

TEXTE

51/2013

# Berechnung von räumlich hochaufgelösten Emis- sionen für Deutschland



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01  
UBA-FB 001524/ANH,7

## **Berechnung von räumlich hochaufgelösten Emissionen für Deutschland**

**Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur  
Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“**

von

**Balendra Thiruchittampalam**

**Renate Köble**

**Jochen Theloke**

**Ulrike Kugler**

**Melinda Uzbasich**

**Tatjana Kampffmeyer**

Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle  
Energieanwendung (IER), Stuttgart

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4526.html> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung der Studie:	Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) Heßbrühlstr. 49a 70565 Stuttgart
Abschlussdatum:	Juli 2010
Herausgeber:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: <a href="mailto:info@umweltbundesamt.de">info@umweltbundesamt.de</a> Internet: <a href="http://www.umweltbundesamt.de">http://www.umweltbundesamt.de</a> <a href="http://fuer-mensch-und-umwelt.de/">http://fuer-mensch-und-umwelt.de/</a>
Redaktion:	Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung Johanna Appelhans

Dessau-Roßlau, Juni 2013

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	4
Abbildungsverzeichnis .....	6
Tabellenverzeichnis .....	9
1. Einleitung .....	10
2. Berechnung von hochaufgelösten Emissionen .....	10
2.1. Modellierungsgebiet .....	13
2.2 Emissionen .....	16
2.3 Räumliche Auflösung von Punktquellen .....	24
2.3.1 Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung .....	27
2.3.2 Verbrennung in der Industrie .....	29
2.3.3 Produktionsprozesse .....	33
2.3.4 Flugverkehr .....	35
2.3.5 Abfallbehandlung und -beseitigung .....	37
2.3.6 Ergebnisse der räumlichen Verteilung von Punktquellen für das Referenzjahr 2020 .....	39
2.3.7 Vertikale Auflösung .....	46
2.4 Räumliche Auflösung von Linienquellen .....	47
2.4.1 Straßenverkehr .....	48
2.4.2 Schienenverkehr .....	51
2.4.3 Binnenschifffahrt und Seeverkehr der Binnenhäfen .....	52
2.5 Räumliche Verteilung von Flächenquellen .....	54
2.5.1 Verbrennung bei der Energieerzeugung und Umwandlung .....	58
2.5.2 Nicht-Industrielle Verbrennungen .....	58
2.5.3 Verbrennungsprozesse in der Industrie .....	59
2.5.4 Produktionsprozesse .....	60

2.5.5 Förderung und Verteilung fossiler Brennstoffe.....	61
2.5.6 Lösemittel- und andere Produktanwendungen .....	62
2.5.7 Straßenverkehr .....	63
2.5.8 Übriger Verkehr .....	64
2.5.9 Landwirtschaft.....	65
2.6 Wald-Scheitholzverbrauch in Deutschland als Verteilparameter für Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen (<50 MW) in Privathaushalten .....	66
2.6.1 Einleitung.....	66
2.6.2 Berechnung der räumlichen Verteilung .....	67
2.6.3 Ergebnisse .....	69
3. Ergebnisse der räumlichen Auflösung.....	76
4 Zusammenfassung und Ausblick .....	80
5. Literatur .....	84
6. Anhang.....	88

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methode zur räumlichen Auflösung von Emissionen .....	11
Abbildung 2: Beispiele für die geografische Referenzierung von Emissionsquellen.....	12
Abbildung 3: Kreise im Modellgebiet (Stand 2007) .....	13
Abbildung 4: Abdeckung des Modellrasters für Deutschland.....	14
Abbildung 5: Größe der Rasterzellen bezogen auf Berlin .....	15
Abbildung 6: Geografische Verortung von Punktquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001).....	24
Abbildung 7: Anteil der Emissionen aus Punktquellen im Verhältnis zu Linien- und Flächenquellen für das Jahr 2020 in Deutschland.....	25
Abbildung 8: Überblick über die Standorte aller PAREST –Punktquellen .....	26
Abbildung 9: Kraftwerke im 2005 UBA-Kraftwerkliste (Stand 2007) (Schneider, J. 2007) .....	27
Abbildung 10: SO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Verbrennung bei der „Energieerzeugung und -umwandlung“ .....	28
Abbildung 11: Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen im Sektor Verbrennung in der Industrie (Linienquellen spielen in dieser Quellegruppe keine Rolle).....	29
Abbildung 12: Standorte und Kapazitäten der NE-Metalle in Deutschland (Stand 2007) .....	30
Abbildung 13: Standorte der Stahlerzeugung in Deutschland (Jahrbuch Stahl, 2007) .....	31
Abbildung 14: PM10-Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Verbrennung in der Industrie .....	32
Abbildung 15: Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen im Sektor Industrieprozesse (Linienquellen spielen in dieser Quellegruppe keine Rolle) (NPK:Dünger-Stickstoff-Kalium-Phosphor-Dünger) .....	33
Abbildung 16: NO <sub>x</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Produktionsprozesse .....	34
Abbildung 17: Gesamtzahl der gewerblichen Flüge für die wichtigsten Flughäfen in Deutschland.....	35
Abbildung 18: SO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus der Quellgruppe Flugverkehr.....	36
Abbildung 19: Standorte von Krematorien in Deutschland von Krematorien-Online.de (Stand 2007)	37
Abbildung 20: SO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus der Quellgruppe Abfallbehandlung und -beseitigung .....	38

Abbildung 21: Schwefeldioxid-Punktquellenemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern	40
Abbildung 22: SO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen .....	40
Abbildung 23: Stickoxid-Punktquellenemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern.....	41
Abbildung 24: NO <sub>x</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen .....	42
Abbildung 25: Feinstaub-Punktquellemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern .....	43
Abbildung 26: PM10-Emissionen im Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen .....	44
Abbildung 27: PM2.5-Emissionen im Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen .....	45
Abbildung 28: Zuordnung der effektiven Quellhöhen zu spezifischen Punktquellenkategorien auf Basis von Pregger & Friedrich (2009) .....	46
Abbildung 29: Geografische Verortung von Linienquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001).....	47
Abbildung 30: Anteil der Emissionen aus Linienquellen im Verhältnis zu Punkt- und Flächenquellen im Jahr 2020 .....	48
Abbildung 31: Fahrleistung auf Autobahnen und Bundesstraßen.....	49
Abbildung 32: Schienennetz in Deutschland (Stand 2007) (GfK, 2007) .....	51
Abbildung 33: Verteilparameter der Binnenschifffahrt in Deutschland .....	53
Abbildung 34: Geografische Verortung von Flächenquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001).....	54
Abbildung 35: CORINE 2000 Landnutzungsklassen (Keil, M. et al. 2005) .....	56
Abbildung 36: Relevanz der Flächenquellen im Verhältnis zu den übrigen Quellgruppen im Jahr 2020 .....	57
Abbildung 37: Anteile der Emissionen der einzelnen Emittentengruppen bei der Nicht-Industriellen Verbrennung im Jahr 2020 .....	58
Abbildung 38: Relevanz der räumlichen Verteilung als Flächenquelle für industrielle Verbrennungsprozesse im Jahr 2020 .....	60
Abbildung 39: Relevanz der räumlichen Verteilung als Flächenquelle für den Sektor Produktionsprozesse im Jahr 2020 .....	61
Abbildung 40: Unterscheidung des Straßenverkehrs in Linien- und Flächenquellen für das Jahr 2020	63
Abbildung 41: Relevanz der Flächenquellen für den Sektor Übriger Verkehr im Jahr 2020.....	64
Abbildung 42: Ortsgrößenverteilung (GfK 2000, CLC2000) pro Rasterzelle in Deutschland 2005 .....	73
Abbildung 43: Räumliche Verteilung der Anzahl der Haushalte und des Anteils der Haushalte mit Holz-feuerungen in Deutschland 2005.....	74



Abbildung 44: Wälderscheitholzverbrauch in 5 Regionen Deutschlands nach Mantau & Sörgel (2006) und Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche der Distrikte in Deutschland (vgl. Tabelle 14).....	74
Abbildung 45: Räumliche Verteilung des Wald-Scheitholzverbrauchs in Deutschland (links) und Verteilung der PM10-Emissionen aus Kleinfeuerungen in Privathaushalten – Brennstoff Holz – aus PAREST (rechts) .....	75
Abbildung 46: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der PM10-Emissionen im Jahr 2020 .....	76
Abbildung 47: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der PM2.5-Emissionen im Jahr 2020 .....	77
Abbildung 48: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NO <sub>x</sub> -Emissionen im Jahr 2020 .....	77
Abbildung 49: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NH <sub>3</sub> -Emissionen im Jahr 2020 .....	78
Abbildung 50: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NMVOC-Emissionen im Jahr 2020.....	78
Abbildung 51: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der SO <sub>2</sub> -Emissionen im Jahr 2020.....	79

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionen 2005 für die betrachteten Schadstoffe in der SNAP Level 1 Struktur .....	11
Tabelle 2: Zuordnung SNAP zu Strukturelement_ID und Emittentengruppe (SNAP1) .....	17
Tabelle 3: Zuordnung SNAP Kategorien zu Suda-SNAP Kategorien (SNAP1) .....	18
Tabelle 4: Zuordnung der Suda_SNAP Kategorien zu den Verteilparametern (SNAP1) .....	21
Tabelle 5: Kreise mit den höchsten SO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2020 - Punktquellenemissionen .....	39
Tabelle 6: Kreise mit den höchsten NO <sub>x</sub> -Emissionen im Jahr 2020 bezogen auf die Punktquellen .....	41
Tabelle 7: Kreise mit den höchsten Feinstaubemissionen aus Punktquellen im Jahr 2020 .....	43
Tabelle 8: Landnutzungsklassen nach CORINE ( Keil, M. et al. 2005) .....	55
Tabelle 9: Energieholzverbrauch in Privathaushalten (Mantau & Sörgel (2006)) .....	66
Tabelle 10: Jährlicher Wald-Scheitholzverbrauch nach Regionen (Mantau & Sörgel, 2006) .....	69
Tabelle 11: Anzahl der Personen pro Haushalt in Abhängigkeit von der Ortsgrößenklasse (abgeleitet aus: Statistisches Monatsheft, Baden-Württemberg 8/2005) .....	70
Tabelle 12: Häufigkeit erfasster Feuerstätten pro Haushalt nach Ortsgrößenklasse (nach Mantau & Sörgel (2006) sowie Schnelle-Kreis (2007)) .....	70
Tabelle 13: Durchschnittlicher Scheitholzverbrauch pro Haushalt in Orten unterschiedlicher Größe (nach Mantau und Sörgel, 2006 - verändert) .....	70
Tabelle 14: Anteil der Waldfläche in 30 Distrikten Deutschlands .....	71
Tabelle 15: Vergleich der Ergebnisse der Verteilung der PM10-Emissionen aus dem PAREST-Datensatz mit lokalen und regionalen Daten zu PM10-Emissionen aus Holzfeuerungen in Haushalten .....	72
Tabelle 16: Quellgruppen in ZSE-Struktur: Strukturelementbezeichnung und Strukturelement_ID .....	88

## 1. Einleitung

Ziel dieses Dokumentes ist es, das prinzipielle Vorgehen bei der Berechnung der räumlich hochaufgelösten Emissionsdatensätze für das PAREST-Projekt, die dazu benötigten Eingangsdaten und exemplarische Ergebnisse zu beschreiben.

Die Emissionsmodellierung stellt einen Teil einer Modellkette dar, die im Wesentlichen aus drei Hauptkomponenten, einem meteorologischen Modell, einem Emissionsmodell und einem Chemie-Transport-Modell (Wickert, B. 2001) besteht. Die Emissionsmodellierung ist die Grundlage der Transport- bzw. Immissionsmodellierung. Die räumliche Auflösung von Emissionen bildet direkt die Schnittstelle zum Chemie-Transportmodell.

Die Erstellung von räumlich hoch aufgelösten Emissionsdatensätzen für Deutschland wurde im Rahmen des Arbeitspaketes 1 des Forschungsvorhabens durchgeführt. Das Basisjahr ist 2005 und die Referenzjahre sind 2010, 2015 und 2020. Die betrachteten Schadstoffe sind PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOC und NH<sub>3</sub>.

## 2. Berechnung von hochaufgelösten Emissionen

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über das prinzipielle Vorgehen bei der Berechnung von hoch aufgelösten Emissionen. Generell gibt es zwei Möglichkeiten die räumliche Verteilung von Emissionen durchzuführen:

- den Top-Down-Ansatz
- den Bottom-Up-Ansatz.

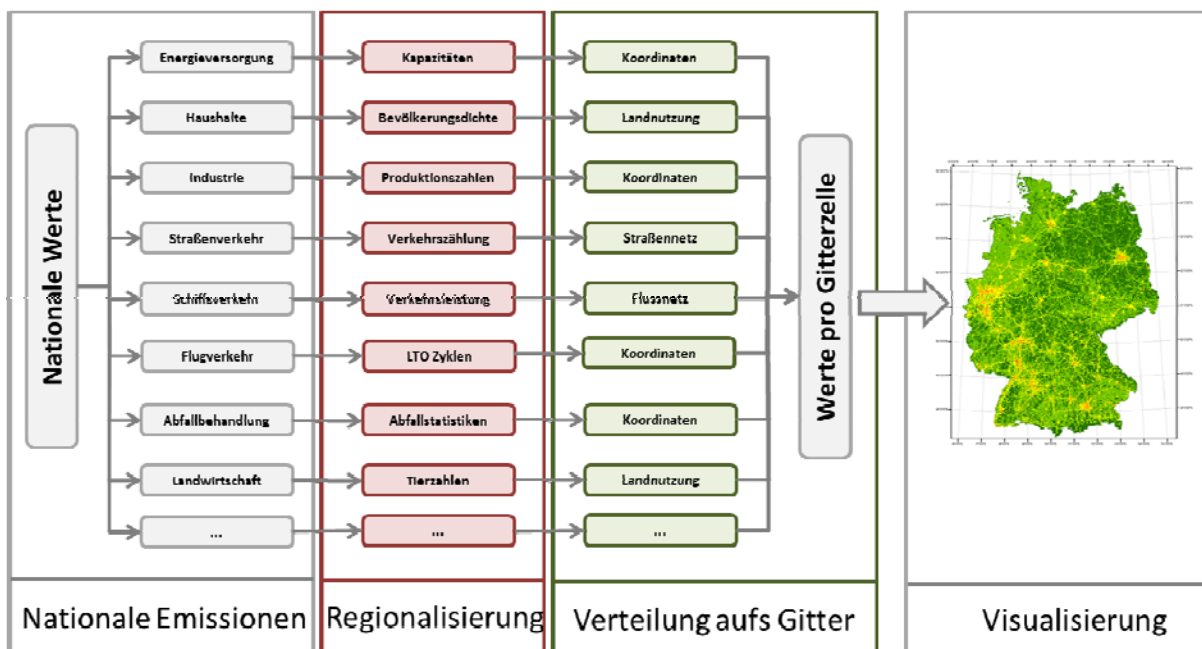
Beim Top-Down-Ansatz geht es darum, ein übergeordnetes System unter Zuhilfenahme von zusätzlichen Informationen in seine Teilsysteme aufzuteilen. Im Gegensatz dazu werden beim Bottom-Up-Ansatz im Zusammenhang stehende Einzelsysteme zu einem übergeordnetem System zusammengefasst.

Im Rahmen des PAREST Projektes kam der Top-Down-Ansatz zur Anwendung. Die Methodik eines Top-Down-Ansatzes bei der räumlichen Auflösung von Emissionen ist in Abbildung 1 grafisch veranschaulicht. Die Emissionen, welche als Input im Rahmen des PAREST Projektes für die räumliche Auflösung verwendet wurden, sind in der Tabelle 1 für das Basisjahr 2005 dargestellt. Die sektorale Einteilung der Emissionen erfolgte nach der SNAP-Nomenklatur (SNAP = Selected Nomenclature for Air Pollution).

**Tabelle 1: Emissionen 2005 für die betrachteten Schadstoffe in der SNAP Level 1 Struktur**

Code	SNAP 1	Einheit	NH <sub>3</sub>	NMVOG	NO <sub>x</sub>	PM10	PM2.5	SO <sub>2</sub>
1	Energieerzeugung und -umwandlung	Mg	2 694	8 253	267 739	11 805	10 435	324 922
2	Kleinfeuerungsanlagen	Mg	3 093	78 062	108 807	27 090	25 319	96 468
3	Verbrennungsprozesse in der Industrie	Mg	975	4 366	65 501	22 763	10 555	59 606
04_01	Produktionsprozesse, hoch	Mg	10 106	88 604	106 503	19 439	9 241	126 494
04_02	Produktionsprozesse, niedrig	Mg				37 577	8 214	
5	Extraktion und Verteilung von fossilen Energieträgern und geothermischer Energie	Mg		40 247		5 543	1 109	9 900
6	Lösemittel- und Produktanwendung	Mg	1 733	821 819		9 049	9 049	
07_1	Straßenverkehr - Benzin	Mg	11 586	184 223	232 846			4 141
07_2	Straßenverkehr - Diesel	Mg	445	41 476	609 538	25 567	25 567	13 276
07_4	Straßenverkehr - Verdampfung	Mg		49 983				
07_5	Straßenverkehr - Reifen-, Bremsen- und Straßenabrieb	Mg				18 792	10 152	
07_6	Straßenverkehr (Wiederaufwirbelung)	Mg				47 487	4 749	
8	Andere mobile Quellen	Mg	1 062	88 315	259 210	27 428	27 428	4 729
9	Abfallbehandlung und -lagerung	Mg			99	6	5	22
10	Landwirtschaft	Mg	572 196	253 012	86 106	27 167	6 141	

Der erste Schritt bei der räumlichen Verteilung ist es, die nach Sektor und Schadstoff aufgeteilten nationalen Jahresemissionen in Punkt-, Linien und Flächenquellen zu unterteilen. Diese Einteilung ist von großer Relevanz für das weitere Vorgehen. Die Emissionen werden auf administrative Einheiten (Kreise) verteilt, da viele Verteilparameter nur auf administrativen Ebenen verfügbar sind. In einem zweiten Schritt erfolgt die Zuordnung der administrativ zugeordneten Emissionen zu einem Zielgitter.



**Abbildung 1: Methode zur räumlichen Auflösung von Emissionen**

Punktquellen (Kraftwerke, Flughäfen, usw.) werden zunächst mit Hilfe von Verbrauchs- oder Produktionszahlen administrativen Einheiten zugeordnet. Die Gitterzuordnung findet im zweiten Schritt anhand der Koordinaten der spezifischen Punktquelle statt.

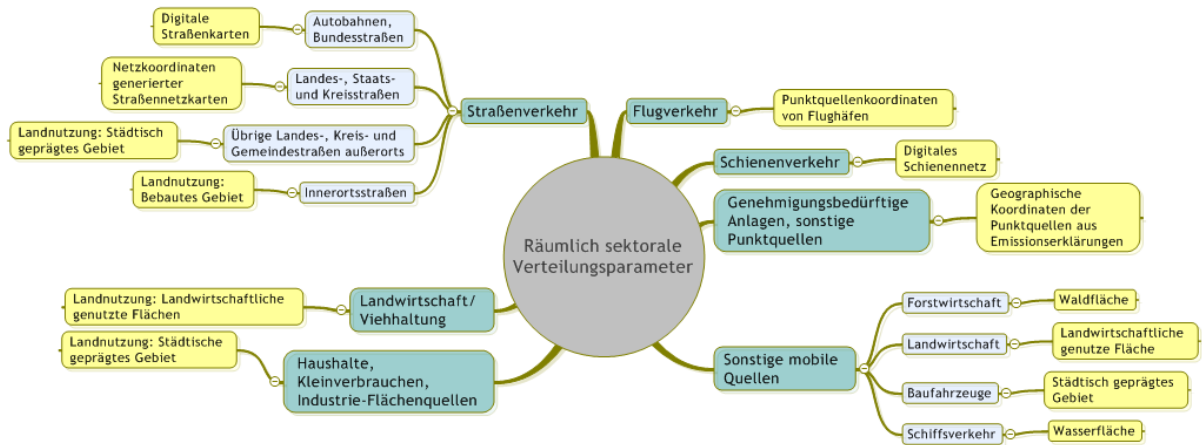


Abbildung 2: Beispiele für die geografische Referenzierung von Emissionsquellen

Die geografische Referenzierung der einzelnen Sektoren wird auch exemplarisch in Abbildung 2 veranschaulicht.

Linienquellen (Straßenverkehr, Schifffahrt, usw.) hingegen werden mit Verkehrsvolumina und Fahrleistungen auf administrative Einheiten aufgelöst und die geografische Referenzierung erfolgt mittels digitaler Verkehrsnetze.

Die Flächenquellen werden mit Hilfe sozioökonomischer Informationen, beispielsweise Beschäftigtenzahlen untergliedert nach Wirtschaftszweigen oder landwirtschaftliche Tierzahlen, den administrativen Einheiten zugeordnet. Die Gitterzuordnung für die Emissionen resultiert aus der Zuordnung der betreffenden Emissionsquellen zur zugehörigen Landnutzungs-klasse. Das Vorgehen bei der räumlichen Auflösung von Emissionen kann auch als Vektoransatz verstanden werden (siehe auch Laing, R., 1996). Als Vektor wird hier ein Satz von Parametern bezeichnet, der die Verteilung eines Jahresemissionswertes beschreibt (Wickert, B. 2001) Prinzipiell kann die räumliche Verteilung nach der Gleichung 1 beschrieben werden. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Parameter sowie des Modellierungsgebietes wird in den folgenden Kapiteln gegeben.

Gleichung 1 (Wickert, B. 2001):

$$E_i = \sum_j E_{Q_j} \alpha_{i, Q_j}$$

$E_i$	Emission der Gitterzelle $i$
$\alpha_{i, Q_j}$	Anteil der Zelle $i$ an der Emission der Quelle $Q_j$
$E_{Q_j}$	Emission der Quelle $Q_j$

## 2.1. Modellierungsgebiet

Die Beschreibung des Modellgebiets kann analog zur Kategorisierung der räumlichen Auflösung in administrative Einheiten und Modellraster unterschieden werden. Im Folgenden werden zuerst die im Modellgebiet betrachteten Kreise beschrieben.

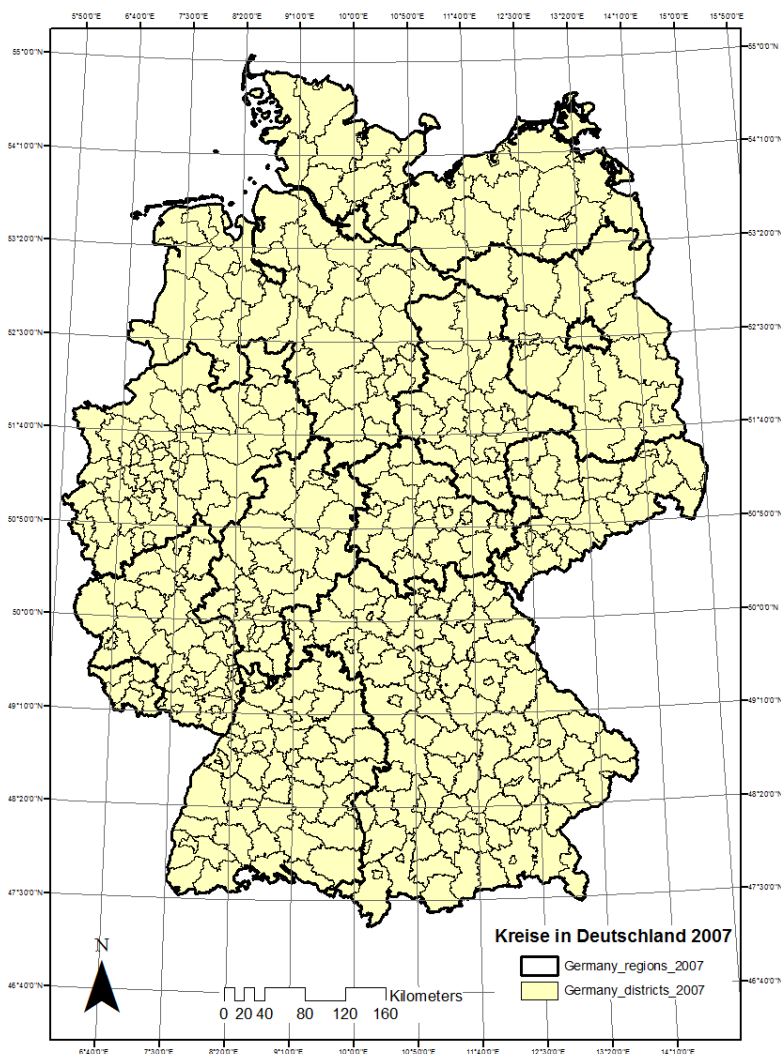


Abbildung 3: Kreise im Modellgebiet (Stand 2007)

Die Kreisgrenzen und Kreisflächen, die bei PAREST Verwendung gefunden haben, entsprechen dem Stand von 2007. Abbildung 3 zeigt die Kreisgrenzen innerhalb des Modellgebiets für das Jahr 2007. Eine Auflistung der Kreise mit den zugehörigen Gemeindegemeinschaften kann dem Anhang entnommen werden.



**Abbildung 4: Abdeckung des Modellrasters für Deutschland**

Das im Rahmen von PAREST erstellte Modellraster für Deutschland beträgt 1 Bogenminute x 1 Bogenminute Breitengrad (1/60 Grad) in geographischer Projektion. Das Modellgebiet umfasst eine Fläche mit den Eckkoordinaten:

linke untere Ecke: 5,85 Grad geografische Länge, 47,2667 Grad geografische Breite und rechte obere Ecke: 15,05 Grad geografische Länge, 55,0667 Grad geografische Breite (siehe Abbildung 4).

Das Modellgebiet umfasst somit 258.366 Rasterzellen, 468 Zeilen und 552 Spalten. Die Zellgröße liegt zwischen 1,962 und 2,345 km<sup>2</sup>, im Mittel sind dies 2,16 km<sup>2</sup>. Die Größe und Fläche einer Rasterzelle im Gebiet Berlin ist in Abbildung 5 zu sehen. Von den 258.366 Zellen des Modellrasters liegen 165.204 innerhalb der Grenzen Deutschlands (Abbildung 4). Die Fläche Deutschlands beträgt 357.323,5 km<sup>2</sup>.

Zum Vergleich: die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder geben für Deutschland eine Fläche von 357.114,2 km<sup>2</sup> an.

Die Nummerierung der Zellen erfolgt aufsteigend von der linken unteren Ecke zur rechten oberen Ecke des Modellrasters.

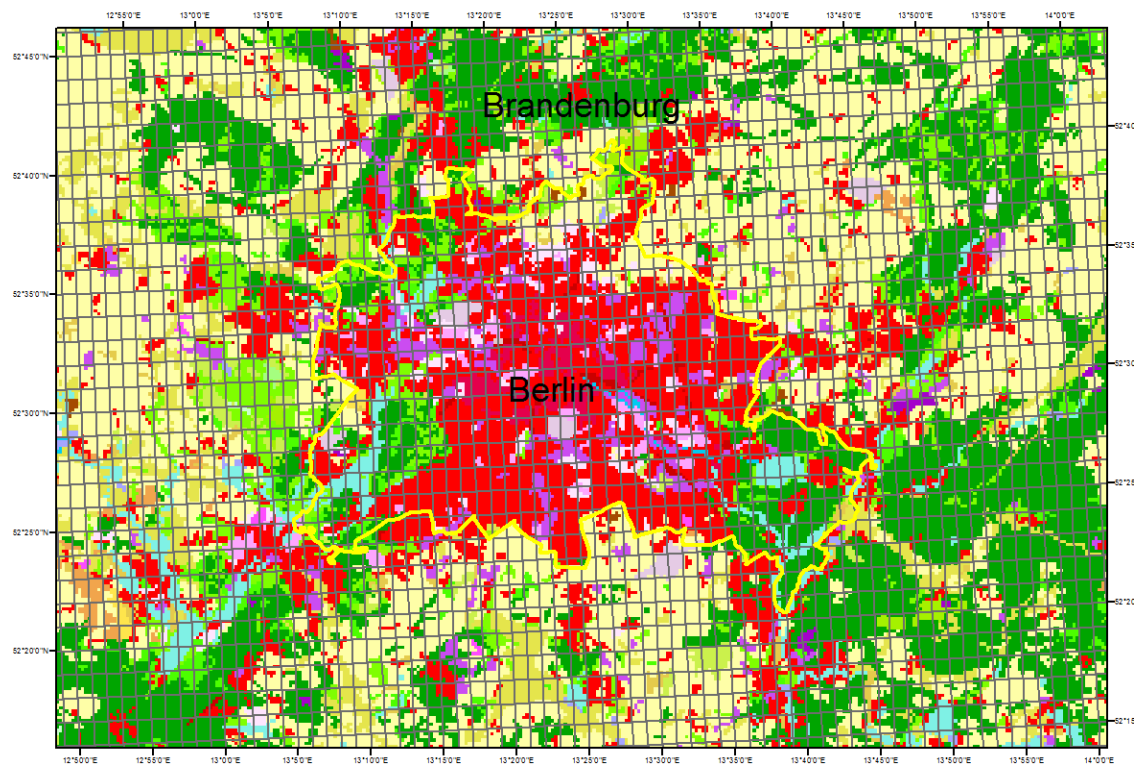


Abbildung 5: Größe der Rasterzellen bezogen auf Berlin



## **2.2 Emissionen**

Nationale nach Verursachergruppen und Schadstoffen aufgelöste Emissionsmengen stellen die Eingangsdaten zur räumlichen Auflösung der Emissionen dar. Die im Rahmen des PAREST-Projektes verwendeten Emissionsdaten sind in Jörß, W. et al. 2010 beschrieben. Hier ist auch die Methodik zu Ihrer Berechnung beschrieben.

Die Struktur der Verursachergruppen orientiert sich im Wesentlichen an der datentechnischen Struktur des Zentralen Systems Emissionen (ZSE) des Umweltbundesamtes. Die Implementierung der Emissionen aus dem ZSE ins Gridding Tool benötigt für die interne Verarbeitung vor allem die Zuordnung der Quellgruppen aus dem ZSE zu den SNAP Quellgruppen, da die Zuordnung der Verteilparameter in der SNAP-Systematik erfolgt. Die Quellgruppenbezeichnung im ZSE wird Strukturelement genannt. Zur einfacheren datentechnischen Verarbeitung wird die Strukturelement-ID bei der Zuordnung zu den SNAP Sektoren verwendet. Die Zuordnung der Strukturelemente zu der SNAP-Systematik ist exemplarisch für den SNAP Sektor "Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung (stationäre Quellen)" in Tabelle 2 dargestellt. In Tabelle 2 wurde zur besseren Übersichtlichkeit die Kategorie „Energieträger“ weggelassen. Diese spielt bei der Zuordnung der Verteilparameter eine Rolle, beispielsweise bei Braunkohlekraftwerken, bei denen die SO<sub>2</sub>-Emissionen vom Revier abhängig sind oder auch beim Einsatz von Holz in Haushaltsöfen und -kaminen.

Zur vereinfachten Weiterverarbeitung der Emissionen wurde in einem weiteren Schritt die offizielle „SNAP“-Systematik in eine interne „Suda-SNAP“-Systematik überführt und zusammengefasst. Der Vorteil einer weiteren Zuordnung ergibt sich aus der geringeren Anzahl an Unterkategorien. Bei der Aggregation wurde darauf geachtet, solche SNAP Sektoren zusammenzufassen, die identischen Verteilparametern zugordnet sind. Tabelle 3 veranschaulicht die Zuordnung der SNAP Kategorien zu den internen Suda-SNAP Kategorien, dabei ist wiederum exemplarisch nur der SNAP Sektor "Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung (stationäre Quellen)" dargestellt.

**Tabelle 2: Zuordnung SNAP zu Strukturelement\_ID und Emittentengruppe (SNAP1)**

snap	SNAP Bezeichn	SE	Emittentengruppe
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEBKW13	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEHBKW13	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEKW13	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEKWGT13	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEKWGTTA	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEKWGUD13	oeffentliche Kraftwerke
10101	Public power - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	OEKWGUDTA	oeffentliche Kraftwerke
10102	Public power - Combustion plants > = 50 and < 300 MW (boilers)	HEKW17	oeffentliche Kraftwerke
10102	Public power - Combustion plants > = 50 and < 300 MW (boilers)	OEKW17	oeffentliche Kraftwerke
10103	Public power - Combustion plants < 50 MW (boilers)	OEKWDM	oeffentliche Kraftwerke
10103	Public power - Combustion plants < 50 MW (boilers)	OEKWGM	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	FEHW13	Fernheizwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEBKW13	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEKW13	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEKWGT13	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEKWGTTA	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEKWGUD13	oeffentliche Kraftwerke
10201	District heating plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	HEKWGUDTA	oeffentliche Kraftwerke
10202	District heating plants - Combustion plants > = 50 MW and < 300 MW (boilers)	FEHW17	Fernheizwerke
10203	District heating plants - Combustion plants < 50 MW (boilers)	FEHWTA	Fernheizwerke
10204	District heating plants - Gas turbines	HEKWGM	oeffentliche Kraftwerke
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UEKR13	Raffineriekraftwerke
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UEPFRG	Uebriger Umwandlungsbereich
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UIKR13	Raffineriekraftwerke
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UIKRGT13	Raffineriekraftwerke
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UIKRGTTA	Raffineriekraftwerke
10301	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UIKRTA	Raffineriekraftwerke
10303	Petroleum refining plants - Combustion plants < 50 MW (boilers)	UEUMTA	Uebriger Umwandlungsbereich
10304	Petroleum refining plants - Gas turbines	UEKRGT13	Raffineriekraftwerke
10304	Petroleum refining plants - Gas turbines	UEKRGTTA	Raffineriekraftwerke
10304	Petroleum refining plants - Gas turbines	UEKRTA	Raffineriekraftwerke
10305	Petroleum refining plants - Stationary engines	UEKRDM	Raffineriekraftwerke
10401	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	STKBKW13	Zechen- und Grubenkraftwerke
10401	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UESTKB13	Zechen- und Grubenkraftwerke
10403	Solid fuel transformation plants - Combustion plants < 50 MW (boilers)	STKBKWTA	Zechen- und Grubenkraftwerke
10403	Solid fuel transformation plants - Combustion plants < 50 MW (boilers)	UESTKBTA	Zechen- und Grubenkraftwerke
10406	Solid fuel transformation plants - Coke oven furnaces	UEPFKO	Steinkohlenverkokung
10501	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	GRKW13	Zechen- und Grubenkraftwerke
10501	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	GRKW17	Zechen- und Grubenkraftwerke
10501	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers)	UEGK13	Zechen- und Grubenkraftwerke
10505	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Stationary engines	UEKZDM	Zechen- und Grubenkraftwerke
10506	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Pipeline compressors	GVKOMP13	Erdgasverdichterstationen
10506	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Pipeline compressors	GVKOMPTA	Erdgasverdichterstationen

**Tabelle 3: Zuordnung SNAP Kategorien zu Suda-SNAP Kategorien (SNAP1)**

snap	Energieträger	suda_id	Suda-SNAP Bezeichnung
10101	Rohbraunkohle Helmstedt	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Staub-/Trockenkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10101	Rohbraunkohle VEAG Sachsen	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle VEAG Brandenburg	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle uebrige Sachsen-Anhalt	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle uebrige Sachsen	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle uebrige Brandenburg	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle Schkopau Sachsen-Anhalt	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle Rheinland	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle Mitteldeutschland	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Steinkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10101	Rohbraunkohle Hessen	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Rohbraunkohle Berlin	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Petrolkoks	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10101	Heizöl, schwer	1007	Emission Kraftwerk ET: Heizöl schwer
10101	Heizöl, leicht	1006	Emission Kraftwerk ET: Heizöl Leicht
10101	Hartbraunkohle Schwandorf	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Hartbraunkohle Arzberg	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Gichtgas	1005	Emission Kraftwerk ET: Gichtgas
10101	Fluessiggas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10101	Erdgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10101	Braunkohlenbriketts	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Andere Mineraloelprodukte	1008	Emission Kraftwerk ET: Öl
10101	Rohbraunkohle Lausitz	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10101	Kokerei-/Stadtgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10102	Hausmüll/Siedlungsabfall biogen	1001	Emission Kraftwerk ET: Abfall
10102	Hausmüll/Siedlungsabfall fossil	1001	Emission Kraftwerk ET: Abfall
10103	Deponiegas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10103	Dieselmotorkraftstoff	1008	Emission Kraftwerk ET: Öl
10103	Erdgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10103	Heizöl, leicht	1006	Emission Kraftwerk ET: Heizöl Leicht
10103	Klärgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10201	Steinkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10201	Staub-/Trockenkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10201	Rohbraunkohle Mitteldeutschland	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Rohbraunkohle Lausitz	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Andere Mineraloelprodukte	1008	Emission Kraftwerk ET: Öl
10201	Braunkohlenbriketts	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Rohbraunkohle	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Rohbraunkohle Rheinland	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Braunkohlenkoks	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Rohbraunkohle Hessen	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Rohbraunkohle Helmstedt	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Raffineriegas	1009	Emission Kraftwerk ET: Raffineriegas
10201	Petrolkoks	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10201	Fluessiggas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10201	Heizöl, schwer	1007	Emission Kraftwerk ET: Heizöl schwer
10201	Heizöl, leicht	1006	Emission Kraftwerk ET: Heizöl Leicht
10201	Erdgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10201	Hartbraunkohle	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10201	Gichtgas	1005	Emission Kraftwerk ET: Gichtgas
10201	Kokerei-/Stadtgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas

snap	Energieträger	suda_id	Suda-SNAP Bezeichnung
10202	Hausmüll/Siedlungsabfall fossil	1001	Emission Kraftwerk ET: Abfall
10202	Hausmüll/Siedlungsabfall biogen	1001	Emission Kraftwerk ET: Abfall
10203	Steinkohlenkoks	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10203	Andere Mineraloelprodukte	1008	Emission Kraftwerk ET: Öl
10203	Staub-/Trockenkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10203	Rohbraunkohle	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10203	Raffineriegas	1009	Emission Kraftwerk ET: Raffineriegas
10203	Kokerei-/Stadtgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10203	Steinkohle	1010	Emission Kraftwerk ET: Steinkohle
10203	Heizöl, schwer	1007	Emission Kraftwerk ET: Heizöl schwer
10203	Heizöl, leicht	1006	Emission Kraftwerk ET: Heizöl Leicht
10203	Hartbraunkohle	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10203	Grubengas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10203	Gichtgas	1005	Emission Kraftwerk ET: Gichtgas
10203	Braunkohlenbriketts	1003	Emission Kraftwerk ET: Braun Kohle
10203	Erdgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10204	Heizöl, leicht	1006	Emission Kraftwerk ET: Heizöl Leicht
10204	Erdgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10204	Deponiegas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10204	Klärgas	1004	Emission Kraftwerk ET: Erdgas
10301	Petrolkoks	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Braunkohlenkoks	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Rohbraunkohle	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Raffineriegas	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Kokerei-/Stadtgas	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Heizöl, schwer	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Heizöl, leicht	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Erdgas	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Andere Mineraloelprodukte	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Fluessiggas	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10301	Rohbenzin	1030	Petroleum refining plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10303	Andere Mineraloelprodukte	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Kokerei-/Stadtgas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Steinkohlenkoks	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Steinkohle	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Staub-/Trockenkohle	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Rohbraunkohle	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Klärgas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...

snap	Energieträger	suda_id	Suda-SNAP Bezeichnung
10303	Heizöl, schwer	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Heizöl, leicht	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Grubengas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Erdgas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Braunkohlenbriketts	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10303	Dieselmotoren (Bio)	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10304	Raffineriegas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10304	Heizöl, leicht	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10304	Erdgas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10304	Fluessiggas	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10305	Dieselmotoren	1031	Petroleum refining plants - Stationary engines, Combustion plants < 50 MW (boilers), ...
10401	Erdgas	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10401	Grubengas	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10401	Heizöl, leicht	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10401	Heizöl, schwer	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10401	Kokerei-/Stadtgas	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10401	Steinkohle	1040	Solid fuel transformation plants - Combustion plants > = 300 MW (boilers)
10403	Grubengas	1041	Solid fuel transformation plants - Combustion plants < 50 MW (boilers)
10406	Erdgas	1042	Coke oven furnaces
10406	Gichtgas	1042	Coke oven furnaces
10406	Kokerei-/Stadtgas	1042	Coke oven furnaces
10501	Erdgas	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Heizöl, schwer	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Industriemüll fossil	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Kokerei-/Stadtgas	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Rohbraunkohle	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Rohbraunkohle Lausitz	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine
10501	Rohbraunkohle Mitteldeutschland	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Stationary Engine

snap	Energieträger	suda_id	Suda-SNAP Bezeichnung
10501	Rohbraunkohle Rheinland	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Staitonary Engine
10501	Staub-/Trockenkohle	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Staitonary Engine
10505	Dieselmkraftstoff	1050	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Combustion plants > = 300 MW (boilers), Staitonary Engine
10506	Erdgas	1051	Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors - Pipeline compressors

Der nächste Schritt ist die Zuordnung der Emissionen der Suda-SNAP Kategorie zu den zugehörigen Verteilparametern. Tabelle 4 zeigt exemplarisch nur die Zuordnung für den SNAP Sektor "Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung (stationäre Quellen)".

**Tabelle 4: Zuordnung der Suda\_SNAP Kategorien zu den Verteilparametern (SNAP1)**

Suda_SNAP	Schadstoff	id Verteilp.	Verteilparameter Bezeichnung
1001	NH3	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1001	NMVOG	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1001	NOX	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1001	PM10	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1001	PM2.5	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1001	SO2	10	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Abfall
1002	NH3	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1002	NMVOG	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1002	NOX	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1002	PM10	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1002	PM2.5	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1002	SO2	11	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Biomasse
1003	NH3	12	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Br
1003	NMVOG	12	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Br
1003	NOX	12	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Br
1003	PM10	12	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Br
1003	PM2.5	12	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Br
1003	SO2	120	Verteilparameter SO2 Kraftwerke nach S-Gehalt des Reviers
1004	NH3	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1004	NMVOG	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1004	NOX	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1004	PM10	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1004	PM2.5	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1004	SO2	13	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Eg
1005	NH3	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1005	NMVOG	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1005	NOX	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1005	PM10	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1005	PM2.5	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1005	SO2	15	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Gichtgas
1006	NH3	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL
1006	NMVOG	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL
1006	NOX	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL
1006	PM10	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL
1006	PM2.5	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL

Suda_SNAP	Schadstoff	id_Verteilp.	Verteilparameter_Bezeichnung
1006	SO2	16	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HEL
1007	NH3	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1007	NMVOC	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1007	NOX	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1007	PM10	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1007	PM2.5	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1007	SO2	17	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: HS
1008	NH3	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1008	NMVOC	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1008	NOX	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1008	PM10	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1008	PM2.5	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1008	SO2	18	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Öl
1009	NH3	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1009	NMVOC	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1009	NOX	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1009	PM10	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1009	PM2.5	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1009	SO2	19	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: Raffineriegas
1010	NH3	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1010	NMVOC	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1010	NOX	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1010	PM10	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1010	PM2.5	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1010	SO2	20	Standorte und Leistung von Kraftwerken mit dem ET: St
1030	NH3	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1030	NMVOC	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1030	NOX	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1030	PM10	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1030	PM2.5	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1030	SO2	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	NH3	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	NMVOC	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	NOX	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	PM10	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	PM2.5	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1031	SO2	402	Produktionsleistungen der Raffinerien
1040	NH3	415	Fördermenge Steinkohle
1040	NMVOC	415	Fördermenge Steinkohle
1040	NOX	415	Fördermenge Steinkohle
1040	PM10	415	Fördermenge Steinkohle
1040	PM2.5	415	Fördermenge Steinkohle
1040	SO2	415	Fördermenge Steinkohle
1041	NH3	415	Fördermenge Steinkohle
1041	NMVOC	415	Fördermenge Steinkohle
1041	NOX	415	Fördermenge Steinkohle
1041	PM10	415	Fördermenge Steinkohle
1041	PM2.5	415	Fördermenge Steinkohle
1041	SO2	415	Fördermenge Steinkohle
1042	NH3	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien
1042	NMVOC	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien
1042	NOX	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien
1042	PM10	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien

Suda_SNAP	Schadstoff	id_Verteilp.	Verteilparameter_Bezeichnung
1042	PM2.5	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien
1042	SO2	57	Standorte und Kapazitäten Kokereien
1050	NH3	414	Fördermenge Braunkohle
1050	NMVOC	414	Fördermenge Braunkohle
1050	NOX	414	Fördermenge Braunkohle
1050	PM10	414	Fördermenge Braunkohle
1050	PM2.5	414	Fördermenge Braunkohle
1050	SO2	414	Fördermenge Braunkohle
1051	NH3	100	Einwohnerzahlen
1051	NMVOC	100	Einwohnerzahlen
1051	NOX	100	Einwohnerzahlen
1051	PM10	100	Einwohnerzahlen
1051	PM2.5	100	Einwohnerzahlen
1051	SO2	100	Einwohnerzahlen



### 2.3 Räumliche Auflösung von Punktquellen

Punktquellen sind einzelne stationäre Emissionsquellen mit sehr hoher Emissionsrate und relativ geringer räumlicher Ausdehnung. Beispiele für Punktquellen sind Kraftwerks- und Industrieanlagen, größere Flughäfen usw. (Schwarz, U. 2002). Die geografische Verortung von Punktquellen auf dem Gitter findet mittels Koordinaten statt. Die räumliche Verteilung der Emission einzelner Punktquellen wird mittels des Anteils der relativen Produktionszahlen bzw. Kapazitäten bezogen auf die absoluten Produktionszahlen bzw. Kapazitäten umgesetzt. Die Punktquelle ist die einzige Kategorie der Emissionsquellen, bei der die effektive Emissionshöhe von großer Relevanz ist. Eine Auflistung der angewendeten Emissionshöhen für Punktquellen ist in Kapitel 2.3.7 zusehen.

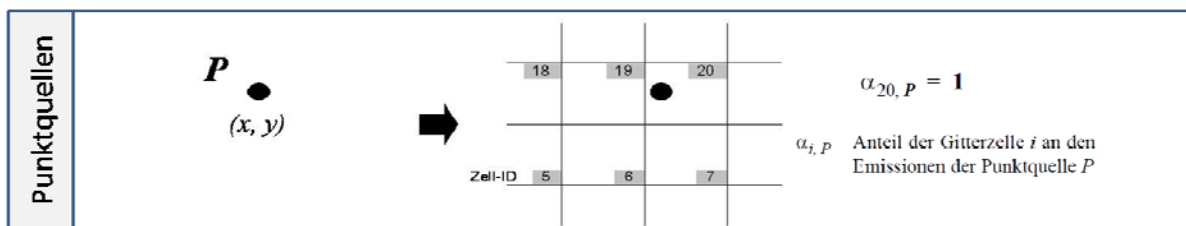


Abbildung 6: Geografische Verortung von Punktquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001)

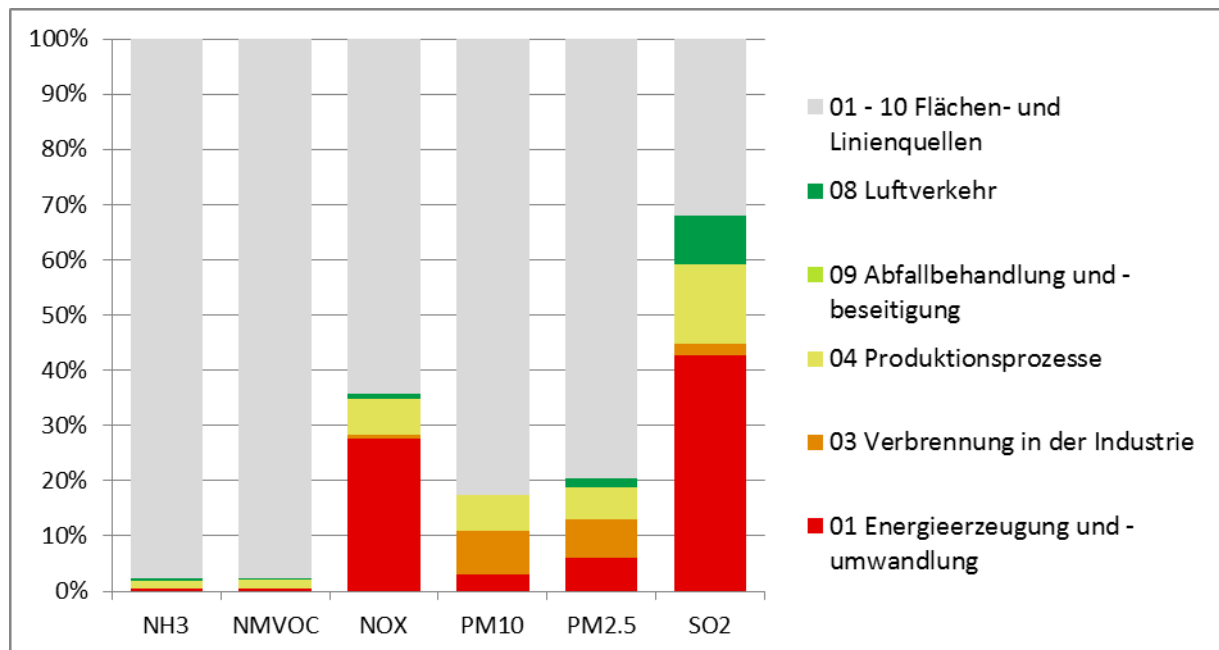
Aufgrund der hohen Bedeutung und des Einflusses von Punktquellen auf regionale und weiträumige Luftbelastungen sind Punktquellen mit hohen Emissionsraten in der Regel sehr gut erfasst und sind zu einem großen Teil auch digital verfügbar. Die stationären Quellen können den Hauptquellgruppen zugordnet werden. Die Nutzung der Punktquellen als Verteilparameter ist für die folgenden Hauptquellgruppen notwendig:

- Verbrennung bei der „Energieerzeugung und -umwandlung“ (SNAP Kategorie 1)
- Verbrennung in der Industrie (Prozessfeuerung) (SNAP Kategorie 3)
- Produktionsprozesse (stationäre Quellen) (SNAP Kategorie 4)
- Abfallbehandlung und -beseitigung (SNAP Kategorie 9)
- Flugverkehr (SNAP Kategorie 8)

Die genannten Hauptquellgruppen spielen eine unterschiedliche Rolle bei den untersuchten Schadstoffen. Abbildung 7 veranschaulicht die Relevanz der einzelnen Hauptquellgruppen im Verhältnis zu den Flächen- und Linienquellen, dabei sind aus den einzelnen Sektoren nur die Emissionen aus Punktquellen explizit aufgeführt.

Die wichtige Rolle der Punktquellen ist insbesondere für Schwefeldioxid, mit einem Anteil von 68%, eindeutig erkennbar. Innerhalb der Kategorie der Punktquellen hat der Sektor „Energieerzeugung und -umwandlung“ mit 43% den größten Anteil an den Schwefeldioxidemissionen, gefolgt von den Produktionsprozessen mit 14% und dem Flugverkehr mit 9%. Die Feuerungen in der Industrie haben eine geringe Bedeutung innerhalb der Punktquellkategorien. Die Emissionen aus der Quellgruppe „Abfallbehandlung und -beseitigung“ spielen im Verhältnis hingegen praktisch keine Rolle. In dieser Quellgruppe sind in PAREST nur die Emissionen aus Krematorien und die Abfackelung und Entlüftung

von Erdgas berücksichtigt. Andere Aktivitäten der Abfallbehandlung und-beseitigung sind in PAREST den Quellgruppen „Energieerzeugung- und umwandlung“, hier insbesondere der Müllverbrennung, und den Produktionsprozessen, z.B. der Zementherstellung, zugeordnet.



**Abbildung 7: Anteil der Emissionen aus Punktquellen im Verhältnis zu Linien- und Flächenquellen für das Jahr 2020 in Deutschland**

Die Summe der Stickoxidemissionen bei den Punktquellen beläuft sich auf 36% an den Gesamtemissionen. Die Stickoxidemissionen werden insbesondere durch die Sektoren „Energieerzeugung und -umwandlung“ (28%) und Produktionsprozesse (6%) verursacht. Die Quellgruppen „Verbrennung in der Industrie“ und der Flugverkehr sind für die Stickoxide von geringerer Bedeutung (<1%).

Die Feinstaubemissionen für PM10 (18%) und PM2.5 (20%) werden in ähnlich großen Mengen durch Punktquellen emittiert. Den größten Beitrag leisten die Quellgruppen „Verbrennung in der Industrie“ (PM10 mit 8%, PM2.5 mit 7%) und Produktionsprozesse (PM10 mit 7%, PM2.5 mit 6%). Der Sektor „Energieerzeugung und -umwandlung“ hat eine größere Bedeutung für PM2.5 mit 6% und eine geringere Relevanz für PM10 mit 3%. Der Luftverkehr ist für PM10 vernachlässigbar (<0,01%), hinsichtlich der PM2.5 Emissionen spielt dieser Sektor mit 2% noch eine Rolle.

Flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) werden in der Summe zu ungefähr 2% durch Punktquellen emittiert und sind daher von geringerer Wichtigkeit bei der räumlichen Verteilung der Punktquellen.

Einen Überblick über die Standorte der im PAREST-Projekt für Deutschland verwendeten Punktquellen gibt Abbildung 8. Die Kategorien der industriellen Einrichtungen und Flughäfen sind durch unterschiedliche Farben und Formen voneinander zu unterscheiden, wie auch der Legende der Abbildung 8 zu entnehmen ist.

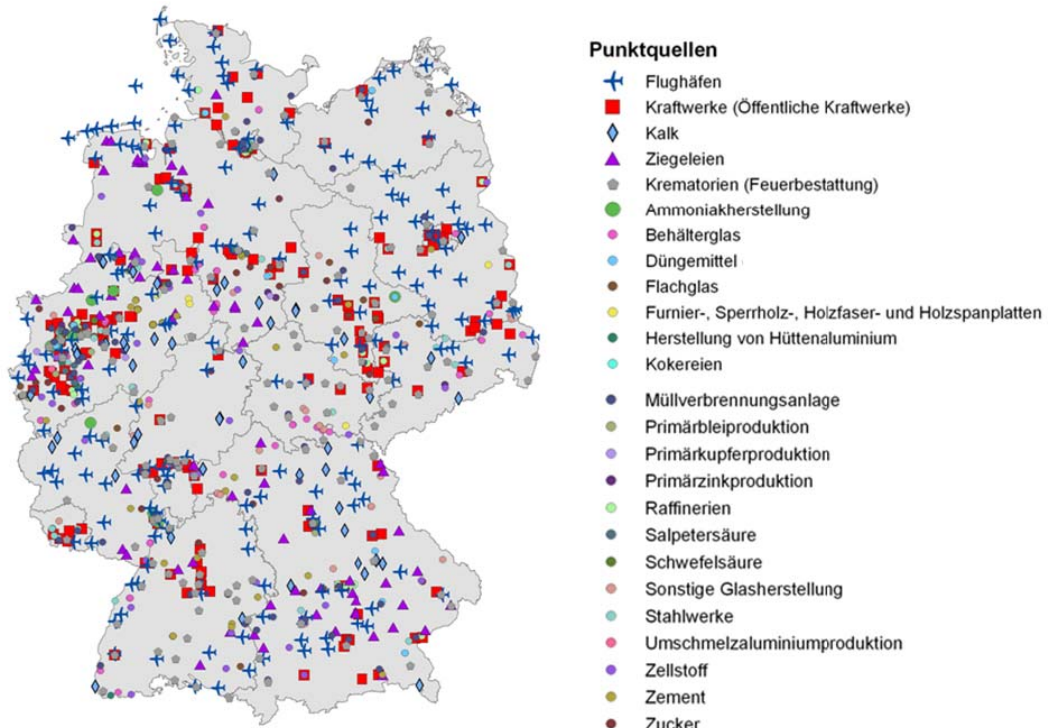


Abbildung 8: Überblick über die Standorte aller PAREST –Punktquellen

### 2.3.1 Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung

Der Quellgruppe Verbrennung bei der Energieerzeugung und -umwandlung wird fast ausschließlich als Punktquelle verteilt und beinhaltet folgende Emittentengruppen: *Fernheizwerke, öffentliche Kraftwerke, Raffineriekraftwerke, Steinkohlenverkokung, Übriger Umwandlungsbereich, Zechen- und Grubenkraftwerke und Erdgasverdichterstationen.*

Aus Mangel an Punktquellinformationen, wurden alle Erdgasverdichterstationen als Flächenquelle verteilt (siehe 2.5). Bei der räumlichen Verteilung der durch Feuerungsprozesse verursachten Emissionen wurden neben der Leistung der Kraftwerke auch die eingesetzten Energieträger berücksichtigt.

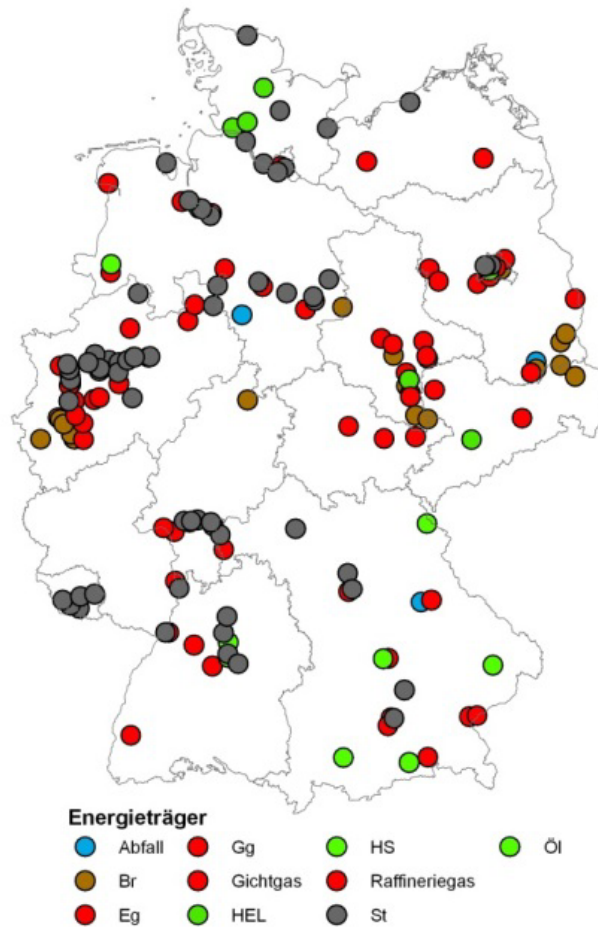
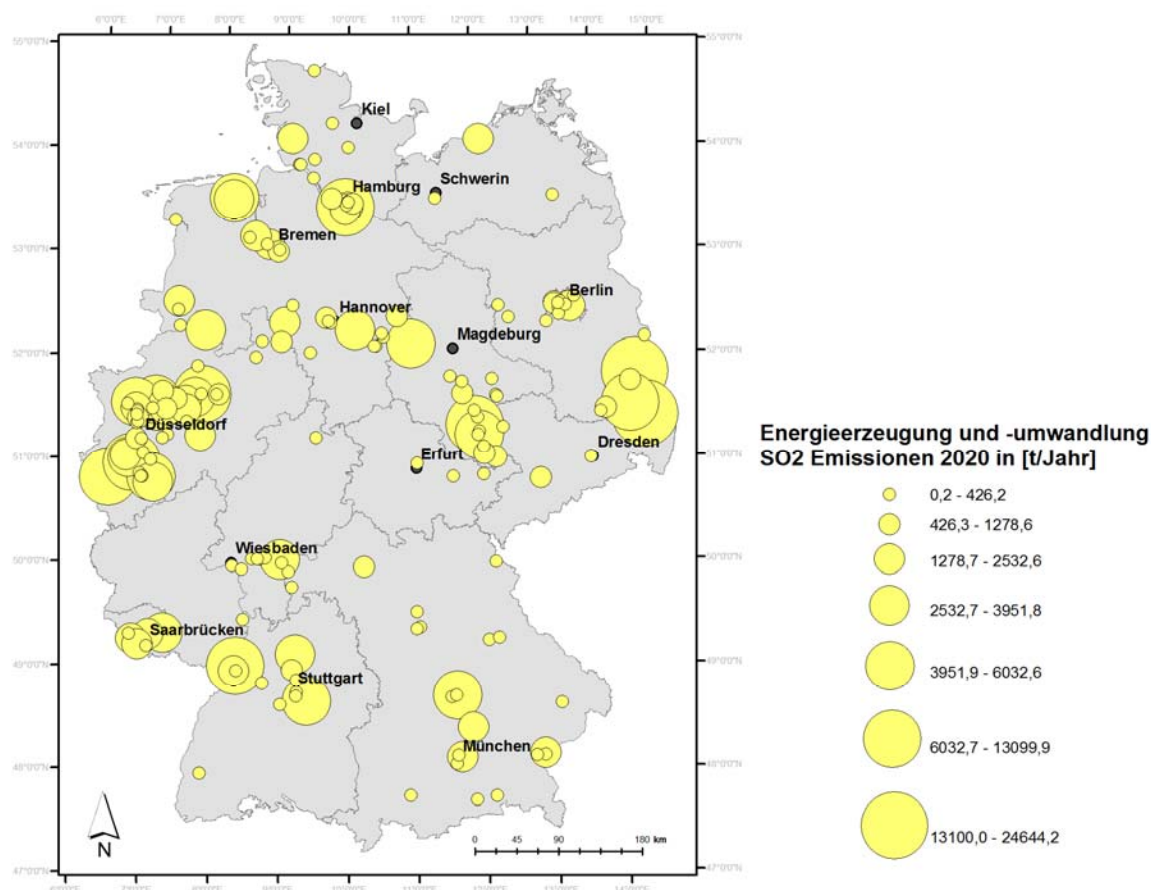


Abbildung 9: Kraftwerke im 2005 UBA-Kraftwerksliste (Stand 2007) (Schneider, J. 2007)

Die Standorte der Kraftwerke im Jahre 2005 in Deutschland Stand 2007 (Schneider, J. 2007) zeigt Abbildung 9. Die eingesetzten Energieträger sind Abfall, Braunkohle (**Br**), Erdgas (**Eg**), Steinkohle (**St**), extra leichtes und schweres Heizöl (**HEL** und **HS**), Öl, Grubengas (**Gg**), Gichtgas und Raffineriegas. Aufgrund der Relevanz der  $\text{SO}_2$ -Emissionen für Punktquellen, insbesondere innerhalb des Sektors „Energieerzeugung und -umwandlung“ wurde eine zusätzliche Gewichtung der Braunkohlereviere vorgenommen. Braunkohle wird ausschließlich im Tagebau abgebaut und aufgrund der geringeren Energiedichte im Vergleich zu Steinkohle nicht abtransportiert, sondern gleich ortsnah verstromt. Infolge des unterschiedlichen Schwefelgehalts der Braunkohlen der einzelnen Braunkohlereviere war eine unterschiedliche Gewichtung der Reviere notwendig. In Deutschland befinden sich im Wesentli-

chen drei große Braunkohlenreviere (Walther, A. 2002):

- in Nordrhein- Westfalen das Niederrheinische Braunkohlerevier mit den Bezirken Garzweiler, Hambach und Inden
- grenzüberschreitend in Sachsen, Sachsen- Anhalt und Niedersachsen das Mitteldeutsche Revier mit Helmstedt/Oschersleben, Nachterstedt, Röblingen, dem Geiseltal und dem Bitterfelder Raum, Merseburg und dem Weißelster Becken
- grenzüberschreitend in Brandenburg und Sachsen das Lausitzer Braunkohlerevier.



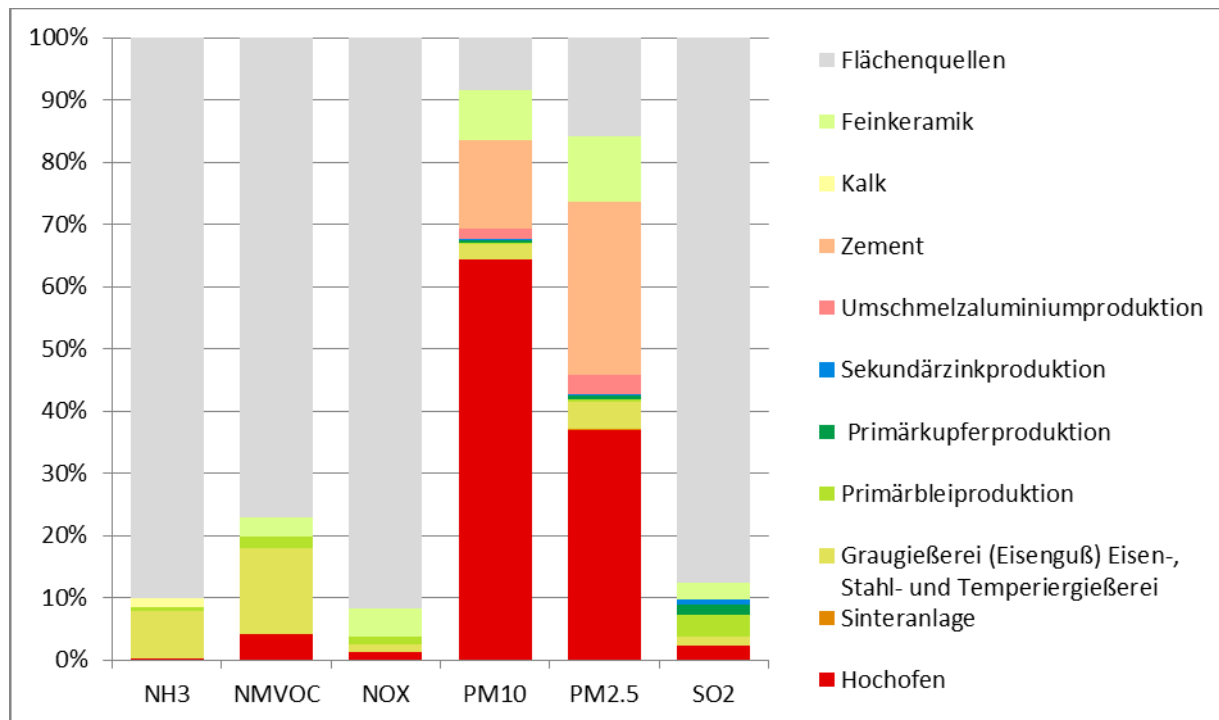
**Abbildung 10: SO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Verbrennung bei der „Energieerzeugung und -umwandlung“**

Die Datenquellen für die Quellgruppe „Energieerzeugung und -umwandlung“ sind die UBA Kraftwerkliste (Stand 2007) (Schneider, J. 2007), das Europäische Schadstoffemissionsregister - EPER (EPER, 2007), der Jahresbericht Mineralöl-Zahlen 2007 (MWV, 2007) und eigene Recherchen zur Ergänzung der Koordinaten.

Die räumliche Auflösung der Schwefeldioxidemissionen aus der Verbrennung bei der „Energieerzeugung und -umwandlung“ ist in Abbildung 10 zu sehen. Dabei ist zu erkennen, dass insbesondere das Ruhrgebiet und das Lausitzer Braunkohlerevier zu einem großen Teil zu den Emissionen beitragen.

### 2.3.2 Verbrennung in der Industrie

Die Emissionen des Sektors „Verbrennung in der Industrie“ werden durch die Feuerungsprozesse für die Energiegewinnung verursacht. Aufgrund der Datenlage ist es nicht möglich alle Emissionen durch Punktquellen zu beschreiben, daher findet die räumliche Verteilung sowohl als Punkt- als auch als Flächenquelle statt. Welcher Anteil durch Punktquellen beschrieben werden kann, ist im Folgenden näher erläutert. Wie auch schon in der Abbildung 7 verdeutlicht, unterscheiden sich die Emissionsanteile je nach Schadstoff hinsichtlich der Aufteilung in Punkt- und Flächenquellen. Die unterschiedliche Verteilung innerhalb der Quellgruppe „Verbrennung in der Industrie“ ist in der folgenden Grafik dargestellt.



**Abbildung 11: Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen im Sektor Verbrennung in der Industrie (Linienquellen spielen in dieser Quellegruppe keine Rolle)**

Die Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen im Sektor „Verbrennung in der Industrie“ sind in Abbildung 11 zu sehen. Dabei werden die Emissionen von PM<sub>10</sub> (92%) und PM<sub>2.5</sub> (84%) innerhalb des Sektors größtenteils durch Punktquellen abgedeckt. Die Emissionen der Schadstoffe NH<sub>3</sub> (10%), NMVOC (23%), NO<sub>x</sub> (8%) und SO<sub>2</sub> (12%) werden weniger durch Punktquellen repräsentiert (siehe auch Kapitel 2.5).

Die Datenquellen für die Quellgruppe „Verbrennung in der Industrie“ basierten auf dem Europäischen Schadstoffemissionsregister - EPER (EPER, 2007), dem Jahrbuch der Stahlindustrie 2007 (Jahrbuch Stahl, 2007), Rentz et al. (1999), eigenen Recherchen zur Ergänzung der Standortbezogenen Koordinaten, dem Nationalen Allokationsplan für die zweite Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 für die Bundesrepublik Deutschland (umwelt-online, 2007) und Herstellerinformationen, insbesondere auf der Basis von Verbandsinformationen zur Validierung und Ergänzung von Standort und Produktionsmengen. In Abbildung 12 sind exemplarisch die Standorte für die Herstellung der Nicht-Eisenmetalle (NE-Metalle) Zink, Blei und Kupfer zu sehen, dabei sind die unterschiedlichen NE-

Metalle durch unterschiedliche Farben und Formen gekennzeichnet. Daneben sind in Abbildung 12 auch die jährlichen Kapazitäten zu erkennen.

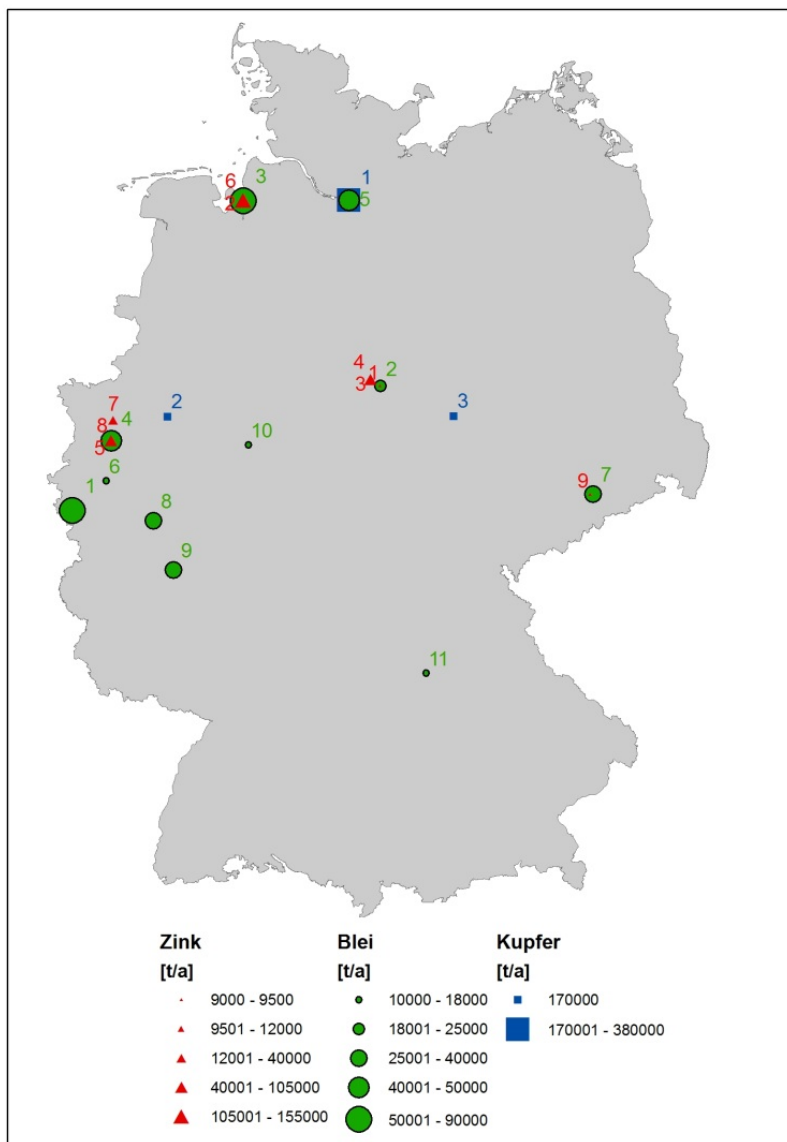


Abbildung 12: Standorte und Kapazitäten der NE-Metalle in Deutschland (Stand 2007)

Die Stahlherstellung, wie in Abbildung 13 gezeigt, ist gegliedert in Integrierte Hüttenwerke (Hochofen, Stahl- und Walzwerk) und Elektrostahlwerke. Neben den Standorten sind auch die stahlproduzierenden Unternehmen mit der jährlichen Produktion angegeben.

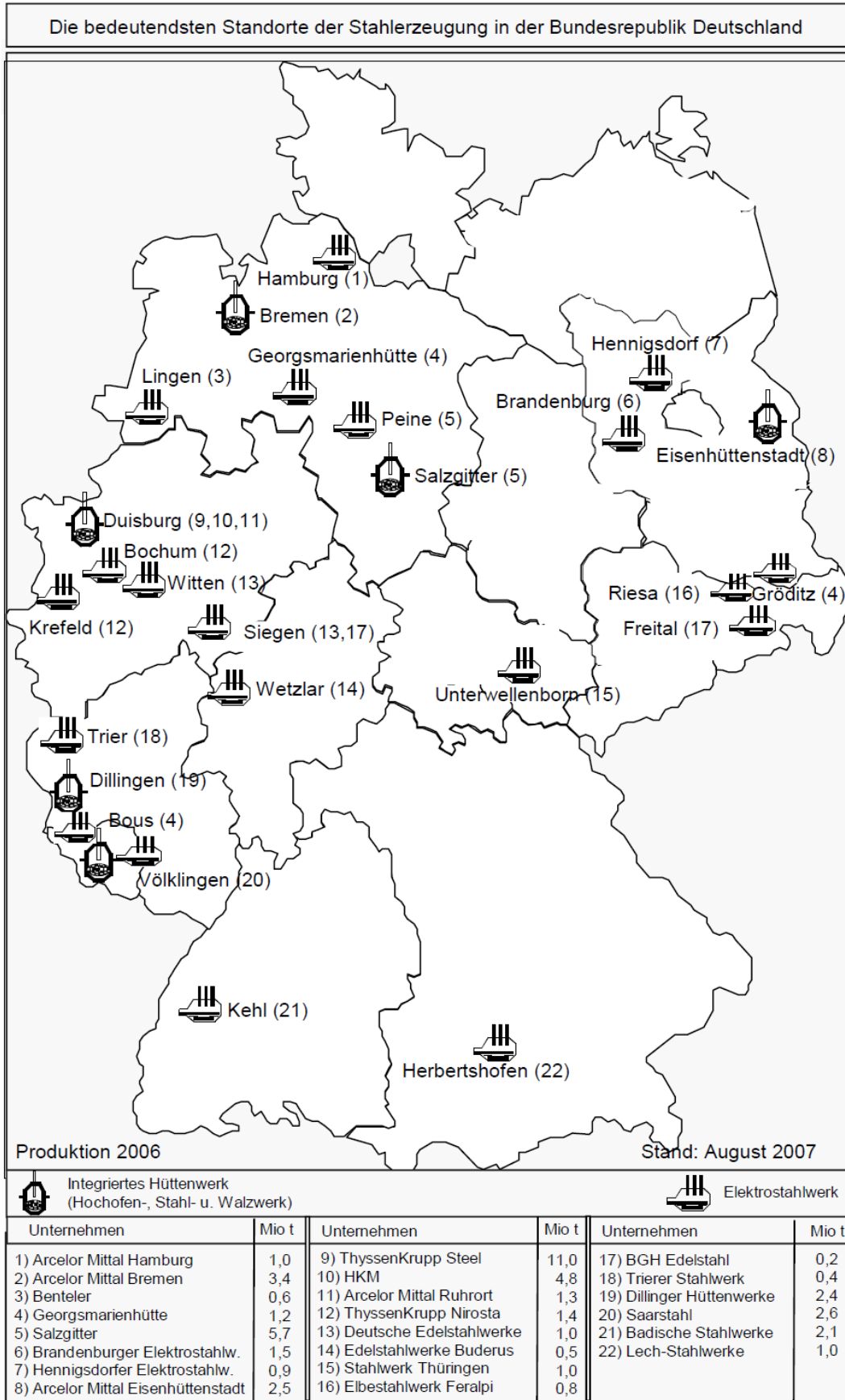
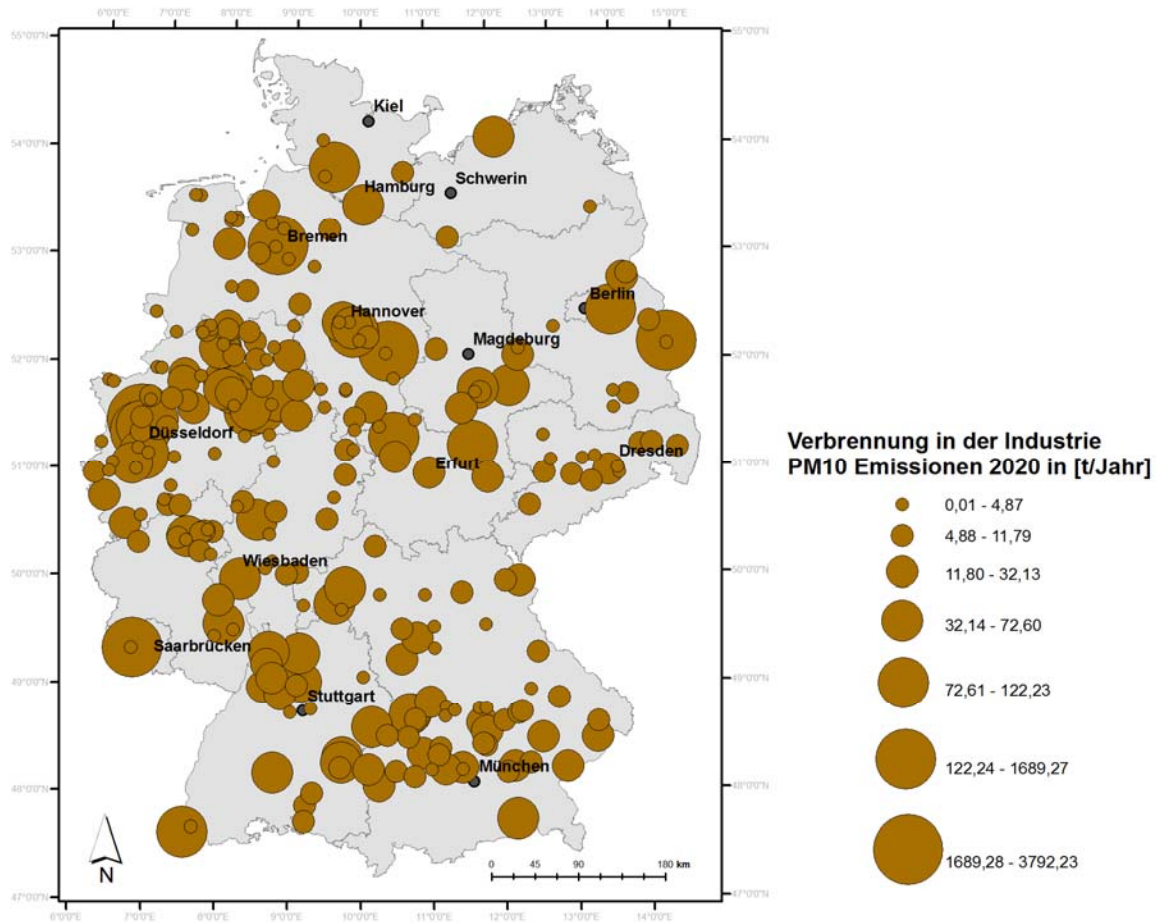


Abbildung 13: Standorte der Stahlerzeugung in Deutschland (Jahrbuch Stahl, 2007)





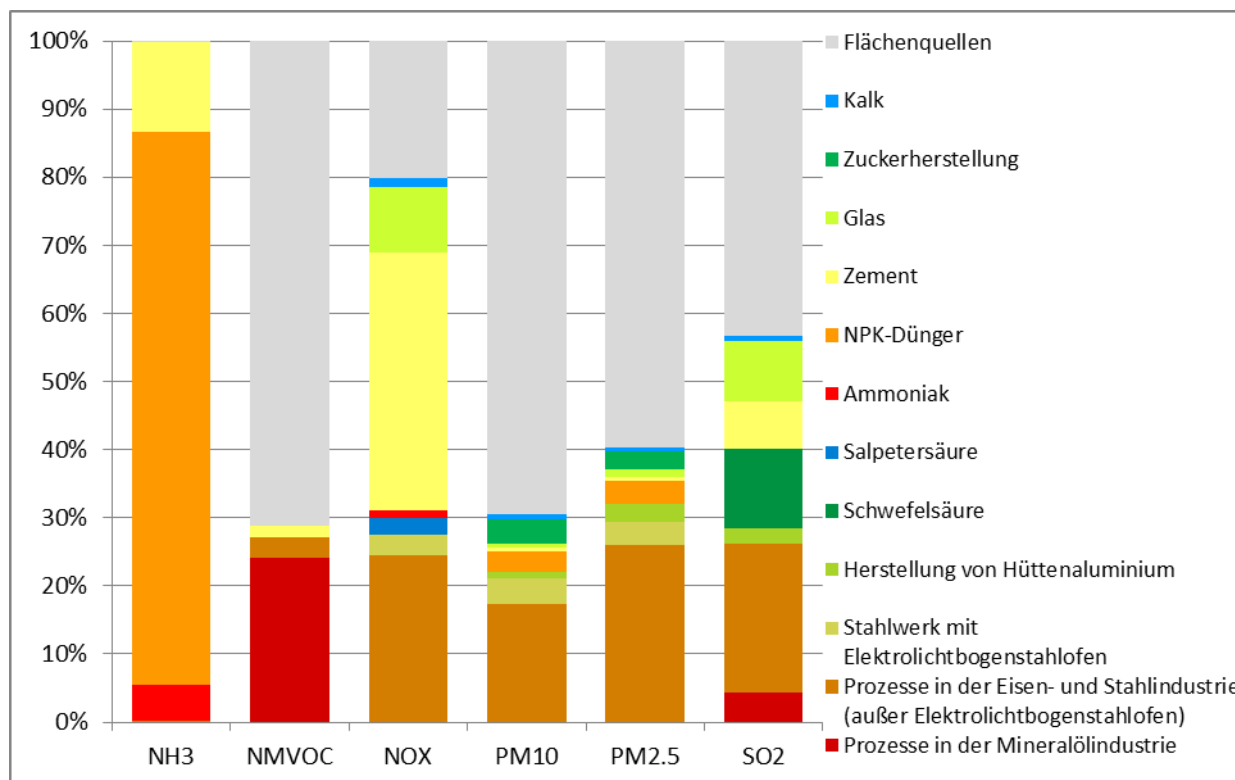
**Abbildung 14: PM10-Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Verbrennung in der Industrie**

Die PM10-Emissionen für Deutschland sind in Abbildung 14 gezeigt. Dabei ist zu erkennen, dass die räumliche Verteilung, abgesehen von den Industriezentren im Ruhrgebiet, sehr heterogen ist.

### 2.3.3 Produktionsprozesse

In Gegensatz zu den bisher beschriebenen Sektoren, welche durch Feuerungsprozesse zur Energiegewinnung Emissionen verursachen, stammen die Emissionen in diesem Sektor direkt aus den Produktionsprozessen von Produktionsgütern. Aufgrund mangelnder Daten ist es auch in dieser Hauptquellgruppe nicht möglich alle Emissionen durch Punktquellen abzudecken. Folglich ist ein Teil der Emissionen durch Flächenquellen räumlich aufzulösen. Im Forschungsvorhaben PAREST war es darüber hinaus notwendig zwei Untergruppen im Sektor Produktionsprozesse einzuführen. Die Subkategorien „04\_01 Production processes, high altitude“ (hohe Quellhöhe) und „04\_02 Production processes, low altitude“ (niedrige Quellhöhe) wurden eingeführt um den Schüttgutumschlag besser erfassen zu können. Der Schüttgutumschlag wurde mit dem Subsektor 04\_2 beschrieben und ist nur für PM10- und PM2.5-Emissionen von Bedeutung. Der Grund für die Einführung einer Unterkategorie ist die niedrigere Emissionshöhe des Schüttgutumschlags im Verhältnis zu den restlichen Emissionen.

In der Abbildung 15 sind die Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen für den Sektor Industrieerzeugnisse dargestellt, wobei die Unterkategorien 04\_1 und 04\_2 zusammengefasst sind. Wie aus Abbildung 15 zu ersehen ist, werden NH<sub>3</sub>-Emissionen nahezu vollständig durch Punktquelleninformationen erfasst. Die NO<sub>x</sub>- (80%) und SO<sub>2</sub>- Emissionen (57%) werden zu einem großen Teil durch Punktquellen abgedeckt. Die Feinstaubemissionen PM10- (31%) und PM2.5- (40%) sowie die NMVOC-Emissionen (29%) sind zu einem größeren Anteil durch Flächenquellen erfasst. Die räumliche Verteilung der Flächenquellen ist in Kapitel 2.5 beschrieben.



**Abbildung 15: Anteile der einzelnen Punktquellgruppen im Verhältnis zu den Flächenquellen im Sektor Industrieerzeugnisse** (Linienquellen spielen in dieser Quellegruppe keine Rolle) (NPK: Stickstoff-Kalium-Phosphor-Dünger)

Die Datenquellen des Sektors Produktionsprozesse sind ähnlich den Datenquellen des Sektors „ Ver-

brennung in der Industrie“. Die Hauptquellen sind das Europäische Schadstoffemissionsregister - EPER (EPER, 2007), das Jahrbuch Stahl 2007 (Jahrbuch Stahl, 2007), die Studie „Exemplarische Untersuchung zum Stand der praktischen Umsetzung des integrierten Umweltschutzes in der Metallindustrie und Entwicklung von generellen Anforderungen“ (Rentz, O. et al. 1999), das Global Cement Directory 2007-2008 (GCD, 2008), die ÖKOPOL-Studie zu Umsetzung TA Luft/17.BImSchV in der Zementindustrie (Tebert, C. et al. 2007) eigene Recherchen zur Ergänzung der Koordinaten, der Nationale Allokationsplan (umwelt-online, 2007) und Herstellerinformationen, insbesondere auf der Basis von Verbandsinformationen, zur Konsolidierung von Standorten und deren Produktionskapazitäten.

Die räumliche Verteilung NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Industrieprozessen kann Abbildung 16 entnommen werden. Aufgrund der Standorte der Industriezentren in Deutschland ist die räumliche Verteilung der Industrieprozesse dem Sektor „Verbrennung in der Industrie“ sehr ähnlich.

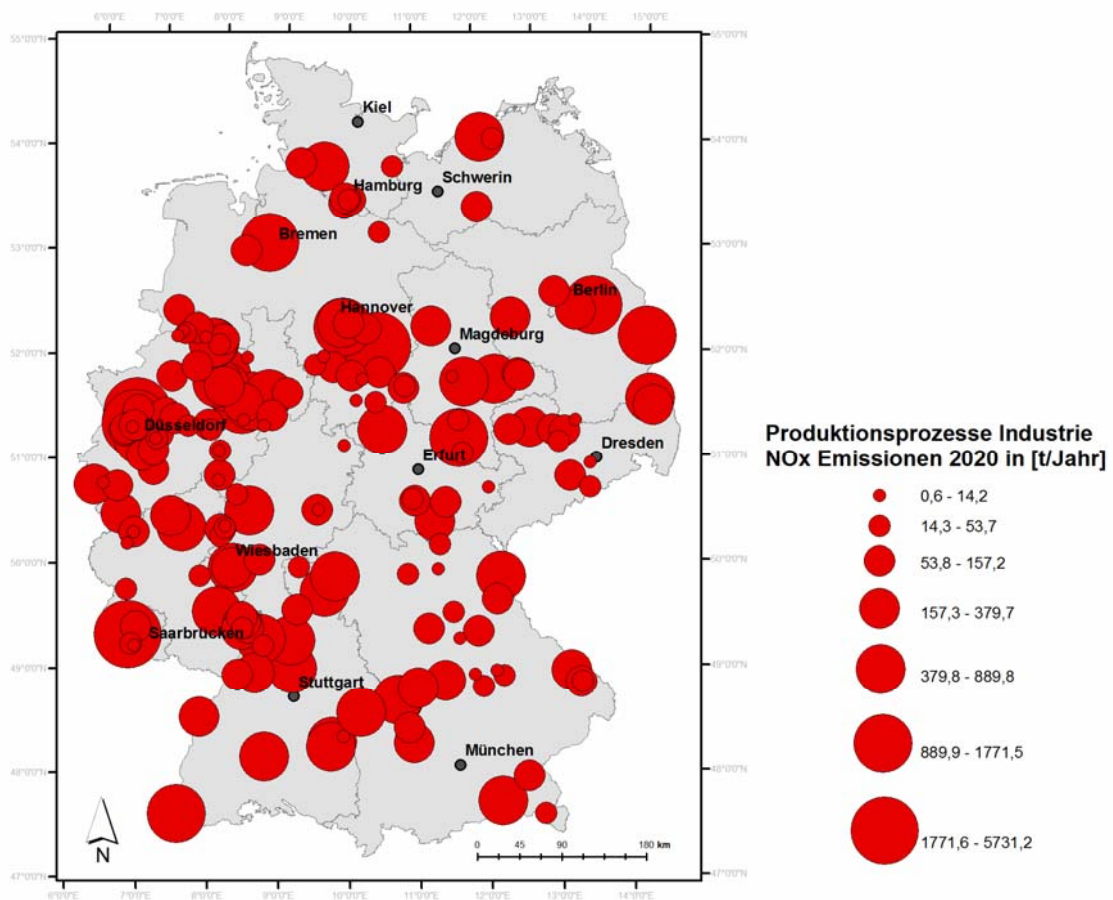


Abbildung 16: NO<sub>x</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 aus Punktquellen aus dem Sektor Produktionsprozesse

### 2.3.4 Flugverkehr

Emissionen aus Flugverkehrsaktivitäten wurden bei der räumlichen Verteilung als Punktquellen behandelt. Der Flugverkehr kann prinzipiell in die beiden Flugphasen LTO-Zyklus und Cruise (Reiseflug) unterteilt werden. Im Rahmen des PAREST-Projektes wurden nur die Emissionen aus dem LTO-Zyklus betrachtet. Der LTO Zyklus beschreibt die Starts und Landungen der Flugzeuge. Dabei werden Emissionen bis zu einer Höhe von 1000 m berücksichtigt. Allerdings findet keine Anwendung eines Flughöhenprofils statt. Alle Emissionen werden somit so gehandhabt, als ob alle Emissionen in Bodennähe emittiert werden. Die Unterscheidung zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr wurde bei der räumlichen Verteilung berücksichtigt.

Die Relevanz des Flugverkehrs an den Emissionen innerhalb des Off-Road Sektors variiert stark abhängig vom betrachteten Schadstoff. Den größten Anteil hat der Flugverkehr innerhalb des Off-Road Sektors an den SO<sub>2</sub>-Emissionen mit 55%, gefolgt von den NO<sub>x</sub>-Emissionen mit 26%. Bei NMVOC (10%), PM2.5 (5%) und NH<sub>3</sub> (5%) spielt der Flugverkehr im Sektor Off-Road eine untergeordnete Rolle. Hinsichtlich der PM10-Emissionen hat der Flugverkehr praktisch keine Bedeutung.

Die räumliche Verteilung der Emissionen wurde anhand von zwei Informationen durchgeführt: die Anzahl der Starts und Landungen (LTO) von gewerblichen Flugzeugen und den Koordinaten der zugehörigen Flughäfen.

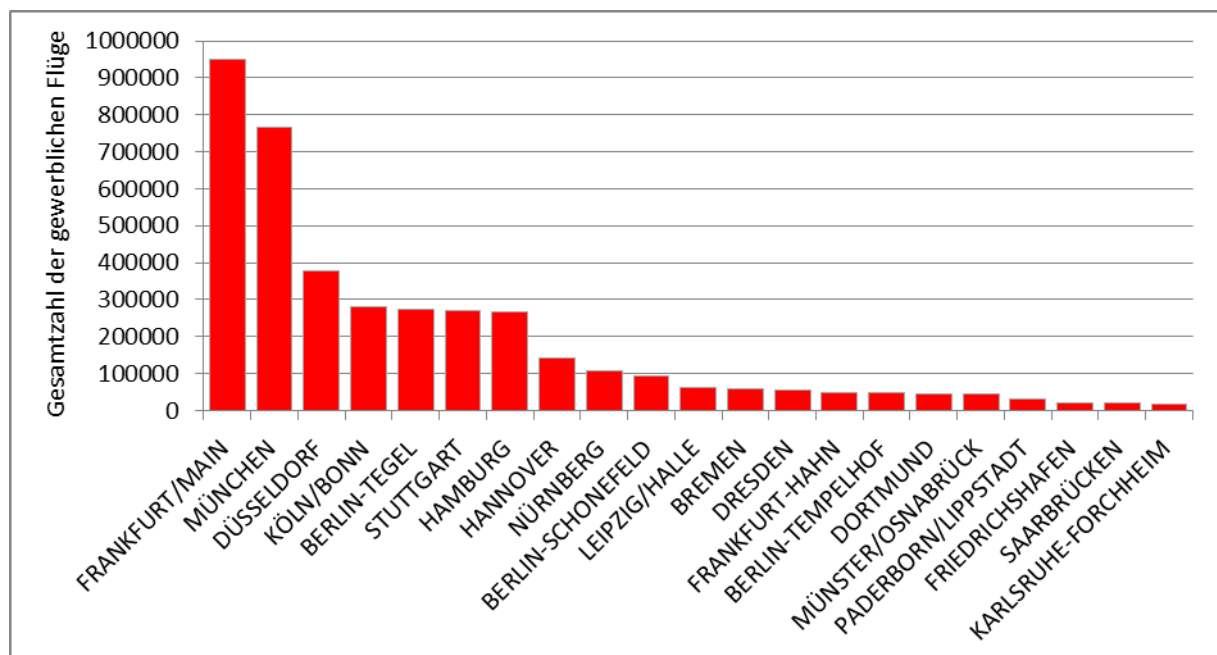


Abbildung 17: Gesamtzahl der gewerblichen Flüge für die wichtigsten Flughäfen in Deutschland

Basierend auf Angaben der Fachserie 8 Reihe 6.1 „Luftverkehr auf ausgewählten Flughäfen des Statistischen Bundesamts“ (Statistisches Bundesamt, 2006) und „Luftfahrzeugverkehr nach den wichtigsten Flughäfen“ (avia\_tf\_aca) (Eurostat, 2008) sind Start- und Landedaten an 72 deutschen Flughäfen, zum überwiegenden Teil nach Flugzeugtypen gegliedert, verfügbar. Dabei wird bei der Verteilung die Summe aller Flugzeugtypen verwendet, eine flugzeugtypspezifische Verteilung findet nicht statt. Abbildung 17 zeigt exemplarisch die Gesamtzahl der gewerblichen Flüge für die wichtigsten

Flughäfen in Deutschland für das Jahr 2005. Mittels einer digitalen Karte der Flughäfen in Deutschland und eigener Recherchen wurden die Flughäfen geographisch lokalisiert und im Modellgitter verortet.

Die Entwicklungen von Flughäfen ab 2005, d.h. z.B. die Stilllegung von Berlin-Tempelhof und Berlin-Tegel und der Bau des neuen Großflughafens Berlin-Brandenburg, sind nicht berücksichtigt. Die Grundlage für die räumliche Verteilung der Emissionen aus dem Flugverkehr sind die Flughafenstandorte des Basisjahres 2005. Somit sind insbesondere Veränderung wie Stilllegung und Neubau seit 2005 nicht berücksichtigt.

Die räumliche Verteilung der SO<sub>2</sub> Emissionen ist in Abbildung 18 für das Jahr 2020, auf der Basis der Verteilparameter von 2005, zu sehen. Wie auch schon in Abbildung 7 zu erkennen, spielt insbesondere der Schwefeldioxydausstoß beim Flugverkehr eine große Rolle. Die Dominanz der Flughäfen in Frankfurt, München und Düsseldorf ist dabei sehr gut zu erkennen. In Abbildung 18 ist auch zu erkennen, dass Berlin eine wichtige Rolle spielt.

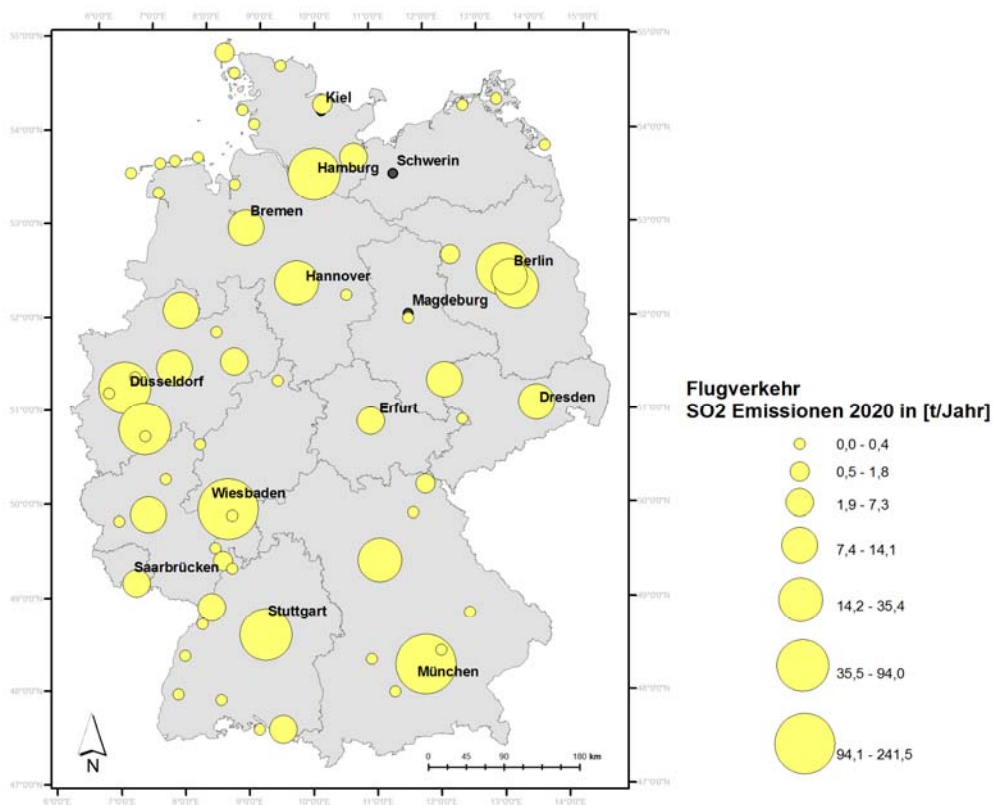


Abbildung 18: SO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 aus der Quellgruppe Flugverkehr

### 2.3.5 Abfallbehandlung und -beseitigung

Für den Sektor „Abfallbehandlung und -beseitigung“ wurden die Emissionen aus Krematorien und der Abfackelung und Entlüftung von Erdgas, welche in erster Linie Raffinerien zugeordnet wurden, betrachtet. Die Hauptdatenquellen für die Standorte und Kapazitäten von Krematorien waren:

- Krematorien-Online.de (2007)
- Bestatter.de (2007)
- Postmortal.de (2007)
- Eigene Recherchen zur Ermittlung der Kapazitäten.

Fehlende Informationen zur Kapazität wurden mittels des Mittelwerts aus den bekannten Werten berechnet. Krematorien ohne recherchierte Kapazität wurden mit 3.533 Einäscherungen pro Jahr abgeschätzt (siehe auch Tabelle 5). Die Standorte und Kapazitäten von Raffinerien wurden mit Hilfe von EPER, dem Jahresbericht Mineralöl-Zahlen 2007 (MVV, 2007) und eigenen Recherchen bestimmt. In Abbildung 19 sind exemplarisch Standorte aus Deutschland von Krematorien-Online.de (2007) dargestellt.



**Abbildung 19: Standorte von Krematorien in Deutschland von Krematorien-Online.de (Stand 2007)**

Abbildung 20 zeigt die SO<sub>2</sub> Emissionen der Quellgruppe Abfallbehandlung und -beseitigung. Die Abbildung zeigt die geringe Relevanz des Sektors.

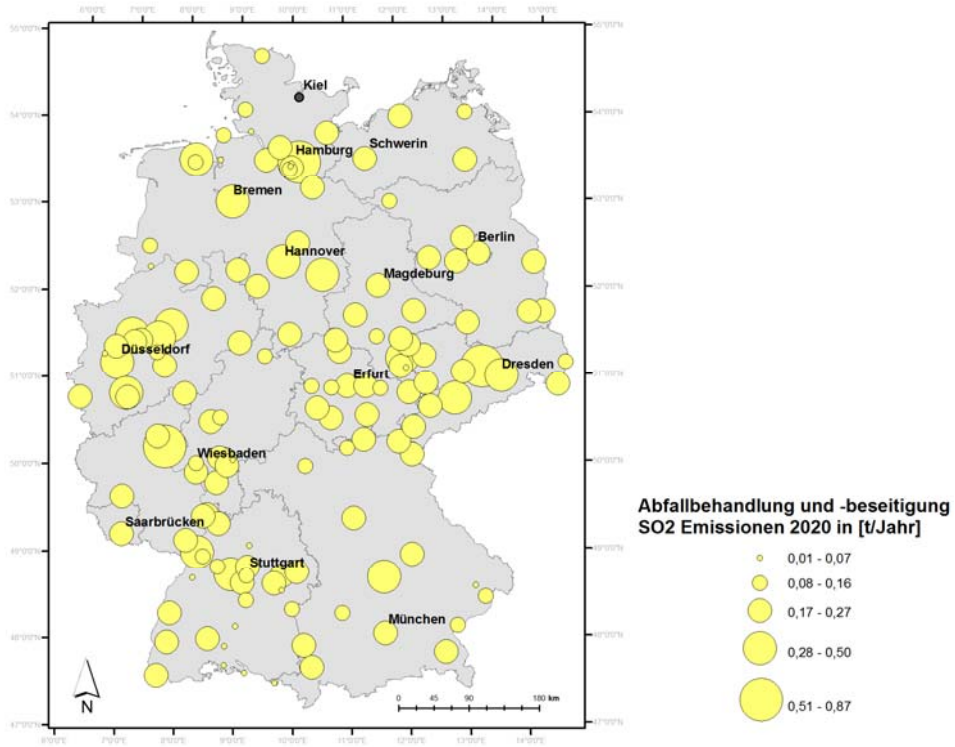


Abbildung 20: SO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 aus der Quellgruppe Abfallbehandlung und -beseitigung

### 2.3.6 Ergebnisse der räumlichen Verteilung von Punktquellen für das Referenzjahr 2020

In diesem Abschnitt werden die Emissionen aller Punktquellen für die einzelnen Schadstoffe jeweils in einer Karte zusammengefasst dargestellt. Im Folgenden werden die Emissionen von SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> und NO<sub>x</sub> dargestellt. Aufgrund der geringen Relevanz der Schadstoffe NH<sub>3</sub> und NMVOC für die Punktquellemissionen wird auf eine grafische Darstellung verzichtet.

Die größte Bedeutung für die räumliche Verteilung von Punktquellen liegt bei den Schwefeldioxidemissionen. Die wichtigsten Sektoren für die SO<sub>2</sub> Emissionen sind die Sektoren „Energieerzeugung und -umwandlung“, „Produktionsprozesse in der Industrie“ und „Flugverkehr“. Hieraus ergibt sich auch die Struktur der räumlichen Verteilung. Die Gebiete mit den höchsten Emissionen dieser drei Quellgruppen bestimmen die Emissionen der Punktquellen in Deutschland. Die Feuerungen in der Industrie und insbesondere die „Abfallbehandlung und -beseitigung“ tragen verhältnismäßig wenig zu den punktquellenrelevanten Emissionen bei.

**Tabelle 5: Kreise mit den höchsten SO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 - Punktquellenemissionen**

Kreisname	Bundesland	SO <sub>2</sub> aus Punktquellen in [t/a]	Anteil SO <sub>2</sub>
Spree-Neisse	Brandenburg	38410	12,63%
Duisburg, Kreisfreie Stadt	Nordrhein-Westfalen	16342	5,37%
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	Freistaat Sachsen	15842	5,21%
Hamburg, Freie - und Hansestadt	Freie und Hansestadt Hamburg	14921	4,91%
Merseburg-Querfurt	Sachsen-Anhalt	13860	4,56%
Unna	Nordrhein-Westfalen	13035	4,29%
Erftkreis	Nordrhein-Westfalen	11442	3,76%
Gelsenkirchen, Kreisfreie Stadt	Nordrhein-Westfalen	11242	3,70%
Karlsruhe, Stadtkreis	Baden-Württemberg	10163	3,34%
Aachen, Landkreis	Nordrhein-Westfalen	9083	2,99%

Den höchsten Anteil an SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Punktquellen im Jahr 2020 haben die Kreise Spree-Neisse, Duisburg, Oberlausitzkreis und Hamburg. Tabelle 5 zeigt den Anteil der Emissionen aus Punktquellen für die wichtigsten Kreise mit den zugehörigen relativen Beiträgen.

In Abbildung 21 sind die Beträge der SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Punktquellen für einzelne Bundesländer dargestellt. Bezogen auf die Gesamtmenge der SO<sub>2</sub>-Emissionen tragen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Niedersachsen am meisten bei.

In Nordrhein-Westfalen kommen die größten Beiträge aus Kraftwerken mit Stein- und Braunkohle, den Raffinerien, Prozessen in der Stahlindustrie und der Schwefelsäureherstellung.

In Brandenburg werden die meisten Emissionen durch die Braunkohlefeuerung in Kraftwerken, Prozessen in der Stahlindustrie sowie der Glass- und Zementherstellung verursacht.

Die Hauptquellen der SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Punktquellen in Niedersachsen sind die Kraftwerke mit Steinkohle als Energieträger, die Verbrennung in Raffinerien, Kraftwerke mit Braunkohleinsatz und



Prozesse in der Stahlindustrie.

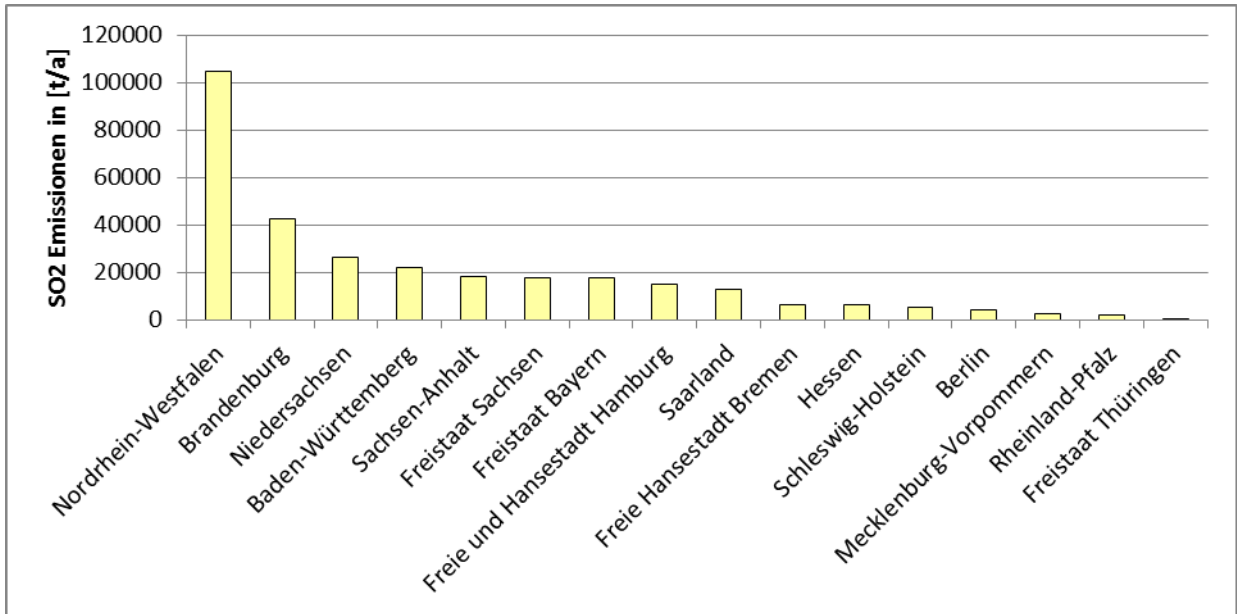


Abbildung 21: Schwefeldioxid-Punktquellenemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern

Die räumliche Verteilung aller Punktquellemissionen für SO<sub>2</sub> ist in r Abbildung 22 dargestellt.

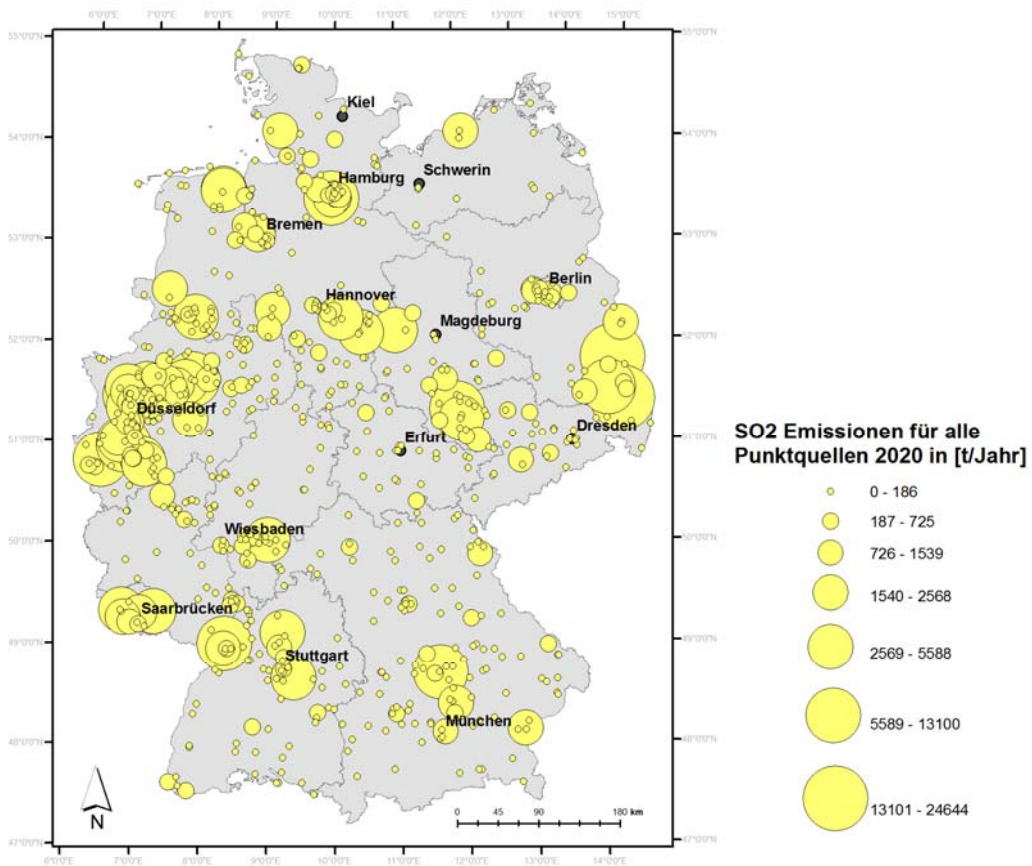


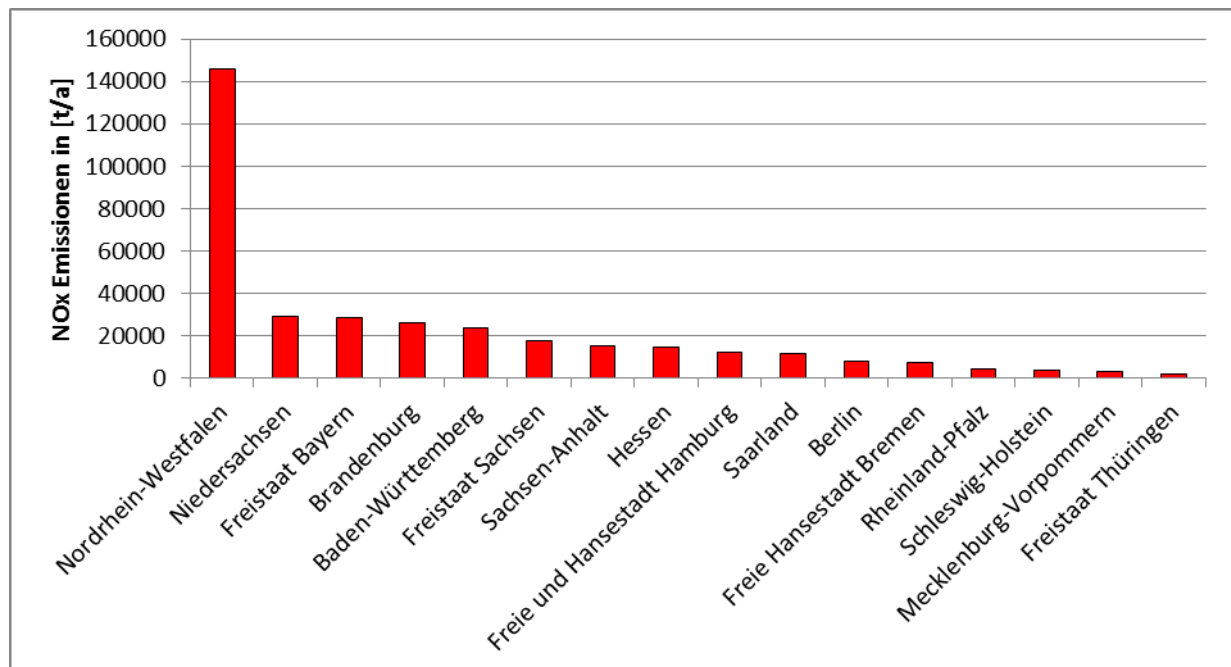
Abbildung 22: SO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen

Auch Stickoxide sind zu einem gewissen Anteil Punktquellen zuzuordnen. Stickoxidemissionen werden insbesondere vom Sektor „Energieerzeugung und -umwandlung“ verursacht. Produktionsprozesse spielen ebenfalls eine nennenswerte Rolle.

**Tabelle 6: Kreise mit den höchsten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2020 bezogen auf die Punktquellen**

Kreisname	Bundesland	NO <sub>x</sub> aus Punktquellen in [t/a]	Anteil NO <sub>x</sub>
Erftkreis	Nordrhein-Westfalen	41806	11,78%
Spree-Neisse	Brandenburg	18721	5,27%
Duisburg, Kreisfreie Stadt	Nordrhein-Westfalen	14499	4,08%
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	Freistaat Sachsen	14319	4,03%
Unna	Nordrhein-Westfalen	13858	3,90%
Hamburg, Freie - und Hansestadt	Freie und Hansestadt Hamburg	12217	3,44%
Neuss	Nordrhein-Westfalen	12077	3,40%
Aachen, Landkreis	Nordrhein-Westfalen	11921	3,36%
Berlin	Berlin	7896	2,22%
Frankfurt am Main, Kreisfreie Stadt	Hessen	7757	2,18%

Die Kreise mit den höchsten Anteilen an den NO<sub>x</sub> Punktquellenemissionen im Jahr 2020 sind der Erft- und der Spree-Neissekreis, Duisburg sowie der Oberlausitzkreis. In Tabelle 6 sind die Anteile der Emissionen aus Punktquellen für die wichtigsten Kreise für NO<sub>x</sub> mit den zugehörigen relativen Beiträgen dargestellt.



**Abbildung 23: Stickoxid-Punktquellenemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern**

Die Emissionen von Stickoxiden aus Punktquellen sind in Abbildung 23 geordnet nach der Menge der Emissionen in den Bundesländern dargestellt. Bezogen auf die Gesamtmenge der NO<sub>x</sub>-Emissionen

tragen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Bayern am meisten bei.

In Nordrhein-Westfalen ist insbesondere die Relevanz der Kraftwerke mit den Energieträgern Steinkohle, Braunkohle und auch Erdgas zu nennen. Daneben spielen die Emissionen aus Prozessen in der Stahlindustrie und der Zementherstellung eine bedeutende Rolle in Nordrhein-Westfalen.

In Niedersachsen werden die meisten Emissionen ähnlich wie in Nordrhein-Westfalen in erster Linie durch Kraftwerke emittiert, mit dem Unterschied, dass hier die Müllverbrennung zur Energiegewinnung eine wichtige Rolle spielt.

Die Emissionen aus Punktquellen in Bayern stammen auch zu einem großen Teil aus Kraftwerken. Dabei haben die Energieträger Müll und Erdgas eine größere Bedeutung als Steinkohle. Daneben tragen die Flugemissionen in Bayern zu einem großen Teil zu den  $\text{NO}_x$  Emissionen aus Punktquellen bei.

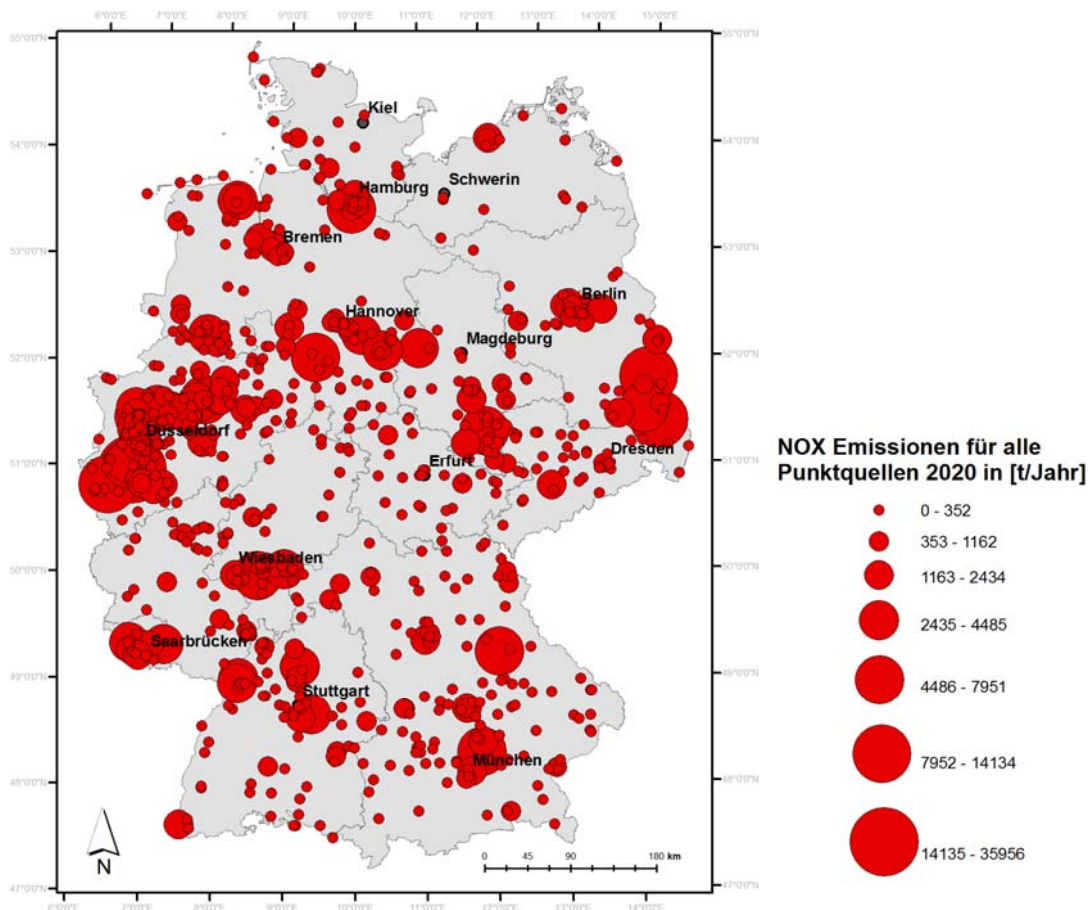


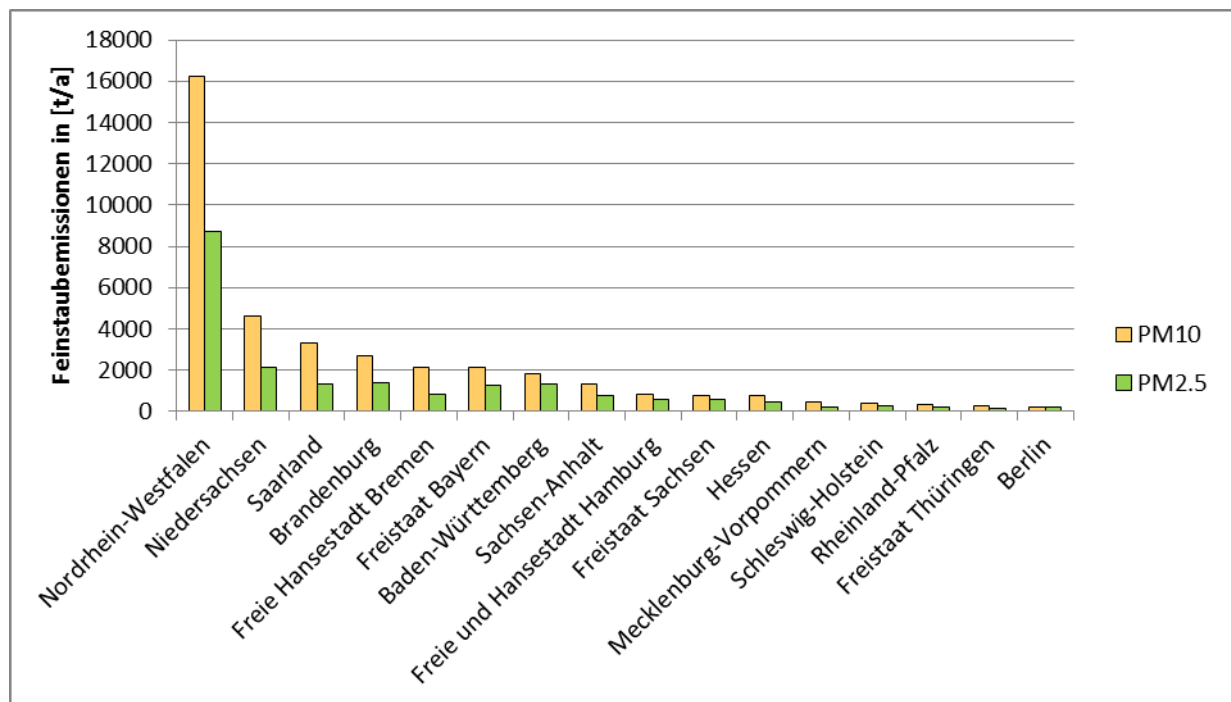
Abbildung 24:  $\text{NO}_x$ -Emissionen für das Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen

Auch Feinstaubemissionen ( $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2.5}$ ) sind zu einem gewissen Anteil den Punktquellen zuzuordnen. Den größten Anteil, im Gegensatz zu  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_x$ , haben hier die Quellgruppen „Verbrennung in der Industrie“ und „Produktionsprozesse“. Der Sektor „Energieerzeugung und -umwandlung“ hat auch hier Relevanz. Diese Quellgruppe hat eine größere Bedeutung für  $\text{PM}_{2.5}$  als für  $\text{PM}_{10}$ . Die restlichen Quellgruppen spielen eine verhältnismäßig kleine Rolle.

**Tabelle 7: Kreise mit den höchsten Feinstaubemissionen aus Punktquellen im Jahr 2020**

Kreisname	Bundesland	PM10 aus PQ	Anteil PM10	PM2.5 aus PQ	Anteil PM2.5
Duisburg, Kreisfreie Stadt	Nordrhein-Westfalen	9508	24,88%	3341	16,44%
Saarlouis	Saarland	2962	7,75%	1055	5,19%
Salzgitter, Kreisfreie Stadt	Niedersachsen	2879	7,53%	986	4,85%
Bremen, Kreisfreie Stadt	Freie Hansestadt Bremen	2154	5,64%	837	4,12%
Erfthkreis	Nordrhein-Westfalen	1566	4,10%	1344	6,61%
Oder-Spree	Brandenburg	1458	3,81%	501	2,47%
Hamburg, Freie - und Hansestadt	Freie und Hansestadt Hamburg	800	2,09%	580	2,86%
Spree-Neisse	Brandenburg	656	1,72%	577	2,84%
Unna	Nordrhein-Westfalen	594	1,55%	527	2,59%
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	Freistaat Sachsen	501	1,31%	443	2,18%

Die Kreise mit den höchsten Anteilen an Feinstaubemissionen aus Punktquellen im Jahr 2020 sind Duisburg, Saarlouis, Salzgitter und Bremen. In Tabelle 7 sind die Anteile der Emissionen aus Punktquellen für die zehn Kreise mit den höchsten Werten für PM10 und PM2.5 mit den zugehörigen relativen Beiträgen dargestellt.



**Abbildung 25: Feinstaub-Punktquellemissionen im Jahr 2020 geordnet nach Bundesländern**

Abbildung 25 zeigt die PM10- und PM2.5-Emissionen aus Punktquellen für die Bundesländer nach deren Beitrag geordnet.

In Nordrhein-Westfalen verursachen die Prozesse in der Eisen und Stahlindustrie den größten Beitrag an den Feinstaubemissionen (PM10 und PM2.5). Daneben sind auch die Emissionen aus Kraftwerken

mit Stein- und Braunkohle von Wichtigkeit für die Feinstaubemissionen in Nordrhein-Westfalen.

In Niedersachsen ist die Situation ähnlich wie in Nordrhein-Westfalen. Die meisten Emissionen werden durch die Eisen und Stahlindustrie verursacht, gefolgt von den Emissionen aus Steinkohlekraftwerken und der Zuckerproduktion.

Die Emissionen aus Punktquellen in Saarland werden zum größten Teil durch Prozesse in der Eisen- und Stahlindustrie und durch Kraftwerke verursacht.

Die Abbildungen 26 und 27 stellen die räumliche Verteilung der Feinstaubemissionen aus Punktquellen im Jahr 2020 dar.

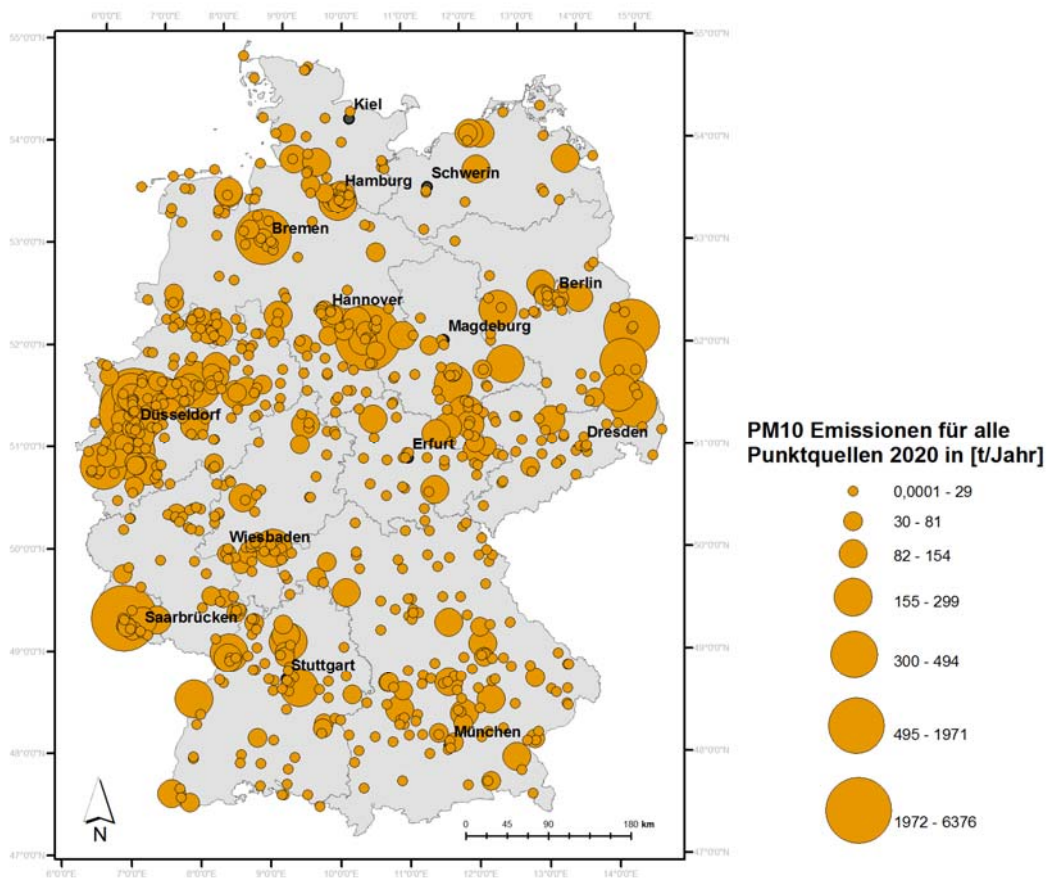


Abbildung 26: PM10-Emissionen im Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen

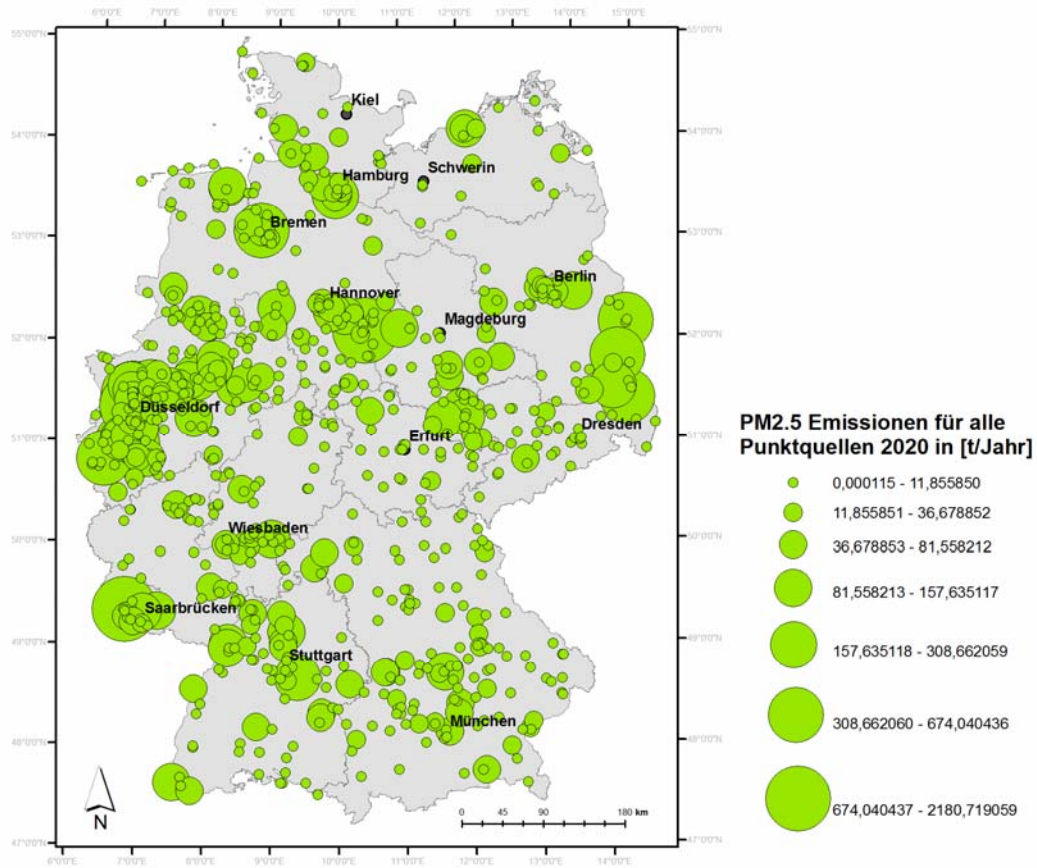


Abbildung 27: PM2.5-Emissionen im Jahr 2020 aus allen erfassten Punktquellen

### 2.3.7 Vertikale Auflösung

Die vertikale Auflösung ist im Wesentlichen nur relevant für Emissionen aus Punktquellen. Bei Linien- als auch bei Flächenquellen wird in der Regel angenommen, dass die Emissionsprozesse in Bodennähe stattfinden. Eine Ausnahme bildet der Flugverkehr, welcher im Prinzip ein ausgeprägtes Höhenprofil aufweist. Da zum einen der Reiseflugverkehr nicht Betrachtungsgegenstand des PAREST-Forschungsvorhabens ist und zum anderen die LTO-Emissionen als bodennah definiert wurden, wird der Flugverkehr im Folgenden für die vertikale Auflösung nicht weiter behandelt.

Die im PAREST-Projekt verwendeten effektiven Emissionshöhen wurden auf Grundlage von Pregger und Friedrich (2009) hergeleitet. Die durchschnittlichen Emissionshöhen für Punktquellen basieren auf Auswertungen von Emissionserklärungen aus dem Jahre 1996 in Deutschland. Berechnungsgrundlagen für Berechnung waren eine neutrale Temperaturschichtung und eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 4 m/s. Das Ergebnis ist in Abbildung 28 dargestellt.

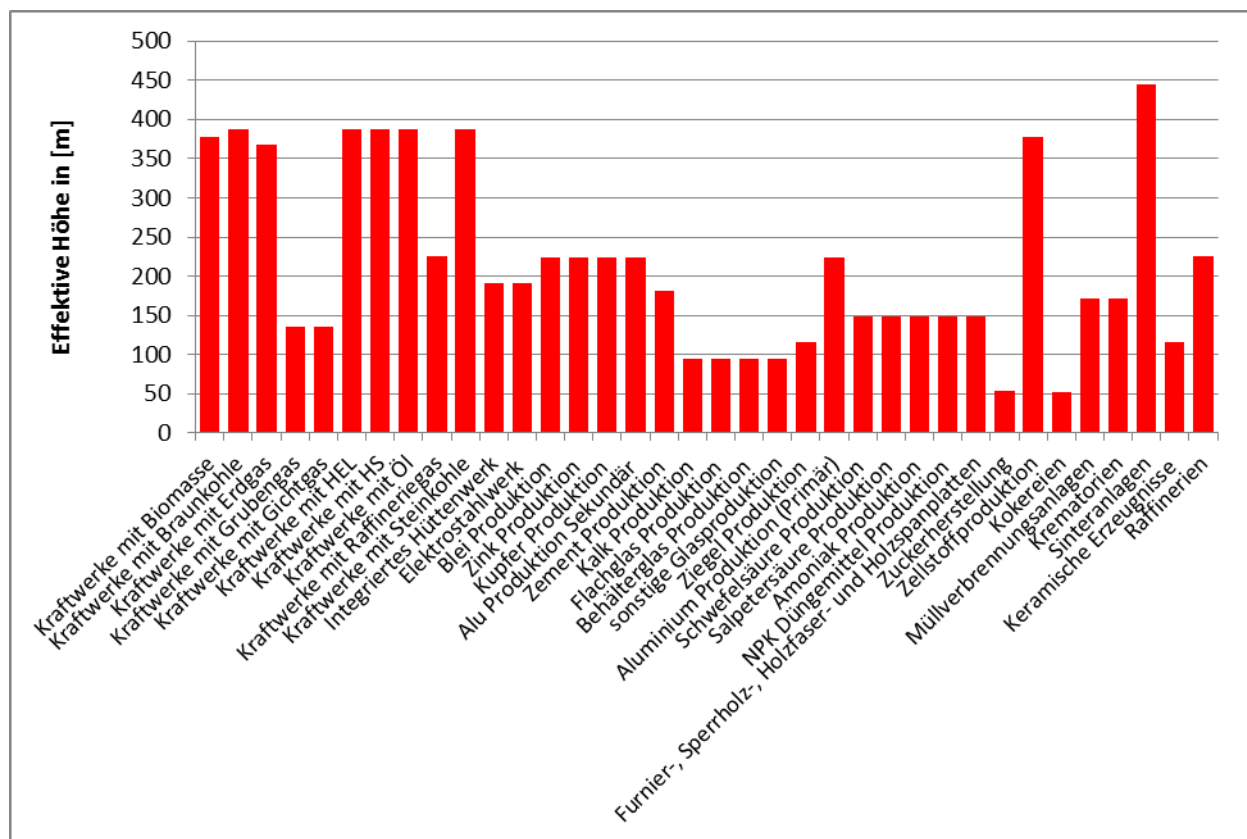


Abbildung 28: Zuordnung der effektiven Quellhöhen zu spezifischen Punktquellenkategorien auf Basis von Pregger & Friedrich (2009)

## 2.4 Räumliche Auflösung von Linienquellen

Linienquellen sind Emissionsquellen mit linienförmigem Verlauf und vernachlässigbarer Breite (Schwarz, U. 2002). Im PAREST-Projekt sind der Straßenverkehr, die Binnenschifffahrt und auch der Schienenverkehr für Deutschland als Linienquelle definiert.

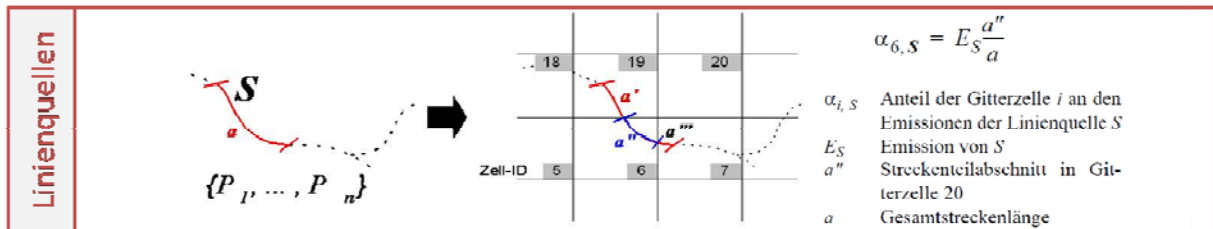
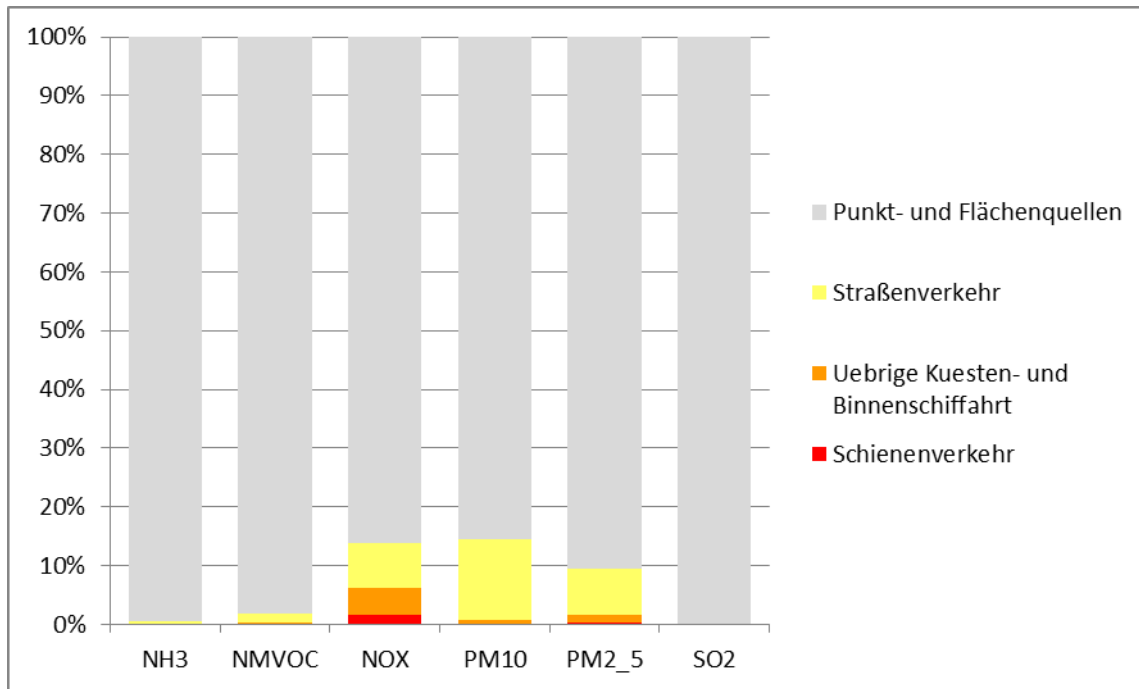


Abbildung 29: Geografische Verortung von Linienquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001)

Abbildung 29 beschreibt das prinzipielle Vorgehen bei der räumlichen Rasterverteilung von Linienquellen am Beispiel des Straßenverkehrs. Wie auch in der Gesamtmethodik beschrieben, findet eine erste Verteilung der Emissionen anhand von Verkehrsflüssen auf die Kreise statt. Auf Basis dieser Ergebnisse ist es möglich, die Emissionen innerhalb eines Kreises auf die einzelnen Straßenabschnitte und daraus wiederum auf einzelne Gitterzellen aufzulösen. Die Emissionen auf Kreisebene werden mit Hilfe der Verkehrsstärke und der Straßenlänge innerhalb einer Zelle auf die einzelnen Zellen heruntergebrochen. „Die Straßenabschnitte werden mit dem Gitter überlagert, um zu berechnen, welche Streckenabschnittslängen in welchen Gitterzellen liegen. Die Emissionen des ganzen Streckenzugs werden schließlich gewichtet mit den Abschnittslängen auf die einzelnen Zellen verteilt“ (Wickert, B. 2001). Das beschriebene Prinzip ist ebenso auf alle anderen linienhaften Verkehrsmodi übertragbar, allerdings ist es notwendig, Parameter wie Verkehrsstärke und auch Länge der Teilabschnitte zu kennen. Fehlen entsprechende Informationen, sind auch vereinfachte Ansätze wie beim Schienenverkehr denkbar. Dabei wurde aufgrund fehlender Information nur auf die Streckenlänge als Verteilparameter zurückgegriffen.

Die Verkehrsträger Straßenverkehr, Binnenschifffahrt und der Schienenverkehr emittieren die betrachteten Luftschadstoffe in unterschiedlichem Maße. Die Anteile der betrachteten Linienquellen im Vergleich zu den restlichen Emissionsquellen sind in Abbildung 30 dargestellt. In Abbildung 30 ist insbesondere die verhältnismäßig geringe Bedeutung der Linienquellen für die untersuchten Schadstoffe deutlich erkennbar. Sie spielen vor allem bei  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  und NMVOC eine verschwindend kleine Rolle. Von größerer Bedeutung sind sie hingegen bei den Feinstaubemissionen als auch bei den Stickoxiden. Bei den Feinstaubemissionen hat PM10 einen höheren Punktquellenanteil als PM2.5. Es ist auch zu erkennen, dass bezogen auf die Verkehrsträger, der Straßenverkehr die Emissionen aus den Linienquellen eindeutig dominiert. Wobei anzumerken ist, dass die Bedeutung des Straßenverkehrs mit verbesserter Datenlage erheblich steigen dürfte. Der größere Teil des Straßenverkehrs ist aufgrund fehlender Informationen als Flächenquelle verteilt (siehe auch Kapitel 2.5). Der zweitgrößte linienhafte Verkehrsträger ist die Binnenschifffahrt. Bei der Binnenschifffahrt ist vor allem der Stickoxidanteil erkennbar. Die Emissionen aus dem Schienenverkehr sind abgesehen von den Stickoxiden kaum erkennbar und deshalb auch von geringerer Bedeutung.





**Abbildung 30: Anteil der Emissionen aus Linienquellen im Verhältnis zu Punkt- und Flächenquellen im Jahr 2020**

Im Folgenden werden jeweils die Methoden zur Verteilung der durch die Verkehrsträger Straßenverkehr, Binnenschifffahrt und Schienenverkehr emittierten Luftschadstoffe beschrieben.

### 2.4.1 Straßenverkehr

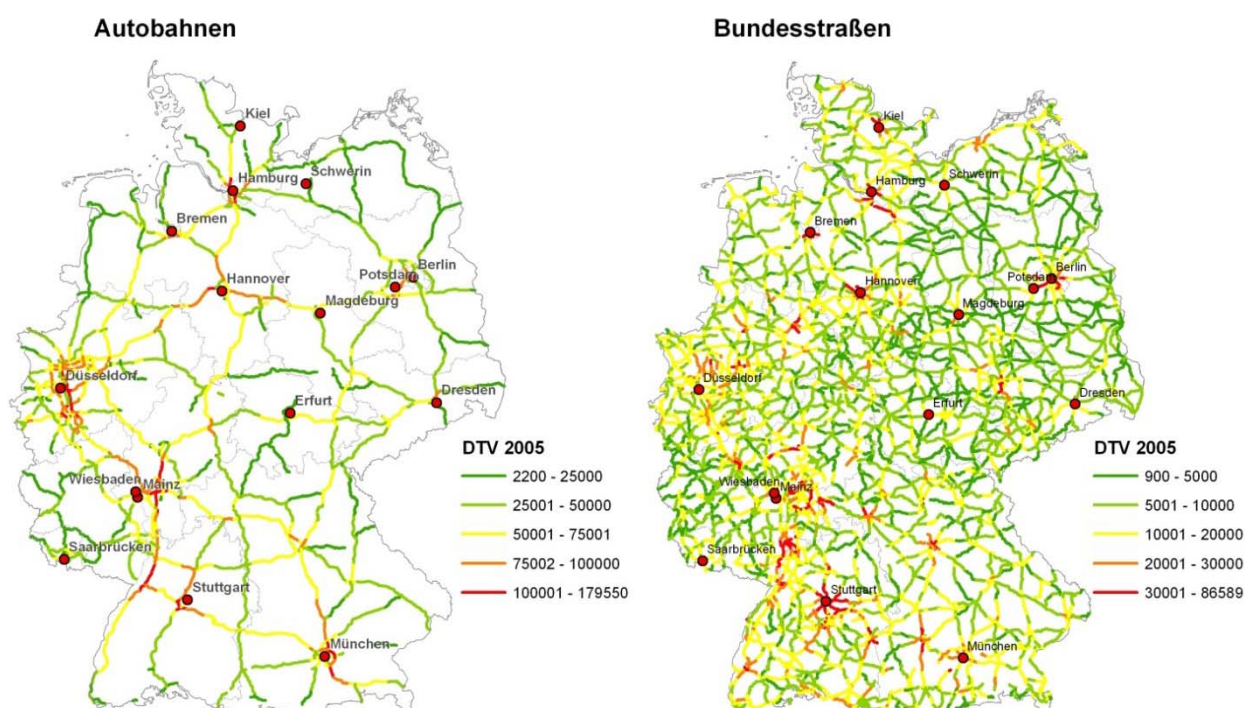
Die Emissionen des Straßenverkehrs werden durch unterschiedliche emissionsverursachende Prozesse verursacht. Abgasemissionen werden durch die Verbrennung von Treibstoffen wie z.B. Diesel oder Benzin verursacht. Daneben gibt es Emissionen, welche durch den Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenbelag verursacht werden. Als dritte wesentliche Quelle sind noch die Verdampfungsemissionen zu nennen. Die Verdampfungsemissionen werden als Flächenquellen verteilt und daher in diesem Kapitel nicht weiter erläutert. Durch Wiederaufwirbelungsprozesse werden bereits emittierte und abgelagerte Partikel wieder in die Luft gebracht. Die Wiederaufwirbelung wird genauso wie die übrigen Straßenverkehrsemissionen teils als Linien- und teils als Flächenquelle verteilt. Die räumliche Verteilung der Wiederaufwirbelung wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die Wiederaufwirbelungsprozesse direkt mit der Emissionsaktivität des Straßenverkehrs korrelieren. Als resultierender Indikator für die Emissionsaktivität des Straßenverkehrs für die Wiederaufwirbelung wurden die Feinstaubemissionen aus Dieselfahrzeugen bestimmt. Hieraus ergibt sich die räumliche Verteilung der Wiederaufwirbelung aus den relativen Anteilen der Feinstaubemissionen aus Dieselfahrzeugen. Der verwendete Indikator dient als Hilfsgröße, da adäquatere Verteilparameter zur Zeit der Modellierung nicht zur Verfügung standen.

Prinzipiell kann der Straßenverkehr in Verkehr auf Autobahnen sowie Außerorts- und Innerortsstraßen kategorisiert werden. Die Emissionen auf Autobahnen und ein Teil der Außerortsemissionen wird als Linienquellen räumlich aufgelöst. Der restliche Teil des Außerortsverkehrs wird als Flächenquelle

verteilt. Der Stadtverkehr wird aufgrund der hohen Straßendichte als flächenhafte Quelle behandelt.

### Verkehr auf Autobahnen und Bundesstraßen

Zur Ermittlung des Verkehrsaufkommens auf Autobahnen und Bundesstraßen wurden anhand einer digitalen Straßenkarte (Gfk, 2007) für Autobahnen und Bundesstraßen Verkehrszählraten verwendet (Fitschen, A. et al. 2007). Abbildung 31 zeigt die geographisch referenzierte Fahrleistung auf Autobahnen und Bundesstraßen.



**Abbildung 31: Fahrleistung auf Autobahnen und Bundesstraßen**

Das Vorgehen bei der räumlichen Verortung der Fahrleistungen auf dem digitalen Straßennetz wird im Folgenden näher erläutert.

Mittels der Zählstellennummer der automatischen und manuellen Zählraten auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen wurden die Ergebnisse der Zählungen den entsprechenden Straßenabschnitten der digitalen Straßenkarte zugeordnet. Da zu den automatischen Zählstellen keine Koordinaten geliefert wurden, musste eine Methode der Zuordnung der Zählstellen zu den Straßenabschnitten entwickelt werden. Da die 7stellige Zählstellenkennnummer die 4stellige Nummer des Topographischen Kartenblattes (1:25000) (TK25) in dem die Zählstelle liegt enthält, kann die Zählstelle eindeutig der Fläche eines Kartenblattes (ca. 10 km x 10 km) zugeordnet werden. Weiterhin kann über die Straßenklasse und -nummer (Autobahn oder Bundesstraße), die für jede Zählstelle bekannt ist, die Zählstelle den einzelnen Straßen innerhalb des Topographischen Kartenblattes zugeordnet werden. Da nicht für alle Straßen innerhalb eines TK25 Arealen Zählstellen vorhanden waren, wurden die Zählraten aus der nächstgelegenen Zählstelle der jeweiligen Straße verwendet. Lagen mehrere Zählstellen für eine

Straße innerhalb eines TK25 Areals wurden diese gemittelt.

Basierend auf den DTV Mengen (durchschnittliche tägliche Verkehrsmengen) wurde mit Hilfe der aus der digitalen Straßenkarte und dem 0.01 Grad x 0.01 Modellierungsraster berechneten Länge der Streckenabschnitte innerhalb einer Rasterzelle die Fahrleistung pro Rasterzelle berechnet. Berücksichtigt wurden die Fahrzeug-Klassen Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (LKW), leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und KRAD. Die Datenquellen zur Erstellung des räumlich aufgelösten Verteilparameters für den Straßenverkehr sind im Wesentlichen:

- Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2005 (Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen) (Fitschen, A. et al. 2007).
- Manuelle Straßenverkehrszählung 2005: Ergebnisse für Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Bast, 2007)
- Digitales Straßennetz Deutschland (Bundesautobahnen und Bundesstraßen) (GfK, 2007).

## 2.4.2 Schienenverkehr

Wie schon eingangs erwähnt, spielen die Emissionen aus dem Schienenverkehr keine besonders große Rolle in Deutschland. Die bedeutendste Schadstoffgruppe für den Schienenverkehr sind Stickoxide. Die Emissionen aus dem Schienenverkehr werden ausschließlich durch dieselbetriebene Züge verursacht. Die räumliche Verteilung der Emissionen wurde aufgrund fehlender Datengrundlagen zur Zeit der Erstellung nur über die Länge des Schienennetzes vorgenommen. Das hat zur Folge, dass die Emissionen direkt proportional zur Schienenlänge sind. Abbildung 32 zeigt das verwendete Schienennetz in Deutschland. Obwohl die angewendete Methodik eine Verzerrung der Emissionssituation darstellt, kann davon ausgegangen werden, dass die Wirkung auf das Gesamtergebnis aufgrund des verhältnismäßigen geringen Anteils der Emissionen aus dem Schienenverkehr vernachlässigbar klein ist.

Für die Verbesserung der räumlichen Verteilung des Schienenverkehrs sind zwei Möglichkeiten denkbar. Die erste Möglichkeit besteht darin, die Elektrifizierung des Schienennetzes zur berücksichtigen. Da vor allem dieselbetriebene Züge in den nicht-elektrifizierten Abschnitten des Schienennetzes benötigt werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Emissionen aus dem Schienenverkehr vor allem auf diesen Abschnitten stattfinden. Allerdings werden dieselbetriebene Loks auch auf elektrifizierten Schienenabschnitten betrieben, so dass ein Teil auch auf diesen Abschnitten emittiert wird. Die andere Möglichkeit zur Verbesserung räumlichen Auflösung der Emissionen aus dem Schienenverkehr wäre die Modellierung der Verkehrsvolumina mithilfe bereits vorhandener Software (z.B. Trans-Tools).



Abbildung 32: Schienennetz in Deutschland (Stand 2007) (GfK, 2007)

### 2.4.3 Binnenschifffahrt und Seeverkehr der Binnenhäfen

Die Emissionen aus der Schifffahrt können für Deutschland im Wesentlichen in die Binnenschifffahrt und den Seeverkehr der Binnenhäfen untergliedert werden. Die räumliche Auflösung der Emissionen aus Hochseeschifffahrt ist in Denier van der Gon, H. et al. (2010) beschrieben.

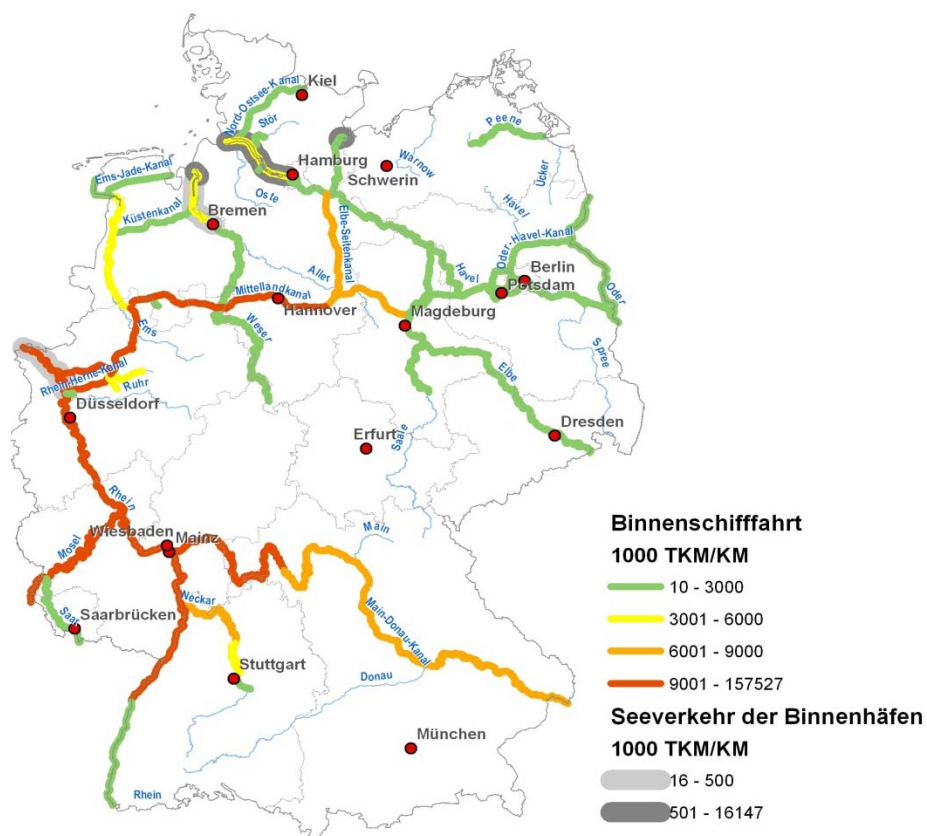
Die räumliche Verteilung des Binnenschiffverkehrs und des Seeverkehrs der Binnenhäfen wurde auf der Basis der Fachserie 8, Reihe 4, 2005 des Statistischen Bundesamts (Statistisches Bundesamt, 2007) und der digitalisierten Flussverläufe von GfK geomarketing (GfK, 2007) durchgeführt. Der Indikator für die Aktivität der Binnenschifffahrt ist die tonnenkilometrische Leistung. Die tonnenkilometrische Leistung ist der Quotient aus Transportleistung in Tonnenkilometern (tkm) bezogen auf die Länge des Flussabschnittes in km (vgl. Abbildung 31). Die Transportleistung der Binnenschifffahrt in Tonnenkilometern (tkm) ist das Produkt aus der zurückgelegten Wegstrecke auf inländischen Wasserstraßen und der transportierten Gütermenge in Tonnen (Statistisches Bundesamt, 2007).

Die Statistik der Fachserie 8, Reihe 4, 2005 erfasst laut Statistischem Bundesamt (Statistisches Bundesamt, 2007):

- alle Schiffe, soweit sie Zwecken der Güterbeförderung dienen,
- die in deutschen Häfen angekommenen und abgegangenen Schiffe, sowie die von ihnen ein- und/oder ausgeladenen Güter,
- Schiffe, die deutsche Wasserstraßen im Durchgangsverkehr benutzen sowie die Güter, die von diesen befördert werden,
- Quelle der Daten für den Transitverkehr über den Rhein ist die Schleusenstatistik der Oberrheinschleuse Iffezheim, für den Transitverkehr über Mosel oder Main/Main-Donau-Kanal die Abgabenstatistik der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie für den Transitverkehr von oder nach Polen bzw. aus und in die Tschechische Republik die Daten der entsprechenden Grenzzollstellen,
- den Eingang und Ausgang von Schiffen und deren beförderte Güter an den deutschen Grenzzollstellen der Außengrenzen der Europäischen Union.

Nicht in die Statistik einbezogen werden laut der Fachserie 8, Reihe 4, 2005 des Statistischen Bundesamts (2007):

- Schiffe, die ausschließlich als Schlepp- oder Schubkraft eingesetzt werden,
- Schiffe, die einen Hafen lediglich als Schutz- oder Sicherheitshafen anlaufen,
- Leichterungen auf freier Strecke zur Verringerung des Tiefgangs des ausladenden Schiffes,
- der Verkehr von Schiffen zum Zweck des Fischfangs, zu Wasserbauten oder Baggararbeiten, sofern das Baggergut nicht Gegenstand des Handels ist,
- der Verkehr von Fahrgastschiffen mit und ohne Güterladung,
- der Fährverkehr,
- der Verkehr zur Versorgung der Schiffe,
- der Verkehr, auf dem Rhein oberhalb Neuburgweier zwischen französischen Häfen bzw. diesen Häfen mit Basel sowie der Verkehr zwischen luxemburgischen Moselhäfen bzw. diesen Häfen mit französischen Häfen oberhalb Perl/Apach,
- der Verkehr von Schiffen zwischen Anlegestellen eines Hafens bzw. zwischen Häfen einer politischen Gemeinde (Ortsverkehr).



**Abbildung 33: Verteilparameter der Binnenschifffahrt in Deutschland**

In Abbildung 33 sind die tonnenkilometrischen Leistungen der einzelnen Abschnitte der Binnenschiffahrtstraßen in Deutschland dargestellt. In der Abbildung sind auch die tonnenkilometrischen Leistungen des Seeverkehrs farblich in Graustufen dargestellt.

Die räumliche Zuordnung der internationalen Binnenschifffahrt ist in Thiruchittampalam et al. (2010) beschrieben.

## 2.5 Räumliche Verteilung von Flächenquellen

Flächenquellen sind alle übrigen Emissionsquellen, die weder Punkt- noch Linienquellen sind. Mit eingeschlossen sind hier z.B. Stadtstraßenverkehr, Hausfeuerungen, Industrieanlagen, sofern sie nicht Großemittenten (Punktquellen) sind, landwirtschaftliche Nutzflächen und naturnahe Flächen (Wälder, Seen, etc.) (Schwarz, U. 2002).

Die Kategorisierung der Emissionen nach Quellgruppen erfolgt anhand der Verfügbarkeit von Verteilparametern. Als Flächenquellen werden alle Emissionen eingeordnet, welche entweder aufgrund fehlender Informationen nicht als Punkt- oder Linienquelle beschrieben werden können oder aufgrund der flächenhaften Ausdehnung als Flächenquelle verteilt werden.

Die räumliche Auflösung von Flächenquellen ist wiederum in zwei Teilschritte untergliedert. Der erste Teilschritt beschreibt die Verteilung der Emissionen auf die Kreisebene, und der zweite Teil beschreibt die Rasterauflösung. Die räumliche Verteilung der Flächenquellen auf die Kreise wird anhand von sozioökonomischen Informationen wie beispielsweise Beschäftigtenzahlen untergliedert nach Wirtschaftszweigen oder landwirtschaftlichen Tierzahlen durchgeführt. Die Gitterzuordnung für die Emissionen resultiert aus der Zuordnung der betreffenden Emissionsquellen zur zugehörigen Landnutzungs-klasse (siehe auch Tabelle 8 und Abbildung 35).

Tabelle 8 beschreibt die Landnutzungs-klassen in Deutschland mit den zugehörigen Summen der Flächen sowie die dazugehörigen Anteile an der Gesamtfläche. Abbildung 35 zeigt alle Landnutzungs-klassen mit der zugehörigen Farblegende zu den Bodenbedeckungsklassen in Deutschland.

Das methodische Vorgehen bei der räumlichen Rasterverteilung von Flächenquellen ist in der Abbildung 34 beschrieben. Emissionen, welche als Flächenquelle dargestellt werden, können geometrisch als Polygone beschrieben werden. Um die Emission dieser Polygone auf einzelne Gitterzellen aufzulösen, bedarf es einer Überlagerung der Flächenquelle mit dem Zielgitter (siehe auch Wickert, B. 2001). Auf der Grundlage der Überlagerung ist es möglich, Anteile von Gitterzellen in Bezug auf die Flächenquelle, abgebildet als Polygon, zu bestimmen. Mittels dieser Anteile können die Emissionen auf die einzelnen Gitterzellen aufgelöst werden.

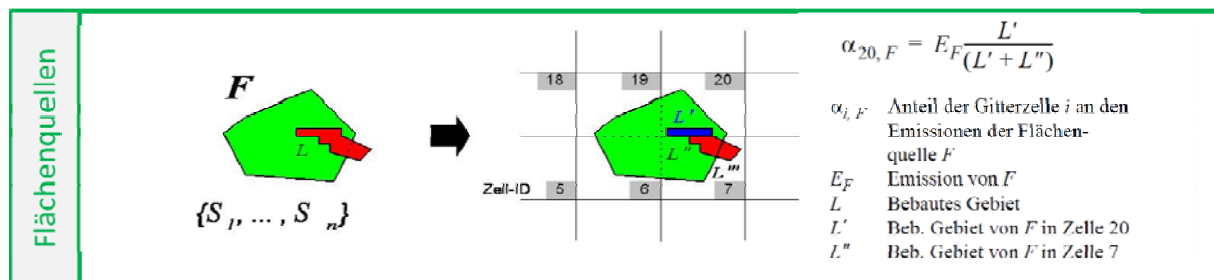


Abbildung 34: Geografische Verortung von Flächenquellen auf einem Gitter (Wickert, B. 2001)

Tabelle 8: Landnutzungsklassen nach CORINE ( Keil, M. et al. 2005)

CLC Code	Bedeckungsart	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
111	Durchgängig städtische Prägung	224	0,06%
112	Nicht durchgängig städtische Prägung	20.856	5,39%
121	Industrie- und Gewerbeflächen, öffent. Einrichtungen	2.342	0,61%
122	Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen	162	0,04%
123	Hafengebiete	113	0,03%
124	Flughäfen	480	0,12%
131	Abbauflächen	1.282	0,33%
132	Deponien und Abraumhalden	169	0,04%
133	Baustellen	68	0,02%
141	Städtische Grünflächen	336	0,09%
142	Sport- und Freizeitanlagen	747	0,19%
211	Nicht bewässertes Ackerland	143.009	36,94%
221	Weinbauflächen	1.278	0,33%
222	Obst- und Beerenobstbestände	1.305	0,34%
231	Wiesen und Weiden	43.326	11,19%
242	Komplexe Parzellenstrukturen	20.591	5,32%
243	Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe	7.520	1,94%
311	Laubwälder	23.701	6,12%
312	Nadelwälder	57.342	14,81%
313	Mischwälder	23.653	6,11%
321	Natürliches Grünland	1.969	0,51%
322	Heiden und Moorheiden	1.055	0,27%
324	Wald-Strauch-Übergangsstadien	307	0,08%
331	Strände, Dünen und Sandflächen	229	0,06%
332	Felsflächen ohne Vegetation	164	0,04%
333	Flächen mit spärlicher Vegetation	320	0,08%
334	Brandflächen	0	0,00%
335	Gletscher und Dauerschneegebiete	0	0,00%
411	Sümpfe	500	0,13%
412	Torfmoore	1.056	0,27%
421	Salzwiesen	162	0,04%
423	In der Gezeitenzone liegende Flächen	2.782	0,72%
511	Gewässerläufe	636	0,16%
512	Wasserflächen	3.024	0,78%
521	Lagunen	1.110	0,29%
522	Mündungsgebiete	261	0,07%
523	Meere und Ozeane	25.025	6,46%
Gesamt		387.105	100,00%



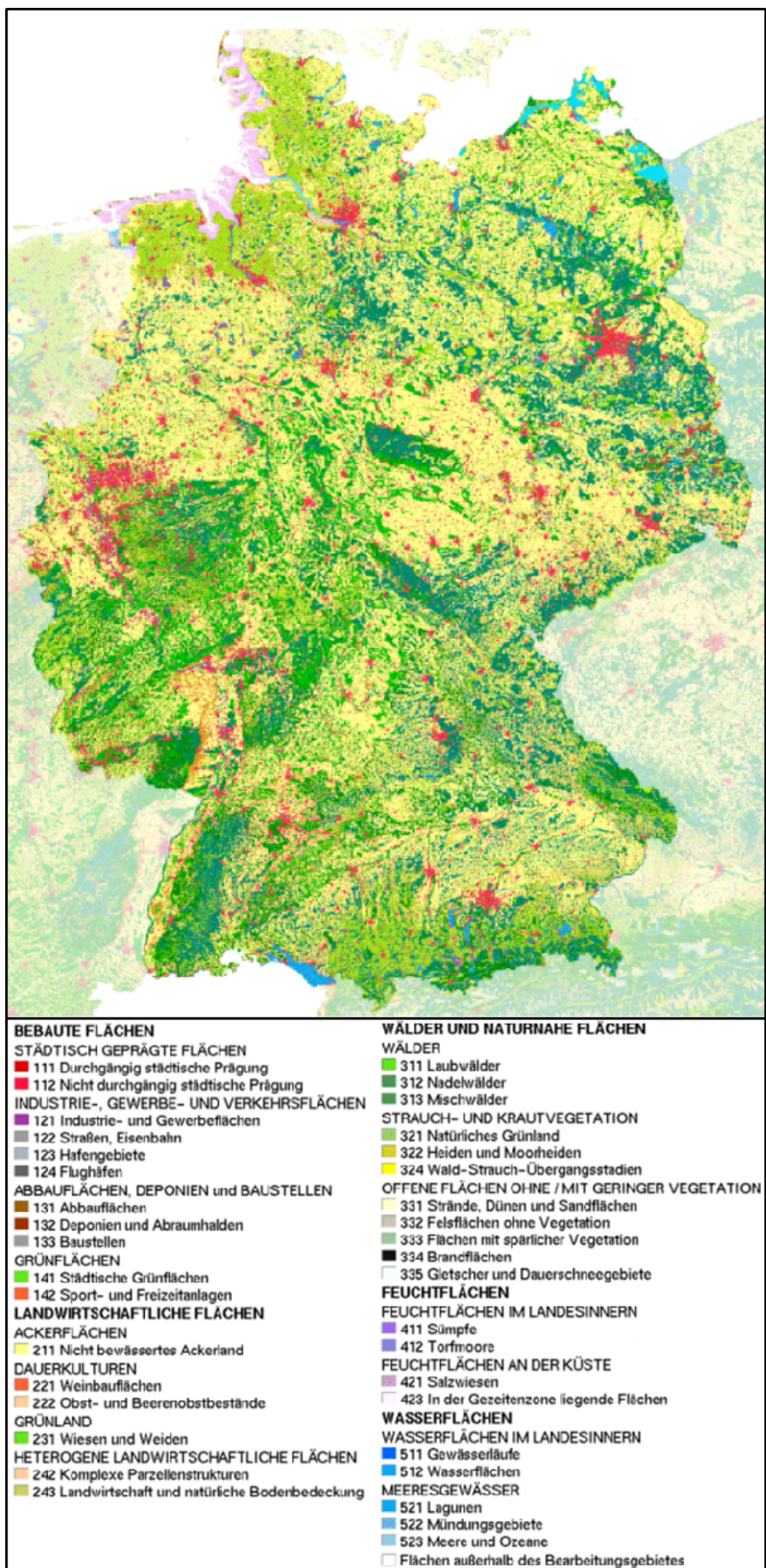
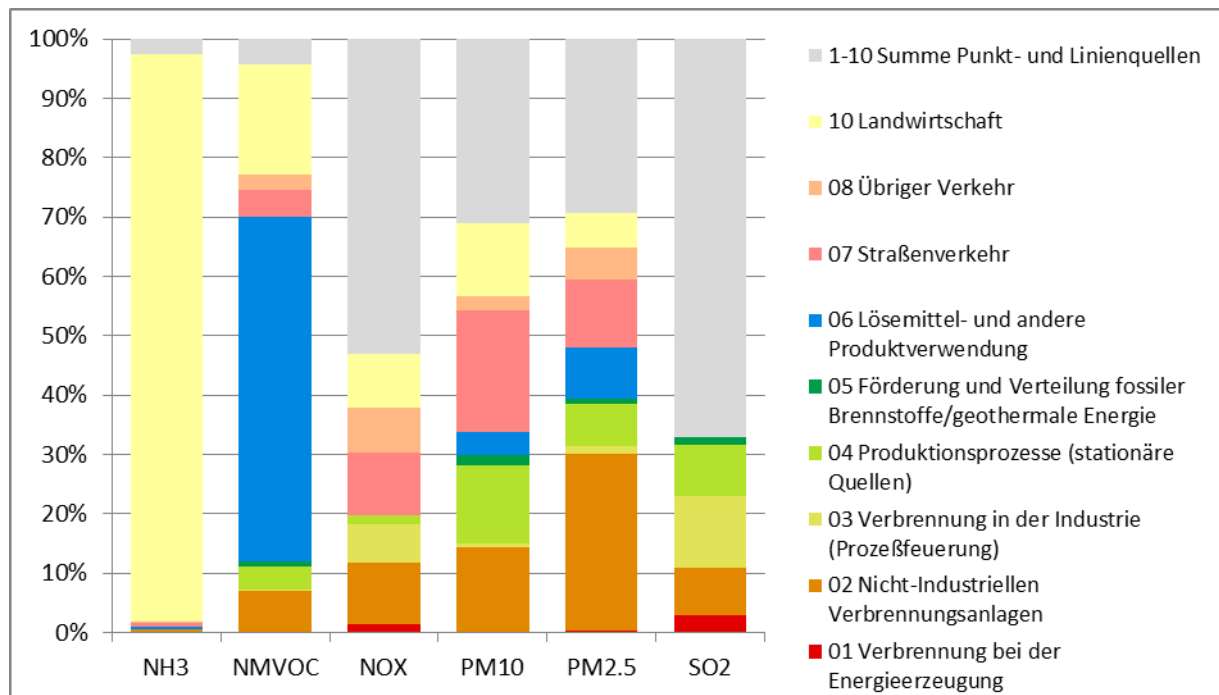


Abbildung 35: CORINE 2000 Landnutzungsklassen (Keil, M. et al. 2005)

Flächenquellen betreffen alle Sektoren und haben eine unterschiedliche Bedeutung für die einzelnen Schadstoffe. Die Anteile der Flächenquellen im Vergleich zu den restlichen Emissionsquellen sind in Abbildung 36 für die einzelnen Schadstoffe veranschaulicht.



**Abbildung 36: Relevanz der Flächenquellen im Verhältnis zu den übrigen Quellgruppen im Jahr 2020**

Wie Abbildung 36 zeigt, ist der Anteil der Flächenquellen an den Emissionen der meisten Schadstoffe am größten. NH<sub>3</sub> und NMVOC Emissionen werden fast ausschließlich als Flächenquelle verteilt. Feinstaubemissionen werden auch zum größten Teil als Flächenquelle abgebildet. NO<sub>x</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen sind zu einem größeren Anteil von Punkt und Linienquellen dominiert. SO<sub>2</sub>-Emissionen werden dabei hauptsächlich Punktquellen zugeordnet.

NH<sub>3</sub>-Emissionen werden fast ausschließlich durch den Sektor Landwirtschaft verursacht. Die größte Quellgruppe für NMVOC-Emissionen ist der Sektor Lösemittel- und andere Produktanwendungen, gefolgt von der Landwirtschaft und Nicht-Industriellen Verbrennungsprozessen. Für PM10-Emissionen hat der Sektor Straßenverkehr die größte Bedeutung (2/3 der Wiederaufwirbelung wurden als Flächenquelle verteilt). Die Sektoren Nicht-industrielle Verbrennung sowie Produktionsprozesse haben eine ähnliche hohe Relevanz für PM10-Emissionen. Die Landwirtschaft stellt für PM10-Emissionen auch einen wichtigen Sektor dar. PM2.5-Emissionen werden im Gegensatz zu PM10-Emissionen größtenteils durch Nicht-Industrielle Verbrennungsprozesse verursacht, gefolgt vom Sektor Straßenverkehr und der Quellgruppe Lösemittel- und andere Produktanwendungen (Rauchen und Feuerwerke). Für NO<sub>x</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen kann innerhalb der Kategorie der Flächenquellen keine eindeutige Dominanz eines bestimmten Sektors identifiziert werden.

## 2.5.1 Verbrennung bei der Energieerzeugung und Umwandlung

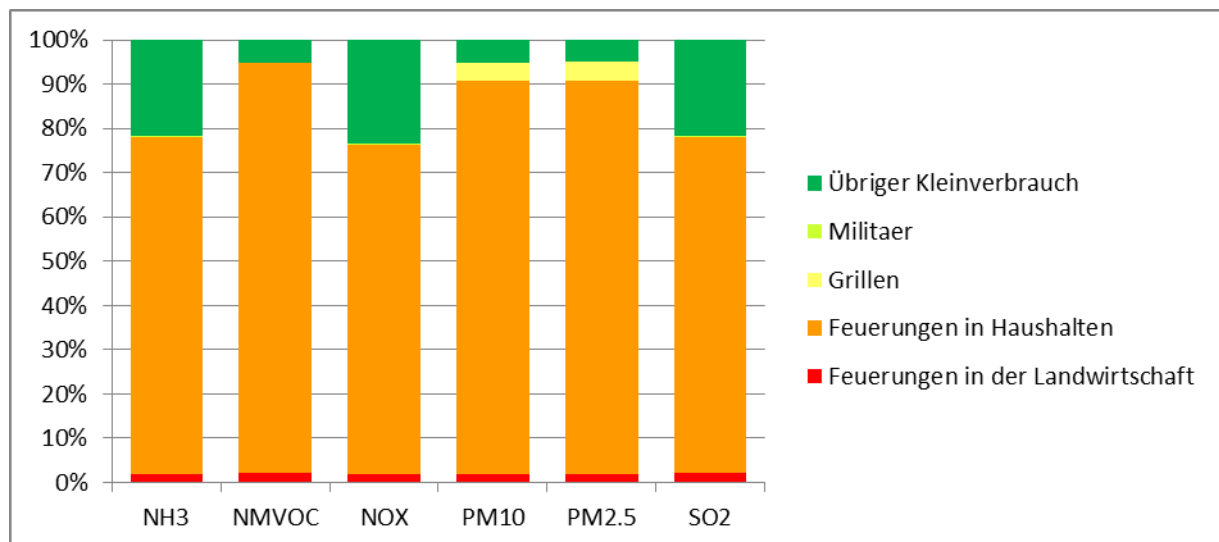
Die Quellgruppe Verbrennung bei der Energieerzeugung hat den geringsten Anteil an den Flächenquellen. Dabei spielen nur Erdgasverdichterstationen eine Rolle. Erdgasverdichterstationen wurden aufgrund von fehlenden Informationen mittels der Bevölkerungszahlen aus dem Jahre 2005 auf Kreisebene von der Regionalstatistik (Regionalstatistik, 2007) regionalisiert und anhand von verschiedenen relevanten anthropogenen Landnutzungsklassen auf das Gitter verteilt. Dabei wurden alle anthropogenen Landnutzungsklassen (CLC Klassen < 300) ohne Siedlungsfläche (CLC Klassen 111 und 112) berücksichtigt (siehe Tabelle 8).

## 2.5.2 Nicht-Industrielle Verbrennungen

Die Nicht-Industriellen Verbrennung sind in folgende Emittentengruppen unterteilt:

- Feuerungen in Haushalten
- Grillen
- Militär
- Übriger Kleinverbrauch
- Feuerungen in der Landwirtschaft.

Die unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Emittentengruppen bei der Nicht-Industriellen Verbrennung ist in der Abbildung 37 veranschaulicht. Die wichtigste Emittentengruppe stellen die Feuerungen in Haushalten dar, gefolgt vom Übrigen Kleinverbrauch. Das Grillen ist insbesondere für die Feinstaubemissionen von Bedeutung. Die Feuerungsprozesse in der Landwirtschaft und insbesondere die Verbrennungsprozesse beim Militär spielen eine verhältnismäßig geringe Rolle.



**Abbildung 37: Anteile der Emissionen der einzelnen Emittentengruppen bei der Nicht-Industriellen Verbrennung im Jahr 2020**

Eine weitergehende Unterteilung der Emissionen nach Energieträgern wurde bei der räumlichen Verteilung nicht angewendet. Die einzige Ausnahme bildeten hier Feuerungsprozesse in Haushalten.

Zur räumlichen Verteilung der durch Feuerungsprozesse in Haushalten verursachten Emissionen

wurden alle Energieträger außer die Holzverbrennung über die Bevölkerungszahl im Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) regionalisiert. Die Gitterauflösung wurde anhand der Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111) und „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) vorgenommen. Die räumliche Verteilung der Holzverteilung wird aufgrund der besonderen Bedeutung für die Feinstaubemissionen in Kapitel 2.6 detailliert beschrieben.

Die räumliche Verteilung der Emissionen aus dem Übrigen Kleinverbrauch wurde auf Kreisebene mit der Summe der Beschäftigtenzahlen aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) durchgeführt. Die räumliche Auflösung auf das Gitter wurde mit den Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111), „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) und „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) vorgenommen.

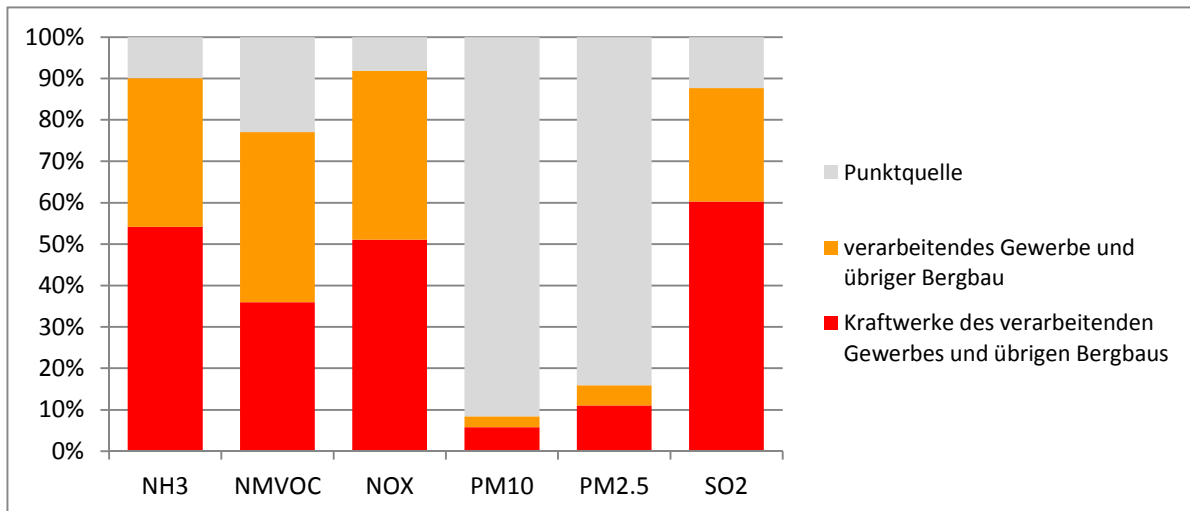
Die Emissionen aus dem Subsektor Grillen wurde mittels der Bevölkerungszahl im Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) verteilt. Für die Auflösung auf das Gitter wurde die Landnutzungsklasse „Städtische Grünflächen“ (CLC Klasse 141) verwendet.

Die Feuerungen aus der Landwirtschaft wurden mit der Summe der Tierzahlen aus dem Jahre 2005 (Dämmgen, U. et al., 2008) auf die Kreise verteilt. Die räumliche Verteilung auf das Gitter konnte auf Basis der landwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt werden (CLC Klassen 211 bis 244).

Die Emissionen aus den Verbrennungsprozessen, die militärischen Aktivitäten zugeordnet werden, wurden aufgrund fehlender Informationen mit der Summe aller Landnutzungsklassen außer den anthropogen genutzten Flächen (CLC Klassen >300) auf die Kreise und entsprechend auf das Gitter verteilt.

### **2.5.3 Verbrennungsprozesse in der Industrie**

Industrielle Verbrennungsprozesse, welche als Flächenquelle verteilt wurden, sind den Emittengruppen „Kraftwerke des verarbeitenden Gewerbes und übrigen Bergbaus“ und „verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau“ zuzuordnen. Die räumliche Verteilung dieser Quellgruppen konnte aufgrund mangelnder Datengrundlage nicht auf der Basis von Punktquelleninformationen durchgeführt werden. Die räumliche Verteilung wurde stattdessen unter der Zuhilfenahme von Beschäftigtenzahlen des verarbeitenden Gewerbes und den Beschäftigtenzahlen aus dem Bergbau für das Jahr 2005 (Regionalstatistik, 2007) auf administrativer Ebene, d.h. kreisweise, durchgeführt. Die räumliche Auflösung auf dem Gitter erfolgte durch Zuordnung dieser Aktivitäten zu der Landnutzungsklasse „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121). In Abbildung 38 sind die Anteile für die einzelnen Schadstoffe zu sehen, welche als Punkt- oder Flächenquelle verteilt wurden.



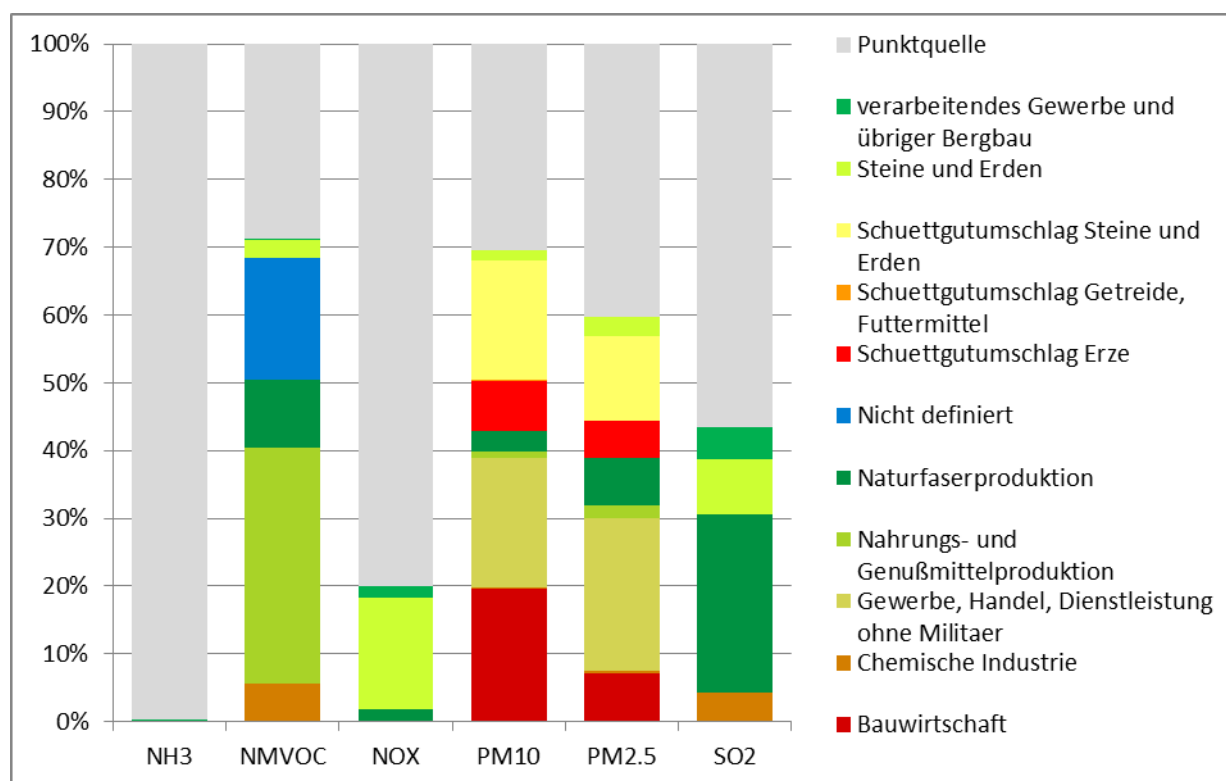
**Abbildung 38: Relevanz der räumlichen Verteilung als Flächenquelle für industrielle Verbrennungsprozesse im Jahr 2020**

## 2.5.4 Produktionsprozesse

Emissionen des Sektors „Produktionsprozesse“, welche als Flächenquelle verteilt werden, werden von folgenden Emittentengruppen verursacht:

- Chemische Industrie
- Nahrungs- und Genussmittelproduktion
- Naturfaserproduktion
- Steine und Erden
- verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau
- Bauwirtschaft
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung ohne Militär
- Schüttgutumschlag Erze
- Schüttgutumschlag Getreide, Futtermittel
- Schüttgutumschlag Steine und Erden.

Ähnlich wie bei den industriellen Verbrennungsprozessen ist der hauptsächliche Grund für die Verteilung der Produktionsprozesse als Flächenquelle der Mangel an Punktquellendaten. Die Relevanz der Flächenquellen im Sektor Produktionsprozesse ist in Abbildung 39 dargestellt. Die räumliche Verteilung wird analog der Verteilung des Sektors industrielle Verbrennungsprozesse durchgeführt und anhand von Beschäftigtenzahlen der betreffenden Branchen aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) auf Kreise aufgelöst. Die räumliche Auflösung auf das Gitter wurde auf Grundlage einer Zuordnung zu der Landnutzungsclass „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) durchgeführt.



**Abbildung 39: Relevanz der räumlichen Verteilung als Flächenquelle für den Sektor Produktionsprozesse im Jahr 2020**

### 2.5.5 Förderung und Verteilung fossiler Brennstoffe

Die Quellgruppe Förderung und Verteilung fossiler Brennstoffe hat wie in Abbildung 36 dargestellt einen sehr geringen Anteil an den Gesamtemissionen der Flächenquellen. Dieser Sektor kann im Wesentlichen in die folgenden Emittentengruppen eingeteilt werden:

- Behälter (zur Lagerung)
- Schüttgutumschlag Kohle
- Umschlag und Verteilung von Rohöl und Ottokraftstoffen
- Verarbeitung von Gas.

Die räumliche Flächenverteilung wird wie bei allen industriellen Aktivitäten mit Hilfe der Beschäftigtenzahlen der betreffenden Branchen aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) auf die Kreise verteilt. Der zweite Schritt der Gitterverteilung unterscheidet sich allerdings. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Aktivitäten dieses Sektors ausschließlich innerhalb der Landnutzungs-kategorie „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) stattfinden, wurde angenommen, dass die Aktivitäten auf allen Landnutzungsklassen außer den Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111) und „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) stattfindet.

## 2.5.6 Lösemittel- und andere Produktanwendungen

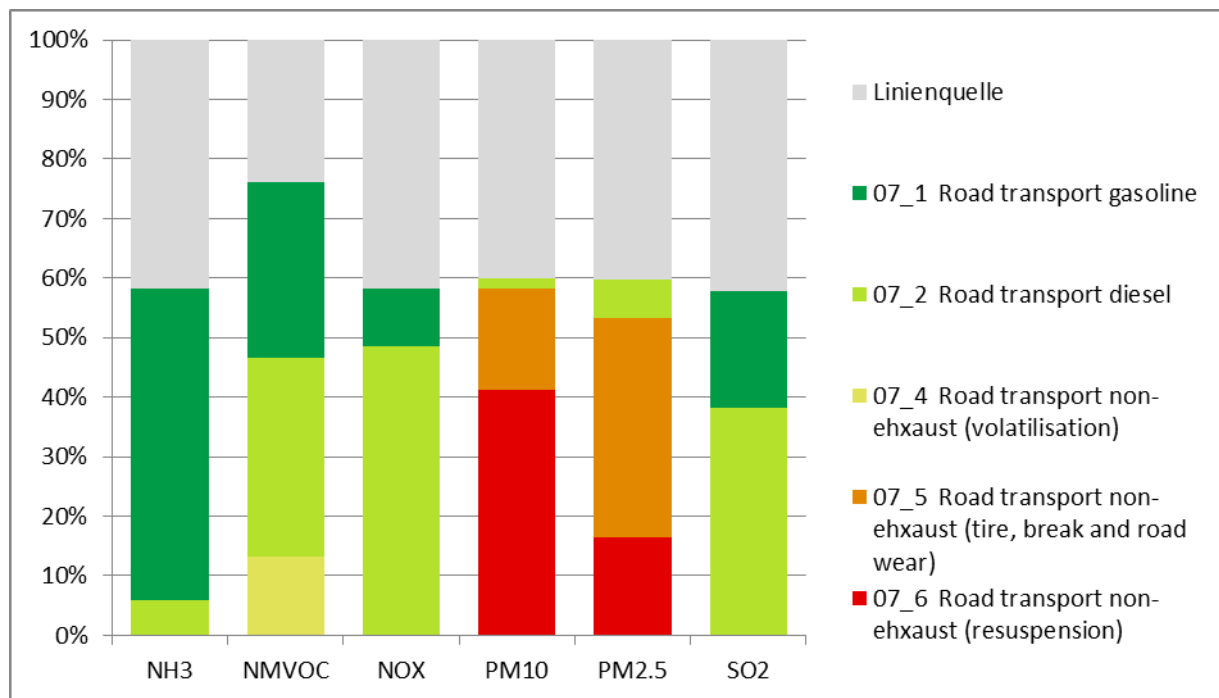
Die Quellgruppe Lösemittel- und andere Produktanwendungen kann in die folgenden Emittentengruppen eingeteilt werden:

- Entfettung, Chemische Reinigung
- Feuerwerk
- Herstellung und Anwendung chemischer Produkte
- Lackierung
- Übrige Lösemittelverwendung
- Übrige Produktverwendung
- Zigarettenrauch.

Der Sektor Lösemittel- und andere Produktanwendungen wird ausschließlich als Flächenquelle verteilt. Die räumliche Verteilung auf die Kreisebene wird je nach Quelle entweder mit Bevölkerungszahl (z.B. Zigarettenrauch) oder soweit anwendbar mit den branchenspezifischen Beschäftigungszahlen aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) vorgenommen. Die Rasterverteilung wird mittels der Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111), „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) und „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) durchgeführt.

## 2.5.7 Straßenverkehr

Die Quellgruppe des Straßenverkehrs wird sowohl als Linien- als auch als Flächenquelle verteilt. Die Anteile der Emissionen der einzelnen Quellgruppen des Straßenverkehrs sind für die betrachteten Luftschadstoffe in Abbildung 40 dargestellt. Aus Abbildung 40 geht auch hervor, dass die Emissionen aus dem Straßenverkehr zu ca. 2/3 als Flächenquelle verteilt werden.



**Abbildung 40: Unterscheidung des Straßenverkehrs in Linien- und Flächenquellen für das Jahr 2020**

Die räumliche Verteilung kann im Prinzip in die Kategorien Außerortsverkehr und Stadtverkehr untergliedert werden. Die Unterteilung in diese Kategorien kann mit Hilfe der Verhältnisse der Fahrleistungen auf Autobahnen und im Außerortsverkehr abgeleitet werden.

Es wird für das Jahr 2005 dasselbe Verhältnis der Fahrleistung auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen zu Land- und Kreisstraßen wie im Jahr 2000 angenommen. Daten für 2000 sind in der Straßenverkehrszählung aus dem Jahre 2000 (Lensing, N. 2003) zu finden. Für das Jahr 2005 sind keine Verkehrszählungs-/Fahrleistungsdaten auf Landes- und Kreisstraßen verfügbar. Über dieses Verhältnis werden die Emissionen aus dem Straßenverkehr auf Land- und Kreisstraßen im Jahr 2005 auf Kreisebene berechnet. Da kein digitales Land- und Kreisstraßennetz zur Verfügung steht, werden die Emissionen gleichmäßig auf alle Landnutzungsklassen verteilt.

Die räumliche Verteilung des Stadtverkehrs wird aufgrund der guten Korrelation mit der Bevölkerungszahl direkt anhand der Bevölkerungszahl aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) auf die Kreise verteilt, und die Rasterverteilung erfolgt auf die drei Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111), „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) und „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121).



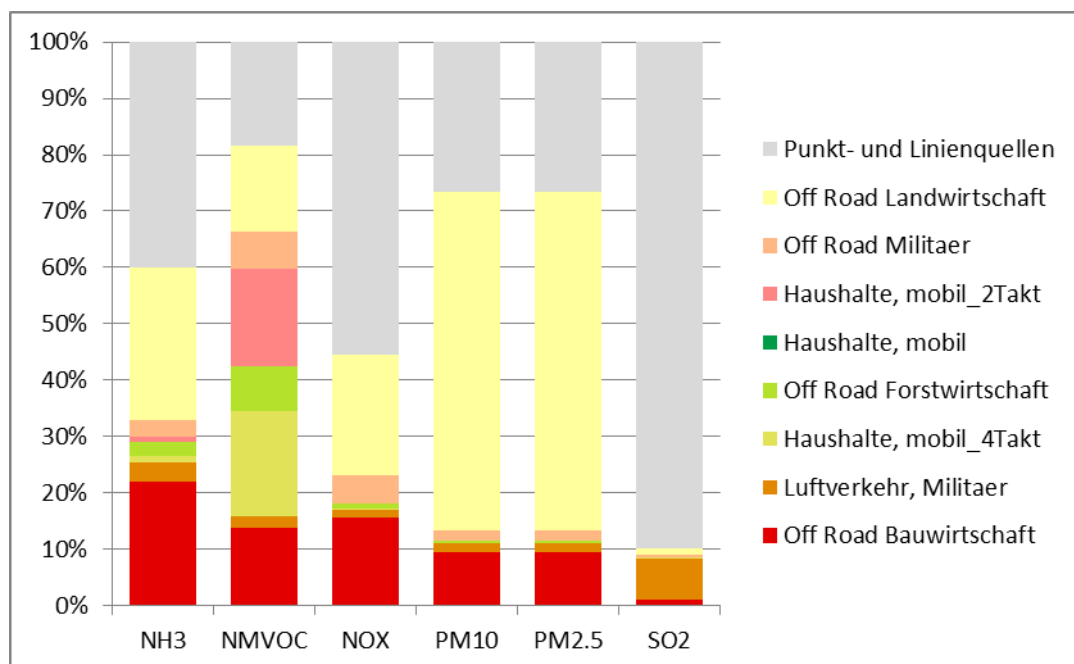
## 2.5.8 Übriger Verkehr

Die Quellgruppe „Übriger Verkehr“ besteht aus den drei Quellkategorien Punkt-, Linien- und Flächenquellen. Die Emittentengruppen sind folgenden Aktivitäten zuzuordnen:

- Off Road Bauwirtschaft
- Off Road Forstwirtschaft
- Haushalte, mobil
- Off Road Militär
- Off Road Landwirtschaft.

Die räumliche Verteilung variiert aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik der betrachteten Quellgruppen voneinander. Die Räumliche Verteilung der bauwirtschaftlichen Aktivitäten auf die Kreise wird mit Hilfe der Beschäftigtenzahlen aus der Baubranche (Regionalstatistik, 2007) vorgenommen. Die Rasterverteilung wird mit den drei Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111), „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) und „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) durchgeführt.

Die Emissionen aus dem Off-Road Bereich der Forstwirtschaft wird sowohl auf der Kreisebene als auch auf der Gitterebene mit Hilfe der Waldfläche räumlich aufgelöst.



**Abbildung 41: Relevanz der Flächenquellen für den Sektor Übriger Verkehr im Jahr 2020**

Mobile Maschinen in Haushalten werden mit der Bevölkerung aus dem Jahre 2005 (Regionalstatistik, 2007) auf die Kreise vorverteilt und auf die Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111) und „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) weiterverteilt.

Die Emissionen aus landwirtschaftlichen mobilen Aktivitäten werden mit den Tierzahlen 2005

(Dämmgen, U. et al. 2008) auf die Kreise aufgeteilt und mittels aller landwirtschaftlich zuordenbarer Landnutzungsklassen auf das Gitter verteilt (CLC Klassen 211 bis 244).

Die Emissionen aus den militärischen Verbrennungsprozessen wurden aufgrund fehlender Informationen mit der Summe aller Landnutzungsklassen außer den anthropogen genutzten Flächen (CLC Klassen >300) auf die Kreise und das Gitter verteilt.

### **2.5.9 Landwirtschaft**

Der Sektor Landwirtschaft wird ausschließlich als Flächenquelle verteilt. Die Verteilung auf die Kreise wurde auf Grundlage von Dämmgen, U. et al. (2008) von vTI (ehemals FAL) geliefert, in das Emissionsmodell integriert und um die Rasterverteilung auf die landwirtschaftlich genutzten Landnutzungsklassen (CLC Klassen 211 bis 244) ergänzt.

## 2.6 Wald-Scheitholzverbrauch in Deutschland als Verteilparameter für Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen (<50 MW) in Privathaushalten

### 2.6.1 Einleitung

Die Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen werden neben dem verwendeten Brennstoff maßgeblich vom Typ der Feuerungsanlage (Model, Filteranlage usw.) und der individuellen Beschickung (Feuchtigkeitsgehalt des Brennholzes, optimale Sauerstoffzufuhr usw.) beeinflusst. Regionalstatistische Daten zu den beiden letztgenannten Parametern stehen nicht zur Verfügung. Der im Folgenden beschriebene Ansatz zur regionalen Verteilung basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen einer Studie von Mantau & Sörgel (2006) zur Energieholzanwendung in Privathaushalten.

Das für die Feuerung in Privathaushalten verwendete Holzbrennstoffsortiment besteht nach Mantau & Sörgel (2006) zum größten Teil (>80%) aus Scheitholz (s. Tabelle 9). Dieses setzt sich zu 85% aus Wald-Scheitholz, zu 10% Scheitholz aus dem eigenen Garten und zu 5% aus Landschaftspflegeholz zusammen. Schnittholzreste (Altholz und aus Sägewerken) haben mit ca. 11% den zweitgrößten Anteil am Holzbrennstoffsortiment in Deutschland. Die restlichen 9% setzen sich aus Briketts, Pellets, Hackschnitzeln, Spänen und Sonstigem zusammen, wobei Holzbriketts und Pellets nicht als naturbelassenes Holz betrachtet werden.

**Tabelle 9: Energieholzverbrauch in Privathaushalten (Mantau & Sörgel (2006))**

	Mio. Fm	in %
<b>Brennholzeinsatz</b>	20.703	100
davon:		
Scheitholz/Wald	14.21	68.7
Scheitholz/Garten	1.71	8.3
Landschaftspflegeholz	0.73	3.5
Schnittholzreste Sägewerk	0.68	3.3
Schnittholzreste Altholz	1.64	7.9
Holzbriketts	0.57	2.8
Pellets	0.19	0.9
Hackschnitzel	0.23	1.1
Späne/Sägemehl	0.01	0.1
Sonstiges	0.72	3.5

Für die räumliche Verteilung der Emissionen aus der Holzfeuerung in Privathaushalten durch die Verbrennung von naturbelassenem Brennholz wurde der Wald-Scheitholzverbrauch herangezogen, da **nur** hierfür eine regionalstatistische Datenbasis (Tabelle 10) verfügbar war. Neben Daten zum regionalen Scheitholzverbrauch, dem Bestand an Feuerungsanlagen und den Holzverbrauchsdaten für verschiedene Ortsgrößenklassen aus Mantau & Sörgel (2006) wurde die Waldfläche für die räumliche Verteilung berücksichtigt, unter der Annahme, dass Wald-Scheitholz nicht über weite Strecken transportiert wird, sondern in der regionalen Umgebung des Einschlagortes verbraucht wird.

## 2.6.2 Berechnung der räumlichen Verteilung

Der Wald-Scheitholzverbrauch in den von Mantau & Sörgel (2006) definierten Regionen (s. Tabelle 10) wurde auf die Rasterzellen innerhalb einer Region mittels eines Gewichtungsfaktors verteilt. Räumliche Eingangsdaten sind hierbei die Einwohnerzahl in der Rasterzelle, sowie die Ortsgrößenklasse, der die Zelle angehört. Eine Rasterzelle gehört zu genau einer Ortsgrößenklasse.

Als Basis für die folgenden Berechnungen wird die Anzahl der Haushalte (H) pro Rasterzelle (z) ermittelt:

$$H_z = E_{(z)} / P_{\ddot{o}(z)}$$

E = Einwohner in der Rasterzelle

P = Personen pro Haushalt in Abhängigkeit von der Ortsgrößenklasse (ö). Eine Liste der Ortsgrößenklassen und zugeordneten Personen pro Haushalt findet sich in Tabelle 11.

Der Gewichtungsfaktor (G) pro Rasterzelle (z) in einer von Mantau & Sörgel (2006) definierten Region (r) (vgl. Tabelle 10) berechnet sich aus:

$$G_z = H(z) * AF_{\ddot{o}}(z) * V_{\ddot{o}}(z) * AW_b(z)$$

Z = Menge aller Zellen in einer von Mantau & Sörgel (2006) definierten Region.

G = Gewichtungsfaktor

H = Anzahl der Haushalte

AF = Anteil der Haushalte mit Holzfeuerung in Abhängigkeit der Ortsgrößenklasse (o). Eine Liste der Ortsgrößenklassen und der zugeordneten Faktoren zur Berechnung der Haushalte mit Holzfeuerungen ist in Tabelle 12 zu finden.

V = Holzverbrauch pro Haushalt in Abhängigkeit der Ortsgrößenklasse (o). Eine Liste der Ortsgrößenklassen und der zugeordnete Holzverbrauch in  $F_m$  pro Haushalt mit Holzfeuerung findet sich in Tabelle 13.

AW = Anteil Wald im Bezirk (b) in  $m^2$  Wald im Bezirk pro  $m^2$  Bezirksfläche. Jede Rasterzelle gehört zu genau einem Bezirk. Eine Liste der Bezirke und des zugehörigen Waldanteils ist in Tabelle 14 zu finden.

Der Holzverbrauch (HV) in einer Rasterzelle (z) innerhalb einer von Mantau & Sörgel (2006) definierten Region ergibt sich folglich aus:

$$HV_z = \frac{G_z}{\sum_{\tilde{z} \in Z} G_{\tilde{z}}} HM_r$$

HM = Holzverbrauch nach Mantau in der Region (r). Eine Liste der Regionen und des zugehörigen Waldscheitholzverbrauchs ist in Tabelle 10 zu finden.

#### **Datengrundlage für die Ermittlung der Ortsgrößenklassenverteilung in der Rasterzelle**

Sowohl der Anteil der Haushalte mit Feuerstätten mit Holz als dominantem Brennstoff (vgl. Tabelle 12) als auch der absolute Scheitholzverbrauch (vgl. Tabelle 13) variiert in Abhängigkeit von der Ortsgröße. Die ortsgrößenspezifischen Angaben von Mantau & Sörgel (2006) wurden jedoch basierend auf Ergebnissen weiterer Studien leicht modifiziert, da die maximale Ortsgrößenklasse (>50000 Einwohner) bei Mantau & Sörgel (2006) ein sehr breites Spektrum an Orten mit sehr unterschiedlichem Charakter umfasst. Diese maximale Klasse wurde aufgeteilt in Orte mit 50000 bis 500000 Einwohnern und Orte mit mehr als 500000 Einwohnern.

Gemeindegrenzen und -einwohnerzahlen liegen flächendeckend für Deutschland vor (GfK 2007). Durch Kombination mit der CORINE2000 Landnutzungskarte konnten die Einwohner den Siedlungsflächen in der Gemeinde zugeordnet werden. Für jede Rasterzelle (1 Bogenminute x 1 Bogenminute) wurde die Einwohnerzahl berechnet sowie die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Ortsgrößenklasse ermittelt. In Abbildung 42 sind die Siedlungsflächen in Deutschland differenziert nach Gemeindegrößenklassen dargestellt.

#### **Datengrundlage für die Ermittlung der Anzahl der Haushalte und des Anteils der Haushalte mit Holzfeuerungen in der Rasterzelle**

Die Anzahl der Personen pro Haushalt nimmt nach einer Studie über Privathaushalte in den Gemeinden Baden-Württembergs 2004 (Statistisches Monatsheft, Baden-Württemberg, 8/2005) mit steigender Ortsgröße ab. Basierend auf dieser Untersuchung wurden aus der Einwohnerzahl in den definierten 5 Ortsgrößenklassen die entsprechende Anzahl der Haushalte berechnet. Die Zuordnung zeigt Tabelle 11. Abbildung 43 (linke Karte) bildet die aus Einwohnerzahl und Gemeindegrößenklasse ermittelte Anzahl der Haushalte ab. Die rechte Karte in Abbildung 43 zeigt die räumliche Verteilung des Anteils der Haushalte die nach Mantau & Sörgel (2006) (verändert) mit einer Holzfeuerung ausgestattet sind.

### Datengrundlage für die Ermittlung des Anteils der Waldfläche im Bezirk

Unter der Annahme, dass Brennholz aus der näheren Umgebung bezogen wird, wurde Deutschland in 30 administrative Regionen (Bezirke) unterteilt und der Anteil des Waldes an der Bezirksfläche berechnet. Die Waldfläche basiert auf den Klassen Nadel-, Laub- und Mischwald der CORINE2000 Landnutzungskarte (CLC2000). Die Abgrenzung der Bezirke und die errechneten Waldanteile zeigen Tabelle 14 und Abbildung 44.

### 2.6.3 Ergebnisse

Der Waldscheitholzverbrauch pro Rasterzelle wurde nach der o.g. Methode berechnet. Die räumliche Verteilung des Holzverbrauchs zeigt Abbildung 45 (linke Karte). Deutlich sichtbar ist der höhere Holzverbrauch pro Rasterzelle in Regionen hoher Bevölkerungsdichte (z.B. Berlin) und in Regionen mit hohem Waldanteil (z. B. Schwarzwald).

Die basierend auf dem Waldscheitholzverbrauch ermittelte Verteilung der PM10-Emissionen aus dem PAREST-Datensatz zeigt Abbildung 45 (rechte Karte). Zur Qualitätskontrolle wurden die innerhalb dieser Studie errechneten PM10-Emissionen für verschiedene administrative Einheiten mit Angaben aus Luftreinhalteplänen und Emissionsinventaren (s.

Tabelle 15) verglichen.

Unter Berücksichtigung, dass bei der Berechnung der PM10 Emissionen aus Kleinfeuerungen noch große methodische Unsicherheiten bestehen, zeigen die Ergebnisse der räumlichen Verteilung für die Städte München, Berlin, Stuttgart, Dresden, Köln und Augsburg eine sehr gute Übereinstimmung mit den lokalen Erhebungen. Auf Bundeslandebene ergibt die räumliche Verteilung auf Basis der PAREST-Daten einen um den Faktor  $\sim 2$  höheren Wert für Bayern und um den Faktor  $\sim 1,4$  höheren Wert für Baden-Württemberg im Vergleich zu den lokalen Daten. Da bei der räumlichen Verteilung der Scheitholzverbrauch und damit auch der Anteil der PM10-Emissionen in Süddeutschland (Baden-Württemberg + Bayern) durch den Scheitholzverbrauchswert von Mantau & Sörgel (2006) vorgegeben ist, kann die räumliche Verteilung der Emissionen durch die Gewichtung mittels unterschiedlicher Faktoren nur zwischen Baden-Württemberg und Bayern verschoben werden. Da die Feinstaubemissionen auf Grundlage der PAREST-Daten in beiden Bundesländern höher sind als diejenigen auf Basis der lokalen Daten, bleibt zu prüfen, ob Mantau & Sörgel (2006) den Scheitholzverbrauch in Süddeutschland überschätzen, oder ob die PM10-Emissionen aus Holzfeuerungen in den lokalen Datensätzen (v.a. aber im Emissionskataster Bayern) eher unterschätzt werden.

**Tabelle 10: Jährlicher Wald-Scheitholzverbrauch nach Regionen (Mantau & Sörgel, 2006)**

Region	Wald-Scheitholzverbrauch nach Regionen, in Fm	Zugehörige Bundesländer
Mitte	1962000	Hessen
		Rheinland-Pfalz
		Saarland
Norddeutschland	1358000	Schleswig-Holstein
		Hamburg
		Niedersachsen
		Bremen
Ostdeutschland	1954000	Berlin

Region	Wald-Scheitholzverbrauch nach Regionen, in Fm	Zugehörige Bundesländer
		Brandenburg
		Mecklenburg-Vorpommern
		Sachsen
		Sachsen-Anhalt
		Thüringen
Süddeutschland	7660000	Baden-Württemberg
		Bayern
Westdeutschland	1280000	Nordrhein-Westfalen

**Tabelle 11: Anzahl der Personen pro Haushalt in Abhängigkeit von der Ortsgrößenklasse (abgeleitet aus: Statistisches Monatsheft, Baden-Württemberg 8/2005)**

Ortsgrößenklasse (Anzahl der Einwohner)	Anzahl der Personen pro Haushalt
<5000	2,5
>=5000 und <50000	2,2
>=50000 und <250000	2
>=250000 und <1000000	1,9
>1000000	1,8

**Tabelle 12: Häufigkeit erfasster Feuerstätten pro Haushalt nach Ortsgrößenklasse (nach Mantau & Sörgel (2006) sowie Schnelle-Kreis (2007))**

Ortsgrößenklasse (Anzahl der Einwohner)	Anteil der mit Einzelfeuerstätte und/oder Holzzentralheizung ausgestatteten Haushalte (%)	Gewichtungsfaktor
<5000	36,7	0,367
5000 - 50000	20,8	0,208
50000 - 500000	13,3	0,133
>500000	7,1	0,071

**Tabelle 13: Durchschnittlicher Scheitholzverbrauch pro Haushalt in Orten unterschiedlicher Größe (nach Mantau und Sörgel, 2006 - verändert)**

Ortsgrößenklasse (Anzahl der Einwohner)	Durchschnittlicher Scheitholzverbrauch pro Haushalt in Fm
<5000	5,5
5000 - 50000	3,5
50000 - 500000	3,0
>500000	2,4

**Tabelle 14: Anteil der Waldfläche in 30 Distrikten Deutschlands**

Distrikt ID	Distrikt Name	Anteil Waldfläche im Distrikt (m <sup>2</sup> Wald im Distrikt/m <sup>2</sup> Distriktfläche)
010	Schleswig Holstein und Hamburg	0,085
030	Niedersachsen und Bremen	0,205
051	Düsseldorf	0,130
053	Köln	0,270
055	Münster	0,105
057	Detmold	0,199
059	Arnsberg	0,421
064	Darmstadt	0,419
065	Gießen	0,399
066	Kassel	0,400
070	Rheinland-Pfalz	0,406
081	Stuttgart	0,309
082	Karlsruhe	0,426
083	Freiburg	0,463
084	Tübingen	0,313
091	Oberbayern	0,337
092	Niederbayern	0,316
093	Oberpfalz	0,406
094	Oberfranken	0,378
095	Mittelfranken	0,324
096	Unterfranken	0,394
097	Schwaben	0,260
100	Saarland	0,334
120	Brandenburg und Berlin	0,346
130	Mecklenburg-Vorpommern	0,214
141	Chemnitz	0,286
142	Dresden	0,278
143	Leipzig	0,142
150	Sachsen-Anhalt	0,210
160	Thüringen	0,331



**Tabelle 15: Vergleich der Ergebnisse der Verteilung der PM10-Emissionen aus dem PAREST-Datensatz mit lokalen und regionalen Daten zu PM10-Emissionen aus Holzfeuerungen in Haushalten**

Stadt/Region	Lokale Daten	PAREST	Quelle Lokale Daten
	<b>PM10 Emissionen in t</b>		
München	146	172	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Luftreinhalteplan für die Stadt München 2004. Erarbeitet von der Regierung von Oberbayern. (S. 41, Tabelle 5/6 nicht gen.-bed Feuerungsanlagen d.h. Hausbrand, sowie sonstige Feuerungsanlagen)
Berlin	355	220	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung – Luftreinhalte- und Aktionsplan Berlin 2005 - 2010 – August 2005 Tab. II.1.7 Sonstige Feinstaubemissionen in Berlin. Zitat Seite A 23: "Eine weitere kürzlich erschienene Studie zu diesem Thema [II.12] kommt zu dem Ergebnis, dass in Deutschland im Jahr 2000 bei Haushalten und Kleinverbrauchern fünfmal so viel Energie durch Holzbrennstoffe erzeugt wird als durch Kohlen. Eine Übertragung dieses Ergebnisses auf die Berliner Verhältnisse ergibt, dass hier um ein Vielfaches mehr Holz, beispielsweise zur Zusatzheizung in Kaminen, verbrannt wird als über den Brennstoffhandel verkauft wird. Bei dieser Verbrennung entstehen insbesondere zusätzliche Feinstaubemissionen von ca. 355 t pro Jahr."
Stuttgart	39a.) 112b.)	74	a.) Regierungspräsidium Stuttgart (2005): Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart. Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart. Seite 17: 2.1.2 Luftschadstoffemissionen in Stuttgart  b.)Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2006. Tab. 9-12: PM10-Feinstaub-Emissionen, aufgeschlüsselt nach Stadt-/Landkreisen in Baden-Württemberg 2006 in t/a
Dresden	25	26	Regierungspräsidium Dresden (2008): Luftreinhalte- und Aktionsplan für die Stadt Dresden. Tab. 4-3: Emissionen durch Hausbrand und Kleinverbraucher 2004
Köln	83	58	Bezirksregierung Köln (Luftreinhalteplan der Bezirksregierung Köln für das Stadtgebiet Köln Kap. 3.2.4 Emittentengruppe nicht genehmigungsbedürftige Anlagen
Augsburg	47	69	Schnelle-Kreis (2008): Einfluss von Gebäudeheizungen auf die Feinstaub-Immissionen im Raum Augsburg. Forschungsvorhaben U47 des StMUGV. In: Luftreinhalte-/Aktionsplanung - Maßnahmen gegen Feinstaub und Stickoxide. Fachtagung des LfU am 23. Oktober 2008.
Bayern	3346	6446	Emissionskataster Bayern für das Jahr 2004 (Kummer et al. (2008)), enthält auch Kleinf Feuerungen im verarbeitenden Gewerbe und andere Kleinverbraucher z.B. Militär

Baden-Württemberg	3788 (2004)	5377	Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2006. Tab. 9-11: PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1994 bis 2006 in t/a. Quellgruppe: Kleine und Mittlere Feuerungsanlagen.
	4080 (2006)		

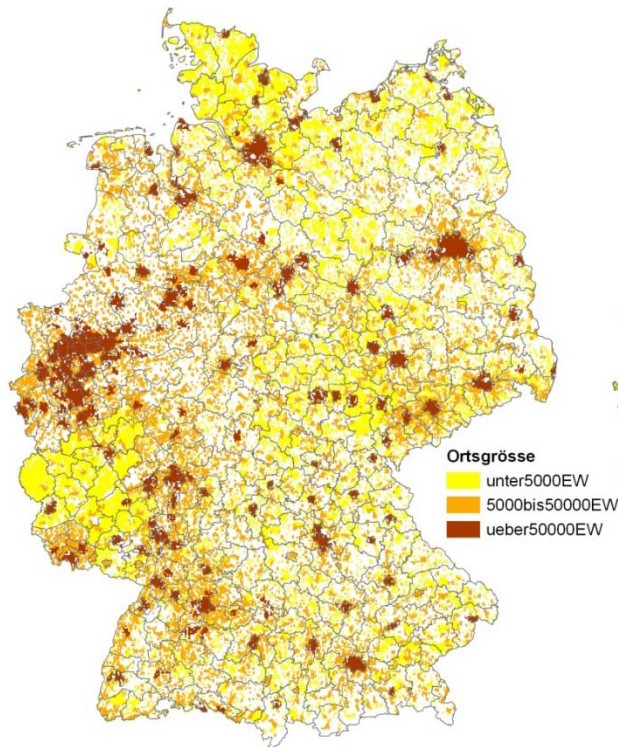


Abbildung 42: Ortsgrößenverteilung (GfK 2000, CLC2000) pro Rasterzelle in Deutschland 2005

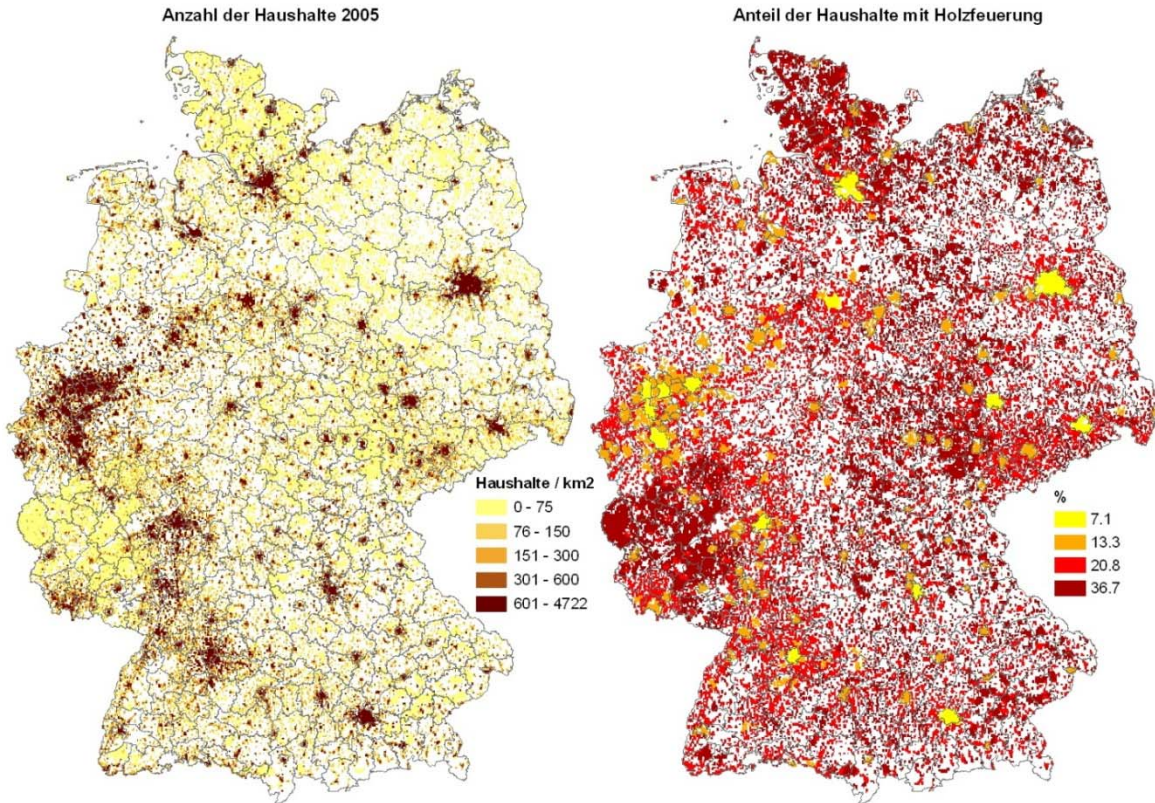


Abbildung 43: Räumliche Verteilung der Anzahl der Haushalte und des Anteils der Haushalte mit Holzfeuerungen in Deutschland 2005

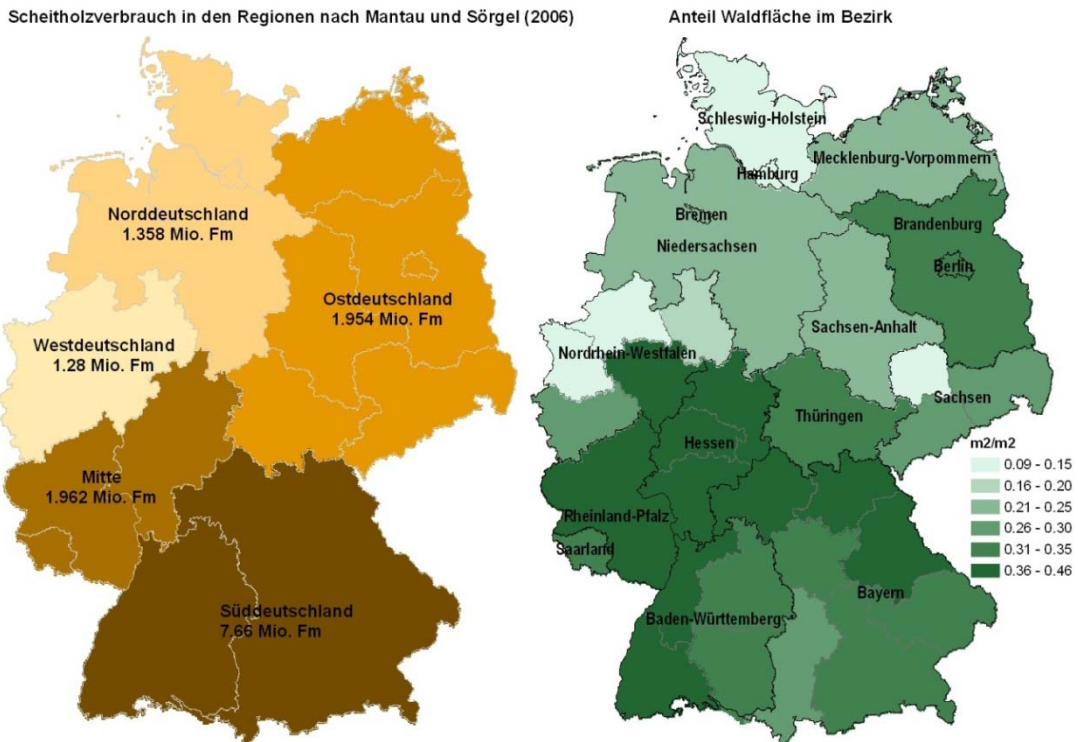


Abbildung 44: Waldscheitholzverbrauch in 5 Regionen Deutschlands nach Mantau & Sörgel (2006) und Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche der Distrikte in Deutschland (vgl. Tabelle 14)

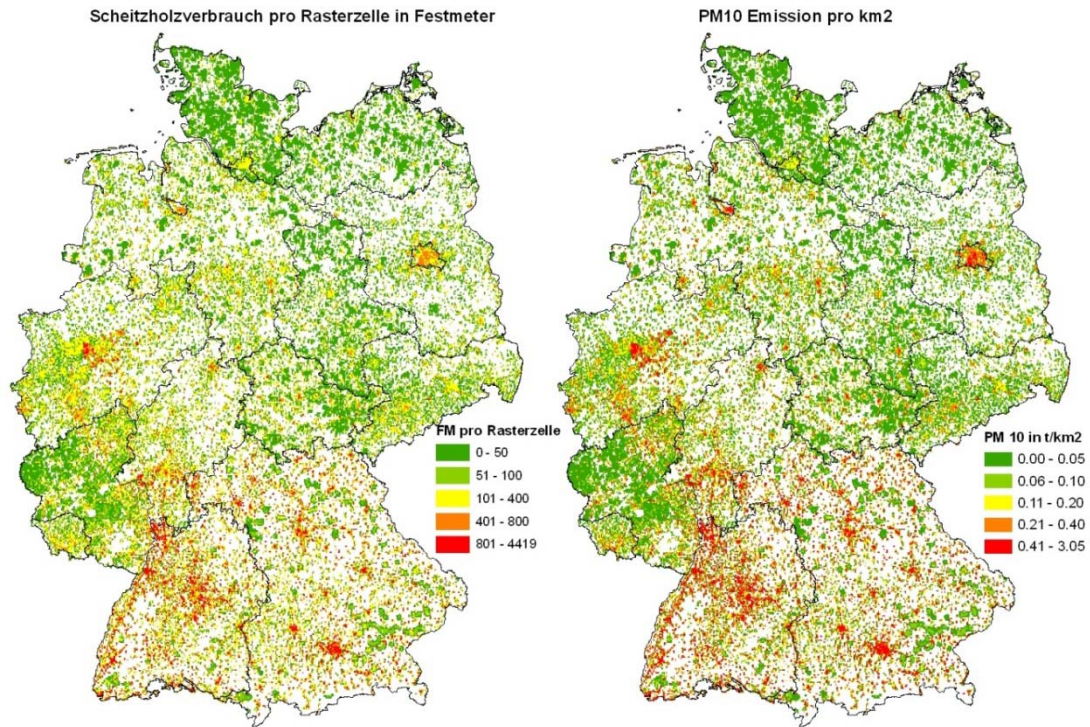


Abbildung 45: Räumliche Verteilung des Wald-Scheitholzverbrauchs in Deutschland (links) und Verteilung der PM10-Emissionen aus Kleinf Feuerungen in Privathaushalten – Brennstoff Holz – aus PAREST (rechts).

### 3. Ergebnisse der räumlichen Auflösung

Im Folgenden sind die Ergebnisse der räumlichen Verteilung für das MFR (Maximal Feasible Reduction) Szenario 2020 auf Grundlage des Berichts „Beschreibung der maßnahmenbasierten Minderungsszenarien in PAREST“, Theloke et al. (2010) für alle Schadstoffe dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen die Summe aller Emissionen aus allen Quellkategorien für die jeweilige Gitterzelle. In den Abbildungen sind Bereiche besonders niedriger Emissionen durch die dunkelgrüne Farbgebung gekennzeichnet, die Bereiche mit den höchsten Emissionen mit dunkelroter Farbe. Abbildung 46 zeigt das Gesamtergebnis für die PM<sub>10</sub>-Emissionen aus allen Sektoren im Jahr 2020.

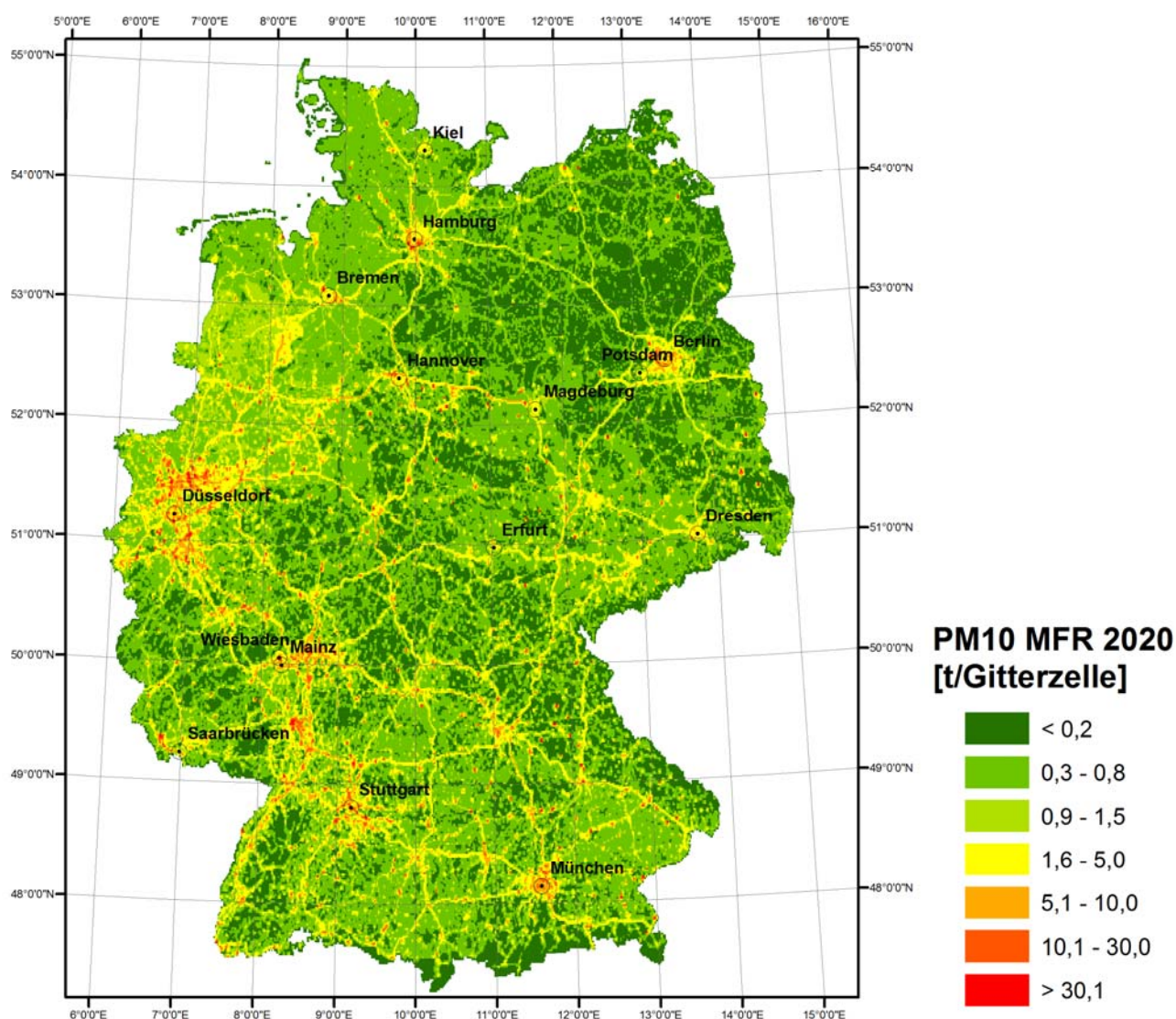


Abbildung 46: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der PM<sub>10</sub>-Emissionen im Jahr 2020

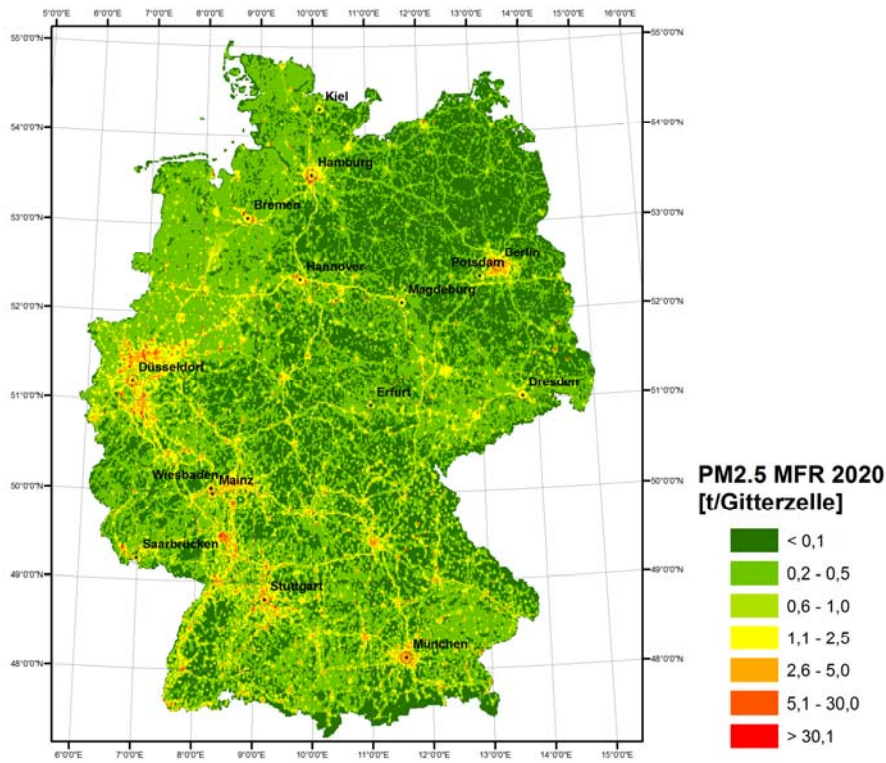


Abbildung 47: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der PM2.5-Emissionen im Jahr 2020

Abbildung 47 zeigt das Gesamtergebnis für die PM2.5 –Emissionen im Jahr 2020. Die Abbildung 48 zeigt das Gesamtergebnis für NO<sub>x</sub> im Jahr 2020.

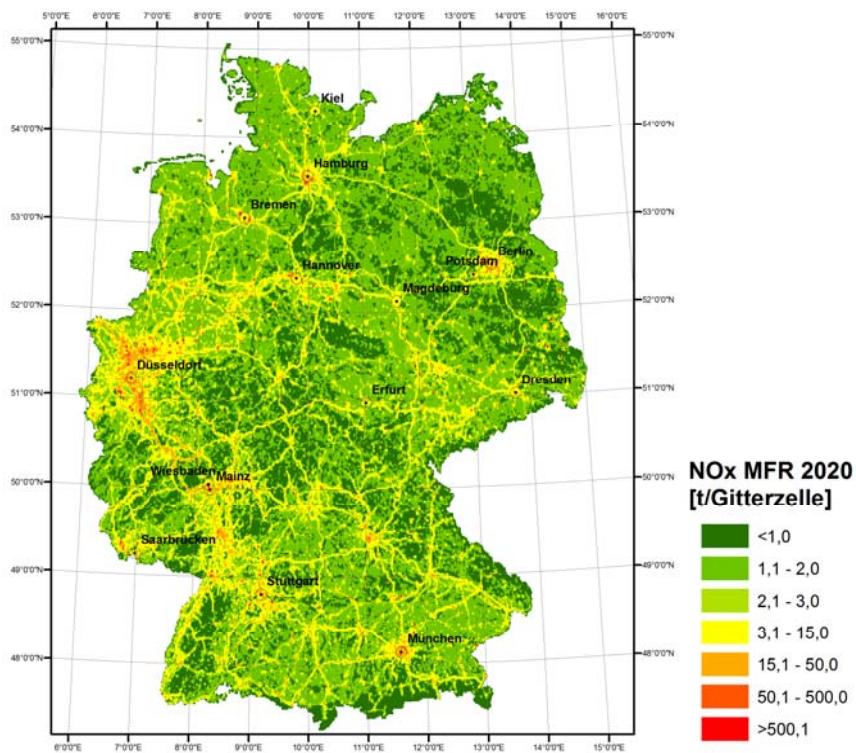


Abbildung 48: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2020

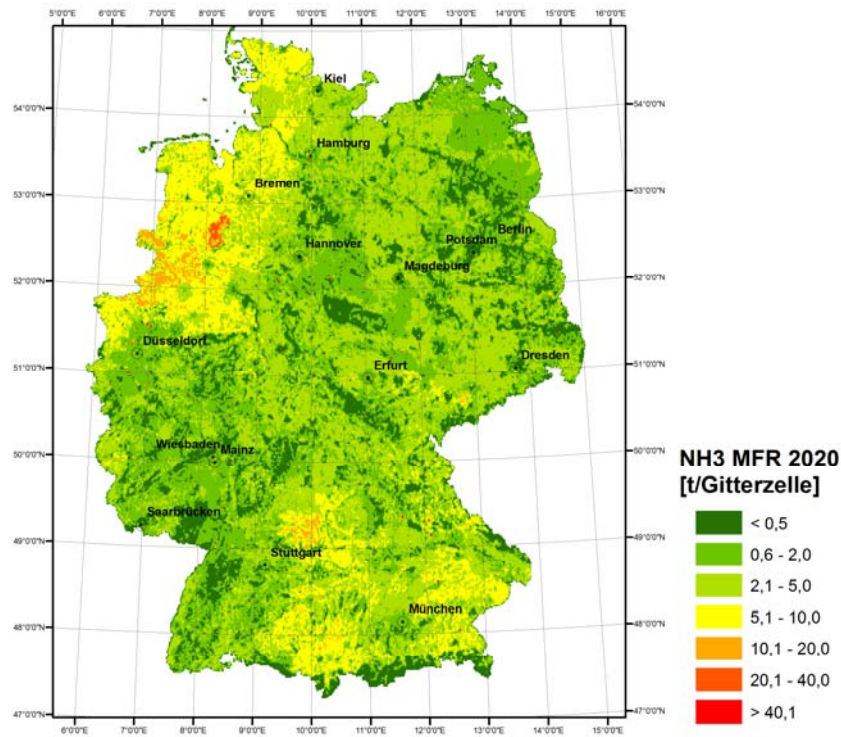


Abbildung 49: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NH<sub>3</sub>-Emissionen im Jahr 2020

Die Abbildung 49 zeigt das Gesamtergebnis für NH<sub>3</sub> im Jahr 2020, und Abbildung 50 zeigt das Gesamtergebnis für NMVOC im Jahr 2020.

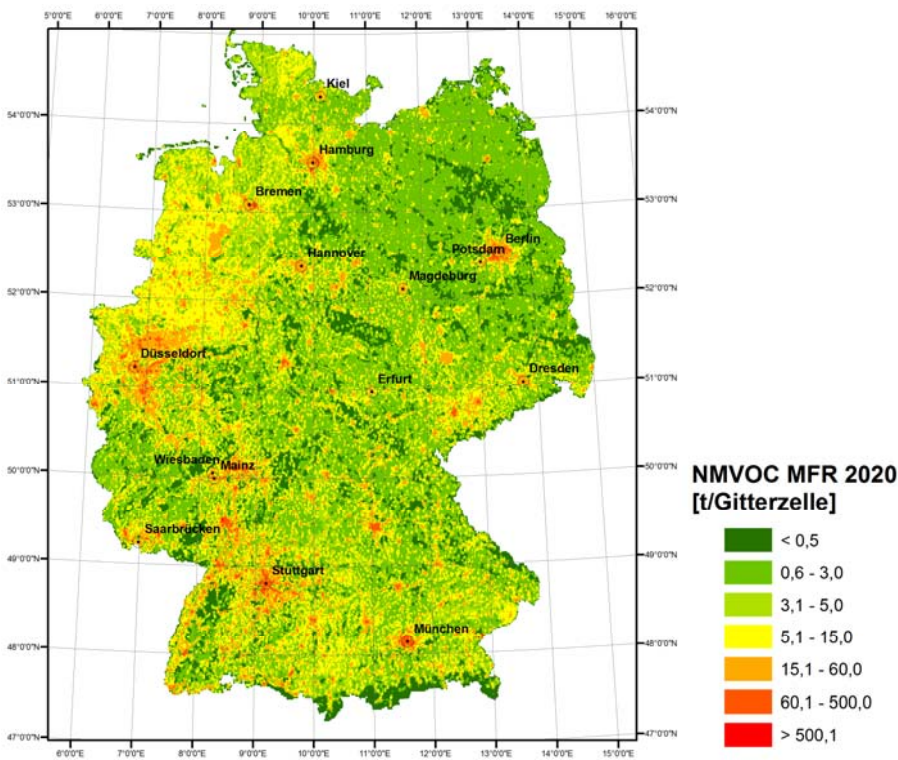


Abbildung 50: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der NMVOC-Emissionen im Jahr 2020

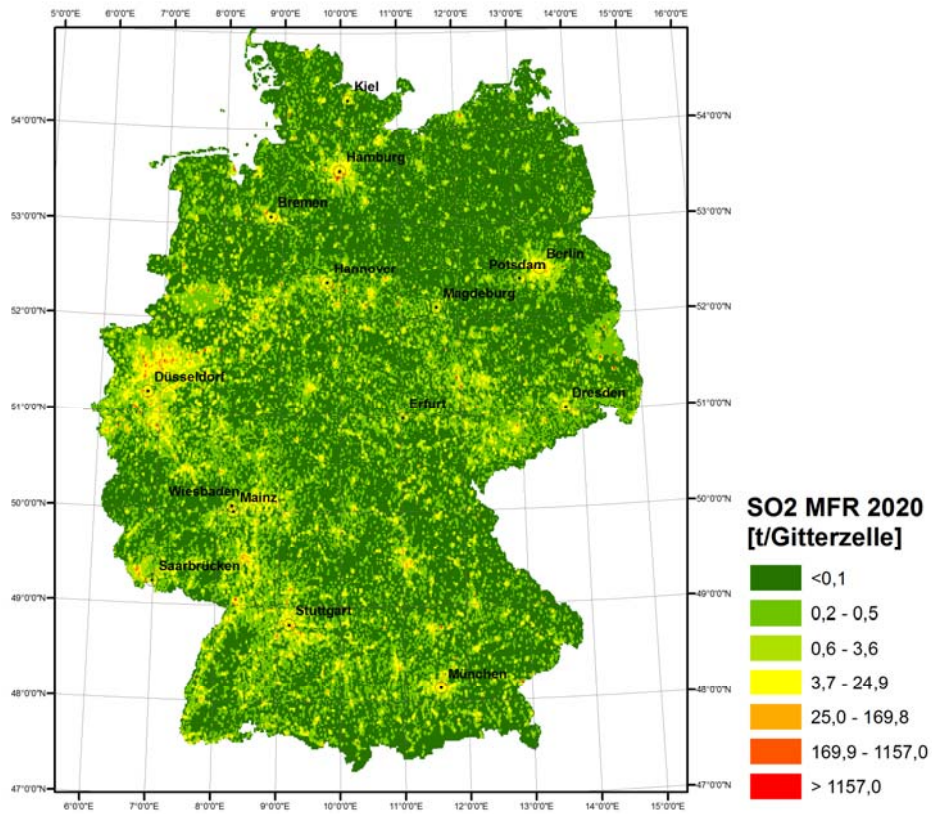


Abbildung 51: Räumlich aufgelöstes MFR Szenario der SO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020

Die Abbildung 51 zeigt das Gesamtergebnis für SO<sub>2</sub> im Jahr 2020.



## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des PAREST-Projekts wurde erstmals eine Methode entwickelt, um Luftschadstoffemissionen in Deutschland in einer Auflösung von 1 Bogenminute x 1 Bogenminute Breitengrad (1/60 Grad) in geographischer Projektion räumlich aufzulösen.

Das Modellgebiet umfasst 258.366 Rasterzellen, 468 Zeilen und 552 Spalten. Die Zellgröße liegt zwischen 1,962 und 2,345 km<sup>2</sup>, also im Mittel bei 2,16 km<sup>2</sup>. Von den 258.366 Zellen des Modellrasters liegen 165.204 innerhalb der Grenzen Deutschlands. Die Fläche Deutschlands beträgt 357.323,5 km<sup>2</sup>. Die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder geben für Deutschland eine Fläche von 357.114,2 km<sup>2</sup> an.

Bei der räumlichen Auflösung kam ein Top-Down-Ansatz zur Anwendung. Das prinzipielle Vorgehen eines Top-Down-Ansatzes bei der räumlichen Auflösung ist es, ausgehend von beispielweise nationalen Jahresemissionen unter Zuhilfenahme von Indikatoren, welche die sektorspezifischen Aktivitäten beschreiben, Emissionen für einzelne Gitterzellen zu berechnen.

Der erste Schritt bei der räumlichen Verteilung ist es, die nach Sektor und Schadstoff aufgeteilten nationalen Jahresemissionen in Punkt-, Linien und Flächenquellen zu unterteilen. Diese Einteilung wird anhand der verfügbaren Information durchgeführt. Auf der Basis der Kategorisierung werden vorerst alle Emissionen auf die Kreisebene aufgelöst. Eine Verteilung auf Kreise ist nicht unbedingt für alle Kategorien notwendig, beispielweise wäre es möglich, Emissionen aus Punktuellen direkt auf das Gitter zu verteilen. Da dennoch viele Verteilparameter nur auf der administrativen Ebene verfügbar sind, ist es notwendig, vor allem für die Flächenquellen, die Emissionen auf die Kreisebene vorzuverteilen. Die Verteilung aller Kategorien auf die Kreise hat darüber hinaus zwei Vorteile: zum einen ist es so möglich, Emissionen auch auf der Kreisebene auf Plausibilität zu untersuchen und zum anderen bildet es so ein konsistentes System, welches insbesondere die Fehlersuche erleichtert. Die Emissionen werden somit im ersten Schritt für alle Quellarten auf administrative Einheiten (Kreise) verteilt. In einem zweiten Schritt erfolgt die Zuordnung der administrativ zugeordneten Emissionen zu einem Zielgitter.

Die geografische Verortung von Punktquellen auf dem Gitter findet mittels Koordinaten statt. Die räumliche Verteilung der Emission einzelner Punktquellen wird mithilfe des Anteils der relativen Produktionszahlen bzw. Kapazitäten bezogen auf die absoluten Produktionszahlen bzw. Kapazitäten umgesetzt. Die Punktquelle ist die einzige Kategorie der Emissionsquellen, bei der die effektive Emissionshöhe von großer Relevanz ist. Die Punktquellen wurden größtenteils mit Hilfe von Experten des Umweltbundesamtes validiert. Die wichtige Rolle der Punktquellen ist insbesondere für Schwefeldioxid, mit einem Anteil von 68%, eindeutig erkennbar. Die Summe der Stickoxidemissionen bei den Punktquellen beläuft sich auf 36% an den Gesamtemissionen. PM10 (18%) und PM2.5 (20%) werden in ähnlich großen Mengen durch Punktquellen emittiert.

Neben den industriellen Feuerungsprozessen sind auch die LTO-Emissionen aus Flughäfen für die Punktquellverteilung von Bedeutung. Bei den LTO-Emissionen handelt es sich Emissionen, welche unterhalb von 1000 m bei Start- und Landevorgängen emittiert werden. Die Grundlage für die räumliche Verteilung der Emissionen aus dem Flugverkehr sind die Flughafenstandorte des Basisjahres 2005. Somit sind insbesondere Veränderungen wie Stilllegung und Neubau seit 2005 nicht berücksichtigt. Das heißt, es ergibt sich eine Verzerrung der räumlichen Verteilung für die Jahre 2010, 2015

und 2020.

Linienquellen werden mit Hilfe des Transportnetzes (Straße, Flüsse, Schiene) und der Verkehrsstärken auf das Gitter aufgelöst. Wie auch in der Gesamtmethodik beschrieben, findet auch bei den Linienquellen vorerst eine Verteilung der Emissionen anhand von Verkehrsflüssen auf die Kreise statt. Auf Basis dieser Ergebnisse ist es möglich, die Emissionen innerhalb eines Kreises auf die einzelnen Transportnetzabschnitte und daraus wiederum auf einzelne Gitterzellen aufzulösen, allerdings ist es notwendig, Parameter wie die Verkehrsstärke und auch die Länge der Teilabschnitte zu kennen. Fehlen entsprechende Informationen, sind auch vereinfachte Ansätze wie beim Schienenverkehr denkbar. Dort wurde aufgrund fehlender Information nur auf die Streckenlänge als Verteilparameter zurückgegriffen.

Die Betrachtung aller Verkehrsträger zeigt die verhältnismäßig geringe Bedeutung der Linienquellen für die untersuchten Schadstoffe. Dabei spielen vor allem  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  und NMVOC eine verschwindend kleine Rolle. Von größerer Bedeutung hingegen sind die Feinstaubemissionen und die Stickoxide. Dabei hat  $\text{PM}_{10}$  bei den Feinstaubemissionen einen höheren Anteil als  $\text{PM}_{2.5}$ . Es ist auch zu erkennen, dass bezogen auf die Verkehrsträger der Straßenverkehr die Emissionen aus den Linienquellen eindeutig dominiert. Wobei anzumerken ist, dass die Bedeutung des Straßenverkehrs mit verbesserter Datenlage erheblich steigen dürfte. Der größere Teil des Straßenverkehrs ist aufgrund fehlender Informationen als Flächenquelle verteilt. Der zweitgrößte linienhafte Verkehrsträger ist die Binnenschifffahrt. Bei der Binnenschifffahrt ist vor allem der Stickoxidanteil erkennbar. Die Emissionen aus dem Schienenverkehr sind abgesehen von den Stickoxiden kaum erkennbar und deshalb auch von geringerer Bedeutung.

Die Kategorisierung der Emissionen nach Quellgruppen erfolgt anhand der Verfügbarkeit von Verteilparametern. Als Flächenquellen werden alle Emissionen eingeordnet, welche entweder aufgrund fehlender Informationen nicht als Punkt- oder Linienquelle beschrieben werden können oder aufgrund der flächenhaften Ausdehnung als Flächenquelle verteilt werden.

Die räumliche Auflösung von Flächenquellen ist wiederum in zwei Teilschritte untergliedert. Der erste Teilschritt beschreibt die Verteilung der Emissionen auf die Kreisebene, und der zweite Teil beschreibt die Rasterauflösung. Die räumliche Verteilung der Flächenquellen auf die Kreise wird anhand von sozioökonomischen Informationen wie beispielsweise Beschäftigtenzahlen untergliedert nach Wirtschaftszweigen oder landwirtschaftlichen Tierzahlen durchgeführt. Die Gitterzuordnung für die Emissionen resultiert aus der Zuordnung der betreffenden Emissionsquellen zur zugehörigen Landnutzungs-kategorie. Emissionen, welche als Flächenquelle dargestellt werden, können geometrisch als Polygone beschrieben werden. Um die Emission dieser Polygone auf einzelne Gitterzellen aufzulösen, bedarf es einer Überlagerung der Flächenquelle mit dem Zielgitter. Auf der Grundlage der Überlagerung ist es möglich Anteile von Gitterzellen in Bezug auf die Flächenquelle, abgebildet als Polygon, zu bestimmen. Mittels dieser Anteile können die Emissionen auf die einzelnen Gitterzellen aufgelöst werden.

Eine Sonderstellung bei den Flächenquellen hat die Holzfeuerung bei den Haushalten, insbesondere aufgrund des hohen Feinstaubanteils aus den Holzfeuerungen. Der im Bericht beschriebene Ansatz zur regionalen Verteilung basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen einer Studie von Mantau & Sörgel (2006) zur Energieholzanwendung in Privathaushalten. Die hier entwickelte Methodik kombi-

niert unterschiedliche Informationen wie die Ortsgrößenklassenverteilung in der Rasterzelle, die Anzahl der Haushalte und den Anteil der Haushalte mit Holzfeuerungen in der Rasterzelle und schließlich den Anteil der Waldfläche im Bezirk zu einen Gesamtansatz. Die Ergebnisse zeigen deutlich sichtbar den höheren Holzverbrauch pro Rasterzelle in Regionen hoher Bevölkerungsdichte (z.B. Berlin) und in Regionen mit hohem Waldanteil (z. B. Schwarzwald).

Zwar muss berücksichtigt werden, dass bei der Berechnung der PM10-Emissionen aus Kleinfeuerungen noch große methodische Unsicherheiten bestehen, die Ergebnisse der räumlichen Verteilung zeigen aber für die Städte München, Berlin, Stuttgart, Dresden, Köln und Augsburg eine sehr gute Übereinstimmung mit den lokalen Erhebungen. Dennoch bleibt zu prüfen, ob Mantau & Sörgel (2006) den Scheit Holzverbrauch in Süddeutschland überschätzen, oder ob die PM10-Emissionen aus Holzfeuerungen in den lokalen Datensätzen (v.a. aber im Emissionskataster Bayern) eher unterschätzt werden.

Neben einer quantitativen Unsicherheitsbetrachtung, lassen sich auch noch weitere qualitative Optimierungspotenziale für die Emissionsmodellierung in Deutschland benennen:

- Das Verbesserungspotenzial liegt zu einem großen Teil bei den Punktquellen. Da Punktquellen ständiger Veränderung unterworfen sind, ist es notwendig, nicht nur die Gegenwart mit möglichst detaillierten Datenbasen zu untermauern, sondern auch zukünftige Veränderungen angemessen zu berücksichtigen. Diese ist von besonderer Bedeutung für die Entwicklung zukünftiger Szenarien und Prognosen. Wie schon erwähnt, ist ein Beispiel für die verzerrte Darstellung von Punktquellen bei den Flughäfen zu finden. Hier wurden insbesondere die Stilllegung und der Neubau für die zukünftigen Jahre nicht berücksichtigt. Dies kann zu einer Beeinflussung der lokalen Konzentration führen. Neben den Flughäfen sind Kraftwerke aufgrund ihrer hohen Emissionswerte von größerer Bedeutung. Insgesamt hat eine große und genaue Datenbasis für Punktquellen signifikanten Einfluss auf die Qualität des Emissionsmodells. Je höher der Anteil der Punktquellen an der Datenbasis ist, umso geringer ist der Anteil der Flächenquellen. Da Flächenquellen vielmehr diffuse Emissionen darstellen, ist die Unsicherheit bei den Flächenquellen größer als bei Punktquellen. Dennoch kann der Fehler durch falsch verortete Punktquellen eine größere Auswirkung haben als die grundsätzliche Verteilung als Flächenquelle.
- Das größte Verbesserungspotenzial bei den Linienquellen liegt in der detaillierten Erfassung des Straßennetzes. Zurzeit wird der wesentlich größere Teil des Straßenverkehrs, aufgrund fehlender Informationen, als Flächenquelle verteilt. Mit einer adäquateren Berücksichtigung des Straßennetzes mit zugehörigen Verkehrszähl Daten könnte die Unsicherheit reduziert werden. Eine weitere Verbesserung wäre es, zukünftige Entwicklungen wie den Bau von neuen Strecken auch im Model abzubilden, um die Aussagekraft von Szenarien und Prognosen zu erhöhen. Die Modellierung des Schienenverkehrs könnte auch verbessert werden, indem beispielsweise Verkehrsflüsse und die Elektrifizierung in die Modellierung einbezogen würden.
- Ein wesentliches Verbesserungspotenzial bei den Flächenquellen bestünde darin, den Anteil der Flächenquellen an den gesamten Emissionsquellen zu reduzieren. Da allerdings die meisten Quellen aus Mangel an besseren Informationen als Flächenquellen verteilt werden, ist es

nur schwer möglich, dies in die Tat umzusetzen. Ein Beispiel ist die Verteilung der landwirtschaftlichen Emissionen. Landwirtschaftliche Emissionen werden in der Regel auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen verteilt, da aber ein erheblicher Teil der Emissionen aus Großbetrieben stammt, wäre es sinnvoll diese zukünftig als Punktquellen zu beschreiben. Daneben wäre es möglich, zusätzliche Informationen zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen aus anderen Forschungsprojekten (z.B. CAPRI (EU- Forschungsvorhaben) zu integrieren). Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Verteilung bestünde darin, die Zuordnung zu bestimmten Landnutzungsklassen zu überarbeiten. Zum Beispiel sollten Emissionen aus Haushalten nicht nur auf die gängigen Landnutzungsklassen „Durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 111) und „Nicht durchgängig städtische Prägung“ (CLC Klasse 112) verteilt werden, sondern darüber hinaus auch auf andere Landnutzungsklassen, da die Aktivitäten von Haushalten auch in anderen Landnutzungsklassen stattfinden können. Als gutes Beispiel kann die Landnutzungsklasse „Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen“ (CLC Klasse 121) angeführt werden. Bisher werden die Emissionen nicht auf diese Landnutzungsklasse aufgelöst, obwohl auf den als industriell und öffentlich definierten Flächen auch Haushalte zu finden sind.

Abschließend ist anzumerken, dass, trotz aller genannter Verbesserungspotenziale, die vorliegenden Ergebnisse eine erhebliche Verbesserung sowohl der Methodik der räumlichen Auflösung von Emissionen in Deutschland als auch der Datenbasis darstellen. Die Ergebnisse bilden eine fundierte Grundlage, um Veränderungen, ausgelöst durch anthropogene Aktivitäten, verursachergerecht räumlich differenziert abzubilden. Auf Basis der Ergebnisse können wiederum Mindermaßnahmen beurteilt und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

## 5. Literatur

- Bast, 2007: Manuelle Straßenverkehrszählung 2005. Ergebnisse für Bundesautobahnen und Bundesstraßen. [http://www.bast.de/cIn\\_015/nn\\_42742/DE/Statistik/Verkehrsdaten-Downloads/Manuelle-Zaehlung.html](http://www.bast.de/cIn_015/nn_42742/DE/Statistik/Verkehrsdaten-Downloads/Manuelle-Zaehlung.html)
- Bestatter.de, 2007: <http://www.bestatter.de/bdb2/pages/verband/krematorien.php?PHP-SESSIONID=4892f6782235551e4b992bcee57a9cfa>
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) 2007: Eckdaten der Verkehrsentwicklung in Deutschland.
- CLC2000 (CORINE LAND COVER 2000) 100 m - version 8/2005. 44 Landnutzungsklassen. [European Environment Agency \(http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/default.asp\)](http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/default.asp)
- Dämmgen, U., Haenel, H.-D., Rösemann, C., Eurich-Menden, B., Grimm, E., Döhler, H., Hahne, J.: „Teilbericht Landwirtschaftliche Emissionen“, Mai 2008, Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“
- Digitales Straßennetz Deutschland (Bundesautobahnen und Bundesstraßen) der GfK Geomarketing. Stand 2007.
- EPER, 2007: <http://www.eper.de/>
- Eurostat, 2007: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Eurostat, 2008: Luftfahrzeugverkehr nach den wichtigsten Flughäfen (avia\_tf\_aca), URL: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia\\_tf\\_aca&lang=de](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_tf_aca&lang=de)
- Fitschen, A., Koßmann, I. 2007: BASt: Verkehrsentwicklung an Bundesfernstraßen 2005, Berichte der Bundesanstalt für Straßenverkehrswesen. In: Reihe für Verkehrstechnik, Heft V 160
- GCD, 2008: The Global Cement Directory 2007- 2008, URL: <http://www.propubs.com/GCD/>
- GfK2007: GfK Geomarketing; Gemeinde-, Kreis-, Regierungsbezirks und Landesgrenzen und Einwohnerdaten Deutschland. Stand 2007. ([http://www.gfk-geomarketing.de/digitale\\_landkarten/landkarten.php](http://www.gfk-geomarketing.de/digitale_landkarten/landkarten.php))
- Denier van der Gon, H., Visschedijk, A., van der Brugh, H., Dröge, R. 2010: A high resolution European emission data base for the year 2005 - A contribution to UBA- Projekt Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung PAREST: Partikel Reduktions Strategien – Particle Reduction Strategies. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“
- Jahrbuch Stahl 2005: Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2005/2006, Stahleisen-Verlag.
- Jörß, W., Kugler, U., Theloke, J. 2010: Beschreibung des Referenzemissionsdatensatzes für das Forschungsprojekt PAREST. Satellitenbericht im Rahmen des PAREST Projekts

- Kummer, U., Pregger, T., Theloke, J., Geftler, T., Nicklaß, D., Thiruchittampalam, B., Köble, R., Wagner, S., Haigis, J., Blank, P., Friedrich, R., Fortschreibung des Emissionskatasters Bayern für das Jahr 2004, URL:  
<http://www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/emissionskataster/index.htm>
- Keil, M., Kiefl, R., Strunz, G. 2005: CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland. Abschlussbericht zum F+E Vorhaben UBA FKZ 201 12 209
- Krematorien-Online.de 2007: [http://www.krematorien-online.de/karten/index\\_html](http://www.krematorien-online.de/karten/index_html)
- Laing, R., 1996: CAREAIR – ein EDV-gestütztes Instrumentarium zur Untersuchung von Emissionsminderungsstrategien für Dritte-Welt-Länder dargestellt am Beispiel Nigerias. Dissertation. IER, Universität Stuttgart, Stuttgart.
- Lensing, N. 2003: Straßenverkehrszählung 2000 – Ergebnisse. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 101, 66 S.
- LUBW 2007: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg "Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2006" URL: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/41048/>
- Manuelle Straßenverkehrszählung 2005: Ergebnisse für Bundesautobahnen und Bundesstraßen. ([http://www.bast.de/cln\\_005/nn\\_42248/DE/Statistik/Verkehrsdaten/verkehrsdaten-node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.bast.de/cln_005/nn_42248/DE/Statistik/Verkehrsdaten/verkehrsdaten-node.html?__nnn=true))
- MANTAU, U. u. SÖRGEL, C. 2006: Energieholzverwendung in privaten Haushalten.
- Marktvolumen und verwendete Holzsortimente - Abschlußbericht. Hamburg 2006, 23 S.
- MWV, 2007: Mineralölzahlen -2007, Hamburg, Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) (Hrsg.)
- Postmortal.de 2007: <http://postmortal.de/Bestattung-Beisetzung/DeutscheKrematorien/deutschekrematorien.html#b>
- Pregger, T., Friedrich, R. 2009: Effective pollutant emission heights for atmospheric transport modeling based on real-world information, Environmental Pollution 157 (2009), S. 552-560.
- Regionalstatistik 2007: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2007, Tabelle "Bevölkerungsstand: Bevölkerung nach Geschlecht - Stichtag 31.12. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte" URL: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online;jsessionid=B4A0B05B8DC72FC0A5899F8E13A06DBD?operation=abrufetabelleAbrufen&levelindex=1&levelid=1298987817750&index=4>
- Regionalstatistik 2007: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2007, Tabelle "Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden: Betriebe, Beschäftigte - Stichtag: 30.09. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte" URL:  
<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online;jsessionid=A30C2EC09F682CF10D143702BBF8A1A8?sequenz=tabelleAufbau&selectionname=001-03-4>

Regionalstatistik 2007: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2007, Tabelle "Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbau (Bauhauptgewerbe) - Stichtag 30.06. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte" URL:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online;jsessionid=A30C2EC09F682CF10D143702BBF8A1A8?operation=abruftabelleAbrufen&levelindex=1&levelid=1298998654269&index=4>

Rentz, O., Hähre, S., Jochum, R., Geldermann, J., Krippner, M., Schultmann, F. 1999: Exemplarische Untersuchung zum Stand der praktischen Umsetzung des integrierten Umweltschutzes in der Metallindustrie und Entwicklung von generellen Anforderungen, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Forschungsprojekt 296 94 006

Schneider, Jörg 2007: UBA Kraftwerkliste, Persönlicher Kontakt

SCHNELLE-KREIS, J. 2007: Einfluss der Gebäudeheizungen auf die Feinstaub-Immissionen im Raum Augsburg. LFU Fachtagung 13.11.2007. Bayerisches Landesamt für Umwelt 2007.

Schwarz, U. 2002: Methoden und Modelle zur multiskalig hoch aufgelösten Bestimmung von luftverunreinigenden Emissionen in Europa. Dissertation. IER, Universität Stuttgart, Stuttgart.

Statistisches Monatsheft, Baden-Württemberg (8/2005): Neues Datenangebot zur Anzahl und Größe der Privathaushalte in den Gemeinden Baden-Württembergs 2004. [http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag05\\_08\\_02.pdf](http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag05_08_02.pdf)

Statistisches Bundesamt, 2006: Fachserie 8 Reihe 6.1 : Luftverkehr auf ausgewählten Flughäfen.

Statistisches Bundesamt, 2007: Fachserie 8, Reihe 4, Verkehr: Binnenschiffahrtsstatistik 2005.

Statistisches Bundesamt, 2007: <http://www.destatis.de/>

Christian Tebert, Stephanie Schilling, Knut Sander (2007): UMSETZUNG DER TA LUFT 2002 UND DER NOVELLIERTEN 17. BIMSCHV FÜR STAUB UND STICKSTOFFOXIDE IN DER ZEMENTINDUSTRIE, Umweltbundesamt-Vorhaben FKZ: 205 42 323-02

Theloke, J., Kugler, U., Jörß, W., Thiruchittampalam, B., Kampffmeyer, T., Uzbasich, M., Dämmgen, U.: „Beschreibung der maßnahmenbasierten Minderungsszenarien in PAREST“, 2010, Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung

Thiruchittampalam, B., Jörß, W., Theloke, J. :“ Dokumentation der Emissionsmodellierung für LTO-Emissionen und internationale Binnenschiffahrt“, 2010 , Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung

Umweltonline.de, 2007: <http://www.umwelt-online.de/recht/luft/nap08a.htm>

USGS (2007): 2005 Minerals Yearbook: cement.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/cemenmyb05.pdf>

Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2005: Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen, Artikel Nr: 0346016002. Erscheinungsjahr: 2007, Datendiskette.

Walter, Anke, 2002: Die Braunkohlelagerstätten Deutschland: Genese, Stratigraphie und wichtige Rohstoffeigenschaften, Institut für Geologie der TU Bergakademie Freiberg

Wickert, Burkhardt 2001: Berechnung anthropogener Emissionen in Deutschland für Ozonsimulationen: Modellentwicklung und Sensitivitätsstudien. Dissertation. IER, Universität Stuttgart, Stuttgart.



## 6. Anhang

Tabelle 16: Quellgruppen in ZSE-Struktur: Strukturelementbezeichnung und Strukturelement\_ID

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
#51747	Verteilung Rohbenzin
#51748	Verteilung von Ottokraftstoff
#51749	Verteilung Benzinkomponente
#51750	Verteilung Dieselmotorkraftstoff
#51751	Verteilung Heizöl, leicht
#51752	Verteilung Mitteldestillatkomponente
#51753	Verteilung Heizöl, schwer
#51754	Verteilung Erdgas
#51755	Verteilung Raffineriegas
#51756	Verteilung Spezialbenzin
#51757	Verteilung Testbenzin
#51758	Verteilung Flugbenzin
#51759	Verteilung Flugturbinenkraftstoff leicht
#51760	Verteilung Flugturbinenkraftstoff, schwer
#51761	Verteilung Andere Leuchtöle
#51762	Verteilung Schmierstoff
#51763	Verteilung Bitumen
#51764	Verteilung Petrolkoks
#51765	Verteilung Wachs, Paraffin, Vaseline
#51767	Verteilung Anderer Rückstand
#51783	Umschlag von Rohöl von Förderstation zu Tank einer Förderstation
#51785	Umschlag von Rohöl von Tank einer Förderstation zu Rohrleitung
#51786	Umschlag von Rohöl von Tank einer Förderstation zu Pipeline (Hochdruckrohrfernleitung)
#51787	Umschlag von Rohöl von Rohrleitung zu Tank eines Zwischenlager (Sonstige)
#51788	Umschlag von Rohöl von Pipeline (Hochdruckrohrfernleitung) zu Tank eines Zwischenlager (Sonstige)
#51789	Umschlag von Rohöl von Tank einer Förderstation zu Tank eines Küstentankschiff
#51790	Umschlag von Rohöl von Tank eines Küstentankschiff zu Tank eines Zwischenlager (Hafen)
#51791	Umschlag von Rohöl von Tank eines Küstentankschiff zu Tank eines Zwischenlager (Sonstige)
#51792	Umschlag von Rohöl von Tank eines Küstentankschiff zu Tank einer Raffinerie
#51793	Umschlag von Rohöl von Tank eines Hochseetankschiff zu Tank eines Zwischenlager (Hafen)
#51794	Umschlag von Rohöl von Tank eines Hochseetankschiff zu Tank einer Raffinerie
#51795	Umschlag von Rohöl von Tank eines Zwischenlager zu Pipeline (Hochdruckrohrfernleitung)
#51796	Umschlag von Rohöl von Pipeline (Hochdruckrohrfernleitung) zu Tank einer Raffinerie
#51797	Lagerung von Rohöl in Tank eines Hafens
#51799	Lagerung von Rohöl in Tank eines Zwischenlager
#51801	Lagerung von Rohöl in Tank eines Hochseetankschiff
#51804	Lagerung von Rohöl in Tank eines Eisenbahnkesselwagens
#51805	Lagerung von Rohöl in Tank eines Straßentankwagens

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
#51819	Vorbehandlung von Erdöl vor der Küste
#51824	Vorbehandlung von Erdöl auf Land
#51825	Erkundung von Erdöl vor der Küste
#51826	Erkundung von Erdöl auf Land
1 B 1 b	1 B 1 b, Solid Fuel Transformation
2 A	2 A, Mineral Products
2 B	2 B, Chemical Industry
2 C	2 C, Metal Production
2 D	2 D, Other Production
4 B 8a	4 B 8a, Swine
4 B 8b	4 B 8b, Swine
4 B 9a	4 B 9a, Poultry
4 B 9b	4 B 9b, Poultry
4 D	4 D, Agricultural Soils
4 G	4 G, other
ABFA_ERDOELGAS	Abfackelung von Erdöl gas
ABFA_RAFZWI	Abfackelung von Raffineriezwischenprodukt
AW KR27	Abfallentsorgung-Krematorien nach 27. BIMSCHV
DBKW13	Stromerzeugung in GFA der DB-Kraftwerke
ENTL_EG	Entlüftung von Erdgas
ENTL_RAFZWI	Entlüftung von Raffineriezwischenprodukt
Erfrischungsgetränke	Herstellung und Verbrauch von Erfrischungsgetränken
ERKU_EG	Erkundung von Erdgas
ERKU_FLOEZG	Erkundung von Flözgas
FEHW13	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Fernheizwerke
FEHW17	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Fernheizwerke
FEHWTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der öffentlichen Fernheizwerke
GRKW13	Stromerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke
GRKW17	Stromerzeugung in MVA der Grubenkraftwerke
GV AN SG	Stadtgasanwendung in HH und KV: Kokerei-, Stadtgas
GV AU SG	Verarbeitung von Kokerei-/Stadtgas
GVKOMP13	GFA der Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen
GVKOMPTA	Gasturbinen (TA Luft) in Erdgasverdichterstationen
HAUS01	Wärmeerzeugung in KFA der Haushalte
HEBKW13	Wärmeerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke
HEKW13	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Kraftwerke
HEKW17	Wärmeerzeugung in MVA der öffentlichen Kraftwerke
HEKWDM	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der öffentlichen Kraftwerke
HEKWGM	Wärmeerzeugung in Gasmaschinen der öffentlichen Kraftwerke
HEKWGT13	Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der öffentlichen Kraftwerke
HEKWGTTA	Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke
HEKWGUD13	Wärmeerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der öffentlichen Kraftwerke
HEKWGUDTA	Wärmeerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der öffentlichen Kraftwerke
HEKWIW13	Wärmeerzeugung in GFA der öffentlichen Kraftwerke (für Industrie)
HEKWTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übr. IKW (nur Einspeisung ins öff. Netz)
INDU01H	Wärmeerzeugung in KFA (Industriek.) übr. Bergbaus verarb. Gew. (Heizungsanl.)

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
INDU01P	Wärmeerzeugung KFA(Industriek)übr. Bergbaus verarb. Gewerbes (Produktionsw.)
INDU13	Wärmeerzeugung in GFA (Industrie-Kessel) des verarb. Gewerbes übr. Bergbaus
INDUTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Ind.-Kessel) des verarb. Gewerbes u. übr. Bergb.
INDUTAH	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergb. u. verarb. Gew. (Heizungsanlagen)
INDUTAP	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. (Industrie-Kessel) des übr. Bergb. u. verarb. Gew. (Produktionswärme)
INKW13	Wärmeerzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus
INKW17	Wärmeerzeugung in MVA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus
INKFW13	Wärmeerzeugung in GFA der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus (öffentl. Fernwärme)
INKWTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anl. der IKW des verarb. Gewerbes und übr. Bergbaus
INPFCA	Herstellung von Calciumcarbid (Prozeßfeuerung)
INPFGL	Herstellung von Glas (Prozeßfeuerung)
INPFGU	Herstellung von Eisen-, Stahl- und Temperguß (Prozeßfeuerung)
INPFHO	Herstellung von Roheisen (Prozeßfeuerung)
INPFKA	Herstellung von Kalk (Prozeßfeuerung)
INPFNE	Herstellung von Nichteisen-Schwermetalle (Prozeßfeuerung)
INPFSI	Herstellung von Sinter (Prozeßfeuerung)
INPFSM	Herstellung von Siemens-Martin-Stahl (Prozeßfeuerung)
INPFWA	Herstellung von Walzstahl (Prozeßfeuerung)
INPFZI	Herstellung von Grobkeramik (Prozeßfeuerung)
INPFZK	Herstellung von Zementklinker (Prozessfeuerung)
INPFZU	Herstellung von Zucker (Prozeßfeuerung)
INUEPF	Übrige Prozeßfeuerungen
IP BITUDB	Herstellung von Bitumen-Dachbahnen
IP CI CAC2	Calciumkarbidproduktion
IP CI DÜNGEM	Düngemittelproduktion
IP CI FERROL	Produktion von Ferrolegierungen
IP CI H2SO4	Schwefelsäureproduktion, Chem. Industrie
IP CI HNO3	Salpetersäureproduktion
IP CI NDÜNGE	Stickstoffhaltige Düngemittel (Einnährstoffdünger)
IP CI NH3	Ammoniakproduktion: Synthese-NH3 ber. auf N
IP CI ORGPRO	Organische Produkte
IP CI RUSS	Rußproduktion
IP CI SODA	Sodaproduktion ber. auf NA2CO3
IP CI TIO2	Titandioxidproduktion
IP EN BTTKO	Braunkohletiefemperaturverkokung: Koksproduktion
IP EN EGABFA	Abfackelung von Erdgas
IP EN SKAU	Steinkohleaufbereitung: gesamte Fördermenge
IP ES ELST	Stahlerzeugung: Elektro-Stahl-Produktion
IP ES ESTG	Gießereien: Eisen-, Stahl- und Tempergußproduktion
IP ES OXST	Stahlerzeugung: Aufblas-Stahl-Produktion
IP ES ROHFE	Hochöfen: Roheisenproduktion
IP ES SINTER	Sinteranlagen: Sinterproduktion
IP ES SMST	Stahlerzeugung: Siemens-Martin-Stahl-Produktion
IP ES WALZST	Stahlerzeugung: Walz-Stahl-Produktion

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
IP HE BKB	Herstellung: Braunkohlenbriketts
IP HE BKK	Herstellung: Braunkohlenkoks
IP HE BKS	Herstellung: Braunkohlenstaub
IP HE BKTK	Herstellung: Braunkohlentrockenkohle
IP HE BWK	Herstellung: Braunkohlenwirbelschichtkohle
IP HE SKB	Herstellung: Steinkohlenbriketts
IP HE SKK	Herstellung: Steinkohlenkoks
IP NE ALUAN	Aluminiumproduktion: Anodenherstellung
IP NE BLEI	Bleiproduktion: raff. Blei
IP NE H2SO4	Schwefelsäureproduktion, Metall-Verhüttung
IP NE HÜALU	Aluminiumproduktion: Hüttenaluminium
IP NE KUPFER	Kupferproduktion: Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer
IP NE UMALU	Aluminiumproduktion: Umschmelzaluminium
IP NE ZINK	Zinkproduktion: Hütten- und Umschmelzzink
IP NE ZNSTG	Feuerverzinkung: verzinktes Stückgut
IP NF SPANPL	Spanplattenproduktion
IP NF ZELLST	Zellstoffaufbereitung: Papierzellstoff (inkl. Edel- und Kunstfaserzellstoff)
IP NG BIER	Bierproduktion
IP NG BROT	Brotproduktion
IP NG FFG	Fleisch-Fisch-Geflügelproduktion
IP NG KAFFEE	Kaffeeproduktion
IP NG KKF	Kuchen-Kekse-Frühstückscerealienproduktion
IP NG MF	Margarine-Fetteproduktion
IP NG RW	Räucherwareproduktion
IP NG SPIRIT	Spirituosenproduktion
IP NG TF	Tierfutterproduktion
IP NG WEIN ROT	Rotweinproduktion
IP NG WEIN SONST	Weinproduktion, sonstiger Wein
IP NG WEIN WEISS	Weisweinproduktion
IP NG ZUCKER	Zuckerproduktion
IP SE BAU	Bauwirtschaft
IP SE BITUMG	Bitumen-Mischgut (Asphalt)-Produktion
IP SE Dolomit	Herstellung von Kalk (gebr. Dolomit)
IP SE GLAS behälter	Glasherstellung: Behälterglas
IP SE GLAS fasern	Glasherstellung: Glasfasern
IP SE GLAS flach	Glasherstellung: Flachglas
IP SE GLAS kristall	Glasherstellung: Wirtschaftsglas
IP SE GLAS nicht disaggregierbar	Glasherstellung: nicht disaggregierbar
IP SE GLAS spezial	Glasherstellung: Spezialglas
IP SE GLAS stein	Glasherstellung: Steinwolle
IP SE GROBKE	Grobkeramik: Mauerziegel, Dachziegel, geformte feuerfeste Erzeugnisse
IP SE KALIS	Kalisalzproduktion
IP SE KALK	Herstellung von Kalk (Brantkalk)
IP SE ÜBSALZ	Übrige Salzproduktion: Stein- und Hüttensalz, Salinensalz
IP SE ZEMENT	Zementwerke: Zementproduktion

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
IP SE ZEMKLI	Zementwerke: Zementklinkerproduktion
LAGERUNG_MINO- EL_T_RAFF	Lagerung von Mineralöl in Tank einer Raffinerie
LAGERUNG_ ROHOEL_T_BTS	Lagerung von Rohöl in Tank eines Binnentankschiff
LAGERUNG_ ROHOEL_T_RAFF	Lagerung von Rohöl in Tank einer Raffinerie
LAWI01	Wärmeerzeugung in KFA der Landwirtschaft und Gärtnereien
LAWITA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Landwirtschaft und Gärtnereien
Logistik _Tstraßentankwagen_TTa nkstelle	Tank eines Straßentankwagen zu Tank einer Tankstelle
Logistik_TTankstel- le_TStraßenfahrzeug	Tank einer Tankstelle zu Tank eines Straßenfahrzeugs
MILI01	Wärmeerzeugung in KFA der militärischen Dienststellen
MILITA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der militärischen Dienststellen
NETZ_HD_DUK_D_SG	Hochdruck-Netz aus Stahl/Duktylguß (Durchleitung von Stadtgas)
NETZ_HD_KU_UE_D_SG	Hochdruck-Netz aus Kunststoff/übr. (Durchleitung von Stadtgas)
NETZ_MD_DUK_V_SG	Mitteldruck-Netz aus Stahl/Duktylguß (Verteilung von Stadtgas)
NETZ_MD_GRA_V_SG	Mitteldruck-Netz aus Grauguß (Verteilung von Stadtgas)
NETZ_MD_KU_UE_V_SG	Mitteldruck-Netz aus Kunststoff/übr. (Verteilung von Stadtgas)
NETZ_ND_DUK_V_SG	Niederdruck-Netz aus Stahl/Duktylguß (Verteilung von Stadtgas)
NETZ_ND_GRA_V_SG	Niederdruck-Netz aus Grauguß (Verteilung von Stadtgas)
NETZ_ND_KU_UE_V_SG	Niederdruck-Netz aus Kunststoff/übr. (Verteilung von Stadtgas)
OEBKW13	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Rohbraunkohlekraftwerke
OEHBKW13	Stromerzeugung in GFA öffentlicher Hartbraunkohlekraftwerke
OEKW13	Stromerzeugung in GFA der Öffentlichen Kraftwerke
OEKW17	Stromerzeugung in MVA der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWDM	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWGM	Stromerzeugung in Gasmaschinen der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWGT13	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWGTTA	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWGUD13	Stromerzeugung in GFA der GuD-Anlagen der Öffentlichen Kraftwerke
OEKWGUDTA	Stromerzeugung in GuD-Anlagen (TA Luft) der Öffentlichen Kraftwerke
PV LM EF+CHR	Entfettung, Chemische Reinigung: Emissionen
PV LM H+ACHP	Herstellung und Anwendung chemischer Produkte: Emissionen
PV LM LACK	Lackierung: Emissionen
PV LM ÜBRM	Übrige Lösemittelverwendung: Emissionen
PV ÜB NH3SCR	SCR-Anlagen: entstickt
REINIGUNG_T_BINNEN TANKSCHIFF	Reinigung von Tank eines Binnentankschiff
REINIGUNG_T_EKW	Reinigung von Tank eines Eisenbahnkesselwagen
REINIGUNG_T_HAFEN	Reinigung von Tank eines Hafens
REINIGUNG_T_RAFF	Reinigung von Tank einer Raffinerie
REINIGUNG_T_STRASSEN TANKWAGEN	Reinigung von Tank eines Straßentankwagen
REINIGUNG_T_ZWILA	Reinigung von Tank eines Zwischenlager
SNAP 10 01 00	Cultures with Fertilisers

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
SNAP 10 02 00	Cultures without Fertilisers
SNAP 10 05 01	Manure management regarding organic compounds Dairy cows
SNAP 10 05 02	Manure management regarding organic compounds Other cattle
SNAP 10 05 05	Manure management Sheep
SNAP 10 05 06	Manure management regarding organic compounds Horses
SNAP 10 05 07	Manure management regarding organic compounds Laying hens
SNAP 10 05 08	Manure management regarding organic compounds Broilers
SNAP 10 05 09	Manure management regarding organic compounds Other poultry
SNAP 10 05 11	Manure management regarding organic compounds Goats
SNAP 10 05 14	Manure management regarding organic compounds Buffalo
SNAP 10 09 01	Manure management regarding nitrogen compounds Dairy cows
SNAP 10 09 02	Manure management regarding nitrogen compounds Other cattle
SNAP 10 09 05	Manure management regarding nitrogen compounds Sheep
SNAP 10 09 06	Manure management regarding nitrogen compounds Horses
SNAP 10 09 07	Manure management regarding nitrogen compounds Laying hens
SNAP 10 09 08	Manure management regarding nitrogen compounds Broilers
SNAP 10 09 09	Manure management regarding nitrogen compounds Other poultry
SNAP 10 09 10	Manure management regarding nitrogen compounds Fur animals
SNAP 10 09 11	Manure management regarding nitrogen compounds Goats
SNAP 10 09 14	Manure management regarding nitrogen compounds Buffalo
STKBKW13	Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus
STKBKWA	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus
SV BUS BAB	Bremsabrieb bei Bussen
SV BUS GES	Busse, Verbrauch insgesamt
SV BUS KOAB	Konventionelle Busse, Verbrauch Autobahn
SV BUS KOAO	Konventionelle Busse, Verbrauch außerorts
SV BUS KOIO	Konventionelle Busse, Verbrauch innerorts
SV BUS MTAB	Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV BUS MTAO	Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV BUS MTIO	Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV BUS RAB	Reifenabrieb bei Bussen
SV BUS SAB	Straßenabrieb bei Bussen
SV KRAD GES	Motorisierte Zweiräder, Verbrauch insgesamt
SV LNF BAB	Bremsabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
SV LNF GES	Leichte Nutzfahrzeuge, Verbrauch insgesamt
SV LNF RAB	Reifenabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
SV LNF SAB	Straßenabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
SV LNFD KOAB	Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch Autobahn
SV LNFD KOAO	Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch außerorts
SV LNFD KOIO	Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch innerorts
SV LNFD MTAB	Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV LNFD MTAO	Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV LNFD MTIO	Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV LNFO KOAB	Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch Autobahn
SV LNFO KOAO	Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch außerorts
SV LNFO KOIO	Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch innerorts

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
SV LNFO KOVD	Verdunstung, Konventionelle LNF, Verbrauch innerorts
SV LNFO MTAB	Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV LNFO MTAO	Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV LNFO MTIO	Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV LNFO MTVD	Verdunstung, Otto-LNF mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV MOPED	Mopeds, Verbrauch insgesamt
SV MOPED VD	Verdunstung, Mopeds, insgesamt
SV MRAD KOAB	Konventionelle Motorräder, Verbrauch Autobahn
SV MRAD KOAO	Konventionelle Motorräder, Verbrauch außerorts
SV MRAD KOIO	Konventionelle Motorräder, Verbrauch innerorts
SV MRAD KOVD	Verdunstung, Konventionelle Motorräder, Verbrauch innerorts
SV MRAD MTAB	Motorräder mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV MRAD MTAO	Motorräder mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV MRAD MTIO	Motorräder mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV MRAD MTVD	Verdunstung, Motorräder mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV MZR BAB	Bremsabrieb von motorisierten Zweirädern
SV MZR RAB	Reifenabrieb von motorisierten Zweirädern
SV MZR SAB	Straßenabrieb von motorisierten Zweirädern
SV PKW BAB	Bremsabrieb bei PKWs
SV PKW GES	PKW, Verbrauch insgesamt
SV PKW RAB	Reifenabrieb bei PKWs
SV PKW SAB	Straßenabrieb bei PKWs
SV PKWD KOAB	Konventionelle Diesel-Pkw, Verbrauch Autobahn
SV PKWD KOAO	Konventionelle Diesel-Pkw, Verbrauch außerorts
SV PKWD KOIO	Konventionelle Diesel-Pkw, Verbrauch innerorts
SV PKWD MTAB	Diesel-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV PKWD MTAO	Diesel-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV PKWD MTIO	Diesel-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV PKWO KOAB	Konventionelle Otto-Pkw, Verbrauch Autobahn
SV PKWO KOAO	Konventionelle Otto-Pkw, Verbrauch außerorts
SV PKWO KOIO	Konventionelle Otto-Pkw, Verbrauch innerorts
SV PKWO KOVD	Verdunstung, Konventionelle Otto-Pkw, Verbrauch innerorts
SV PKWO MTAB	Otto-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV PKWO MTAO	Otto-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV PKWO MTIO	Otto-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV PKWO MTVD	Verdunstung, Otto-Pkw mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV SNF BAB	Bremsabrieb bei schweren Nutzfahrzeugen
SV SNF GES	Schwere Nutzfahrzeuge, Verbrauch insgesamt
SV SNF KOAB	Konventionelle schwere Nutzfahrzeuge, Verbrauch Autobahn
SV SNF KOAO	Konventionelle schwere Nutzfahrzeuge, Verbrauch außerorts
SV SNF KOIO	Konventionelle schwere Nutzfahrzeuge, Verbrauch innerorts
SV SNF MTAB	Schwere Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
SV SNF MTAO	Schwere Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch außerorts
SV SNF MTIO	Schwere Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
SV SNF RAB	Reifenabrieb bei schweren Nutzfahrzeugen
SV SNF SAB	Straßenabrieb bei schweren Nutzfahrzeugen

Strukturelement_ID	Strukturelement_Name
UEGK13	Wärmeerzeugung in GFA der Grubenkraftwerke
UEKB13	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Braunkohlebergbaus
UEKBFW13	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Braunkohlebergbaus
UEKBIW13	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Braunkohlebergbaus (für Industrie)
UEKR13	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke
UEKRDM	Wärmeerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke
UEKRFW13	Wärmeerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke (öffentl. Fernwärme)
UEKRGT13	Wärmeerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke
UEKRGTTA	Wärmeerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke
UEKRTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Raffineriekraftwerke
UEKS13	Wärmeerzeugung in GFA der übrigen Kraftwerke des Steinkohlebergbaus
UEKV01	Wärmeerzeugung in KFA der übrigen Kleinverbraucher
UEKVTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Kleinverbraucher
UEKZDM	Direktantrieb durch Dieselmotoren der Zechen- und Grubenkraftwerke
UEPFKO	Herstellung von Steinkohlenkoks
UEPFRG	Raffinerieprozeßfeuerungen (GFA)
UEPFRT	Raffinerieprozeßfeuerungen (TA Luft-Anlagen)
UESTKB13	Wärmeerzeugung in GFA der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus
UESTKBTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus
UEUEPF	Übrige Prozeßfeuerungen (nur neue Bundesländer)
UEUMTA	Wärmeerzeugung in TA Luft-Anlagen (Industrie-Kessel) des übr. Umwandlungsber.
UIKR13	Stromerzeugung in GFA der Raffineriekraftwerke
UIKRDM	Stromerzeugung in Dieselmotoren der Raffineriekraftwerke
UIKRGT13	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der Raffineriekraftwerke
UIKRGTTA	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der Raffineriekraftwerke
UIKRTA	Stromerzeugung in TA Luft- Anlagen der Raffineriekraftwerke
UIKW13	Stromerzeugung in GFA der übrigen Industriekraftwerke
UIKW17	Stromerzeugung in MVA der übrigen Industriekraftwerke
UIKWDM	Stromerzeugung in Dieselmotoren der übrigen Industriekraftwerke
UIKWGM	Stromerzeugung in Gasmaschinen der übrigen Industriekraftwerke
UIKWGT13	Stromerzeugung in GFA der Gasturbinen der übrigen Industriekraftwerke
UIKWGTTA	Stromerzeugung in Gasturbinen (TA Luft) der übrigen Industriekraftwerke
UIKWTA	Stromerzeugung in TA Luft-Anlagen der übrigen Industriekraftwerke
UM_ROHOEL_GESAMT	Umschlag von Rohöl von Behälter zu Behälter, gesamt
UVBAWI	Bauwirtschaftlicher Verkehr
UVFORST	Forstwirtschaftlicher Verkehr
UVHAUS	Haushalte, mobile Quelle
UVHBIN	Seeschifffahrt
UVLAWI	Landwirtschaftlicher Verkehr
UVLUMI	Militärischer Luftverkehr
UVLZIN	Ziviler Luftverkehr international)
UVLZNA	Ziviler Luftverkehr (national)
UVMILI	Militärischer Verkehr
UVSCHI	Schienenverkehr
UVUEKB	Küsten- und Binnenschifffahrt
VERA EG SCHWEFEL	Entschwefelung von Erdgas



<b>Strukturelement_ID</b>	<b>Strukturelement_Name</b>
VERA ROHOEL RAFF	Verarbeitung von Rohöl in Raffinerie
VERA ROHOEL SCHWEFEL	Entschwefelung von Rohöl in Raffinerien
VERA_MINZ	Verarbeitung von Mineralölzwischenprodukt in Raffinerie
VERA_ROHOEOL_MINZ	Verarbeitung von Rohöl und Mineralölzwischenprodukt in Raffinerie
ZGBK13	Stromerzeugung in GFA der Kraftwerke des Braunkohlebergbaus
ZGKWGT	Stromerzeugung in Gasturbinen der Zechen- und Grubenkraftwerke
ZGSK13	Stromerzeugung in GFA der übrigen Kraftwerke des Steinkohlebergbaus