 2016/2284			Neu	As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn	Nach NFR-Quellkategorien unter Verwendung von Anhang I der EMEP Reporting Guidelines. Einschließlich Aktivitätsdaten.	EMEP/EEA Guidebook	Optional	15. Feb. (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2	B) *
Richtlinie (EU) 2016/2284	10.2, Seite 11	Artikel 10.2, räumlich aufgeschlüsselte Inventardaten	Neu	SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃ , CO, Cd, Hg, Pb, POP**, PM _{2,5} , PM ₁₀ , BC	Nach GNFR-Quellkategorien, 0,1 x 0,1° (lon-lat) oder 50 x 50 km wenn technisch / ökonomisch machbar 0,1 x 0,1°, entsprechend Formblatt in Anhang V der EMEP Reporting Guidelines	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch, optional für BC	1. Mai (t-2)	Alle 4 Jahre	nur t-2	B) *
Richtlinie (EU) 2016/2284		Flexibilität: besonders kalte Winter oder trockene Sommer	Neu	SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃ , PM _{2,5}	Kein Format vorgeschrieben, aber Anforderungen		Optional	15. Feb. (t-2)			

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
Richtlinie (EU) 2016/2284		Flexibilität: Verbesserte Emissionsinventarmethoden	Neu	SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃ , PM _{2,5}	Kein Format vorgeschrieben, aber Anforderungen		Optional	15. Feb. (t-2)			
Richtlinie (EU) 2016/2284		Flexibilität: Kosteneffiziente Minderungen	Neu	SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃ , PM _{2,5}	Kein Format vorgeschrieben, aber Anforderungen		Optional	15. Feb. (t-2)			
Richtlinie (EU) 2016/2284		Flexibilität: Plötzliche Unterbrechung / Verlust von Kapazitäten zur Strom-/Wärmeerzeugung	Neu	SO ₂ , NO _x , NMVOC, NH ₃ , PM _{2,5}	Kein Format vorgeschrieben, aber Anforderungen		Optional	15. März (t-2)			
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 42, Seite 13	Nationale Emissionsinventare		SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, Cd, Pb, Hg, POP**	Nach NFR-Quellkategorien. Auch Aktivitätsdaten sollten berichtet werden ("should" nicht "shall")	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	15. Feb. (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2	
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 42, Seite 13	Nationale Emissionsinventare		PM _{2,5} , PM ₁₀	Nach NFR-Quellkategorien. Auch Aktivitätsdaten sollten berichtet werden ("should" nicht "shall")	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	15. Feb. (t-2)	Jährlich	2000 bis t-2	

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 42, Seite 13	Nationale Emissionsinventare		BC, TSP	Nach NFR-Quellkategorien. Auch Aktivitätsdaten sollten berichtet werden ("should" nicht "shall")	EMEP/EEA Guidebook	Optional	15. Feb. (t-2)	Jährlich	2000 bis t-2	
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 42, Seite 13	Nationale Emissionsinventare		As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn	Nach NFR-Quellkategorien. Auch Aktivitätsdaten sollten berichtet werden ("should" nicht "shall")	EMEP/EEA Guidebook	Optional	15. Feb. (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2	
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 43, Seite 13	Informativer Inventarbericht (IIR)		Alle Schadstoffe des nationalen Emissionsinventars	Empfohlene Struktur wird in Anhang II der EMEP Reporting Guidelines vorgegeben	EMEP/EEA Guidebook	Optional ("Parties are encouraged ...")	15. März (t-2)	Jährlich	1990 bis t-2 (2000 bis t-2 für PM)	
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 44, 45, 46, Seite 13	Emissionsprognosen (für Vertragsstaaten des Göteborg-Protokolls)		SOx, NOx, NH ₃ , NMVOC, CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Cd, Pb, Hg, B(a)P, B(b)F, B(k)F, Indeno(1,2,3) - pyren (optional: BC)	Nach NFR-Quellkategorien, Zusammenfassungen und Abkürzungen dürfen verwendet werden.	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	1. Mai (t-2)	Alle 4 Jahre ab 2015	2020, 2025, 2030; wenn verfügbar: 2040, 2050	

Rechtlicher Rahmen	Artikel, Seite	Berichterstattungsanforderung	Neue NEC zu alter NEC	Schadstoffe	Format	Methode	Obligatorisch /optional	Frist	Häufigkeit	Berichtsjahr	Geltungsbereich
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 47, 48, Seite 13	Rasterdaten		SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Cd, Pb, Hg, B(a)P, B(b)F, B(k)F, Indeno(1,2,3) - pyren	Nach GNFR-Quellkategorien, 0,1 x 0,1° (lon-lat) oder 50 x 50 km wenn technisch / ökonomisch machbar 0,1 x 0,1°, entsprechend Formblatt in Anhang V der EMEP Reporting Guidelines	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	1. Mai (t-2)	Alle 4 Jahre ab 2017	nur t-2	
LRTAP Reporting Guidelines EGE/EB.AIR /125	Paragraph 47, 49, 50, Seite 13-14	Große Punktquellen		SO _x , NO _x , CO, NMVOC, NH ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Cd, Pb, Hg, Summe aus vier PAK, PCDD/F, HCB, PCB	Nach GNFR-Quellkategorien, entsprechend Formblatt im Anhang VI der EMEP Reporting Guidelines	EMEP/EEA Guidebook	Obligatorisch	1. Mai (t-2)	Alle 4 Jahre ab 2017	nur t-2	

* Geltungsbereich A): Ausgeschlossen sind Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr, Emissionen von Flugzeugen außerhalb des Lande- und Startzyklus, Emissionen auf den Kanarischen Inseln, in den französischen überseeischen Departements, auf Madeira und den Azoren.

* Geltungsbereich B): Ausgeschlossen sind Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr, Emissionen von Flugzeugen außerhalb des Lande- und Startzyklus, Emissionen auf den Kanarischen Inseln, in den französischen überseeischen Departements, auf Madeira und den Azoren sowie die NFR Kategorien 3B und 3D für NO_x und NMVOC.

** POP umfassen: Summe PAK, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dioxine/Furane, PCB, HCB

Anhang 2: Tabellarische Übersicht der Defizite der Berichterstattung

Tabelle 78: Identifizierte Defizite der Berichterstattung, Priorität, aktueller Status, Umsetzungshorizont und Details der Umsetzung

Identifizierung	Defizit	Beschreibung	Priorität	Status	Horizont	Umsetzung (UBA-Personenkürzel)
Projekt NECD Impl. AP2	Adressierung NEC-Richtlinie im IIR	Der Informative Inventory Report (IIR) ist derzeit vor allem für die Berichterstattung CLRTAP/Göteborg-Protokoll geschrieben. Referenzen zur NEC-Richtlinie müssen ergänzt und der Text geprüft werden.	A	Umgesetzt	Bereits erfolgt, Prüfung 2019	Durchsicht IIR (KH, PG)
Projekt NECD Impl. AP2	Methodik LPS-Berichterstattung	Die Berichterstattung zu "Large Point Sources" unter CLRTAP und NECD ist historisch nur per Verweis auf das E-PRTR erfolgt, da keine zusätzlichen Informationen vorliegen. Nach Kritik durch das Implementation Committee wurden mit der Aufbereitung der E-PRTR-Daten für die LPS-Berichterstattung in 2017 begonnen. Dies erfolgte unvollständig und bedarf in Zukunft einer dokumentierten Methodik. Neben der reinen Datenübernahme sind vor allem folgende Punkte zu klären: (1) Ableitung von Schornsteinhöhen, (2) Zuordnung von NFR-Quellgruppen, (3) Ableitung von PM _{2,5} Emissionen und, wo möglich, (4) Vervollständigung für alle verlangten Schadstoffe.	B	Offen	Berichterstattung 2021	Erarbeitung und Dokumentation der Methodik im Projekt NECD Implementation AP4 bis Ende 2019
Projekt NECD Impl. AP2	Rasteremissionen für Schwermetalle und POPs	Derzeit findet für Schwermetalle und persistente organische Verbindungen keine Rasterung (Gridding) statt, so dass diese Daten nicht in gerasterter Form berichtet werden.	B	Offen	Berichterstattung 2021	Eine Ertüchtigung von GRETA ist notwendig. Details unklar.
Review	Verwendung und Dokumentation von Notation Keys	Die Prüfung, Aktualisierung und korrekte Verwendung von Notation Keys ist immer wieder Review-Thema. Alle Notation Keys müssen im IIR einzeln erläutert werden.	A	Kontinuierlich	Vor jeder Submission	NK in NFR-Tabellen prüfen, Tabellen im IIR aktualisieren

Identifizierung	Defizit	Beschreibung	Priorität	Status	Horizont	Umsetzung (UBA-Personenkürzel)
Review	Umsetzung Review-Empfehlungen	Jedes Review unter CLRTAP und NECD resultiert in einer Liste von Empfehlungen. Diese werden in der Folge im Inventar umgesetzt oder zumindest kommentiert.	A	Kontinuierlich	Vor jeder Submission	Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der regulären Inventararbeit. Übersicht aller Empfehlungen aus allem Reviews mit Status im ZSE aktuell vorhanden. Die Dokumentation zum Fortschritt erfolgt dort und im IIR.
Inventar-team	Qualität Schwermetallinventar	Das deutsche Schwermetallinventar ist in der Vergangenheit nicht mit derselben Detailtiefe und Vollständigkeit bearbeitet worden, wie dies für THG und die klassischen Luftschadstoffe der Fall war.	A	Offen	Bis 2020	Der Qualitätsstand des Inventars der NEC-Schadstoffe wird für Schwermetalle angestrebt. Die Umsetzung erfolgt durch eine Reihe von Arbeiten im Inventar-team und in Projekten (Globalvorhaben Inventarverbesserungen, Projekt NECD Implementation). Anregungen zur Verbesserung aus dem NECD-Review zu erwarten.
Inventar-team	Qualität POP-Inventar	Das deutsche Inventar zu persistenten organischen Verbindungen ist in der Vergangenheit nicht mit derselben Detailtiefe und Vollständigkeit bearbeitet worden, wie dies für THG und die klassischen Luftschadstoffe der Fall war.	A	Offen	Bis 2022	Der Qualitätsstand des Inventars der NEC-Schadstoffe wird für POPs angestrebt. Die Umsetzung erfolgt durch eine Reihe von Arbeiten im Inventar-team und in Projekten (zum Beispiel im Projekt NECD Implementation zu PCB aus Gebäuden). Messprojekte, etwa zu PAKs, notwendig. Anregungen zur Verbesserung aus dem NECD-Review zu erwarten.

Identifizierung	Defizit	Beschreibung	Priorität	Status	Horizont	Umsetzung (UBA-Personenkürzel)
Inventar-team	Unsicherheiten für Luftschadstoffe, Schwermetalle und POPs	Die Betrachtung der Emissionsunsicherheiten hat sich in der Vergangenheit auf Treibhausgase konzentriert. Die Berechnungen sollen in Zukunft auf alle Schadstoffe ausgeweitet und die Ergebnisse qualitätsgesichert werden.	B	Offen	> 2022	In Projekten (Globalvorhaben Inventarverbesserungen, Projekt NECD Implementation). Ländervergleiche und Abgleich mit Defaults anstreben.
Internationale Entwicklung	Qualität Black Carbon Inventar	Emissionen von BC werden derzeit nur mit rudimentären Guidebook-Verfahren berechnet und berücksichtigen in vielen Fällen die nationalen Umstände nicht.	B	Offen	> 2020	In Projekten (Globalvorhaben Inventarverbesserungen, BC-Projekt Luftabteilung)
Inventar-team	Berechnung Adjustments	Die Berechnung der Adjustments ändert sich in Zukunft mit den neuen Minderungsverpflichtungen. Zudem haben die aktuellen Methoden fragliche Nebeneffekte, wie etwa positive Adjustment-Werte im Straßenverkehr ab 2020.	A	Offen	2022	Noch nicht festgelegt
Internationale Entwicklung	Feinstaub "Condensables"	Die Unterscheidung der Feinstaubemissionen in filterbar und kondensierbar ist derzeit nicht gegeben. Emissionsfaktoren sind nicht in allen Fällen dokumentiert, eine getrennte Ausweisung nicht möglich.	C	Offen	> 2025	Annäherung evtl. in Luftabteilungsprojekt zu BC. Problematik sollte in zukünftigen Messprojekten Berücksichtigung finden.