

Erstellung eines landesweiten Verkehrsemissionskatasters der Emittentengruppen land- und forstwirtschaftlicher Verkehr, Werkverkehr, Militärverkehr, Flugverkehr und Binnenschifffahrt für Sachsen-Anhalt für 2010 und 2015

Erstellung eines landesweiten Verkehrs- emissionskatasters der Emittentengruppen land- und forstwirtschaftlicher Verkehr, Werkverkehr, Militärverkehr, Flugverkehr und Binnenschifffahrt für Sachsen-Anhalt für 2010 und 2015

Schlussbericht

(Lau0211off)

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Arnold Niederau
Dipl. Umweltwiss. Torsten Greis
Michael Pelzer

Aachen, November 2012

Im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

AVISO GmbH

Am Hasselholz 15
52074 Aachen
Fon: +49 (0) 241 / 470358-0
Fax: +49 (0) 241 / 470358-9

E-Mail: info@avisogmbh.de
<http://www.avisogmbh.de>



Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	5
2	Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	5
3	Ergebnisse der Emissionsberechnung und deren Grundlagen	6
3.1	Flugverkehr	6
3.1.1	Infrastruktur und Bewegungsdaten.....	6
3.1.2	Grundzüge der Berechnungsmethodik	10
3.1.3	Ergebnisse	11
3.2	Binnenschifffahrt	14
3.2.1	Flottenstruktur	15
3.2.2	Infrastruktur und Bewegungsdaten.....	16
3.2.3	Grundzüge der Berechnungsmethodik	19
3.2.4	Ergebnisse	22
3.3	Werkverkehr/Industrie	25
3.3.1	Betrachtete Branchen.....	26
3.3.2	Fahrzeug-, Geräte- und Maschinenbestände	27
3.3.3	Grundzüge der Berechnungsmethodik	29
3.3.4	Ergebnisse	31
3.4	Land- und forstwirtschaftlicher Verkehr	35
3.4.1	Fahrzeug-, Geräte- und Maschinenbestände	35
3.4.2	Grundzüge der Berechnungsmethodik	39
3.4.3	Ergebnisse	40
3.5	Militär	43
4	Zusammenfassung der Ergebnisse	45
5	Räumliche Verteilung der Ergebnisse und Erzeugung von Rasterdaten.....	50
	LITERATURVERZEICHNIS.....	57

Bildverzeichnis

Bild 3.1:	Anteile der Flughäfen und Verkehrslandeplätze am Kraftstoffverbrauch und an den Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2010	12
Bild 3.2:	Anteile der Flughäfen und Verkehrslandeplätze am Kraftstoffverbrauch und an den Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2015	13
Bild 3.3:	Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (LTO-Zyklus) in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.....	13
Bild 3.4:	Flottenstruktur der Güterschiffe auf den Bundeswasserstraßen in Sachsen-Anhalt (Quelle: WSD Ost, eigene Berechnungen).....	15
Bild 3.5:	Flottenstruktur der Personenschiffe auf den Bundeswasserstraßen in Sachsen-Anhalt (Quelle: WSD Ost, eigene Berechnungen).....	16
Bild 3.6:	Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im Binnenschiffsverkehr in Sachsen-Anhalt 2010	22
Bild 3.7:	Anteile der einzelnen Verkehrsarten am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2010....	23
Bild 3.8:	Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im Binnenschiffsverkehr in Sachsen-Anhalt 2015	24
Bild 3.9:	Anteile der einzelnen Verkehrsarten am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2015....	24
Bild 3.10:	Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.....	25
Bild 3.11:	Schätzung des Bestandes an Gabelstaplern für 2010 in Sachsen-Anhalt nach Antriebsart und Leistungsklasse.....	27
Bild 3.12:	Schätzung des Bestandes an sonstigen Arbeitsmaschinen für 2010 in Sachsen-Anhalt nach Maschinen- und Antriebsart sowie Leistungsklasse	28
Bild 3.13:	Entwicklung der Arbeitsstunden und des baugewerblichen Umsatzes in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015 (Quelle: Statistisches Landesamt).....	29
Bild 3.14:	Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im industriellen Werkverkehr in Sachsen-Anhalt 2010	32
Bild 3.15:	Anteile der einzelnen Quellengruppen am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2010	32
Bild 3.16:	Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im industriellen Werkverkehr in Sachsen-Anhalt 2015	33

Bild 3.17: Anteile der einzelnen Quellengruppen am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2015	33
Bild 3.18: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.....	34
Bild 3.19: Entwicklungsindizes des Bestandes land- und forstwirtschaftlicher sowie sonstiger Zugmaschinen (Traktoren) in Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik zwischen 2008 und 2012 (2009=1,0; Quelle: Kraftfahrtbundesamt).....	36
Bild 3.20: Schätzung des Bestandes an Traktoren für 2010 und 2015 in Sachsen-Anhalt nach Leistungsklassen	36
Bild 3.21: Relativer Maschinenbesatz in der Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt in Maschinen/Traktor, abgeleitet aus der Betriebsbefragung /AVISO2012/	37
Bild 3.22: Schätzung des Bestandes an sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen in der Landwirtschaft für 2010 und 2015 in Sachsen-Anhalt.....	38
Bild 3.23: Entwicklung des Holzeinschlags in Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik zwischen 2003 und 2011 in 1.000 m3 o. Rinde (Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)	39
Bild 3.24: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a sowie deren prozentualer Veränderungen in der Landwirtschaft Sachsen-Anhalts zwischen 2010 und 2015.....	41
Bild 3.25: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a sowie deren prozentualer Veränderungen in der Forstwirtschaft Sachsen-Anhalts zwischen 2010 und 2015.....	42
Bild 3.26: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs militärischer Landfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland in kt/a zwischen 2003 und 2011(Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Mineralölwirtschaftsverband MWV und des BMVg)	43
Bild 3.27: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a durch militärischen Landverkehr in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.....	44
Bild 4.1: Kraftstoffverbrauch und CO2-Emissionen in Sachsen-Anhalt 2010 und 2015 in kt/a sowie die Verteilung nach Kraftstoffarten in % für die ausgewählten Emittentengruppen.....	46
Bild 4.2: Emissionen limitierter Schadstoffe in Sachsen-Anhalt 2010 und 2015 in kt/a für die ausgewählten Emittentengruppen	47
Bild 4.3: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in Sachsen-Anhalt 2010 und 2015 für die ausgewählten Emittentengruppen.....	48
Bild 4.4: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015 für die ausgewählten Emittentengruppen	49

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Für das Kataster zu ermittelnde Größen und Schadstoffe/Schadstoffgruppen.....	5
Tab. 3-1:	Starts nach Startgewichtsklassen für den gewerblichen Flugverkehr in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Jahr 2010 (Quelle: /SBA 2011a/) ...	8
Tab. 3-2:	Starts nach Startgewichtsklassen im nicht-gewerblichen Flugverkehr in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Jahr 2010 (Quelle: /SBA 2011a/)) .	9
Tab. 3-3:	Starts nach Startgewichtsklassen für den gewerblichen und nicht-gewerblichen Flugverkehrs auf den Flughäfen in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Prognosejahr 2015.....	10
Tab. 3-4:	Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2010.....	11
Tab. 3-5:	Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2015.....	12
Tab. 3-6:	Kraftstoffverbrauch und Emissionen des Vorfeldverkehrs in Sachsen-Anhalt im Analysejahr 2010 und Prognosejahr 2015, differenziert in Windenstarts und Kfz-Verkehr (ohne Leipzig/Halle).....	14
Tab. 3-7:	Abschnittsspezifische Bewegungsdaten und Ladungstonnen in Sachsen-Anhalt für 2010.....	20
Tab. 3-8:	Abschnittsspezifische Bewegungsdaten und Ladungstonnen in Sachsen-Anhalt für 2015.....	21

Kartenverzeichnis

Karte 3.1:	Flughäfen, Verkehrslandeplätze und Sonderlandeplätze in Sachsen-Anhalt	7
Karte 3.2:	Wasserwege, Schleusen und Häfen in Sachsen-Anhalt	18
Karte 5.1:	Jahressummen des Kraftstoffverbrauchs der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	51
Karte 5.2:	Jahressummen des Kraftstoffverbrauchs der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	52
Karte 5.3:	Jahressummen der NOx-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	53
Karte 5.4:	Jahressummen der NOx-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	54
Karte 5.5:	Jahressummen der PM10-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	55
Karte 5.6:	Jahressummen der PM10-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster	56

1 Vorbemerkung

Der nachstehende Endbericht stellt die Methoden in konzentrierter Form sowie die Ergebnisse der Berechnungen für 2010 mit Prognose 2015 für das landesweite Verkehrsemissionskataster ausgewählter Emittentengruppen für Sachsen-Anhalt dar. Ausführliche Erläuterungen zu einzelnen Berechnungsschritten finden sich in den Zwischenberichten vom November 2011 /AVISO 2011a/ und April 2012 /AVISO 2012/. Der erste Zwischenbericht behandelt die methodischen und statistischen Grundlagen, die Entwicklung der Abgasgesetzgebung und der Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsfaktoren im Bereich „mobile Maschinen und Geräte“ und beschreibt die durchgeführte Befragung landwirtschaftlicher und gewerblicher Betriebe. Der zweite Zwischenbericht enthält die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse der Betriebsbefragung sowie erste Berechnungsergebnisse.

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Für das Land Sachsen-Anhalt sind die Kraftstoffverbräuche und Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen land- und forstwirtschaftlicher Verkehr, Werkverkehr, Militärverkehr (ohne mil. Flugverkehr), Flugverkehr und Binnenschiffsverkehr für die in Tab. 2-1 dargestellten Parameter zu ermitteln. Hierunter fallen alle Emissionen, die aus Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen und Maschinen und Geräten verkehrsbezogen, aber außerhalb des Verkehrs auf öffentlichen Straßen entstehen. Bei den Maschinen und Geräten werden im Gegensatz zu den Untersuchungen im Offroad-Bereich nur selbstfahrende Arbeitsmaschinen mit mindestens 2 Achsen berücksichtigt.

Die Ermittlung der jeweiligen Fahr-, Verkehrsleistungen bzw. Grundlagendaten (z.B. Bestands- und Aktivitätsdaten) ist so anzulegen, dass eine geographische Zuordnung der Emissionen zu Objekten des Amtlich-Topographischen-Informationssystems (ATKIS) erfolgen kann. Geodätische Grundlage für die Verschneidung der Emissionen mit geographischen Flächen ist das Gauß-Krüger Koordinatensystem im 4. Meridianstreifensystem auf dem Bessel-Ellipsoid (Potsdam-Datum mit Fundamentalpunkt Rauenberg). Die Jahresemissionsdaten sollen als Shape-Files (ArcView3.x) für die Quellen in 1 km x 1 km – Rasterflächen übergeben werden. Untersuchungsraum ist das gesamte Land Sachsen-Anhalt.

Die Berechnungen sind für die Jahre 2010 und 2015 durchzuführen. Berechnet werden nur die Abgasemissionen. Verdunstungsemissionen insbesondere beim Einsatz von Ottokraftstoffen bleiben ebenso unberücksichtigt wie die Partikel-Emissionen aus Aufwirbelung und Abrieb.

Tab. 2-1: Für das Kataster zu ermittelnde Größen und Schadstoffe/Schadstoffgruppen

KV	Kraftstoffverbrauch, differenziert nach Benzin 2Takt, 4Takt, Diesel und Flüssiggas
CO	Kohlenstoffmonoxid
NO _x	Stickstoffoxide (NO, NO ₂) als NO ₂
CO ₂	Kohlenstoffdioxid*
PM/PM10	Partikel/PM10 (nur Abgas)
CH ₄	Methan
NMHC	Nichtmethankohlenwasserstoffe (nur Abgas)
SO ₂	Schwefeloxide als Schwefeldioxid

*) Biokraftstoffe eingerechnet

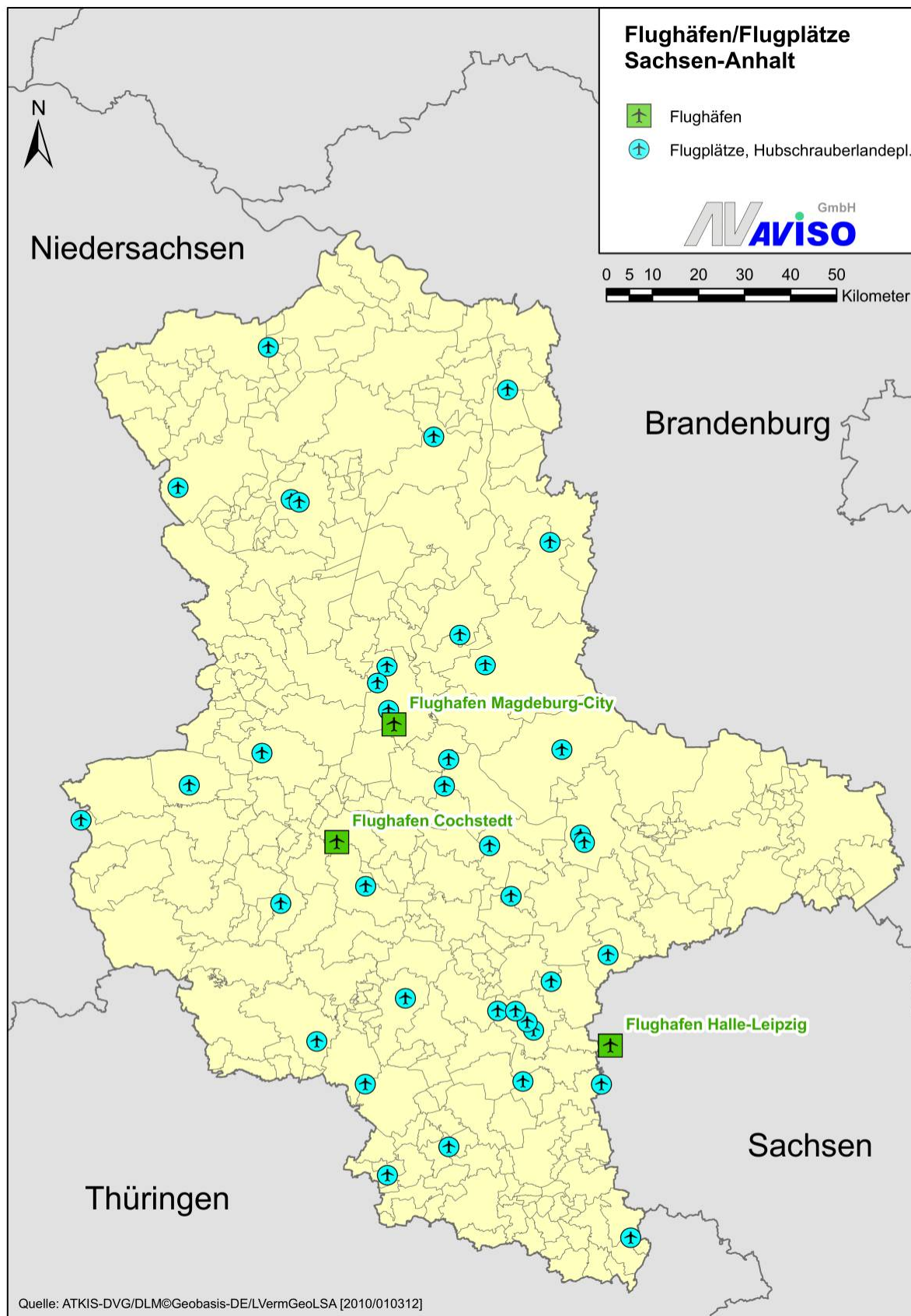
3 Ergebnisse der Emissionsberechnung und deren Grundlagen

3.1 Flugverkehr

Für das Land Sachsen-Anhalt waren die Abgasemissionen des zivilen Instrumenten- und Sichtflugverkehrs im Bodennahbereich der Flughäfen bzw. Regionalf Flughäfen und der Verkehrslandeplätze (LTO-Zyklus bis 3.000 ft = 915 m Höhe) anhand statistischer Flugbewegungsdaten für 2010 und 2015 zu berechnen. Neben den LTO-Emissionen waren auch die die Vorfeldemissionen zu ermitteln.

3.1.1 Infrastruktur und Bewegungsdaten

Das Land Sachsen-Anhalt verfügt über 2 Flughäfen, 19 Flugplätze, 12 Hubschrauberlandeplätze, 2 Segelfluggelände und 6 Ultraleichtfluggelände. Hinzu kommen Emissionen des Flughafens Leipzig/Halle, der nur rund 1 km von Sachsen-Anhalt entfernt liegt und deshalb bei den Start- und Landevorgängen auch einen Teil seiner Emissionen in Sachsen-Anhalt freisetzt. Die Lagen der Flughäfen und sonstigen Verkehrslandeplätze wurden digital erfasst. Eine Übersicht ist in Karte 3.1 dargestellt.



Karte 3.1: Flughäfen, Verkehrslandeplätze und Sonderlandeplätze in Sachsen-Anhalt

Die Geometrie und Ausrichtung der Start- und Landebahnen wurde für Leipzig/Halle anhand der Flugplatzkarten der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) /DFS 2010/ ermittelt.

Zur Ermittlung der Emissionen des Flugverkehrs im LTO-Zyklus (bis zu einer Höhe von ca. 915 m über Grund) werden die Starts und Landungen der Flughäfen und Landeplätze differenziert nach Luftfahrzeugklassen (LFZ-Klassen) benötigt. Eine Luftfahrzeugklasse umfasst i.W. Flugbewegungen mit ähnlichem MTOM (Max. Take-Off Mass) und gleicher Flugzeugart. Wesentliche Datenquelle sind die Daten des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 8, Reihe 6.2) /SBA 2011a/. Die Flugbewegungsdaten (Starts) des statistischen Bundesamtes für das Analysejahr 2010 sind in Tab. 3-1 für den gewerblichen und in Tab. 3-2 für den nicht-gewerblichen Flugverkehr dargestellt.

Die Berechnung der Emissionen aus dem Flugverkehr erfolgte mit der Software *airTEIM3D* und in Analogie zu den Berechnungen zum Emissionskataster Nordrhein-Westfalen /AVISO 2010a/ und Baden-Württemberg /AVISO 2010b/. Die von *airTEIM3D* unterstützte modellfeine Berechnung jedes einzelnen Start- und Landevorgangs erfordert modellfeine Eingabedaten (Angabe von Flugzeugtyp und Triebwerksbestückung), die jedoch in /SBA 2011a/ nicht enthalten sind. Aus diesem Grund wurde die mittlere Triebwerksverteilung in den jeweiligen Startmassen-Klassen aus den Erhebungen für das Emissionskataster Flugverkehr NRW /AVISO 2010a/ übernommen.

Tab. 3-1: Starts nach Startgewichtsklassen für den gewerblichen Flugverkehr in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Jahr 2010 (Quelle: /SBA 2011a/)

Flugplatz	Starts												
	Startgewichtsklassen über ... bis einschl. ... T									Hub- schraub- er und sonst. Luftfahr- zeuge ¹⁾	Hub- schrauber	Luftschiffe	insgesamt
	bis 2 T	2-5,7 T	5,7-14 T	14-20 T	20-25 T	25-75 T	75-175 T	über 175 T	über 30				
Leipzig	20	540	480	344	2 181	8 919	11 999	4 230			7	0	28742
Magdeburg/City	1 401	57	11	-	-	-	-	-	-	-	227	-	1 696
Magdeburg/Cochstedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allstedt	611	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	646
Aschersleben	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bad Bibra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ballenstedt	1 201	2	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	1 255
Dessau	91	2	6	-	-	-	-	-	-	-	34	-	133
Halle/Oppin	5 571	6	-	-	-	-	-	-	-	-	714	-	6 291
Klein-Gartz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Köthen	30	9	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63
Oberriessdorf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stendal-Borstel	1 150	116	1	-	-	-	-	-	-	-	122	-	1 389

Tab. 3-2: Starts nach Startgewichtsklassen im nicht-gewerblichen Flugverkehr in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Jahr 2010 (Quelle: /SBA 2011a/)

Gegenstand der Nachweisung	Motorflüge				Hub- schrauber	Luft- schiffe	Bemannte Ballone	Segelflugzeuge			Motorsegelflüge		Ultraleichtflugzeuge		Flüge insgesamt		
	über 5,7 T	2 - 5,7 T	bis 2 T					Zu- sammen	darunter		Zu- sammen	darunter	Zu- sammen	darunter			
			ein-	zwei-					nichtgew. Schulflüge	Schlepp- starts						Schlepp- starts	Schlepp- starts
			motorig														
Leipzig/Halle	1 357	399	351	76	90	-	-	-	-	2	-	9	-	2 284			
Magdeburg	68	245	2 214	32	1 119	-	24	1 997	-	256	428	7	7 950	8	14 077		
Magdeburg/Cochstedt	149	90	480	54	14	-	-	6	6	-	8	-	38	-	839		
Allstedt	260	20	1 096	-	1	-	-	-	-	-	235	-	130	-	1 742		
Aschersleben	-	-	354	-	-	-	-	488	432	56	337	56	142	-	1 321		
Bad Bibra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	680	-	680		
Ballenstedt	-	59	1 877	27	71	-	6	1 977	1 040	197	561	243	3 806	-	8 384		
Dessau	17	45	816	7	66	-	5	773	-	212	335	324	190	188	2 254		
Halle-Opplin	24	24	1 810	20	2 260	-	-	682	-	52	192	16	901	3	5 913		
Klein-Gartz	-	-	60	-	-	-	-	149	-	28	11	-	291	15	511		
Köthen	-	-	180	-	-	-	6	-	-	-	29	-	230	-	445		
Oberriessdorf	-	8	6	-	15	-	-	-	-	-	-	-	75	-	104		
Stendal-Borstel	185	106	3 056	30	109	-	1	2 062	-	658	260	260	1 388	1 381	7 197		
Abbenrode	-	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53		
Bitterfeld	-	-	-	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	42		
Burg	-	2	143	2	5	-	5	8	8	-	14	-	337	-	516		
Gardelegen	-	7	239	-	-	-	-	124	80	44	197	-	47	-	614		
Klietz/Scharlibbe	-	-	679	-	-	-	-	-	-	-	21	-	510	-	1 210		
Merseburg	-	312	2 975	14	271	-	7	-	-	-	547	-	912	-	5 038		
Oschersleben	-	-	12	-	17	-	-	232	199	22	32	-	59	22	352		
Schönebeck	-	-	499	-	-	-	-	657	657	-	212	123	3	-	1 371		
Sprossen	-	12	32	-	-	-	4	-	-	-	2	-	1 468	-	1 518		
Zerbst	-	-	680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	720		
Barleben	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
Dessau, Klinikum	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21		
Gardelegen, Krhs.	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15		
Günthersdorf	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		
Halle, Bergmannstrost	-	-	-	-	405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	405		
Halle, Krhs. St. Elisabeth u St. Barbara	-	-	-	-	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66		
Halle-Dölau, Krhs.	-	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53		
Halle-Kröllwitz, Klinikum	-	-	-	-	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450		
Johanniter-Krhs., Genthin-Stendal	-	-	-	-	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114		
Magdeburg, Universitätsklinikum	-	-	-	-	317	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317		
Magdeburg, W.-Friedrich Krhs.	-	-	-	-	1 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 450		
Sangerhausen, Krhs.	-	-	-	-	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111		
Laucha	-	11	192	9	36	-	11	7 041	6 482	559	1 127	559	438	-	8 865		
Renneritz	-	-	43	-	-	-	-	1 685	664	36	161	-	-	-	1 889		
Dingelstedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472	-	472		
Drosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	304	-	304		
Klein Mühlingen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	379	-	379		
Kunrau-Jahrestedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	90		
Mockern	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	127	-	145		

Für die Prognose auf das Jahr 2015 wurde für die Bewegungsdaten auf den Flugplätzen, auf denen hauptsächlich nicht-gewerblicher Flugverkehr stattfindet, angenommen, dass sich diese proportional zur Einwohnerzahl in Sachsen-Anhalt verhalten. Nach der Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt nimmt die Bevölkerung von 2010 bis 2015 um 5,1% ab.

Die Entwicklung der Flugbewegungszahlen auf den Flughäfen wurde unmittelbar bei den Flughafenbetreibern in Sachsen-Anhalt erfragt. Der Flughafen Magdeburg/Cochstedt geht davon aus, dass der Flugverkehr 2015 voraussichtlich dem von 2012 entspricht. Für Magdeburg/Cochstedt wurde deshalb der Flugplan 2012 bezüglich der Starts und Landungen ausgewertet und anhand der Internetseiten der entsprechenden Fluggesellschaften und der JP Airline Fleets International-Datenbank /BUCHAIR 2009/ die Flugzeugklassen der starteten Luftfahrzeuge ermittelt. Für die Flughäfen Magdeburg-City (keine Rückmeldung auf Befragung) und Leipzig/Halle (nicht befragt, da Bundesland Sachsen) wurden die Prognosen auf

Basis der Flugbewegungen der letzten Jahre abgeleitet. Die prognostizierten Werte sind in Tab. 3-3 dargestellt.

Tab. 3-3: Starts nach Startgewichtsklassen für den gewerblichen und nicht-gewerblichen Flugverkehrs auf den Flughäfen in Sachsen-Anhalt (inklusive Flughafen Leipzig/Halle) im Prognosejahr 2015

Flugplatz	Starts												Hubschrauber	Luftschiiffe	insgesamt
	Startgewichtsklassen über ... bis einschl. ... T								Hub-schrauber und sonst. Luftfahr-zeuge ¹⁾						
	bis 2 T	2-5,7 T	5,7-14 T	14-20 T	20-25 T	25-75 T	75-175 T	über 175 T		über 30					
Leipzig	438	1603	1727	103	2624	10731	14437	5090		89	89	0	36842		
Magdeburg/City	11197	269	71	0	0	0	0	0		1476	1476	0	13013		
Magdeburg/Cochstedt	2320	360	596	0	0	0	520	0		56	56	0	3852		

3.1.2 Grundzüge der Berechnungsmethodik

Die Berechnung der Abgasemissionen erfolgt mittels der multiplikativen Verknüpfung der zeitabhängigen mittleren Emissionsfaktoren für die verschiedenen Phasen des Start- und Landevorgangs (LTO-Zyklus) mit der Verweilzeit in der jeweiligen Phase und der Anzahl der Flugbewegungen (Starts und Landungen). Der standardisierte LTO-Zyklus nach der International Civil Aviation Organisation (ICAO) setzt sich aus dem Landeanflug unter 3.000 ft¹ (Approach), dem Rollen nach der Landung bis zur Abfertigungsposition (Taxi In) sowie dem Rollen vor dem Start bis zur Startschwelle (Taxi Out), der Startbeschleunigung bis zum Abhebe- und dem Steigflug bis zum Erreichen der Höhe von 3.000 ft (Climb Out) zusammen. Da die Taxi-Zeiten stark von der Infrastruktur des Flughafens abhängen und innerhalb der verschiedenen Flughäfen starke Unterschiede aufweisen, wurden diese bei den Flughafenbetreibern abgefragt. Von den Betreibern gemeldete Taxi-Zeiten wurden übernommen. Wenn keine Angaben gemacht wurden, wurden die Taxi-Zeiten von Flughäfen aus NRW mit ähnlicher Infrastruktur übernommen.

Der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen des Vorfeldverkehrs wurden unter Berücksichtigung der Entwicklung der Flugbewegungen auf Basis der Berechnungen des Katasters 1999 /AVISO2000/ abgeleitet. Die Emissionsberechnung erfolgte unter Verwendung aktueller Emissionsfaktoren für Pkw, Busse und Lkw aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA3.1 /INFRAS 2010/.

¹ ca. 915m

3.1.3 Ergebnisse

LTO-Zyklus

In den nachfolgenden Tabellen sind die Berechnungsergebnisse für den bodennahen Flugverkehr in Sachsen-Anhalt für die Bezugsjahre 2010 und 2015 zusammengestellt. Die LTO-Emissionen des Flughafens Leipzig repräsentieren dabei nur den über Sachsen-Anhalt emittierten Anteil.

Insgesamt wurden im Flugverkehr in Sachsen-Anhalt 9.855 t Kraftstoff im Analysejahr 2010 verbraucht, wovon 88% auf Kerosin und 12% auf Flugbenzin entfallen. Die Flughäfen haben dabei einen Anteil von ca. 90%. Bei den Emissionen werden bis auf CO, CH₄ und NMHC die Anteile ebenfalls durch die Flughäfen dominiert. Dabei schwanken die Anteile zwischen 84% bei PM₁₀ und 96% bei den Stickstoffoxiden. Die mit Abstand höchsten Anteile entfallen auf den Flughafen Leipzig/Halle (87% des Kraftstoffverbrauchs in Sachsen-Anhalt).

Die CO- und NMHC-Emissionen sind relativ betrachtet bei kleineren Maschinen (mit Propellerantrieb) höher als bei den größeren Flugzeugen mit Jetantrieb. Entsprechend emittieren die Verkehrslandeplätze hier einen Großteil dieser beiden Schadstoffe, 82% bei CO und 72% bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen. Bei Methan verschieben sich die Verhältnisse aufgrund des höheren CH₄-Anteils im Kerosin hin zu 42% für die Flughäfen und 58% für die Verkehrslandeplätze.

Tab. 3-4: Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2010

t/a	KV	CO	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	CH ₄	NMHC	SO ₂
Leipzig (Anteil ST)	8.576	25,93	119,4	27.014	0,343	0,760	2,02	1,89
Magdeburg City	257,9	109,0	1,88	804,6	0,020	0,072	2,75	0,026
Magdeburg Cochstedt	68,29	6,76	0,724	214,8	0,003	0,007	0,248	0,014
Flughäfen Gesamt	8.902	141,7	122,0	28.034	0,366	0,839	5,02	1,93
sonstige Verkehrslandeplätze	953,4	636,8	5,46	2.976	0,071	1,165	12,27	0,121
davon Flugplätze	82%	90%	82%	82%	85%	86%	86%	73%
Hubschrauberlandeplätze	12%	0%	14%	13%	7%	8%	8%	25%
Segelfluplätze	5%	8%	3%	5%	6%	5%	5%	1%
Ultralightlandeplätze	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
ST Gesamt	9.855	778,5	127,5	31.009	0,437	2,005	17,29	2,05

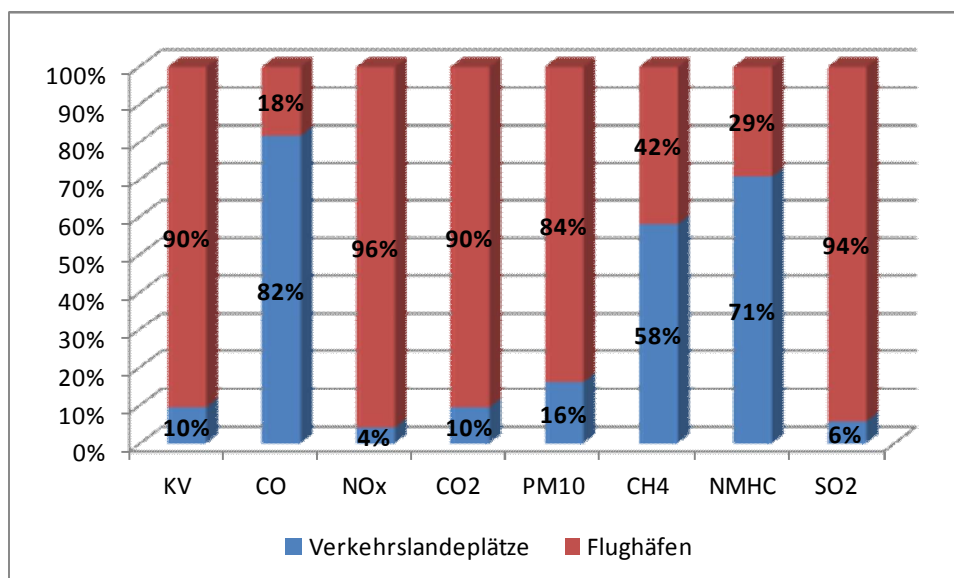


Bild 3.1: Anteile der Flughäfen und Verkehrslandeplätze am Kraftstoffverbrauch und an den Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2010

Die Ergebnisse für das Prognosejahr 2015 sind in Tab. 3-5 dargestellt. Bei der Berechnung für 2015 wurde neben der Entwicklung der Flugbewegungszahlen und dem sich verändernden Mix bei den großen Flugzeugen auch die in /UBA 2010/ abgeleitete Entwicklung der Emissionsfaktoren berücksichtigt. Hiernach gibt es zwischen 2010 und 2015 lediglich einen Rückgang bei den NMHC aus Kerosin von ca. 25%.

Der Kraftstoffverbrauch im LTO-Zyklus steigt auf insgesamt 12.081 t/a. Hiervon entfallen 89% auf Kerosin und 11% auf Flugbenzin. Die Struktur der Anteile zwischen Flughäfen und Verkehrslandeplätzen verändert sich dabei gegenüber 2010 nur unwesentlich. Es gibt eine leichte Verschiebung hin zum Kerosin.

Tab. 3-5: Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2015

t/a	KV	CO	NOx	CO2	PM10	CH4	NMHC	SO2
Leipzig (Anteil ST)	10.297	28,79	143,3	32.435	0,412	0,924	1,72	2,26
Magdeburg City	243,0	99,1	1,76	757,8	0,019	0,067	2,54	0,024
Magdeburg Cochstedt	636,92	28,31	8,380	2.005,1	0,027	0,027	1,026	0,136
Flughäfen Gesamt	11.177	156,2	153,5	35.198	0,458	1,017	5,29	2,42
sonstige Verkehrslandeplätze	904,5	604,1	5,18	2.823	0,067	1,104	10,96	0,115
davon Flugplätze	82%	90%	82%	82%	85%	84%	84%	73%
Hubschrauberlandeplätze	12%	0%	14%	13%	7%	10%	10%	25%
Segelfluplätze	5%	8%	3%	5%	6%	4%	4%	1%
Ultralightlandeplätze	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
ST Gesamt	12.081	760,3	158,7	38.021	0,525	2,122	16,24	2,54

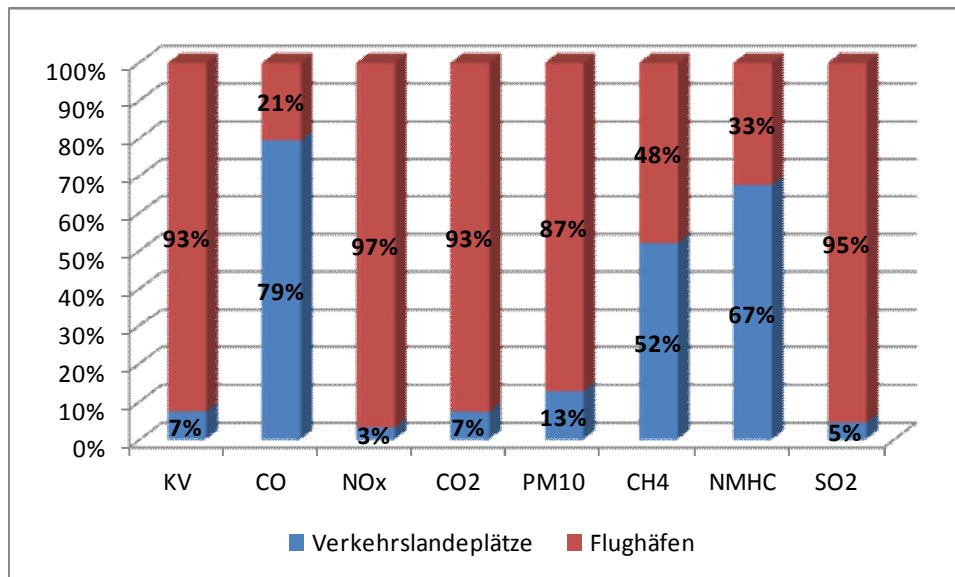


Bild 3.2: Anteile der Flughäfen und Verkehrslandeplätze am Kraftstoffverbrauch und an den Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (bis 3.000 ft) in Sachsen-Anhalt 2015

Nachstehendes Bild 3.3 gibt eine Übersicht über die zu erwartenden Entwicklungen im LTO-Zyklus in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.

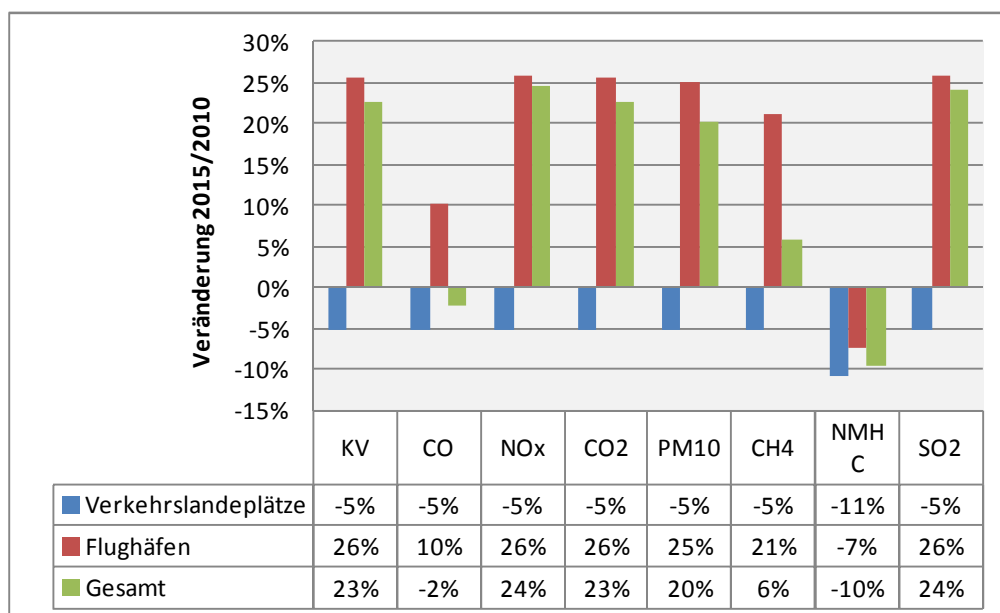


Bild 3.3: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des bodennahen Flugverkehrs (LTO-Zyklus) in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015

Bis auf die vom Flugbenzin dominierten Stoffe CO und NMHC ist von Steigerungen bei Kraftstoffverbrauch und Emissionen in der Größenordnung von um die 20% auszugehen. Bei CH4 fällt die Steigerung mit 6% aufgrund der relativ ausgeglichenen Anteile von Kerosin und

Flugbenzin gedämpft aus. Lediglich bei CO und NMHC können aufgrund der angenommenen Rückgänge beim Flugverkehr auf den Verkehrslandeplätzen Minderungen von -2% bzw. -10% erwartet werden.

Vorfeldverkehr

Der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen des Vorfeldverkehrs sind in Tab. 3-6 dargestellt. Bezogen auf die Werte für den LTO-Zyklus liegen Kraftstoffverbrauch und Emissionen des Vorfeldverkehrs deutlich unter 1%. Lediglich die PM10-Emissionen erreichen knapp 1% der entsprechenden Emissionen aus dem LTO-Zyklus.

Tab. 3-6: Kraftstoffverbrauch und Emissionen des Vorfeldverkehrs in Sachsen-Anhalt im Analysejahr 2010 und Prognosejahr 2015, differenziert in Windenstarts und Kfz-Verkehr (ohne Leipzig/Halle)

t/a	2010			2015		
	Windenstarts	Kfz	Summe	Windenstarts	Kfz	Summe
KV	4,98	6,64	11,62	4,73	6,30	11,03
Benzin	2,36	2,77	5,14	2,24	2,63	4,87
Diesel	2,62	3,87	6,48	2,48	3,67	6,15
CO	0,034	0,043	0,077	0,032	0,041	0,073
NOx	0,117	0,106	0,223	0,111	0,101	0,212
CO ₂	15,83	19,73	35,56	15,02	18,71	33,74
PM10	0,002	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004
CH ₄	0,0001	0,0002	0,0003	0,0001	0,0002	0,0003
NMHC	0,005	0,005	0,010	0,004	0,005	0,010
SO ₂	0,005	0,0001	0,006	0,005	0,0001	0,005

Der Vorfeldverkehr bleibt aufgrund der marginalen Beiträge in den weiteren zusammenfassenden Ergebnissen unberücksichtigt.

3.2 Binnenschifffahrt

Beim Binnenschiffsverkehr ist der Güterverkehr in der Regel dominierend. Die grundlegenden Daten zu den Schiffsbewegungen, den umgeschlagenen Tonnen und der Verkehrsleistung in Tonnenkilometern können auf der Basis der Statistiken der zuständigen Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, hier WSD Ost, für die Bundeswasserstraßen abgeleitet werden. Hier werden auch Sportboote und Fahrgastschiffe mit erfasst. Weitere relevante Statistiken werden u.a. von den Hafenbetreibern veröffentlicht. Aus den erhältlichen Statistiken können für die einzelnen Abschnitte der Wasserstraßen Schiffsbewegungszahlen in der erforderlichen Differenzierung, stromab- und -aufwärts sowie Personen- und Güterschifffahrt und Hafenbelegungen, abgeleitet werden.

Bezüglich der Emissionsbestimmung wurde das im entsprechenden Emissionskataster für das Land Baden-Württemberg /AVISO 2010b/ verwendete Verfahren verwendet.

3.2.1 Flottenstruktur

Nachstehend ist die Flottenstruktur im Hinblick auf Tragfähigkeit/Fahrgastkapazität und Motorisierung in der Binnenschifffahrt auf den Bundeswasserstraßen in Sachsen-Anhalt zusammengestellt.

Bei den Güterschiffen liegt die mittlere Tragfähigkeit bei 1.046 t bei einer mittleren installierten Leistung von 561 kW. Betrachtet man nur die wesentlichen Schiffgruppen Güter- und Tankmotorschiffe, so liegen die entsprechenden Werte bei 1.361 t und 660 kW. Bei den Personenschiffen liegt die mittlere Fahrgastkapazität bei 132 bei einer mittleren Motorisierung von 133 kW. Die installierte Leistung bei den Güterschiffen ist somit um annähernd das 4fache höher.

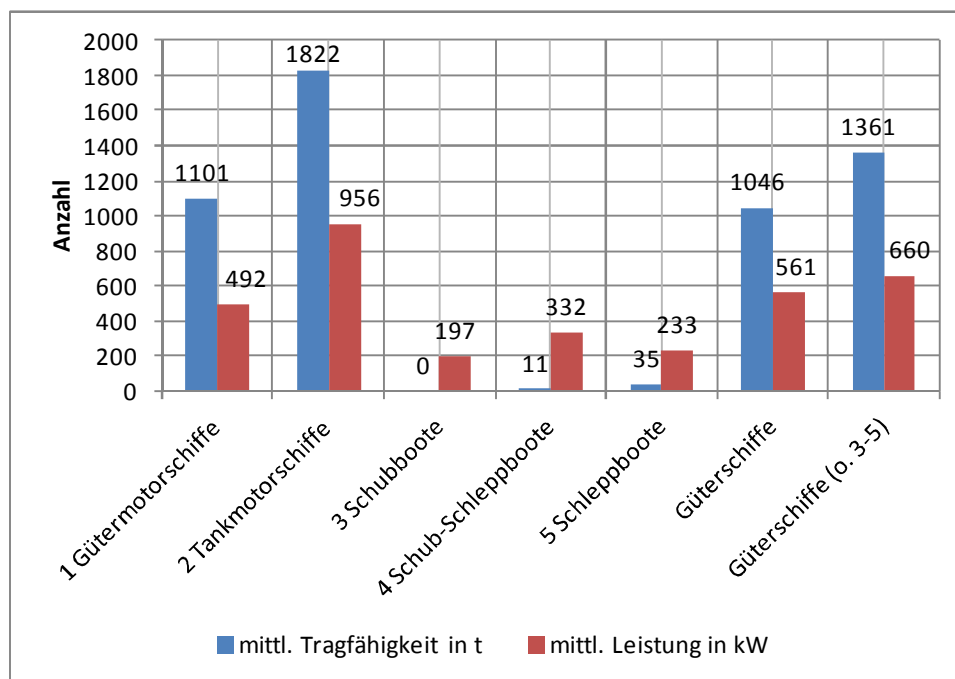


Bild 3.4: Flottenstruktur der Güterschiffe auf den Bundeswasserstraßen in Sachsen-Anhalt (Quelle: WSD Ost, eigene Berechnungen)

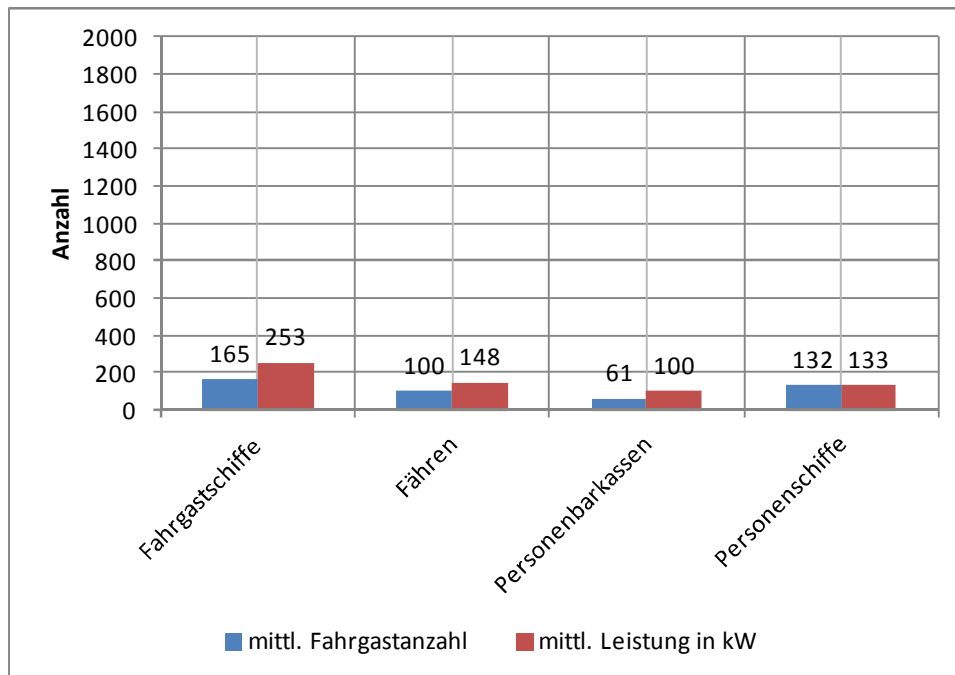


Bild 3.5: Flottenstruktur der Personenschiffe auf den Bundeswasserstraßen in Sachsen-Anhalt (Quelle: WSD Ost, eigene Berechnungen)

3.2.2 Infrastruktur und Bewegungsdaten

Bei der Binnenschifffahrt wurden die schiffbaren Flussabschnitte und Kanäle mit den jeweiligen Schleusen sowie die emissionsrelevanten Hafenanlagen betrachtet. Auf den Flüssen in Sachsen-Anhalt sind die folgenden (Teil)Längen schiffbar und somit in das Emissionskataster einzubeziehen.

- Elbe auf der gesamten Länge im Land als Bundeswasserstraße; der Schiffsverkehr im Raum Magdeburg vollzieht sich auf der Stromelbe (der westlichste Teil des Flusses), alle weiteren Nebenarme sind teilweise verlandet, gelten als Hochwasserüberflutungsgebiete oder dienen dem Sportbootverkehr als Hafenanlage
- Havel von der Mündung in die Elbe in Havelberg flussaufwärts an den Schleusen Havelberg und Garz vorbei bis zur Landesgrenze
- Saale von der Mündung in die Elbe flussaufwärts bis Halle Trotha als Bundeswasserstraße (Schleuse Calbe)
- Saale weiter flussaufwärts als Landeswasserstraße; in diesem Bereich gibt es keine gewerbliche Güterschifffahrt mehr, sondern lediglich Sportboot- und partiell Ausflugsverkehr.

Ferner sind folgende Kanäle relevant für das Emissionskataster:

- Mittellandkanal (MLK), beginnend am Schiffshebewerk Magdeburg-Rothensee bis zur Landesgrenze nach Niedersachsen
- Elbe-Havel-Kanal (EHK), nördlich Magdeburg von der Elbe an den Schleusen Niegripp, Parey und Wusterwitz vorbei bis zur Landesgrenze nach Brandenburg einschl. des Pareyer Verbindungskanal, der südlich Tangermünde von der Elbe ostwärts abzweigt (Schleuse Parey)

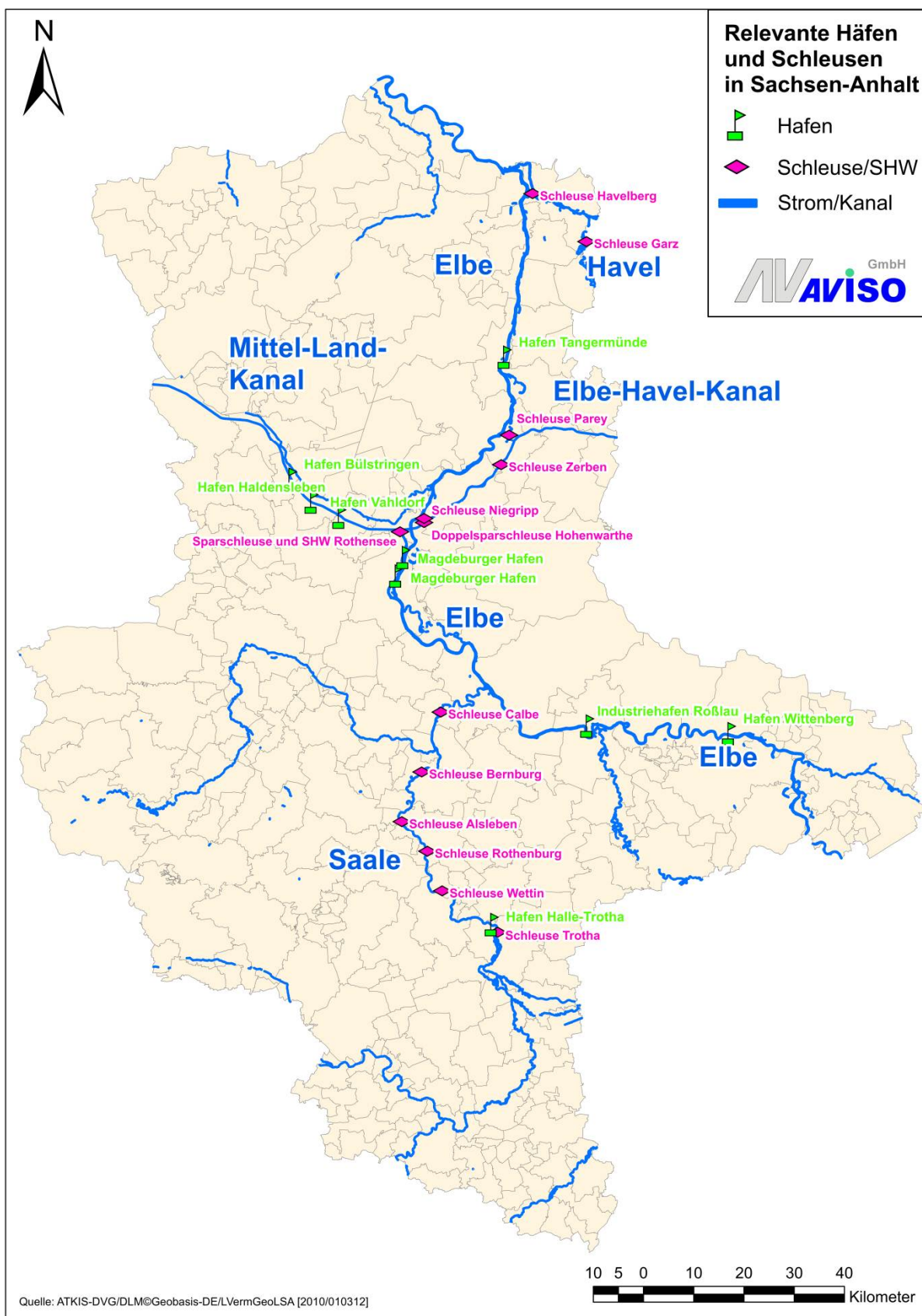
Einen Überblick der wesentlichen Wasserwege einschließlich der Schleusen und der zu berücksichtigenden Häfen ist der Karte 3.2 zu entnehmen.

Für das Land Sachsen-Anhalt sind innerhalb der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost (WSD Ost) das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Dresden (südl. Elbe ab Saalemündung stromaufwärts), das WSA Magdeburg (Elbe und Saale) und das WSA Brandenburg (nach Berlin führende Wasserstraßen) die zuständigen Wasser- und Schifffahrtsämter.

Durch die WSAer werden seit Anfang der 1990-iger Jahre eigene Daten zu Schiffs- und Güterstrombewegungen auf den Bundeswasserstraßen erhoben, um auf dieser Basis Entscheidungen über Ausbauvorhaben ableiten zu können. Dazu werden alle Schleusungen zahlenmäßig erfasst und seit 1995 in Jahresberichten zusammengefasst /WSDO 2011/.

Gegenüber der für die Schifffahrt regulierten Fließgewässer Saale und Havelwasserstraße ist die Elbe ein freier Strom, auf dem die Schifffahrt, außer an einer Fahrtregulierungsstelle am Magdeburger Domfelsen, „unkontrolliert“ verläuft. In diesem Sinne existieren kaum Erhebungen für einzelne Abschnitte dieser Wasserstraße. Als Ausnahmen sind zum einen die Grenze nach Tschechien in Schmilka sowie zum anderen die Schleuse Geesthacht zu nennen. Diese sind jedoch beide für Rückschlüsse auf den Verkehr in Sachsen-Anhalt nicht geeignet, da beim Ersteren ein unbekannter, aber signifikanter Anteil der Fahrten im Raum Dresden/Riesa endet, beim Zweiten ein Anteil den Elbe-Seitenkanal (ESK) benutzt und somit nicht im Emissionskataster Sachsen-Anhalt zu erfassen ist bzw. ein Anteil der Verkehre zum Binnenhafen Magdeburg die Wasserstraßenverbindung ESK-Mittellandkanal alternativ verwendet, insbesondere bei Niedrigwasser auf der Elbe.

Als Stützstelle zur Ableitung untersuchungsraumbezogener Daten ist somit nur die Fahrtregulierungsstelle am Magdeburger Domfelsen vorhanden. Hier befindet sich eine Engstelle der Elbe, die jeweils nur in eine Richtung passiert werden kann. Zwei sog. Wahrschauer beobachten den Schiffsverkehr und regeln mit Ampelanlage bzw. über Funk die Passage. Zusätzlich werden die Bewegungsdaten aufgezeichnet.



Karte 3.2: Wasserwege, Schleusen und Häfen in Sachsen-Anhalt

3.2.3 Grundzüge der Berechnungsmethodik

Zur Ermittlung der Luftschadstoffemissionen des Güterschiffsverkehrs wurden die abschnittsspezifischen Ladungstonnen herangezogen, zur Ermittlung der Emissionen des Personen- und Freizeitschiffsverkehrs die jeweiligen Fahrleistungen. Die abschnittsspezifischen Verkehrsmengen wurden aus den entsprechenden Schleusenbewegungen bzw. der Daten der Engstellenerfassung abgeleitet. Die an der Engstelle registrierten Verkehrsmengen des Fahrgastverkehrs und des Freizeitverkehrs sind aufgrund der Lage im regional begrenzten Aufkommensschwerpunkt nicht repräsentativ für den gesamten Elbabschnitt anzusehen. Die Verkehrsmengen auf den Elbabschnitten südlich und nördlich der Magdeburger Region wurden daher auf der Grundlage der mittleren Bewegungszahlen der sonstigen Fluss- und Kanalabschnitte mittels Plausibilitätsbetrachtungen abgeschätzt.

Der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen in den Häfen wurden entsprechend der Vorgehensweise im Kataster 2000 aus den Schiffsbewegungen und Ladungstonnen der angrenzenden Wasserstraßenabschnitte abgeleitet. Gegenüber dem Emissionskataster 2000 /AVISO2000/ wurden weitere relevante Häfen aufgenommen.

Die aus den oben beschriebenen Daten und nach den genannten Verfahren abgeleiteten Schiffsbewegungen und Ladungstonnen im Güterverkehr sind für das Jahr 2010 in Tab. 3-7 zusammengestellt.

Für die Prognose der Bewegungsdaten und Ladungstonnen auf das Jahr 2015 wurden aktuelle Statistiken ausgewertet /SBA 2011b/. Bezüglich des Güterverkehrs kann demnach bis 2015 von einer Zunahme um 4% ausgegangen werden. Dann wäre das Niveau von 2008 (vor der Finanzkrise) wieder erreicht. Bei der Fahrleistung der Fahrgastschiffe wird die in /AVISO 2010b/ angenommene Entwicklung (bundesweit 5% Zunahme bis 2015) angesetzt. Bei den Sportbooten wird analog zum (nicht-gewerblichen) Flugverkehr eine Entwicklung entsprechend der Entwicklung der Bevölkerungszahl in Sachsen-Anhalt angenommen. Für die Fahrleistung der sonstigen Wasserfahrzeuge wird angenommen, dass diese sich bis 2015 nicht oder nur unwesentlich verändert. Die unter diesen Voraussetzungen prognostizierten Bewegungsdaten für das Jahr 2015 sind in Tab. 3-8 dargestellt.

Tab. 3-7: Abschnittsspezifische Bewegungsdaten und Ladungstonnen in Sachsen-Anhalt für 2010

Gewässer	von	bis	Länge	Fahrzeuge Güterverkehr	Ladungstonnen in 1.000 t	Fahrgast- schiffe	Sportboote	sonstige Fahrzeuge
Elbe	Landesgrenze Niedersachsen	Einmündung Havel	49,9	4.624	1.431,27	25	573	386
Elbe	Einmündung Havel	Einmündung Parey-VK	51,4	3.937	1.258,70	733	1.263	386
Elbe	Einmündung Parey-VK	Einmündung Niegripp-VK	28,0	4.494	1.419,97	914	1.944	386
Elbe	Einmündung Niegripp-VK	Einmündung Rothensee-AK	10,3	7.697	2.947,01	962	310	386
Elbe	Einmündung Rothensee-AK	Schönebeck	19,5	3.337	1.163,13	1.399	3.913	1.929
Elbe	Schönebeck	Einmündung Saale	23,1	3.337	1.163,13	1.399	3.913	1.929
Elbe	Einmündung Saale	Hafen Wittenberg	72,6	3.333	1.161,39	25	3.913	365
Elbe	Hafen Wittenberg	Landesgr. Sachsen	36,7	2.991	997,49	25	3.913	365
Elbe	Landesgrenze		8,6	2.991	997,49	25	3.913	365
Havel	Elbe	Schleuse Havelberg	1,4	164	41,42	78	2.412	155
Havel	Schleuse Havelberg		1,0	164	41,42	78	2.412	155
Havel	Schleuse Havelberg	Landesgr. Brandenburg	14,0	132	34,83	57	2.388	114
Havel	Landesgr. Brandenburg	Schleuse Garz	0,8	132	34,83	57	2.388	114
Havel	Schleuse Garz		1,0	100	28,25	35	2.363	72
Havel	Schleuse Garz	Landesgr. Brandenburg	2,5	100	28,25	35	2.363	72
Havel	Landesgr. Brandenburg	Landesgr. SA	7,3	100	28,25	35	2.363	72
Elbe-Havel-Kanal	Elbe	Schleuse Niegripp	0,7	1.662	589,09	483	1.258	1.576
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Niegripp		1,0	1.662	589,09	483	1.258	1.576
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Niegripp	Schleuse Zerben	17,0	7.334	3.198,40	216	2.877	1.578
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Zerben		1,0	7.334	3.198,40	216	2.877	1.578
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Zerben	Schleuse Parey	7,2	7.334	3.198,40	216	2.877	1.578
Elbe-Havel-Kanal	Elbe	Schleuse Parey	1,3	713	101,76	46	1.721	574
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Parey		1,2	713	101,76	46	1.721	574
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Parey	Dreieck EHK	1,0	713	101,76	46	1.721	574
Elbe-Havel-Kanal	Dreieck EHK	Landesgrenze	21,7	7.704	3.368,52	254	4.617	1.602
Mittel-Land-Kanal	Elbe	Schiffshebewerk Rothensee	4,4	5.901	2.721,82	389	625	1.376
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee		1,0	5.901	2.721,82	389	625	1.376
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee	Landesgr. Niedersachsen	61,3	8.142	2.873,00	484	1.442	1.367
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee	Schleuse Niegripp	6,0	10.383	3.024,17	579	2.259	1.357
Saale	Elbe	Schleuse Calbe	18,6	7	1,42	13	615	400
Saale	Schleuse Calbe		1,0	7	1,42	13	615	400
Saale	Schleuse Calbe	Schleuse Bernburg	15,6	7	0,71	41	714	461
Saale	Schleuse Bernburg		1,0	6	0,00	69	813	521
Saale	Schleuse Bernburg	Schleuse Alsleben	13,7	35	3,75	110	845	544
Saale	Schleuse Alsleben		1,2	64	7,50	150	877	566
Saale	Schleuse Alsleben	Schleuse Rothenburg	7,5	33	3,75	92	884	411
Saale	Schleuse Rothenburg		1,6	2	0,00	33	891	256
Saale	Schleuse Rothenburg	Schleuse Wettin	10,4	2	0,00	35	914	195
Saale	Schleuse Wettin		1,0	2	0,00	36	937	134
Saale	Schleuse Wettin	Schleuse Trotha	15,6	2	0,00	36	937	134
Saale	Schleuse Trotha	Schleuse Halle-Gimritz	4,3	0	0,00	152	1.831	377
Saale	Schleuse Halle-Gimritz	Schleuse Halle-Stadt	2,1	0	0,00	43	1.766	328
Saale	Schleuse Halle-Stadt	Schleuse Böllberg	4,3	0	0,00	27	1.499	387
Saale	Schleuse Böllberg	Schleuse Planea	7,7	0	0,00	25	1.665	269
Saale	Schleuse Planea	Schleuse Merseburg-Meuschau	10,3	0	0,00	0	664	249
Saale	Schleuse Merseburg-Meuschau	Schleuse Merseburg-Rischmühle	4,6	0	0,00	0	654	130
Saale	Schleuse Merseburg-Rischmühle	Landesgrenze Thüringen	61,8	0	0,00	0	653	70
Saale	Landesgrenze		0,8	0	0,00	0	653	70
Saale	Landesgrenze		0,3	0	0,00	0	653	70
Saale	Landesgrenze		0,6	0	0,00	0	653	70

Tab. 3-8: Abschnittsspezifische Bewegungsdaten und Ladungstonnen in Sachsen-Anhalt für 2015

Gewässer	von	bis	Länge	Fahrzeuge Güterverkehr	Ladungstonnen in 1.000 t	Fahrgast- schiffe	Sportboote	sonstige Fahrzeuge
Elbe	Landesgrenze Niedersachsen	Einmündung Havel	49,91	4809	1488,52	26	544	386
Elbe	Einmündung Havel	Einmündung Parey-VK	51,44	4094	1309,05	768	1198	386
Elbe	Einmündung Parey-VK	Einmündung Niegripp-VK	27,98	4674	1476,77	957	1844	386
Elbe	Einmündung Niegripp-VK	Einmündung Rothensee-AK	10,27	8005	3064,89	1008	294	386
Elbe	Einmündung Rothensee-AK	Schönebeck	19,51	3470	1209,66	1466	3712	1929
Elbe	Schönebeck	Einmündung Saale	23,13	3470	1209,66	1466	3712	1929
Elbe	Einmündung Saale	Hafen Wittenberg	72,61	3467	1207,84	26	3712	365
Elbe	Hafen Wittenberg	Landesgr. Sachsen	36,71	3111	1037,39	26	3712	365
Elbe	Landesgrenze		8,61	3111	1037,39	26	3712	365
Havel	Elbe	Schleuse Havelberg	1,41	171	43,08	82	2288	155
Havel	Schleuse Havelberg		1,00	171	43,08	82	2288	155
Havel	Schleuse Havelberg	Landesgr. Brandenburg	13,96	137	36,23	59	2265	114
Havel	Landesgr. Brandenburg	Schleuse Garz	0,81	137	36,23	59	2265	114
Havel	Schleuse Garz		1,00	104	29,37	37	2242	72
Havel	Schleuse Garz	Landesgr. Brandenburg	2,48	104	29,37	37	2242	72
Havel	Landesgr. Brandenburg	Landesgr. SA	7,34	104	29,37	37	2242	72
Elbe-Havel-Kanal	Elbe	Schleuse Niegripp	0,71	1728	612,66	506	1194	1576
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Niegripp		1,02	1728	612,66	506	1194	1576
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Niegripp	Schleuse Zerben	17,04	7627	3326,33	226	2730	1578
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Zerben		1,00	7627	3326,33	226	2730	1578
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Zerben	Schleuse Parey	7,19	7627	3326,33	226	2730	1578
Elbe-Havel-Kanal	Elbe	Schleuse Parey	1,29	742	105,83	48	1633	574
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Parey		1,17	742	105,83	48	1633	574
Elbe-Havel-Kanal	Schleuse Parey	Dreieck EHK	0,98	742	105,83	48	1633	574
Elbe-Havel-Kanal	Dreieck EHK	Landesgrenze	21,65	8012	3503,26	266	4380	1602
Mittel-Land-Kanal	Elbe	Schiffshebewerk Rothensee	4,36	6137	2830,69	408	593	1376
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee		0,99	6137	2830,69	408	593	1376
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee	Landesgr. Niedersachsen	61,27	8468	2987,91	507	1368	1367
Mittel-Land-Kanal	Schiffshebewerk Rothensee	Schleuse Niegripp	6,01	10798	3145,14	607	2143	1357
Saale	Elbe	Schleuse Calbe	18,60	7	1,47	14	583	400
Saale	Schleuse Calbe		1,01	7	1,47	14	583	400
Saale	Schleuse Calbe	Schleuse Bernburg	15,61	7	0,74	43	677	461
Saale	Schleuse Bernburg		1,01	6	0,00	72	771	521
Saale	Schleuse Bernburg	Schleuse Alsleben	13,71	36	3,90	115	802	544
Saale	Schleuse Alsleben		1,15	67	7,80	157	832	566
Saale	Schleuse Alsleben	Schleuse Rothenburg	7,47	34	3,90	96	839	411
Saale	Schleuse Rothenburg		1,57	2	0,00	35	845	256
Saale	Schleuse Rothenburg	Schleuse Wettin	10,35	2	0,00	36	867	195
Saale	Schleuse Wettin		1,00	2	0,00	38	889	134
Saale	Schleuse Wettin	Schleuse Trotha	15,59	2	0,00	38	889	134
Saale	Schleuse Trotha	Schleuse Halle-Gimritz	4,28	0	0,00	160	1737	377
Saale	Schleuse Halle-Gimritz	Schleuse Halle-Stadt	2,05	0	0,00	45	1676	328
Saale	Schleuse Halle-Stadt	Schleuse Böllberg	4,28	0	0,00	28	1423	387
Saale	Schleuse Böllberg	Schleuse Planea	7,72	0	0,00	26	1580	269
Saale	Schleuse Planea	Schleuse Merseburg-Meuschau	10,27	0	0,00	0	630	249
Saale	Schleuse Merseburg-Meuschau	Schleuse Merseburg-Rischmühle	4,58	0	0,00	0	621	130
Saale	Schleuse Merseburg-Rischmühle	Landesgrenze Thüringen	61,84	0	0,00	0	620	70
Saale	Landesgrenze		0,79	0	0,00	0	620	70
Saale	Landesgrenze		0,32	0	0,00	0	620	70
Saale	Landesgrenze		0,62	0	0,00	0	620	70

Die Emissionsfaktoren und spezifischen Kraftstoffverbräuche wurden analog zum Landesweiten Emissionskataster Baden-Württemberg /AVISO 2010b/ verwendet. Dies beinhaltet auch eine Berücksichtigung der Entwicklung der Emissionsfaktoren zwischen 2010 und 2015.

3.2.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Emissionsberechnungen für das Analysejahr 2010 und das Prognosejahr 2015 sind in den folgenden Bildern und Tabellen dargestellt.

Der Kraftstoffverbrauch im Binnenschiffsverkehr lag insgesamt in 2010 bei 13.616 t (davon 96% Diesel und 4% Benzin). Dabei ist der Strecken-Güterverkehr für nahezu 70% verantwortlich. Entsprechend hoch sind auch die Emissionsanteile bei nahezu allen Schadstoffen. Sie reichen von 62% bei NMHC bis zu 77% bei PM10. Lediglich bei Kohlenmonoxid (CO) beträgt der Emissionsanteil nur 22%. CO wird dominiert durch die Benzinmotoren, die zu einem wesentlichen Anteil bei Sportbooten und in der sonstigen Schifffahrt eingesetzt werden. Zusammen emittieren diese beiden Gruppen 70% der CO-Emissionen. Die Fahrgastschifffahrt trägt um die 20% zu Kraftstoffverbrauch und den sonstigen Schadstoff-Emissionen bei. Der Hafenverkehr ist aufgrund der eher kleinflächigen Emissionen für die Gesamtbeurteilung unbedeutend.

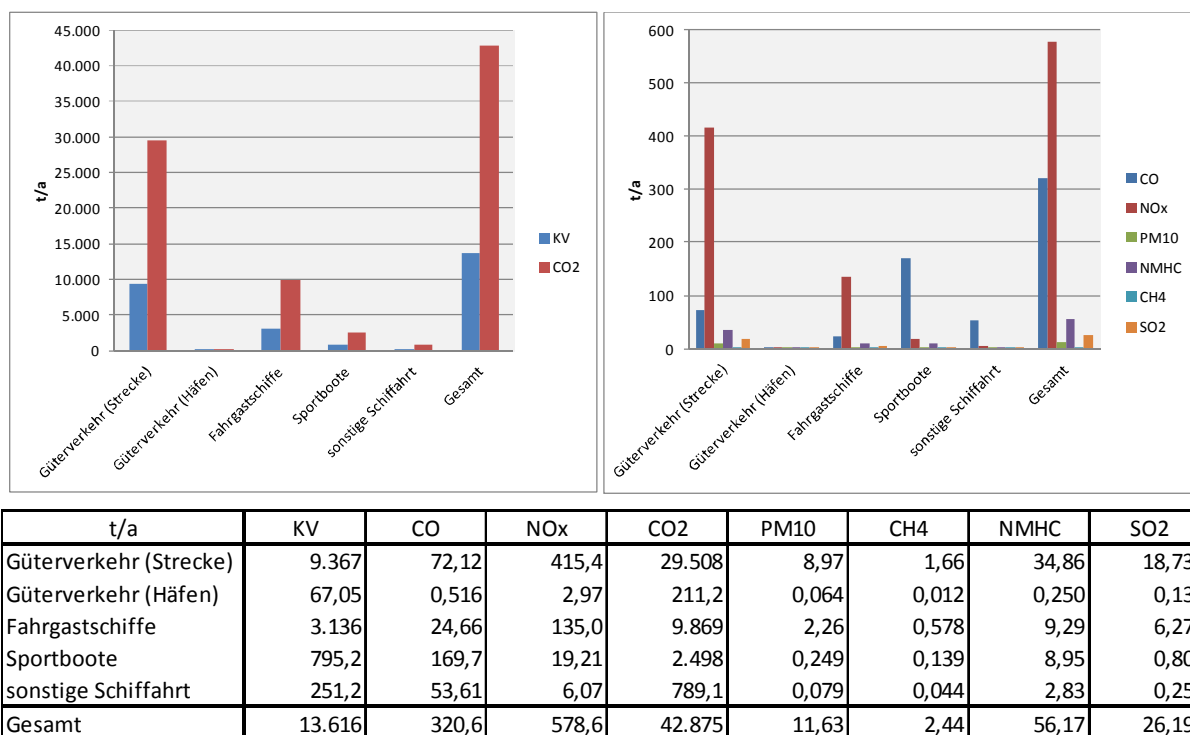


Bild 3.6: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im Binnenschiffsverkehr in Sachsen-Anhalt 2010

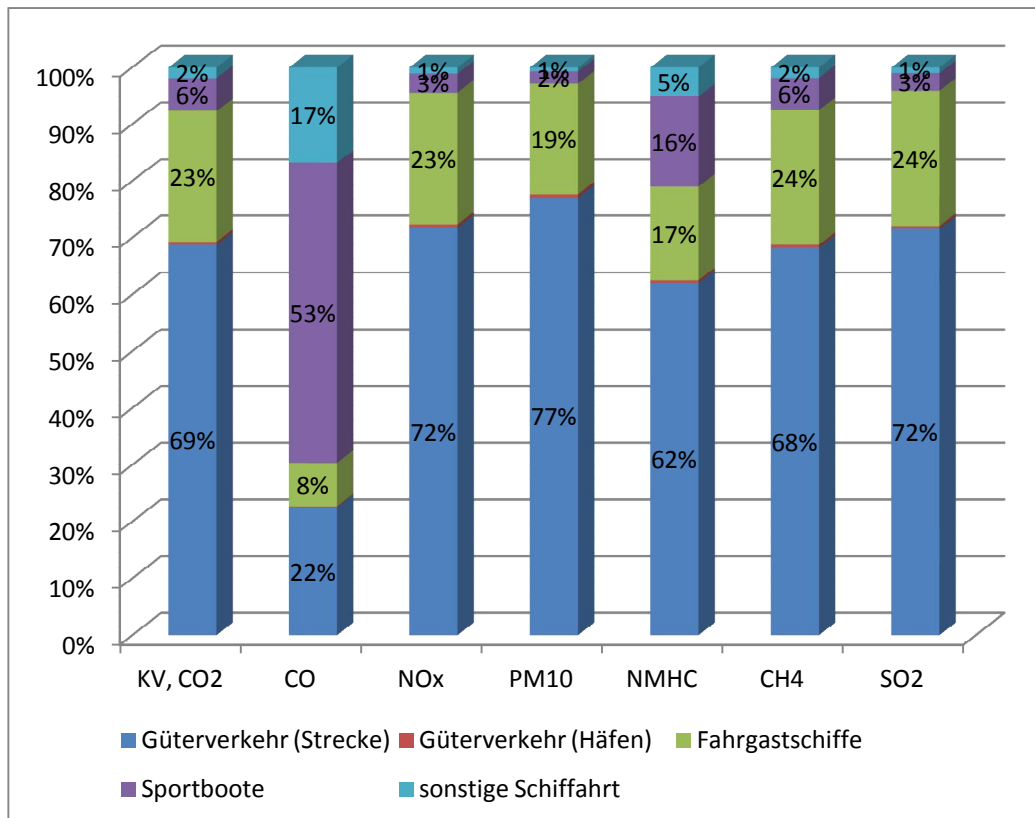


Bild 3.7: Anteile der einzelnen Verkehrsarten am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2010

Die Veränderungen vom Analysejahr 2010 auf das Prognosejahr 2015 ergeben sich zum einen durch die Änderungen der Fahrleistungen bzw. transportierten Tonnen im Güterverkehr, und zum anderen durch die prognostizierten Entwicklungen der Emissionsfaktoren durch z. B. eine Verbesserung der Abgasreinigungstechnik. Vor allem bei den Fahrgastschiffen sind bezüglich der meisten Abgaskomponenten Verbesserungen der Emissionsfaktoren zu erwarten, sodass im Prognosejahr 2015 trotz Erhöhung der Fahrleistung weniger Schadstoffe ausgestoßen werden.

Im Einzelnen betrachtet steigt der Kraftstoffverbrauch auf 14.107 t in 2015 bei annähernd gleichbleibender Verteilung zwischen Diesel und Benzin. Auch ansonsten gibt es bei der Struktur bezüglich der Verkehrsarten kaum Änderungen zu 2010.

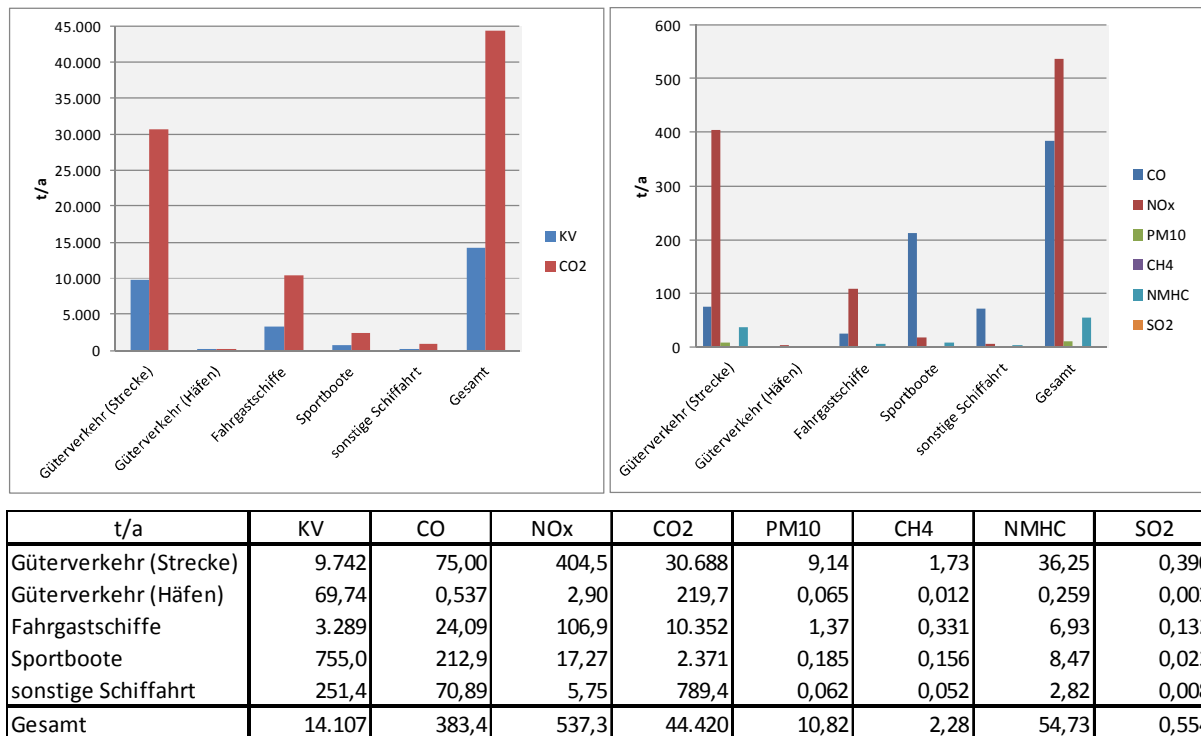


Bild 3.8: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im Binnenschiffsverkehr in Sachsen-Anhalt 2015

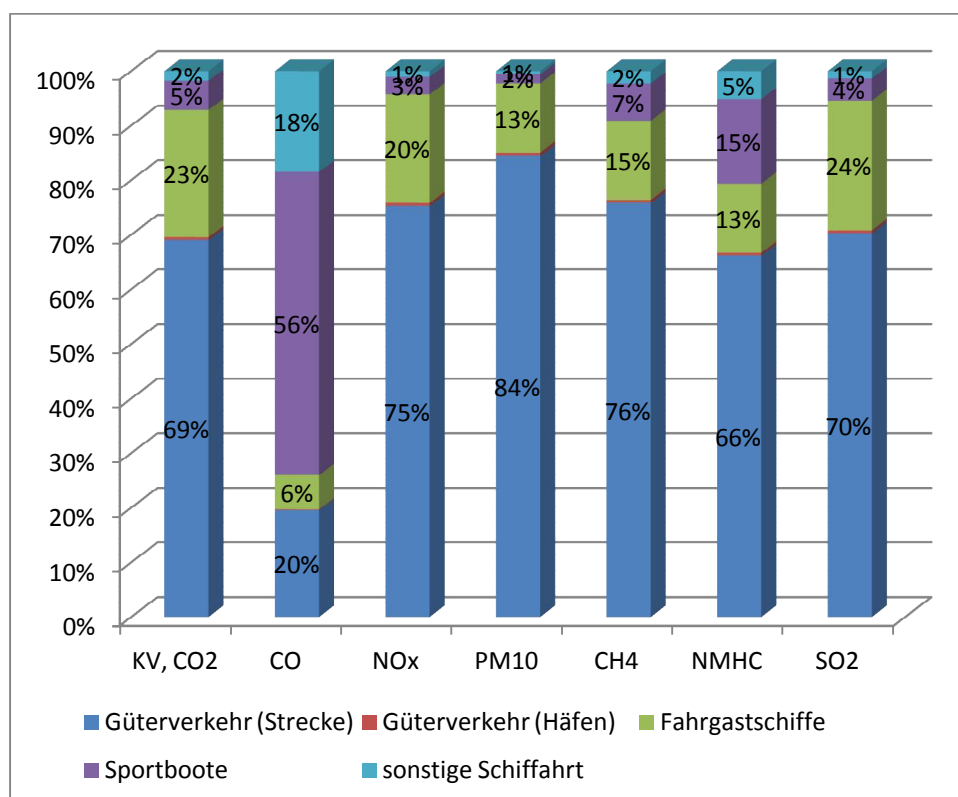


Bild 3.9: Anteile der einzelnen Verkehrsarten am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2015

In Bild 3.10 sind die Veränderungen zwischen 2010 und 2015 dargestellt. Beim Kraftstoffverbrauch und den CO₂-Emissionen sind Zunahmen von 4%, bei CO von 20%, bedingt durch verstärkten Einsatz von Benzinmotoren im Sportbootbereich und in der sonstigen Schifffahrt, zu erwarten. Die NO_x- und PM₁₀-Emissionen werden um -7%, CH₄ um -6% und NMHC um -3% sinken. SO₂ wird durch den vorgeschriebenen Einsatz nur noch schwefelfreier Kraftstoffe ab 2011 auch in der Binnenschifffahrt (s. 10. BImSchV) nahezu vollständig eliminiert.

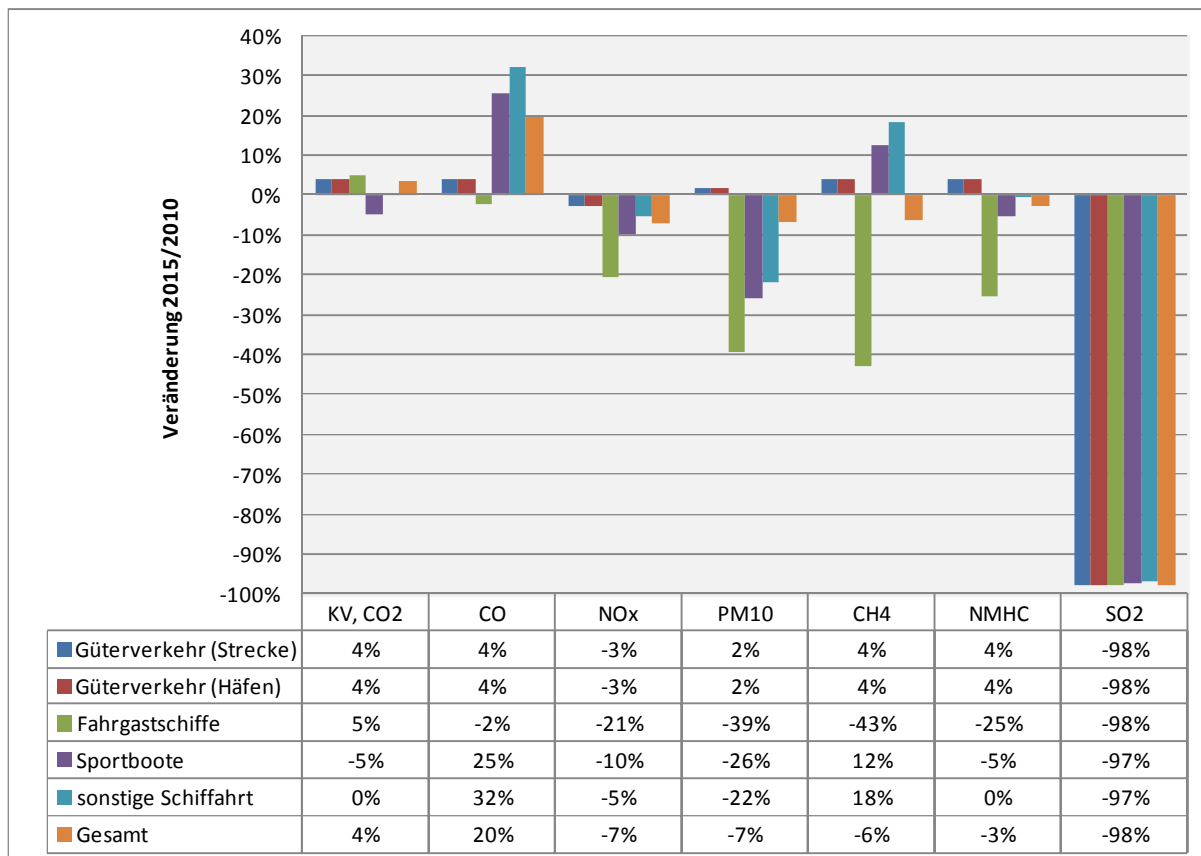


Bild 3.10: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des Binnenschiffsverkehrs in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015

3.3 Werkverkehr/Industrie

Um eine für die Industrie charakteristische und möglichst aktuelle Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen durch Werkverkehr zu erhalten, wurden aus allen Landkreisen und kreisfreien Städten in Sachsen-Anhalt und aus verschiedenen Branchen Unternehmen zur Menge und Art des Werkverkehrs befragt. Die Befragungsergebnisse, die in den beiden Zwi-

schenberichten /AVISO2011a/, /AVISO2012/ ausführlich dokumentiert sind, sind eine wesentliche Grundlage für die durchgeführten Berechnungen.

3.3.1 Betrachtete Branchen

Die Grundgesamtheit der Betriebe in Sachsen-Anhalt wurde den Branchen nach der WZ08-Systematik zugeordnet. Aufgrund der starken Untergliederung der WZ08 Branchenkenennung wurden ähnliche und verwandte Branchen unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung zusammengefasst, sodass insgesamt 13 relevante Branchen des produzierenden Gewerbes unterschieden werden konnten. In Klammern ist jeweils die alphanumerische Kennung in der WZ08-Systematik angegeben:

- Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B)
- Verarbeitendes Gewerbe (C):
 - Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (C 10)
 - Herstellung von chemischen Erzeugnissen (C 20)
 - Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (C 22)
 - Herstellung von Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (C 23)
 - Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen (C 24, C 25)
 - Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen, Maschinenbau (C 27, C 28)
 - Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstung (C 33)
 - Sonstiges verarbeitendes Gewerbe (C-Rest)
- Energieversorgung (D)
- Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzung (E)
- Baugewerbe (F)
- Verkehr und Lagerei (H)

Im Bereich Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A) wurden insbesondere Tierhaltungsbetriebe in die Befragung mit aufgenommen, deren Ergebnisse im Sektor „land- und forstwirtschaftlicher Verkehr“ (s. Kap. 3.4) berücksichtigt wurden.

3.3.2 Fahrzeug-, Geräte- und Maschinenbestände

Fahrzeuge (alle Branchen)

Bezüglich der auf die relevanten Branchen (s.o.) zugelassenen Fahrzeuge (Pkw, Lkw und Sattelzugmaschinen) ergibt sich nach den Statistiken des Kraftfahrtbundesamtes eine für 2010 repräsentative Verteilung von 19.968 Pkw und 29.873 Lkw+SZm. Die Fahrleistungsanteile dieser Fahrzeuge auf den jeweiligen Betriebsgeländen werden in die weitere Betrachtung mit einbezogen. Bis 2015 wird von keiner wesentlichen Änderung des Fahrzeugbestandes ausgegangen.

Produzierendes Gewerbe ohne Bauindustrie

Im zweiten Zwischenbericht /AVISO2012/ wurde die Bestandschätzung der selbstfahrenden Arbeitsmaschinen über den aus den Befragungen abgeleiteten beschäftigtenbezogenen Maschinenbesatz (hier ohne Baugewerbe) als plausibel erachtet. Darauf aufbauend wurde für 2010 mit den jeweiligen Beschäftigtenzahlen eine Hochrechnung des Bestandes an Gabelstaplern und sonstigen Arbeitsmaschinen vorgenommen. Das Ergebnis ist in Bild 3.11 und Bild 3.12 dargestellt.

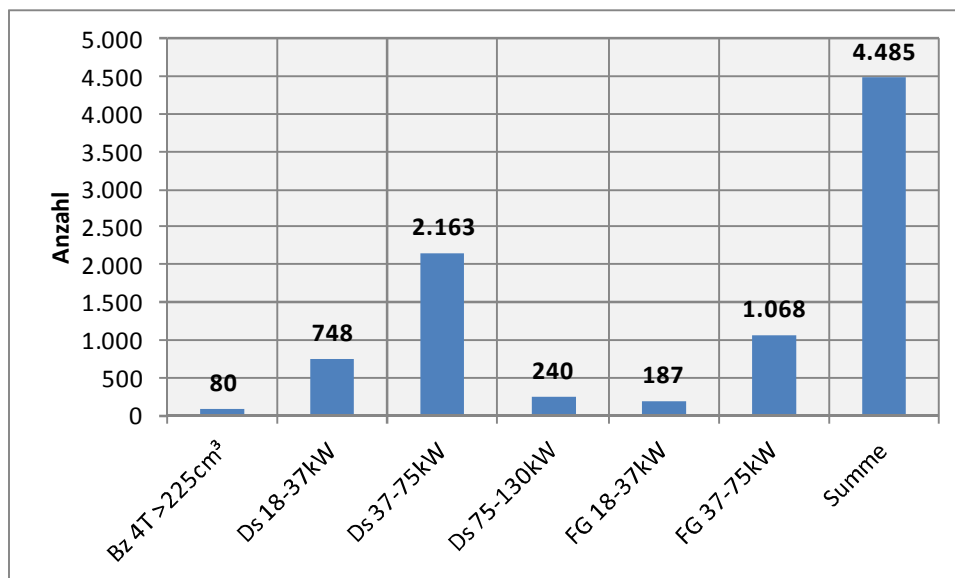


Bild 3.11: Schätzung des Bestandes an Gabelstaplern für 2010 in Sachsen-Anhalt nach Antriebsart (Bz 4T: Benzin 4Takt, Ds: Diesel, FG: Flüssiggas) und Leistungsklasse (kW)

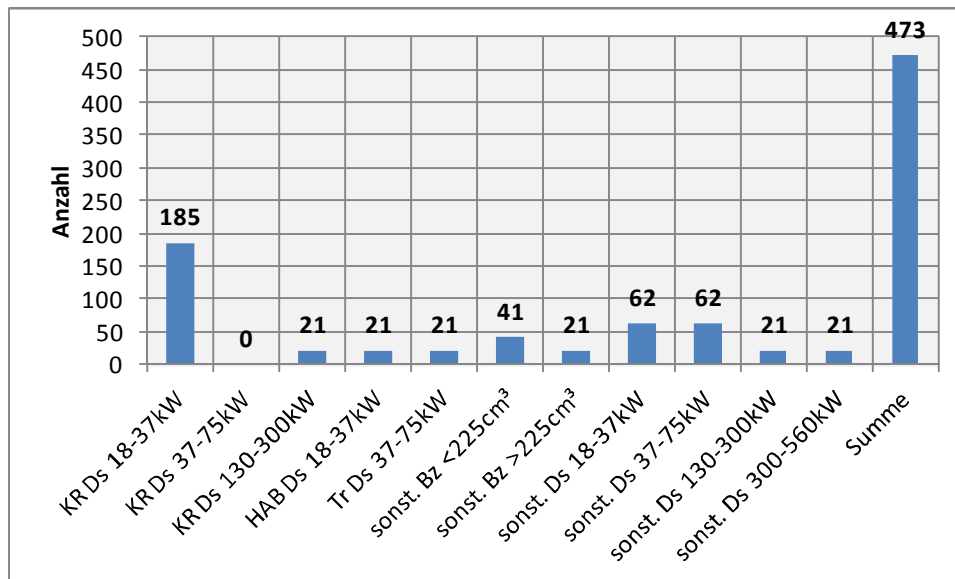


Bild 3.12: Schätzung des Bestandes an sonstigen Arbeitsmaschinen für 2010 in Sachsen-Anhalt nach Maschinen- (KR: Kehr- und Reinigungsmaschinen, HAB: Hubarbeitsbühnen, Tr: Traktoren, sonst.: sonstige selbstfahrende Arbeitsmaschinen) und Antriebsart (Ds: Diesel, Bz: Benzin) sowie Leistungsklasse (kW)

Demnach liegt der Bestand der Gabelstapler im produzierenden Gewerbe (ohne Bauindustrie) bei insgesamt 4.485, der der sonstigen Arbeitsmaschinen bei 473. Während sich für die Gabelstapler der Wert über den Vergleich mit gesamtdeutschen Zahlen plausibilisieren lässt, liegen für die sonstigen Arbeitsmaschinen keine entsprechenden Vergleichswerte vor. Aus den Befragungen lässt sich vermuten, dass hier der hochgerechnete Bestand den realen eher unterschätzt.

Es wird angenommen, dass die Bestände sich bis 2015 nicht wesentlich verändern.

Bauindustrie

Für die Bauindustrie können weder aus öffentlichen Statistiken noch aus den Befragungen entsprechend strukturierte Bestände wie für das übrige produzierende Gewerbe abgeleitet werden. Daher ist hier eine andere Vorgehensweise erforderlich, die i.w. auf den geleisteten Arbeitsstunden bzw. den baugewerblichen Umsatz aufbaut (s. Kap.3.3.3). Nachstehendes zeigt die Entwicklung der Arbeitsstunden und des baugewerblichen Umsatzes in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2000 bis 2011.

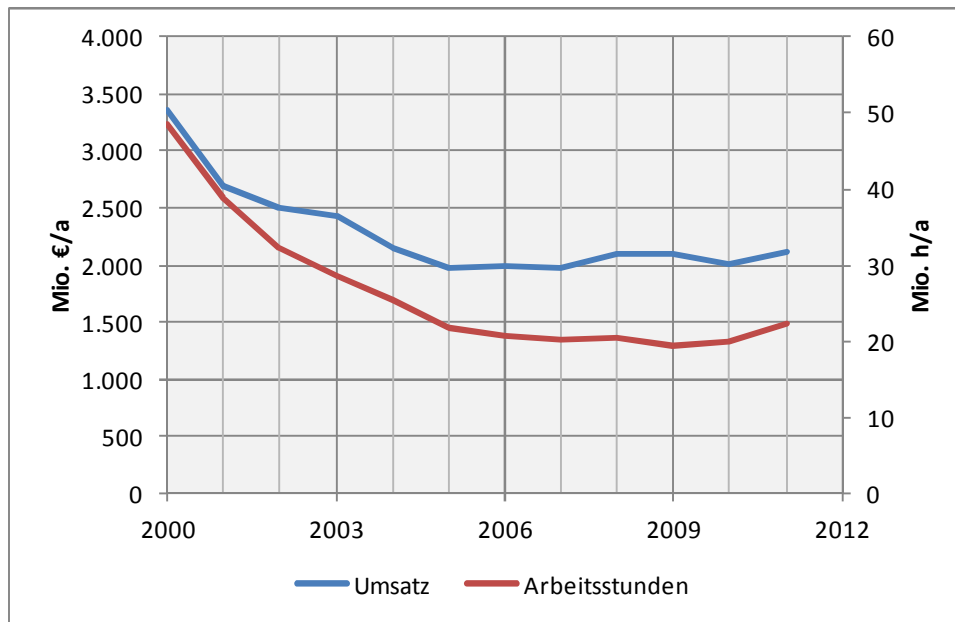


Bild 3.13: Entwicklung der Arbeitsstunden und des baugewerblichen Umsatzes in Sachsen-Anhalt zwischen 2000 und 2011 (Quelle: Statistisches Landesamt)

3.3.3 Grundzüge der Berechnungsmethodik

Kfz-Verkehr auf dem Betriebsgelände (alle Branchen)

Mittels der zugelassenen Fahrzeuge, den Ergebnissen aus der Betriebsbefragung zu Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch sowie den anteiligen Werten für das Betriebsgelände werden die Jahresfahrleistungen und Jahreskraftstoffverbräuche bestimmt. Berücksichtigt werden dabei auch die Fahrleistungen und Verbräuche „betriebsfremder“ Fahrzeuge. Die aus der Befragung abgeleiteten Fahrleistungsanteile auf dem Betriebsgelände liegen für Pkw bei 0,3% und für Lkw bei 0,6% der Jahresfahrleistungen.

Mit diesen Annahmen lässt sich der Kfz-bezogene Kraftstoffverbrauch für alle Branchen auf 59.839 t² für 2010 abschätzen. Dies sind 3,6% des im Klimaschutzkonzept für Sachsen-Anhalt ausgewiesenen gesamten Kraftstoffverbrauchs im Kfz-Verkehr von etwa 1.658 kt /Enerko2009/. Zum Vergleich: der Kraftstoffverbrauch in allen, nicht nur in gewerblichen Flächenquellen Nordrhein-Westfalens lag für 2010 bei 7,2% /AVISO2011b/. Der geschätzte Verbrauch des Kfz-Verkehrs auf gewerblichen Flächenquellen (Betriebsgelände) in Sachsen-Anhalt kann somit als plausibel angesehen werden.

² In diesem Wert sind 852 t aus der Branche „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ enthalten. Eine Vergleichsrechnung mit dem aus der Befragung abgeleiteten Wert von 4.180 kg-Ds/ha*a und einer noch bewirtschafteten Fläche im (Tage)bau von 8.539 ha und einem Fahrleistungsanteil von 0,6% auf dem Betriebsgelände führt zu einem Wert von 214 t. Bei den weiteren Berechnungen wird der höhere Wert von 852 t berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der Entwicklung der Verbrauchsfaktoren bis 2015 gemäß HBEFA 3.1 /INFRAS2010/ leitet sich bei unverändertem Fahrzeugbestand ein Kraftstoffverbrauch von 60.975 t für 2015 ab.

Die Emissionen für beide Jahre werden über kraftstoffverbrauchsbezogene Faktoren ermittelt, die aus dem HBEFA3.1 abgeleitet werden. Hierbei wird eine für Flächenquellen typische Verkehrssituation („RUR/Access/30/Heavy“) unterstellt.

Geräte und Maschinen des produzierenden Gewerbes (ohne Bauindustrie)

Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen erfolgt über die multiplikative Verknüpfung von Bestand mit Einsatzzeit und Verbrauchs- bzw. Emissionsfaktor. Dabei werden die Betriebsstunden und Verbrauchsfaktoren weitestgehend aus der Befragung übernommen. Bei fehlenden Angaben werden entsprechende Werte aus der Schweizer Offroad-Datenbank /BAFU2008/ ergänzt. Die Emissionsfaktoren werden in Gänze aus der Datenbank verwendet.

Mit diesem Verfahren ergibt sich für 2010 ein Kraftstoffverbrauch von 17.997 t, für 2015 von 17.961 t.

Bauindustrie

Aus der im Rahmen der Untersuchung 2000 /AVISO2000/ durchgeführten Befragung liegt ein Wert für den energetischen Einsatz je Arbeiterstunde für den Bereich Geräte und Maschinen in der Bauindustrie von 136 MJ/Ah vor. Die Schweizer Offroad Studie /BAFU2008/ geht von einer Steigerung des spezifischen Verbrauchs bis 2010 von 9%, bis 2015 von 10%, bezogen auf 2000 aus. Des Weiteren lässt sich aus der Studie ableiten, dass ca. 80% des Kraftstoffverbrauchs auf die hier betrachteten selbstfahrenden Arbeitsmaschinen entfallen.

Mit diesen Annahmen lässt sich auf Basis der in 2010 in der Bauindustrie geleisteten knapp 20 Mio. Arbeitsstunden ein Kraftstoffverbrauch von 55.081 t Diesel berechnen. Dieser stimmt sehr gut mit dem über den umsatzspezifischen Deseleinsatz von 22,8 g/€, abgeleitet aus /ifeu2009/, und dem baugewerblichen Umsatz in Sachsen-Anhalt von etwa 2 Mrd. € ermittelten Kraftstoffverbrauch überein.

Für 2015 wird bezüglich der Arbeitsstunden ein Wert von 21,2 Mio. h (Wert von 2011) unterstellt. Somit ergibt sich unter Berücksichtigung der übrigen Annahmen ein Kraftstoffverbrauch von 61.948 t Diesel für 2015 in der Bauindustrie aus selbstfahrenden Arbeitsmaschinen.

Die Emissionen werden über kraftstoffverbrauchsbezogene Faktoren ermittelt. Diese werden aus der Schweizer Offroad-Datenbank /BAFU2008/ abgeleitet.

3.3.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen für den industriellen Werkverkehr einschl. Bauindustrie sind im Folgenden zusammenfassend für die Jahre 2010 und 2015 dargestellt.

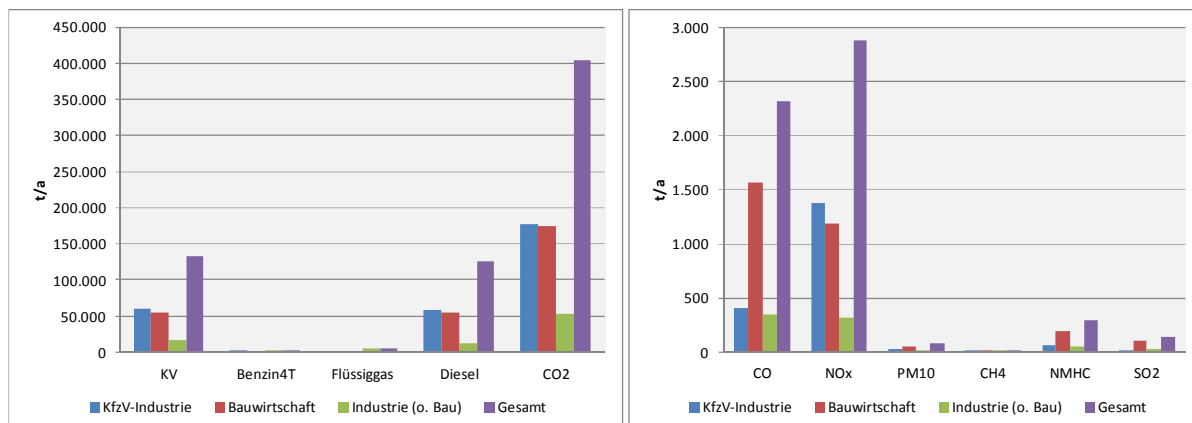
Mit den skizzierten Ansätzen ergibt sich für 2010 ein Kraftstoffverbrauch durch den industriellen Werkverkehr von insgesamt 132.908 t. Davon entfallen 95% auf Diesel, 4% auf Flüssiggas und 15% auf 4Takt-Ottobenzin. Der auf den Werksgeländen stattfindende Kfz-Verkehr (KfzV-Industrie) verursacht 45%, der dortige Einsatz von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen (ohne Bau) weitere 14% und die Bauwirtschaft 41% des Kraftstoffverbrauchs.

Bei den Emissionen schwanken die Anteile für den industriellen Kfz-Verkehr zwischen 1% bei SO₂ und 48% bei NO_x. Der vergleichsweise marginale Anteil bei SO₂ ist auf den für den Straßenverkehr bereits vor 2010 angebotenen, nahezu schwefelfreien Kraftstoff zurückzuführen. Die Geräte- und Maschinen emittieren zwischen 11% des NO_x- und 18% des SO₂-Ausstoßes. Die Emissionen der Bauwirtschaft liegen zwischen 41% bei NO_x und 81% bei SO₂.

Bis 2015 steigt der Kraftstoffverbrauch auf 140.855 t, hauptsächlich verursacht durch steigenden Verbrauch im Verkehr mit Kraftfahrzeugen und in der Bauwirtschaft. Der Anstieg beläuft sich auf knapp 6%. Die Verteilung auf die Kraftstoffarten ändert sich dabei nur marginal hin zu einem leicht höheren Dieselanteil als in 2010.

Hinsichtlich der Quellenstruktur bei den Emissionen kommt es zu einer Verschiebung hin zur Bauwirtschaft zwischen 0%-Punkten bei NO_x (keine Veränderung) und +8%-Punkten bei den Kohlenwasserstoffen. Aufgrund der langsameren Verminderung der spezifischen Kohlenwasserstoffemissionen bei den Baumaschinen im Vergleich zu den beiden anderen hier betrachteten Quellengruppen steigt hier die Bedeutung der Bauwirtschaft in 2015.

Durch den durch die EU vorgeschriebenen Einsatz schwefelfreier Kraftstoffe auch im Offroad-Bereich seit 2011, in der 10. BImSchV auch national geregelt, werden sich die Quellenanteile bei SO₂ deutlich gegenüber 2010 verändern (25% Kfz-Verkehr, 63% Bauwirtschaft, 13% Geräte- und Maschineneinsatz).



t/a	KfzV-Industrie	Bauwirtschaft	Industrie (o. Bau)	Gesamt
KV	59.830	55.081	17.997	132.908
Benzin4T	984,4	0	176,1	1.161
Flüssiggas	0	0	5.445	5.445
Diesel	58.846	55.081	12.376	126.303
CO	402,1	1.562	351,3	2.315
NOx	1.377	1.187	312,2	2.876
CO2	176.941	173.501	53.360	403.802
PM10	27,47	44,21	14,20	85,88
CH4	1,41	4,65	1,10	7,16
NMHC	56,00	189,1	44,31	289,4
SO2	0,957	110,2	24,77	135,9

Bild 3.14: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im industriellen Werkverkehr in Sachsen-Anhalt 2010

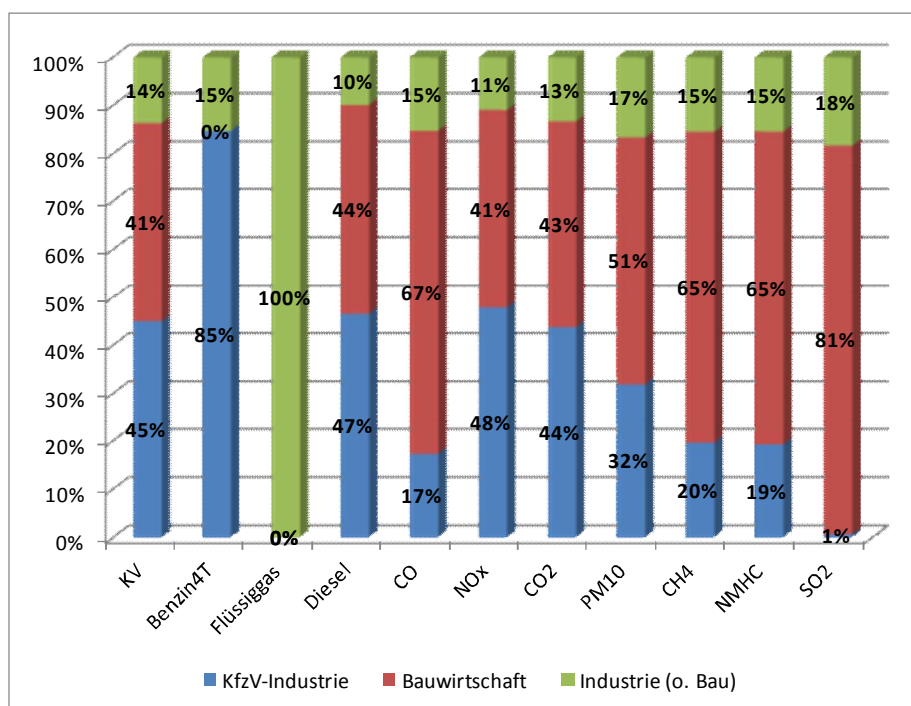
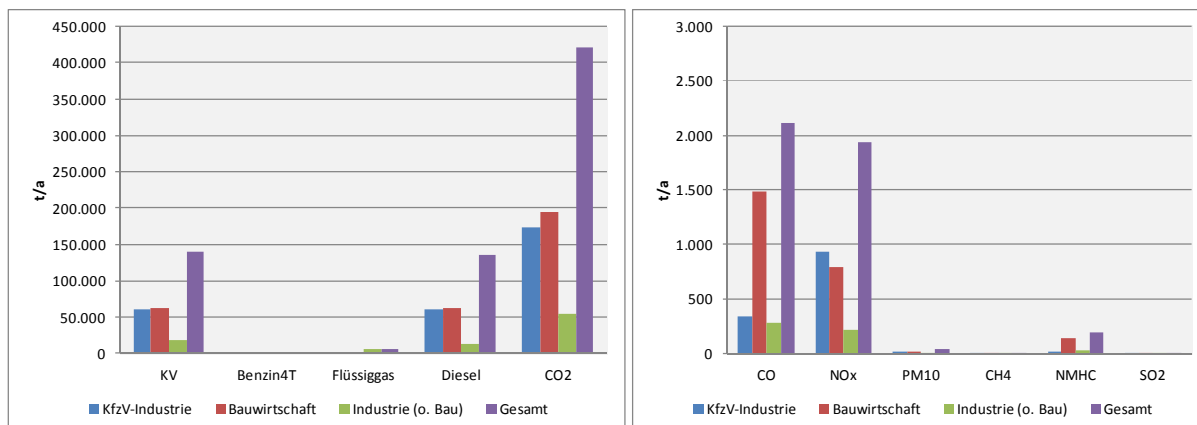


Bild 3.15: Anteile der einzelnen Quellengruppen am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2010



t/a	KfzV-Industrie	Bauwirtschaft	Industrie (o. Bau)	Gesamt
KV	60.975	61.948	17.961	140.885
Benzin4T	898	0	175	1.073
Flüssiggas	0	0	5.455	5.455
Diesel	60.078	61.948	12.332	134.357
CO	342,8	1.483	280,6	2.106
NOx	932	786	222,6	1.941
CO2	172.588	195.129	53.360	421.077
PM10	13,83	22,36	6,95	43,14
CH4	0,582	3,43	0,695	4,71
NMHC	23,15	139,6	28,50	191,3
SO2	0,976	2,48	0,497	3,95

Bild 3.16: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen im industriellen Werkverkehr in Sachsen-Anhalt 2015

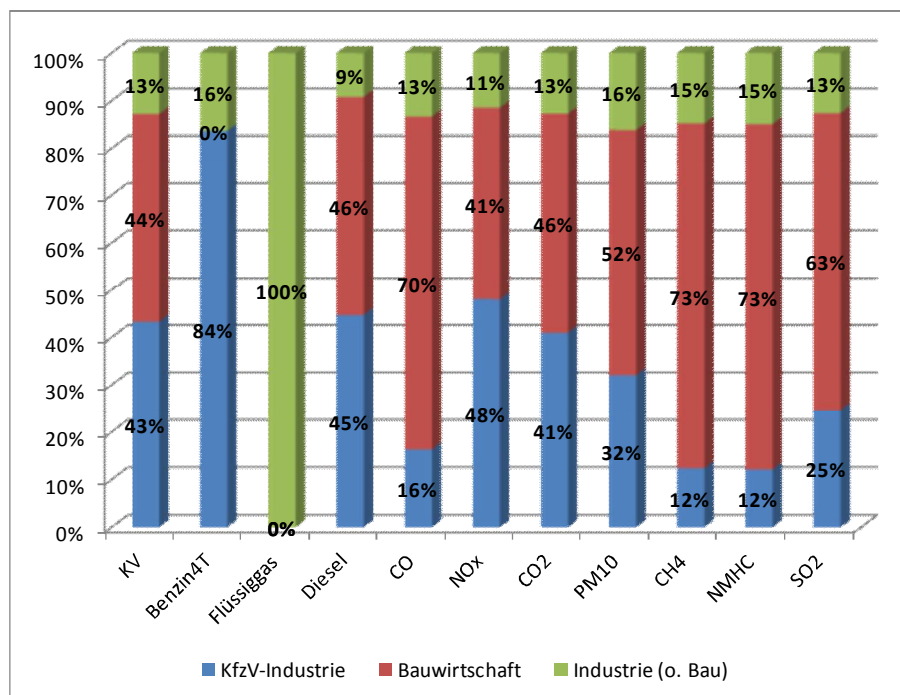


Bild 3.17: Anteile der einzelnen Quellengruppen am Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt in 2015

Bild 3.18 zeigt die differenzierte Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen durch industriellen Werkverkehr in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015.

Die, wie bereits erwähnt, i.w. durch die bauwirtschaftliche Entwicklung getriebene Zunahme des Kraftstoffverbrauchs von 6%, verbunden mit einer CO₂-Erhöhung von 4%, stehen teilweise massive Abnahmen bei den übrigen Emissionen gegenüber. Während CO nur um -9% zurückgeht, sinken die NO_x- und Kohlenwasserstoff-Emissionen um 33% bzw. 34%. Die PM₁₀-Emissionen werden halbiert und SO₂ wird durch den Einsatz nur noch schwefelfreier Kraftstoffe nahezu vollständig reduziert. Die Abnahmen sind neben dem Einsatz deutlich verbesserter Kraftstoffe auf die zunehmend strengeren Abgasgrenzwerte auch im Bereich der mobilen Geräte und Maschinen zurückzuführen (s. hierzu auch 28. BImSchV).

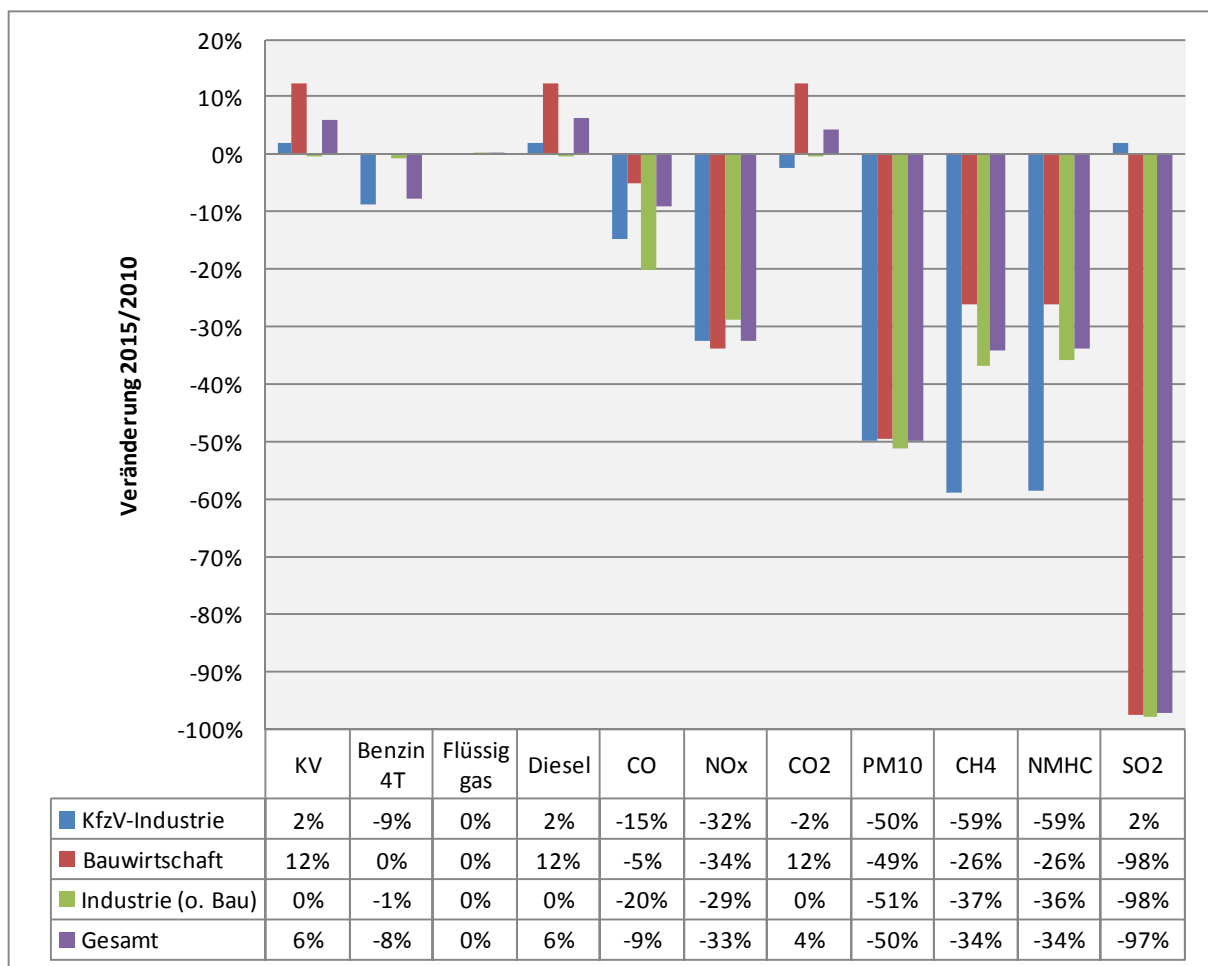


Bild 3.18: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen des industriellen Werkverkehrs in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015

3.4 Land- und forstwirtschaftlicher Verkehr

Entsprechend der Methodik zur Emissionsermittlung auf Maschinenebene wurden die Daten der Rückmeldungen aus der Betriebsbefragung (landwirtschaftliche Betriebe mit Tierhaltung) nach den einzelnen Maschinenkategorien und Leistungsklassen differenziert. Ziel war es, anhand der Angaben für die einzelnen Maschinenkategorien spezifische Kraftstoffverbräuche und Anzahl an Betriebsstunden pro Jahr für die Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt abzuleiten. Die Befragungsergebnisse, die in den beiden Zwischenberichten /AVISO2011a/, /AVISO2012/ ausführlich dokumentiert sind, sind eine wesentliche Grundlage für die durchgeführten Berechnungen.

Aufgrund der geringen Bedeutung der Forstwirtschaft für Kraftstoffverbrauch und Emissionen wird im Weiteren ein einfacher Ansatz auf Basis der Holzerntemengen verfolgt.

3.4.1 Fahrzeug-, Geräte- und Maschinenbestände

Fahrzeuge (Land- und Forstwirtschaft)

Bezüglich der auf die Land- und Forstwirtschaft, Fischerei zugelassenen Fahrzeuge (Pkw, Lkw und Sattelzugmaschinen) ergibt sich nach den Statistiken des Kraftfahrtbundesamtes eine für 2010 repräsentative Verteilung von 1.957 Pkw und 2.252 Lkw+SZm. Die Fahrleistungsanteile dieser Fahrzeuge auf den jeweiligen Betriebsgeländen werden in die weitere Betrachtung mit einbezogen. Bis 2015 wird von keiner wesentlichen Änderung des Fahrzeugbestandes ausgegangen.

Geräte und Maschinen Landwirtschaft

Laut den Statistiken des Kraftfahrtbundesamtes waren 2010 insgesamt 27.514 land- und forstwirtschaftliche sowie sonstige Zugmaschinen (Traktoren) zugelassen. Aus der in Bild 3.19 dargestellten Zeitreihe von 2008 bis 2012 lässt sich für Sachsen-Anhalt ein eindeutiger Aufwärtstrend feststellen, der weiter bis 2015 unterstellt wird. Für das Prognosejahr werden dann 32.165 Traktoren im Bestand erwartet werden können. Das Bild zeigt auch eine deutlichere Zunahme im Vergleich zum bundesweiten Trend.

Die Aufteilung der Traktorenbestände für die beiden Jahre nach Leistungsklassen ist in Bild 3.20 dargestellt. Für die Zuordnung der Verbrauchs- und Emissionsfaktoren der Schweizer Offroad-Datenbank war hier eine Umrechnung der Klasseneinteilung des KBA auf die Klassierung der Schweizer Datenbank notwendig.

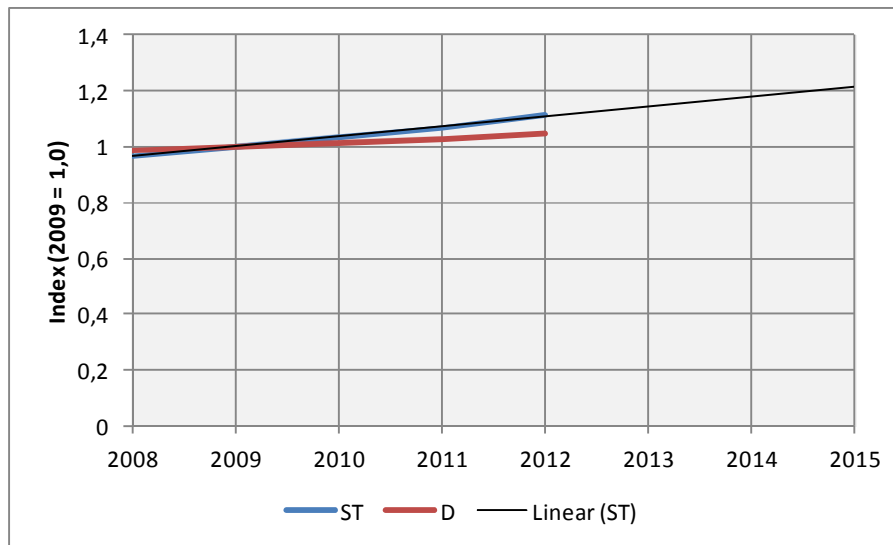


Bild 3.19: Entwicklungsindizes des Bestandes land- und forstwirtschaftlicher sowie sonstiger Zugmaschinen (Traktoren) in Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik zwischen 2008 und 2012 (2009=1,0; Quelle: Kraftfahrtbundesamt)

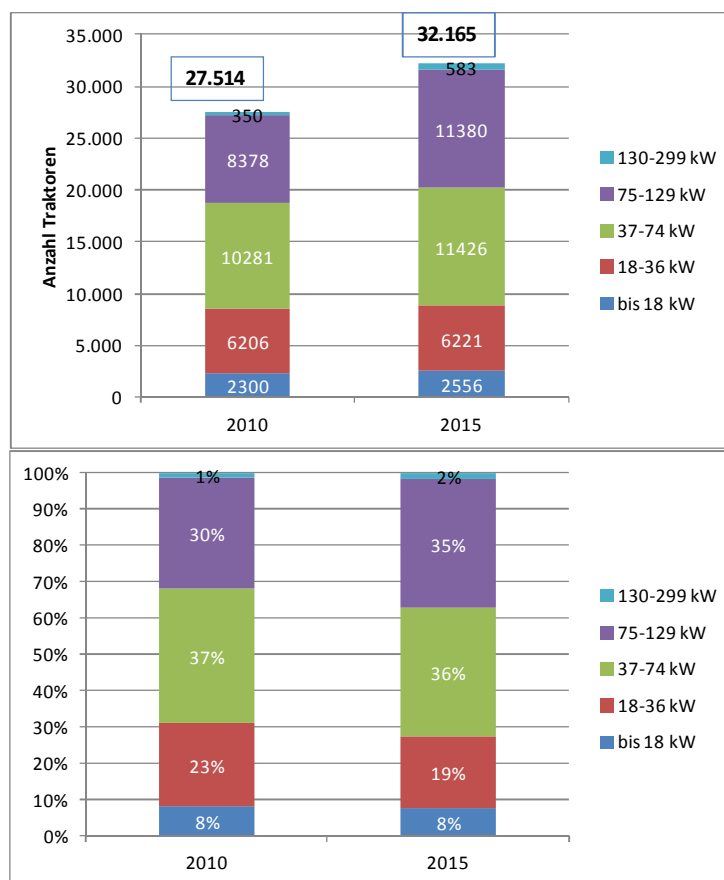


Bild 3.20: Schätzung des Bestandes an Traktoren für 2010 und 2015 in Sachsen-Anhalt nach Leistungsklassen

Es kann festgestellt werden, dass die höchsten Anteile mit 37 bzw. 36% auf die mittlere Leistungsklasse 37-74 kW und mit 30 bzw. 35% auf die 2. Höchste Leistungsklasse 75-129 kW entfallen. Des Weiteren zeigen die Zahlen eine Zunahme hin zu Traktoren mit einer höheren Leistung.

Bezüglich der übrigen Maschinenbestände in der Landwirtschaft wird auf Basis der Traktorenbestände und des auf die Traktoren bezogenen relativen Maschinenbesatzes aus der Betriebsbefragung /AVISO2012/ eine Schätzung vorgenommen. Der relative Maschinenbesatz aus der Betriebsbefragung ist in Bild 3.21 dargestellt.

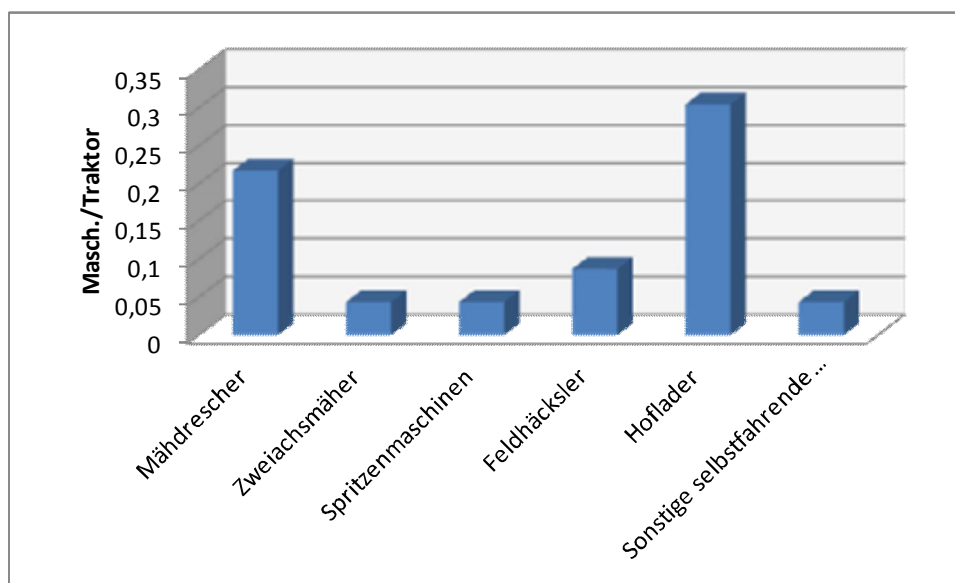


Bild 3.21: Relativer Maschinenbesatz in der Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt in Maschinen/Traktor, abgeleitet aus der Betriebsbefragung /AVISO2012/

Mit Hilfe des relativen Maschinenbesatzes kommt man über die o.g. Traktorenbestände zu den in Bild 3.22 zusammengefassten Beständen an sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen in der Landwirtschaft Sachsen-Anhalts. Für 2010 ergibt sich demnach ein Bestand von 20.336 und für 2015 von 23.774. Die größten Einzelbestandswerte weisen mit 41% die Hoflader und mit 29% die Mähdrescher auf.

Hinsichtlich der Plausibilität der Anwendung des rel. Maschinenbesatzes wurde aus dem TREMOD-MM /ifeu09/ der gesamtdeutsche Mähdrescherbestand von knapp 74.000 und die relevante Anbaufläche für Getreide und Silomais in Sachsen-Anhalt bezogen auf die Bundesrepublik herangezogen. Mit den 8% Flächenanteil ergibt sich für 2010 ein abgeleiteter Vergleichswert für Sachsen-Anhalt von $0,08 \cdot 74.000 = 5.920$. Aus der Anwendung des rel. Maschinenbesatzes ergibt sich ein Wert von 5.981.

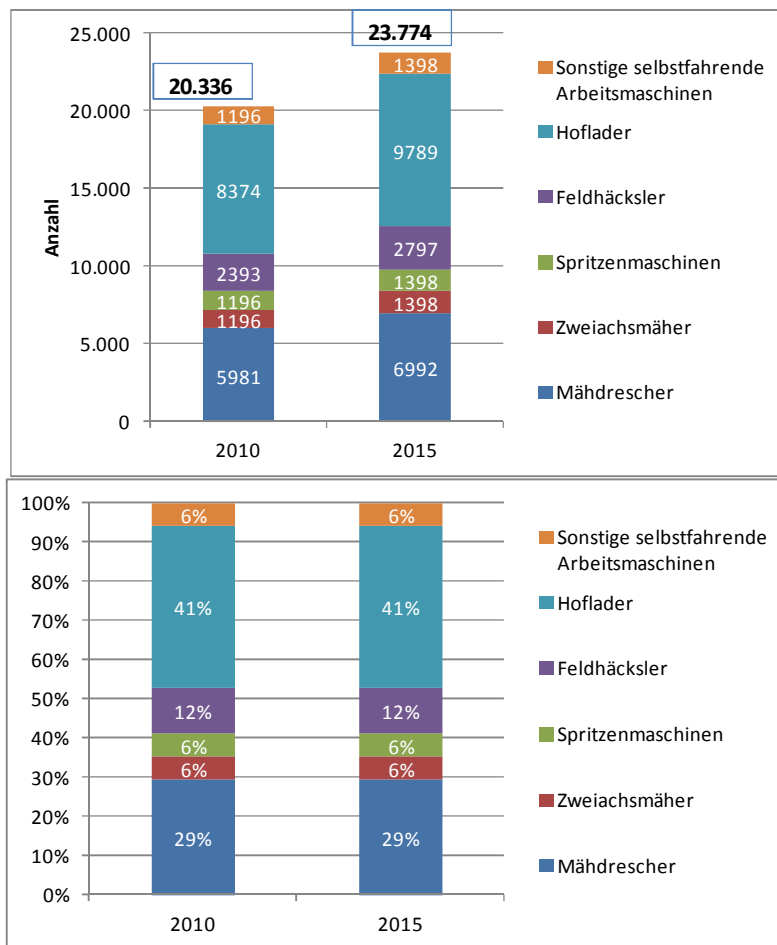


Bild 3.22: Schätzung des Bestandes an sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen in der Landwirtschaft für 2010 und 2015 in Sachsen-Anhalt

Forstwirtschaft

Der für die Forstwirtschaft gewählte Ansatz sieht vor, den jährlichen Holzeinschlag zugrunde zu legen und mit einem mittleren Kraftstoffeinsatz je m³ Holzeinschlag zu einem Kraftstoffverbrauch für Sachsen-Anhalt zu verknüpfen. Da der Holzeinschlag, wie folgendes zeigt, starken Schwankungen, z.B. durch Beseitigung von Sturmschäden, unterworfen ist, wird für die weiteren Berechnungen von einem langjährigen Mittelwert (MW) von 1,367 Mio. m³ für 2010 und 2015 ausgegangen.

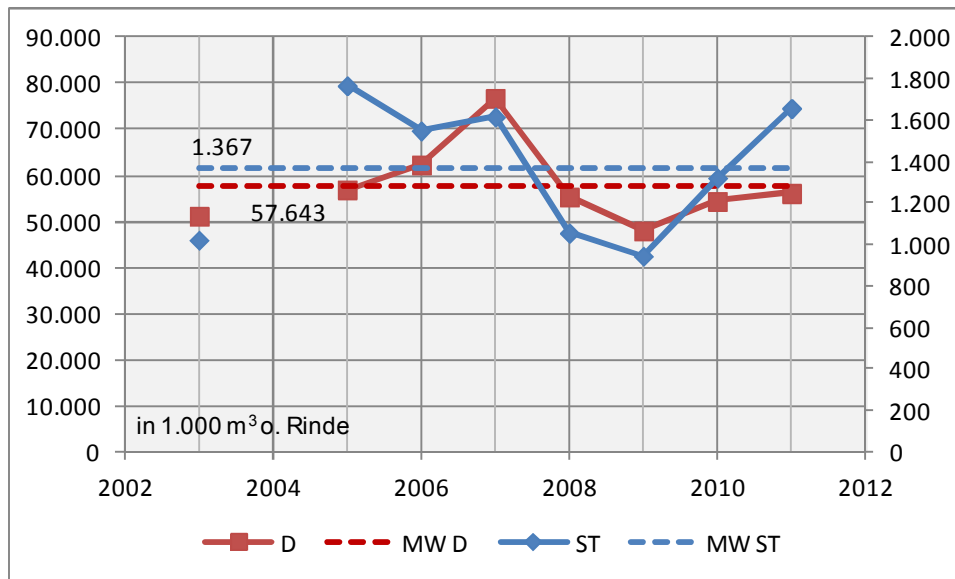


Bild 3.23: Entwicklung des Holzeinschlags in Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik zwischen 2003 und 2011 in 1.000 m³ o. Rinde (Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)

3.4.2 Grundzüge der Berechnungsmethodik

Kfz-Verkehr auf dem Betriebsgelände (Land- und Forstwirtschaft)

Mittels der zugelassenen Fahrzeuge, den Ergebnissen aus der Betriebsbefragung zu Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch sowie den anteiligen Werten für das Betriebsgelände werden die Jahresfahrleistungen und Jahreskraftstoffverbräuche bestimmt. Berücksichtigt werden dabei auch die Fahrleistungen und Verbräuche „betriebsfremder“ Fahrzeuge. Die aus der Befragung abgeleiteten Fahrleistungsanteile auf dem Betriebsgelände liegen für Pkw bei 0,3% und für Lkw bei 0,6% der Jahresfahrleistungen.

Mit diesen Annahmen lässt sich der Kfz-bezogene Kraftstoffverbrauch für alle Branchen auf 4.438 t für 2010 abschätzen. Dies sind weitere 0,3% des im Klimaschutzkonzept für Sachsen-Anhalt ausgewiesenen gesamten Kraftstoffverbrauchs im Kfz-Verkehr von etwa 1.658 kt /Enerko2009/, die zu den 3,6% aus dem industriellen Werkverkehr hinzukommen. Zum Vergleich noch einmal: der Kraftstoffverbrauch in allen, nicht nur in gewerblichen Flächenquellen Nordrhein-Westfalens lag für 2010 bei 7,2% /AVISO2011b/. Auch der geschätzte Verbrauch des Kfz-Verkehrs auf landwirtschaftlichem Betriebsgelände in Sachsen-Anhalt kann somit als plausibel angesehen werden.

Unter Berücksichtigung der Entwicklung der Verbrauchsfaktoren bis 2015 gemäß HBEFA 3.1 /INFRAS2010/ leitet sich bei unverändertem Fahrzeugbestand ein Kraftstoffverbrauch von 4.497 t für 2015 ab.

Die Emissionen für beide Jahre werden über kraftstoffverbrauchsbezogene Faktoren ermittelt, die aus dem HBEFA3.1 abgeleitet werden. Hierbei wird eine für Flächenquellen typische Verkehrssituation („RUR/Access/30/Heavy“) unterstellt.

Landwirtschaft (Traktoren und sonstige selbstfahrende Arbeitsmaschinen)

Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen erfolgt über die multiplikative Verknüpfung von Bestand mit Einsatzzeit und Verbrauchs- bzw. Emissionsfaktor. Dabei werden aufgrund des geringen Rücklaufs aus der Betriebsbefragung für die Landwirtschaft die Betriebsstunden und Verbrauchsfaktoren weitestgehend aus der Schweizer Offroad-Datenbank /BAFU2008/ zugrunde gelegt. Die Emissionsfaktoren werden in Gänze aus der Datenbank verwendet.

Forstwirtschaft

Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs erfolgt auf Basis des Holzeinschlags im Bezugsjahr (hier langjähriger Mittelwert) und einem spezifischen Verbrauchsfaktor je m³ Holzeinschlag. Für die selbstfahrenden Arbeitsmaschinen lässt sich aus der NRW-Offroadstudie von 2010 ein Wert von 1,085 für 2010 und von 1,168 kg Diesel/m³ für 2015 ableiten /AVISO2010c/.

Die Emissionsfaktoren werden ebenfalls aus der NRW-Studie übernommen. Die Grundlagen hierzu lieferte TREMOD-MM /ifeu09/.

3.4.3 Ergebnisse

Die Berechnungsergebnisse für den land- und forstwirtschaftlichen Verkehr sind in den folgenden Bildern/Tabellen zusammengestellt, wobei der relevante Kfz-Verkehr aufgrund der hier nicht differenzierten statistischen Grundlagen der Landwirtschaft zugeschlagen wurde.

Landwirtschaft

Der Kraftstoffverbrauch in der Landwirtschaft errechnet sich zu 86.497 t für 2010 und zu 102.037 t für 2015. Der Anteil des Kfz-Verkehrs liegt in beiden Jahren bei um die 5%. Es wird nahezu ausschließlich Dieselmotorkraftstoff verbraucht. Entsprechend dominieren bei den Schadstoffen bezogen auf die Masse die Stickstoffoxide, gefolgt von CO.

Trotz der prognostizierten Zunahme des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen um 18% von 2010 nach 2015 infolge der Steigerung beim Bestand der landwirtschaftlichen Maschinen, kommt es bei allen Schadstoffen aufgrund der immer stärker greifenden Abgasgesetzgebung zu deutlichen Minderungen, die im Normalfall im Bereich von 30-41% liegen. Hingegen wird SO₂ durch den Einsatz nur noch schwefelfreier Kraftstoffe in 2015 um -98% nahezu vollständig eliminiert.

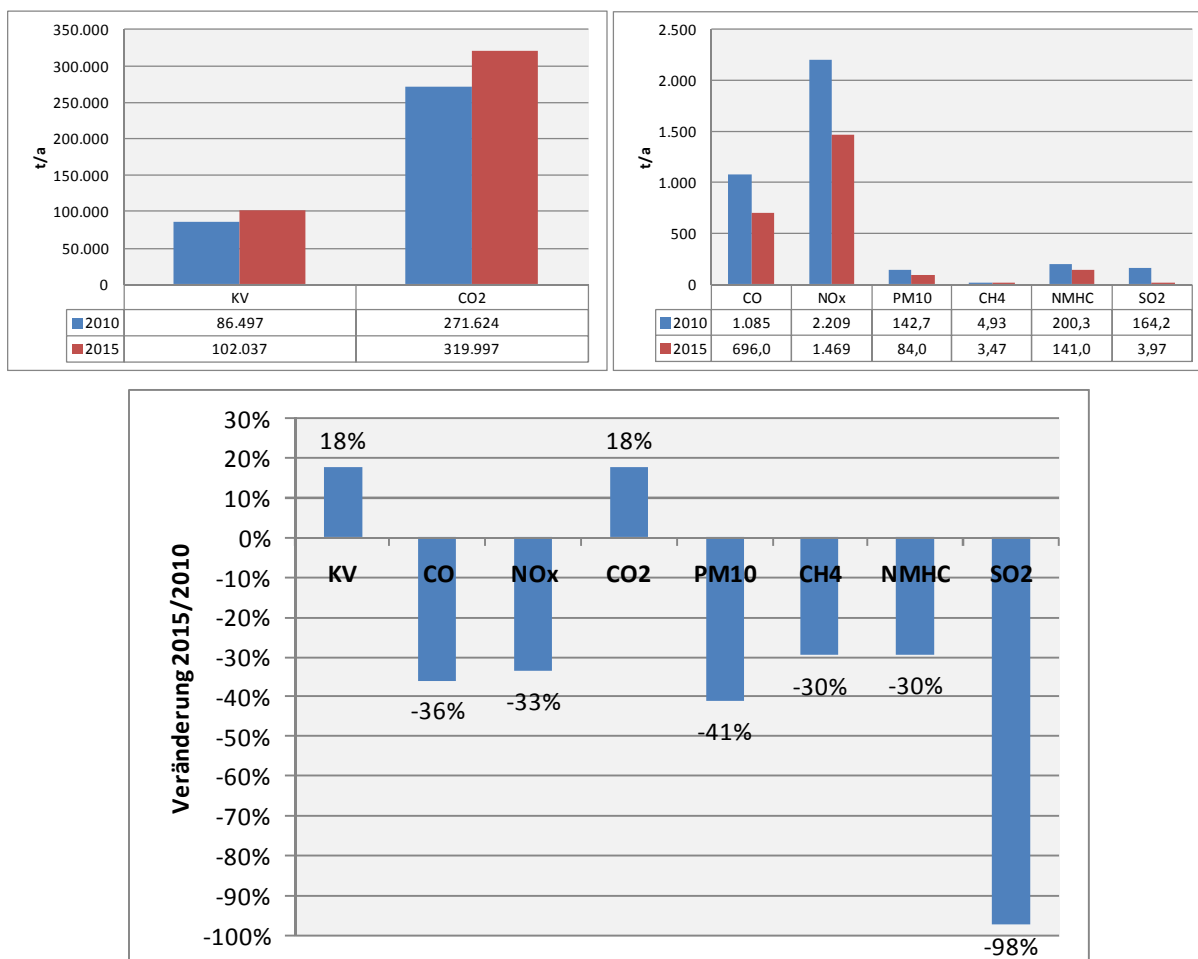


Bild 3.24: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a sowie deren prozentualer Veränderungen in der Landwirtschaft Sachsen-Anhalts zwischen 2010 und 2015

Forstwirtschaft

Für die Forstwirtschaft ergeben sich um nahezu den Faktor 10 niedrigere Kraftstoffverbräuche in Höhe von 1.434 t für 2010 und 1.597 t für 2015, und zwar ausschließlich Diesel aufgrund der hier definitionsgemäß nur einbezogenen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen. Ent-

sprechend dominieren bei den Schadstoffen bezogen auf die Masse hier ebenfalls die Stickstoffoxide, gefolgt von CO.

Trotz der prognostizierten Zunahme des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen um 11% von 2010 nach 2015 durch die erwartete spezifische Leistungszunahme der Maschinen und dem zunehmenden Ausrüstungsgrad mit Partikelfiltern, kommt es nicht zuletzt dadurch bei allen Schadstoffen zu deutlichen Minderungen, die im Regelfall im Bereich von 35-52% liegen. Hingegen wird SO₂ durch den geforderten Einsatz nur noch schwefelfreier Kraftstoffe auch in der Forstwirtschaft in 2015 um -98% nahezu vollständig reduziert.

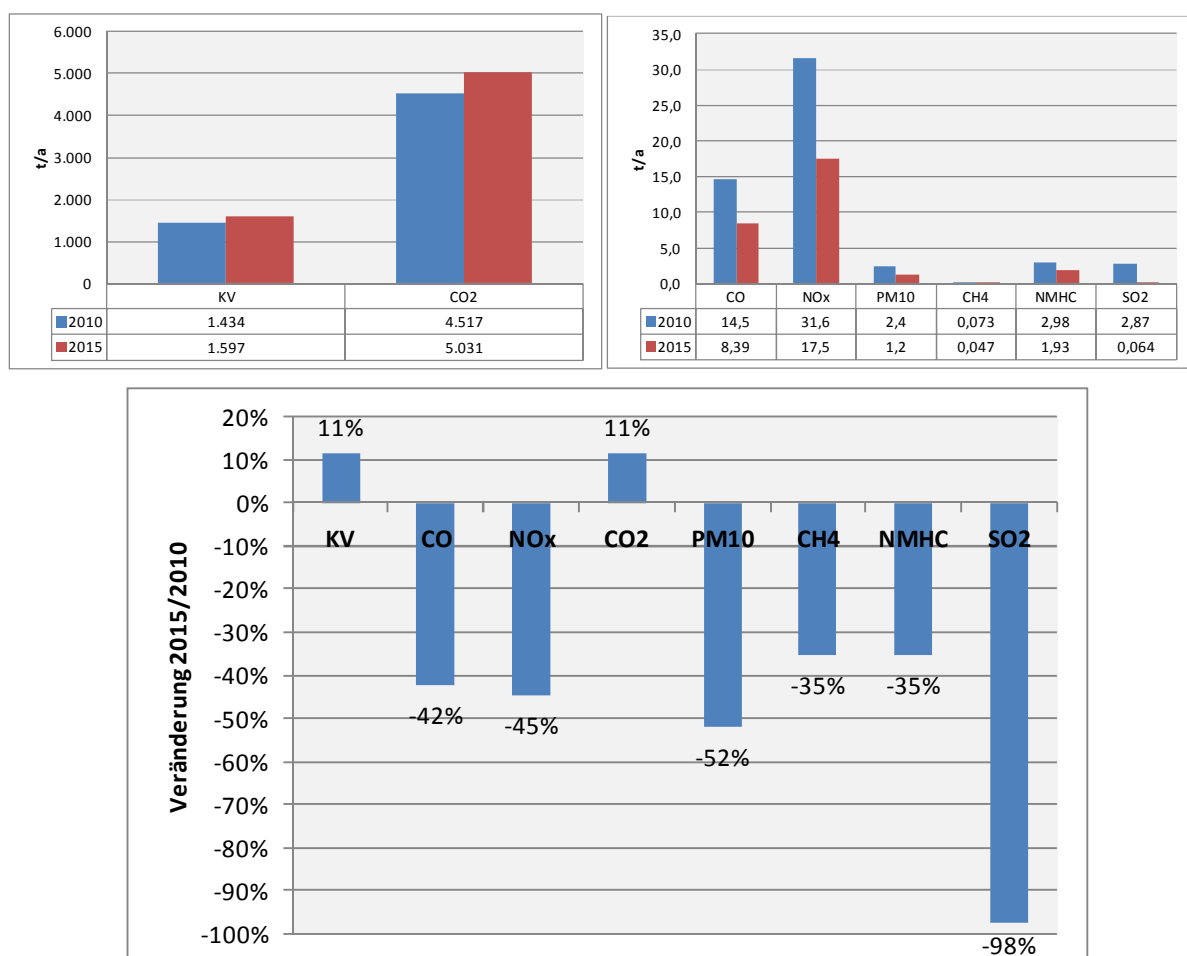


Bild 3.25: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a sowie deren prozentualer Veränderungen in der Forstwirtschaft Sachsen-Anhalts zwischen 2010 und 2015

3.5 Militär

Die Abschätzung des Kraftstoffverbrauchs durch bodengebundenen militärischen Verkehr in Sachsen-Anhalt erfolgt auf der Basis des Kraftstoffabsatzes an das Militär in der Bundesrepublik gemäß den Statistiken des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV sowie zum anteiligen Verbrauch der Landfahrzeuge nach Informationen des Bundesministeriums für Verteidigung BMVg /Bundestag2008/. Der nach Otto-Benzin (i.w. 4Takt) und Diesel differenzierte abgeleitete Verbrauch der Landfahrzeuge ist in seiner Entwicklung zwischen 2003 und 2011 in Bild 3.26 dargestellt. Die jahresbezogenen Dieselanteile schwanken mit 13-36% relativ stark. Im Mittel ergibt sich eine Verteilung im betrachteten Zeitraum von 75% Benzin und 25% Diesel. Der höhere Benzinanteil wird im Wesentlichen verursacht durch die höheren Fahrleistungen der Kräder, Pkw und teilweise der leichten Nutzfahrzeuge im Vergleich zu den dieselbetriebenen Lkw, Panzer und Geräte und Maschinen. Insbesondere beim Benzin ist zu vermuten, dass hier wesentliche Teile auf öffentlichen Straßen verbraucht werden. Eine Abgrenzung ist aufgrund der Datenlage nicht möglich. Die dadurch entstehende Unschärfe ist aufgrund des geringen Beitrags des Militärs zum Gesamtverbrauch nicht von Belang.

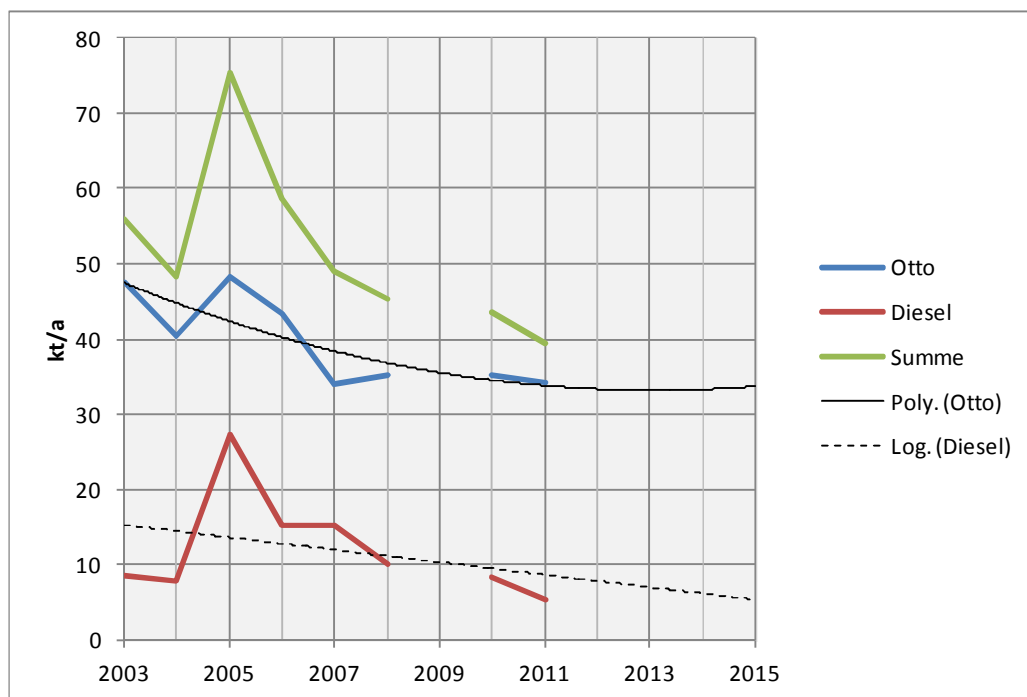


Bild 3.26: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs militärischer Landfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland in kt/a zwischen 2003 und 2011 (Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV und des BMVg)

Die kraftstoffverbrauchsbezogenen Emissionsfaktoren für die betrachteten Schadstoffe werden aus der Schweizer Offroad-Datenbank /BAFU2008/ übernommen.

Mit den im obigen Bild dargestellten Trendlinien für Benzin und Diesel werden die erwarteten Verbräuche für 2015 bestimmt. Die anteilige Umrechnung auf Sachsen-Anhalt erfolgt über die im Standortkonzept des BMVg für Sachsen-Anhalt und die Bundesrepublik festgelegten Dienstposten für 2010 (5.600/281.500) und 2015 (4.400/197.500).

Demnach werden durch die Bundeswehr in Sachsen-Anhalt in 2010 durch Verkehr mit Landfahrzeugen rd. 868 t und in 2015 etwa 878 t verbraucht. Diese teilen sich auf in 81% Benzin und 19% Diesel für 2010 und aufgrund der unterschiedlich unterstellten Absatztrends in 87% Benzin und 13% Diesel. Dies beeinflusst auch die Entwicklung der Schadstoffe zwischen 2010 und 2015, wie in Bild 3.27 dargestellt.

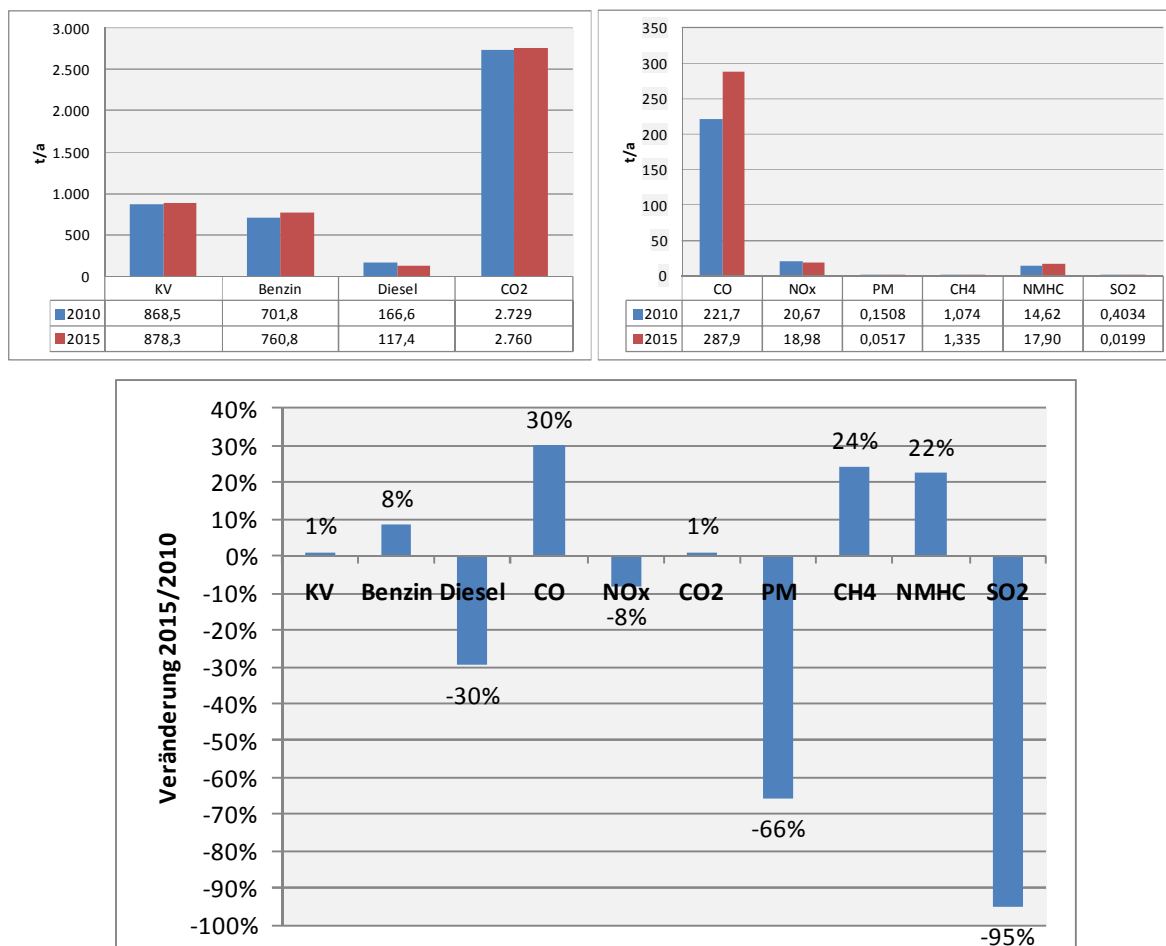


Bild 3.27: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in t/a durch militärischen Landverkehr in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015

Aufgrund des hohen und prognostizierten weiter wachsenden Benzinanteils sind auf die Masse bezogen die CO-Emissionen mit Abstand am höchsten, wenn man CO₂ außer Acht lässt. Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen werden nur unbedeutend um 1% zunehmen, während die besonders benzin-induzierten Kohlenwasserstoff- und CO-Emissionen im Bereich von 22-30% zunehmen. NO_x nimmt hingegen um -8% und PM₁₀, auch aufgrund der drastischen Reduktion beim SO₂ von -95%, sogar um -66% ab.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den nachstehenden Bildern sind die Berechnungsergebnisse für die ausgewählten Emittentengruppen Flugverkehr, Binnenschiffsverkehr, Werkverkehr/Industrie, landwirtschaftlicher Verkehr, forstwirtschaftlicher Verkehr und militärischer Landverkehr zusammengeführt. Der Verkehr in diesen Gruppen umfasst einerseits den Verkehr mit Kraftfahrzeugen auf den Betriebsgeländen und den Einsatz von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen. Alle absoluten Massenangaben sind hier abweichend von den Darstellungen in den einzelnen Emittentengruppen der besseren Übersichtlichkeit wegen in **kt** angegeben.

Bild 4.1 zeigt den Kraftstoffverbrauch nach Kraftstoffarten und die CO₂-Emissionen für die ausgewählten Emittentengruppen. Für 2010 lässt sich ein Kraftstoffverbrauch von 245,2 kt ermitteln, der bis 2015 auf 271,6 kt ansteigen wird. Dabei ist der Verbrauch an Dieselmotorkraftstoff mit annähernd 93% absolut dominierend. Bezogen auf den Verbrauchswert für den Straßenverkehr von 1.658 kt für 2010 /Enerko2009/ liegt der Anteil der hier betrachteten Emittentengruppen bei etwa 15%. Ohne den Beitrag des Kfz-Verkehrs auf den Betriebsgeländen beträgt der Anteil rd. 11%. Für NRW ergibt sich hier ein vergleichbarer Anteil von etwa 7,5%.

Bei den CO₂-Emissionen, die mit rd. 757 bzw. 831 kt zu Buche schlagen, lässt sich der Einfluss des zunehmenden Anteils an Biokraftstoffen feststellen. Für 2010 ergibt sich ein spezifischer CO₂-Ausstoß von 3,086, für 2015 von 3,061 kg CO₂ / kg KV. Zum Vergleich: der spezifische Wert für den rein fossilen Verbrauch liegt i.M. über die Kraftstoffe bei etwa 3,15.

Für die limitierten Schadstoffe (s. Bild 4.2) lässt sich folgendes Bild skizzieren. Massebezogen sind die CO- und NO_x-Emissionen mit 4,74 bzw. 5,84 kt in 2010 mit Abstand am höchsten, gefolgt von den NMHC, PM₁₀ und SO₂. Da der Rückgang bei den NO_x-Emissionen deutlich höher ausfällt als bei CO, nähern sich die Emissionen beider Stoffgruppen in 2015 auf einen Wert von um die 4,2 kt einander an.

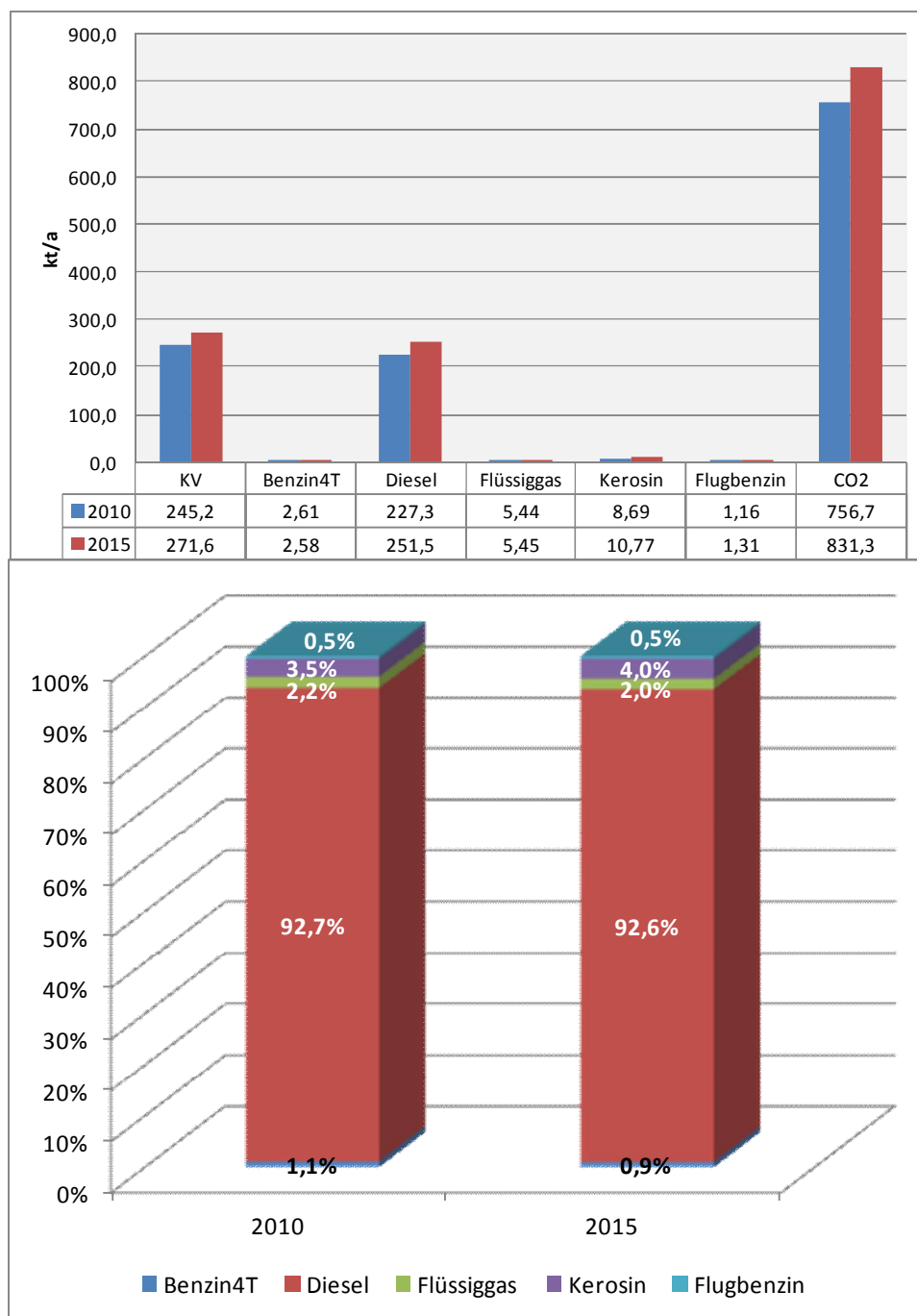


Bild 4.1: Kraftstoffverbrauch und CO2-Emissionen in Sachsen-Anhalt 2010 und 2015 in kt/a sowie die Verteilung nach Kraftstoffarten in % für die ausgewählten Emittentengruppen

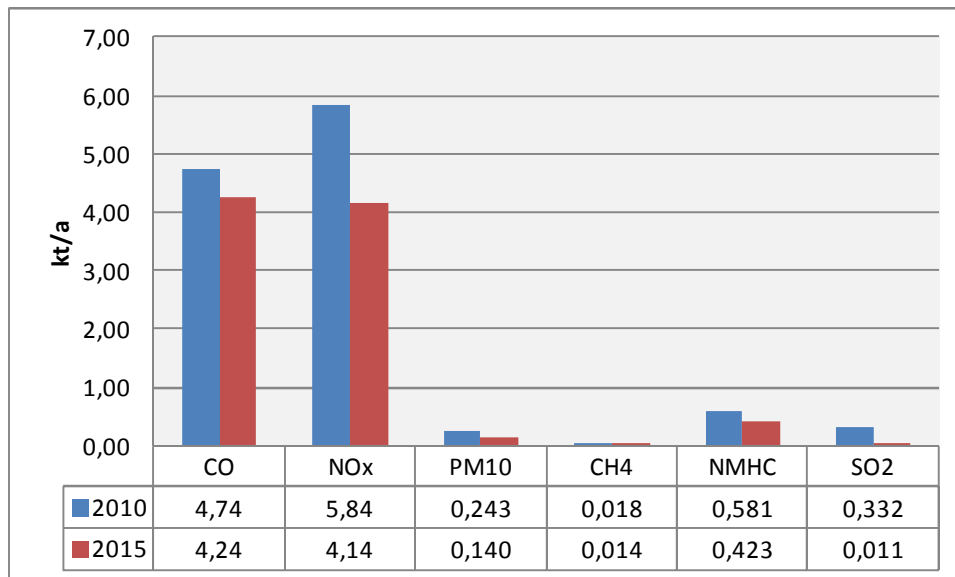


Bild 4.2: Emissionen limitierter Schadstoffe in Sachsen-Anhalt 2010 und 2015 in kt/a für die ausgewählten Emittentengruppen

In Bild 4.3 ist die Struktur der Anteile der Emittentengruppen für die beiden Jahre 2010 und 2015 dargestellt. Sowohl Kraftstoffverbrauch als auch die Emissionen werden vom Werkverkehr/Industrie und der Landwirtschaft bestimmt. Aufgrund seiner Dominanz entspricht die Emittenten-Struktur des Dieselerbrauchs in etwa der des Gesamtverbrauchs.

Auf den Werkverkehr/Industrie entfällt mehr als die Hälfte der eingesetzten Kraftstoffe und des emittierten CO₂. Er ist für Emissionen limitierter Schadstoffe verantwortlich, die 2010 zwischen 35% bei PM₁₀ und 50% bei NMHC ausmachen. In 2015 ergibt sich eine leichte Verschiebung der Anteile zu anderen Schadstoffen. So verursacht die Gruppe Werkverkehr/Industrie hier das Maximum mit 50% der CO-Emissionen.

Die Landwirtschaft als zweitstärkste Emittentengruppe trägt mit 35% in 2010 und 38% in 2015 zu den gesamten, hier ermittelten Kraftstoffverbräuchen bei. Der minimale Anteil des Beitrages der Landwirtschaft liegt mit 23% bzw. 16% bei CO, der maximale mit 59% respektive 60% bei PM₁₀.

In etwa gleich hohe Beiträge zum Kraftstoffverbrauch und den Emissionen liefern der Flugverkehr und der Binnenschiffsverkehr, gefolgt vom militärischen Landfahrzeugverkehr und des forstwirtschaftlichen Verkehrs.

Beim SO₂ relativiert sich die Emittentenstruktur in 2015 aufgrund der dann nur noch auf dem Markt befindlichen schwefelfreien Kraftstoffe.

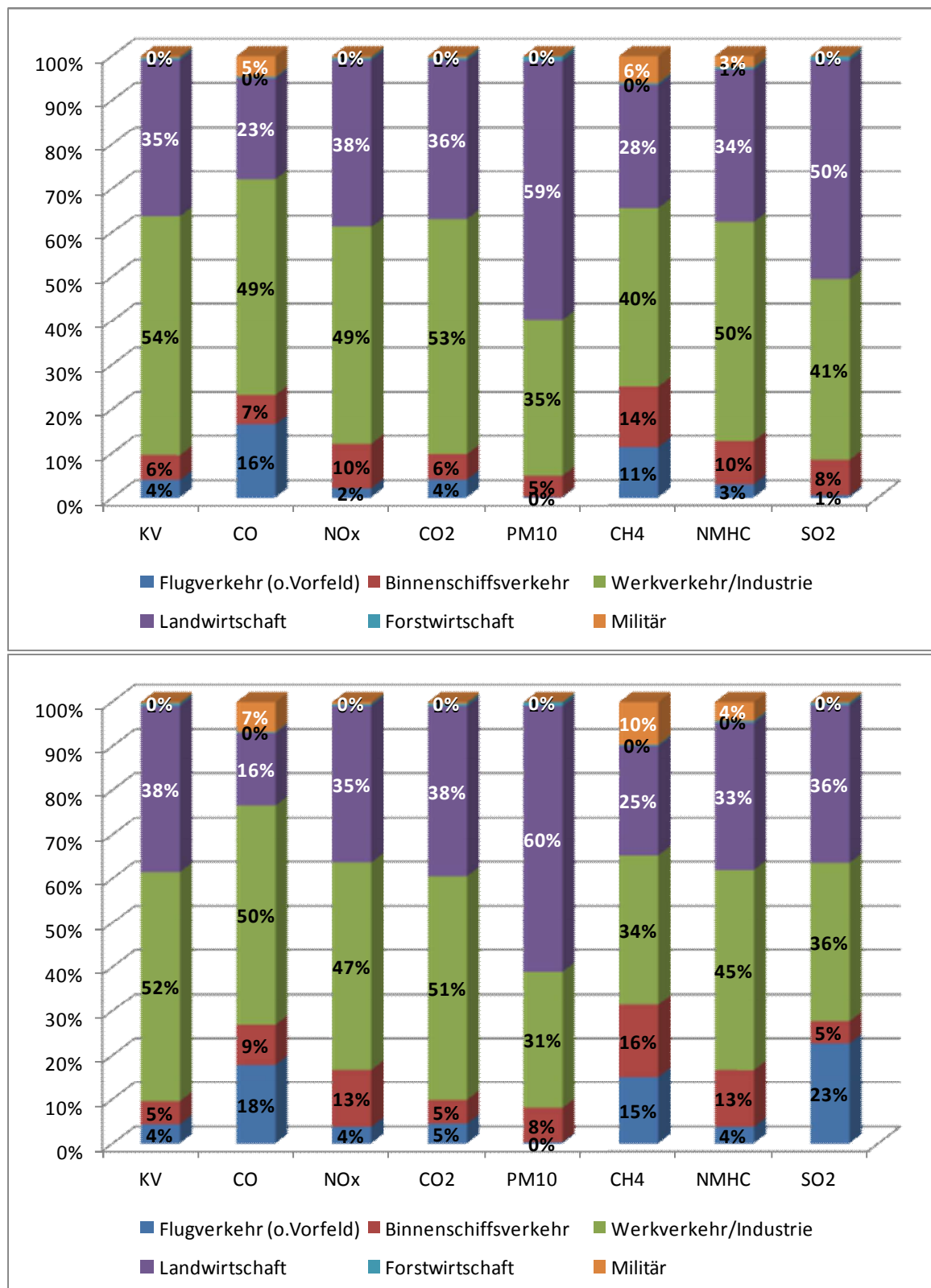


Bild 4.3: Struktur des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in Sachsen-Anhalt 2010 (oben) und 2015 (unten) für die ausgewählten Emittentengruppen

Die prozentuale Veränderung von Kraftstoffverbrauch und Emissionen zwischen 2000 und 2015 ist in Bild 4.4 dargestellt. Trotz der prognostizierten Zunahme des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen um insgesamt 11% bzw. 10%, kommt es bei allen Schadstoffen zu deutlichen Minderungen, die im Normalfall im Bereich von 10-43% liegen. Hingegen wird SO₂ durch den Einsatz nur noch schwefelfreier Kraftstoffe bei allen Emittentengruppen in 2015 um -96% nahezu vollständig reduziert.

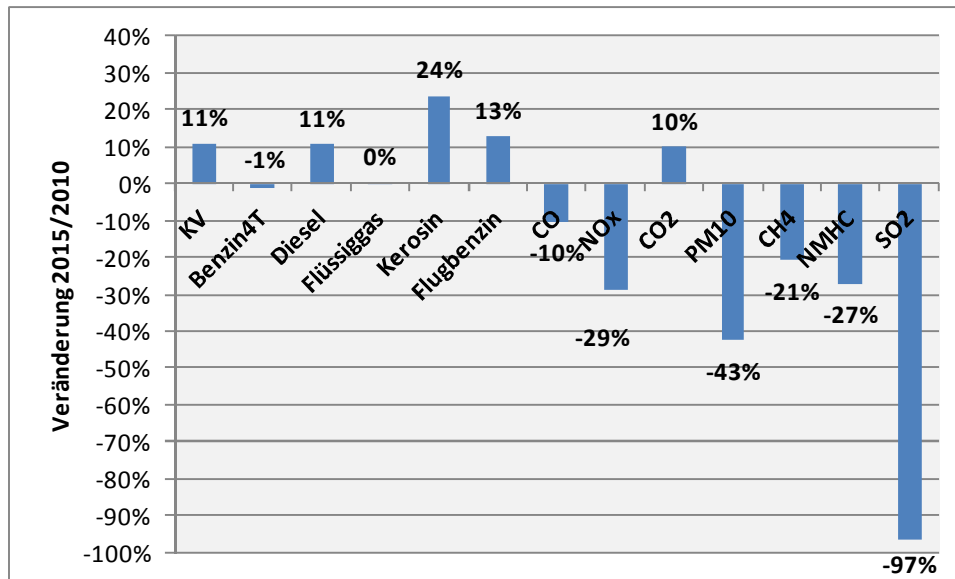


Bild 4.4: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen in Sachsen-Anhalt zwischen 2010 und 2015 für die ausgewählten Emittentengruppen

Die Abnahmen sind neben dem gesetzlich vorgeschriebenen Absatz deutlich verbesserter Kraftstoffe (s. 10. BImSchV) auf die zunehmend strengeren Abgasgrenzwerte auch im Bereich der mobilen Geräte und Maschinen zurückzuführen (s. hierzu auch 28. BImSchV), die insbesondere auf eine Verschärfung bei den Stickstoffoxiden, den Kohlenwasserstoffen und den Partikeln fokussieren. Des Weiteren kann in einigen Bereichen, z.B. bei den Baumaschinen, mit einer zunehmenden Verpflichtung zur Nachrüstung mit Dieselpartikelfiltern gerechnet werden.

5 Räumliche Verteilung der Ergebnisse und Erzeugung von Rasterdaten

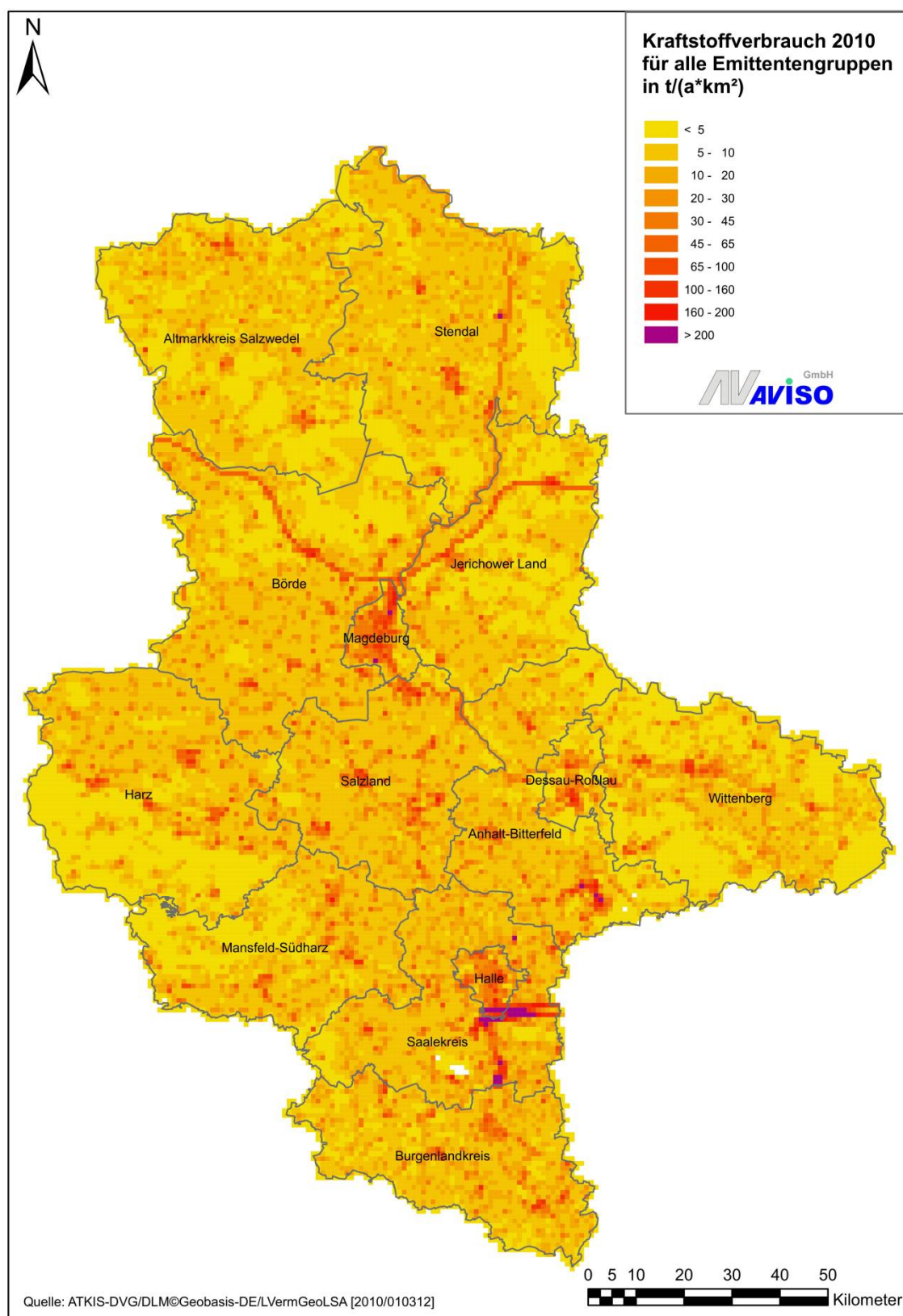
Zur räumlichen Verteilung der für das Land Sachsen-Anhalt berechneten Kraftstoffverbräuche und Emissionen wurden die Gesamtergebnisse zunächst auf die jeweiligen relevanten Linien und Flächen (Quellen) verteilt und anschließend in 1 km x 1 km Rasterdaten umgewandelt.

Für den ersten Schritt der räumlichen Zuordnung dienten die zur Verfügung gestellten entsprechenden ATKIS-Flächen und das Straßennetz von Sachsen-Anhalt. Im Einzelnen wurde wie folgt zugewiesen:

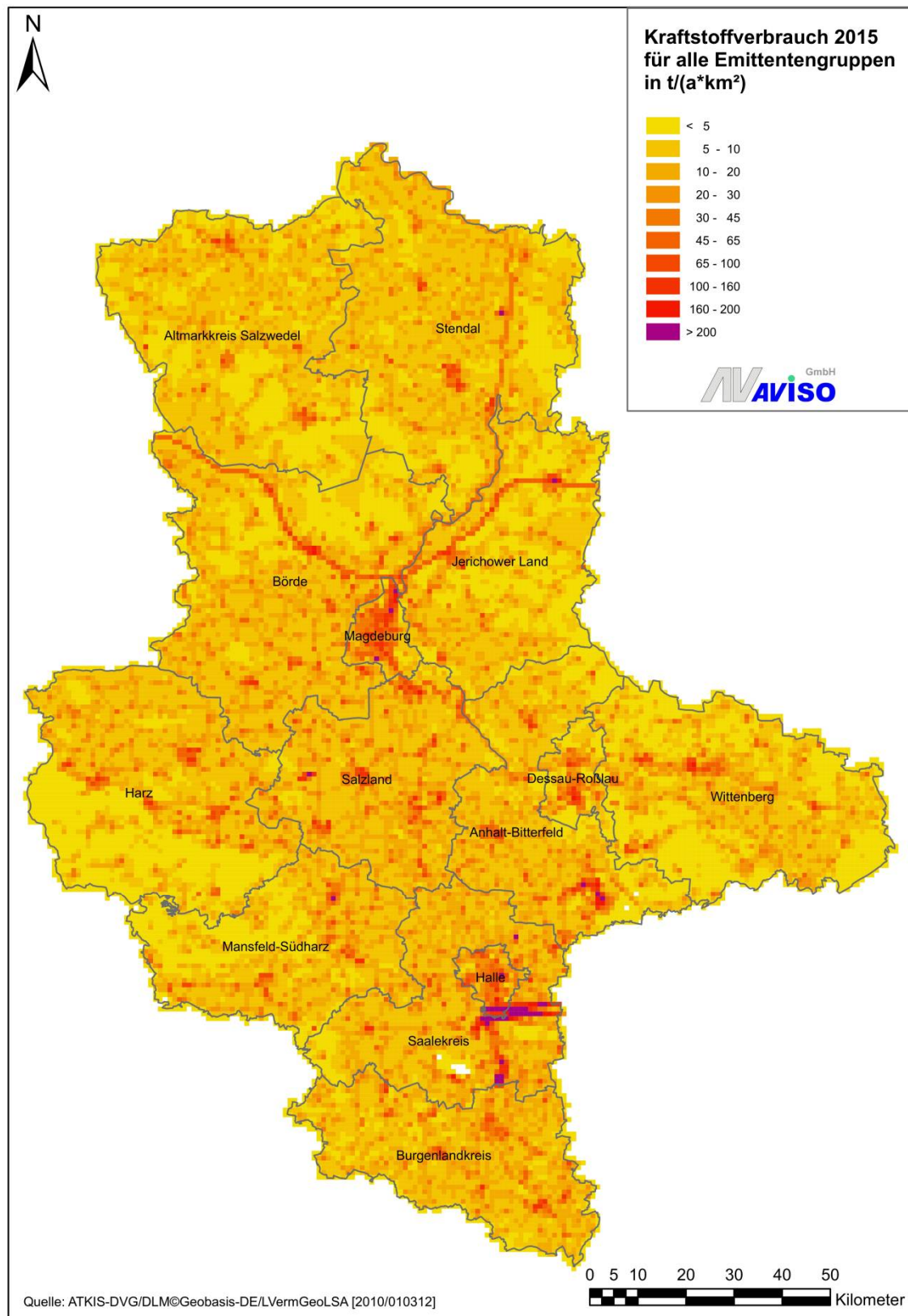
- Flugverkehr: standortscharf, beim Flughafen Leipzig/Halle: Bodenprojektion der Anflug-/Abflugtrichter (LTO-Zyklus bis 3.000 ft bzw. 915m über Grund) über Sachsen-Anhalt
- Binnenschiffsverkehr: Abschnitte der Binnenwasserstraßen und Häfen
- Werkverkehr/Industrie
 - Bergbau: Tagebauflächen (aktiv)*
 - Bauwirtschaft: Ortslagen und Straßennetz*
 - Industrie-Sonstige (einschl. Kfz-Verkehr): Industrie- und Gewerbeflächen*
- Landwirtschaft: landwirtschaftliche Flächen
- Forstwirtschaft: Waldflächen
- Militär: Truppenübungsplätze

Die den einzelnen Quellen (Linien und Flächen) der ausgewählten Emittentengruppen zugeordneten Emissionen wurden im zweiten Schritt „gerastert“. Dazu wurde ein 1 km x 1 km Gauß-Krüger-Raster im 3° – Meridianstreifensystem erzeugt, über die auf die Quellen übertragenen Emissionen gelegt und den jeweiligen Rastern entsprechend den dahinterliegende Flächengrößen und Emissionswerten ein anteiliger Emissionswert zugeordnet.

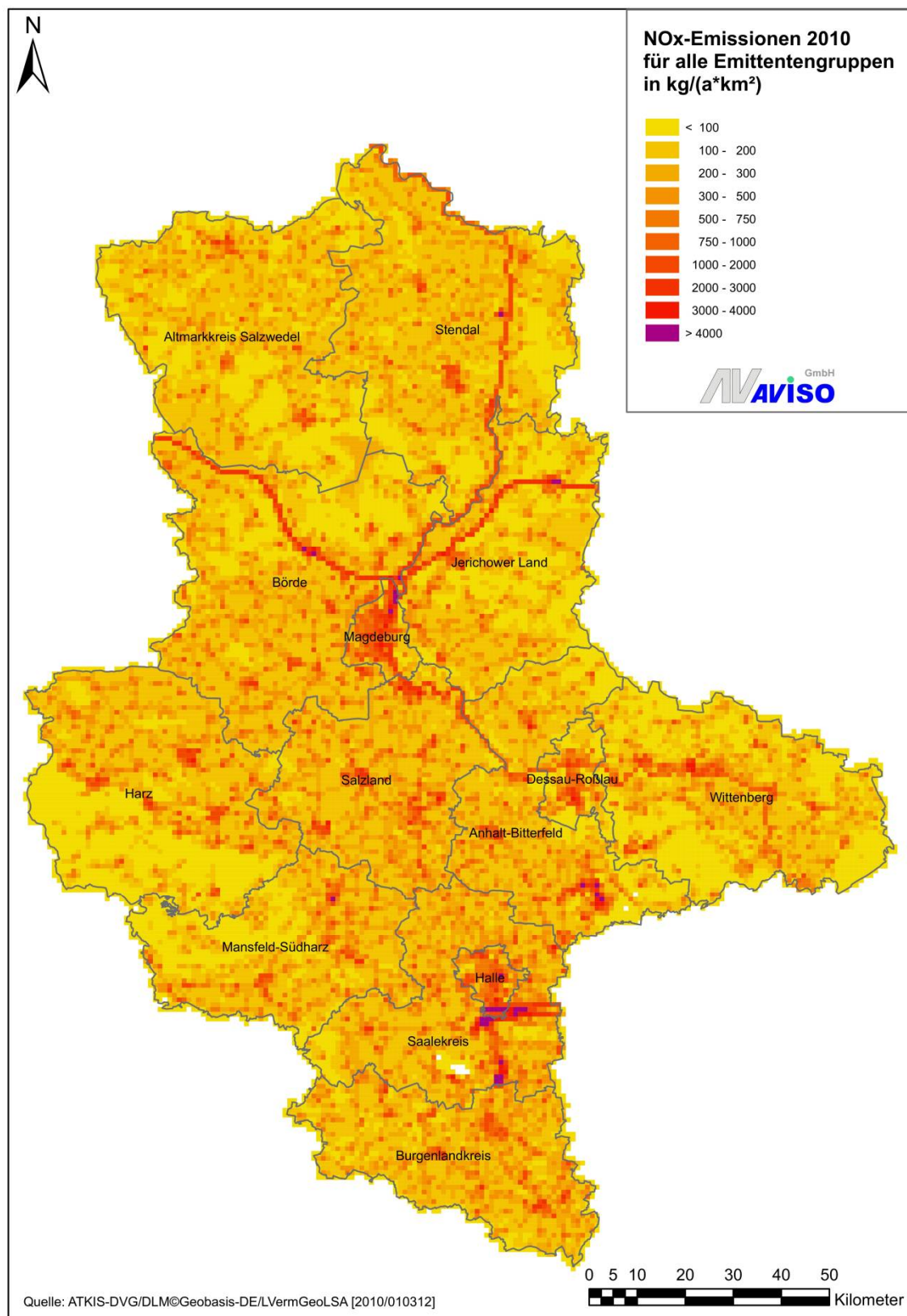
In den folgenden Karten 5.1-5.6 sind exemplarisch die Jahreswerte des Kraftstoffverbrauchs und der NO_x- und PM₁₀-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen in Summe für 2010 und 2015 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist ein flächiger Rückgang der prognostizierten NO_x- und insbesondere der PM₁₀-Emissionen (s. auch Bild 4.4).



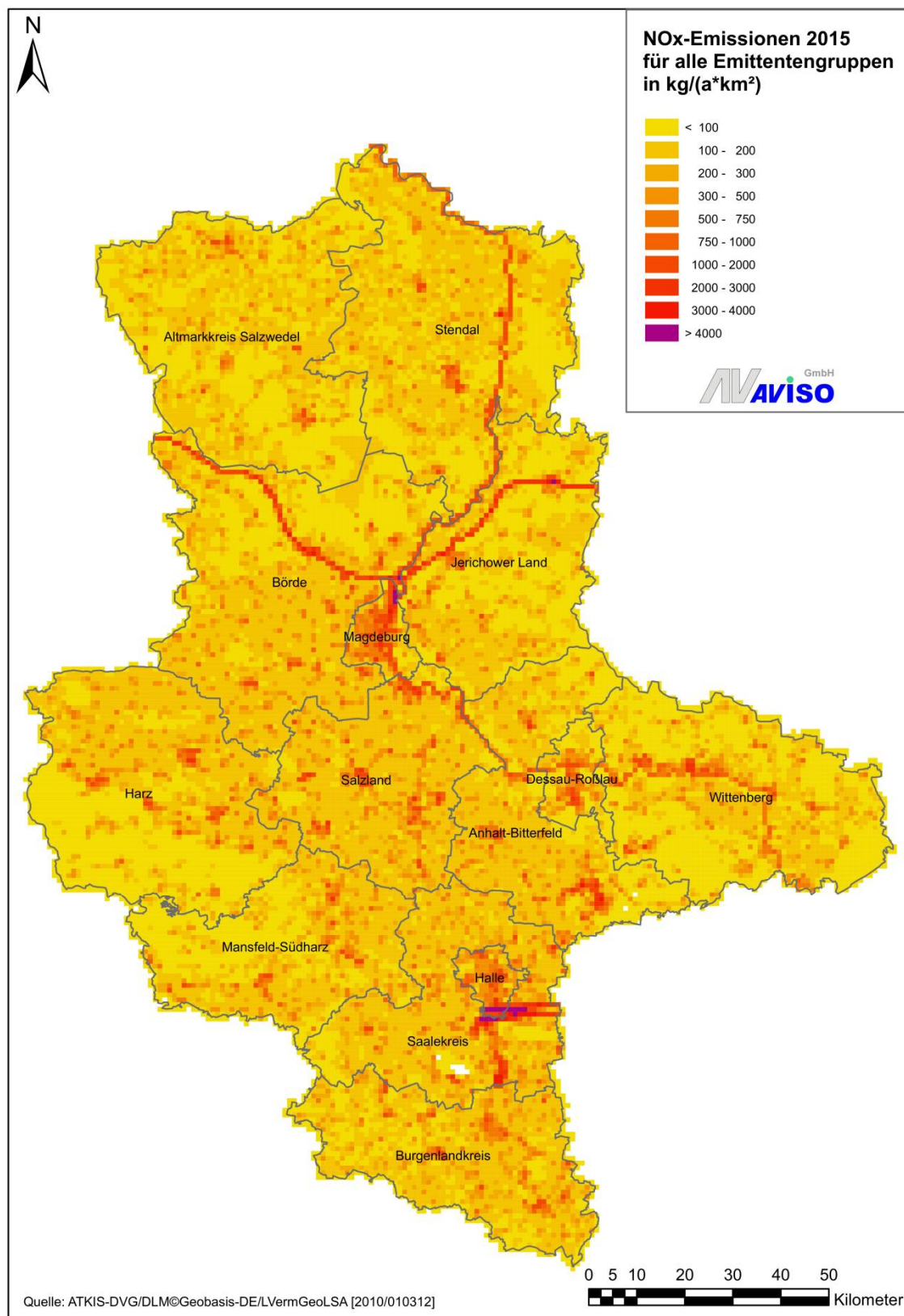
Karte 5.1: Jahressummen des Kraftstoffverbrauchs der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster



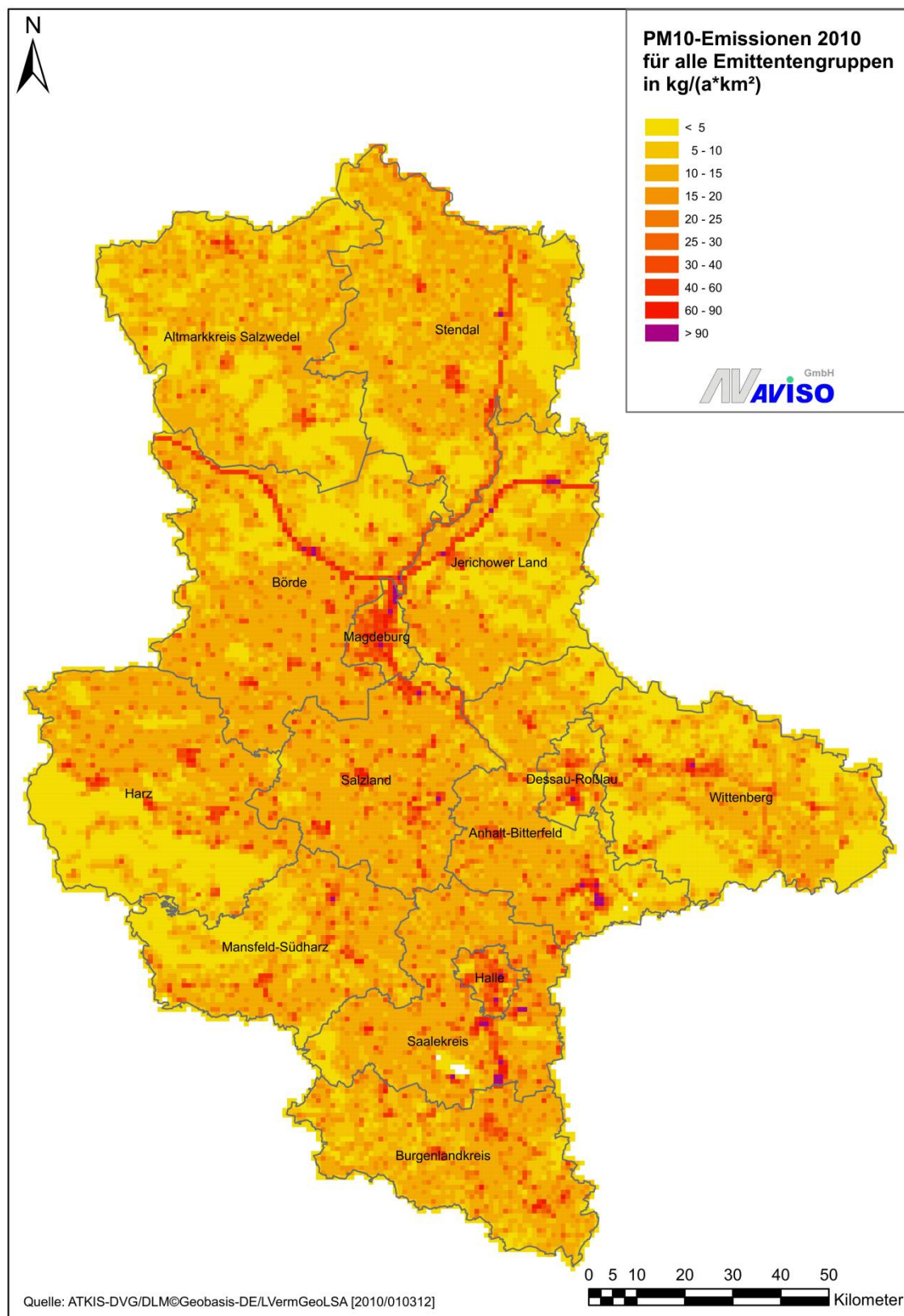
Karte 5.2: Jahressummen des Kraftstoffverbrauchs der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster



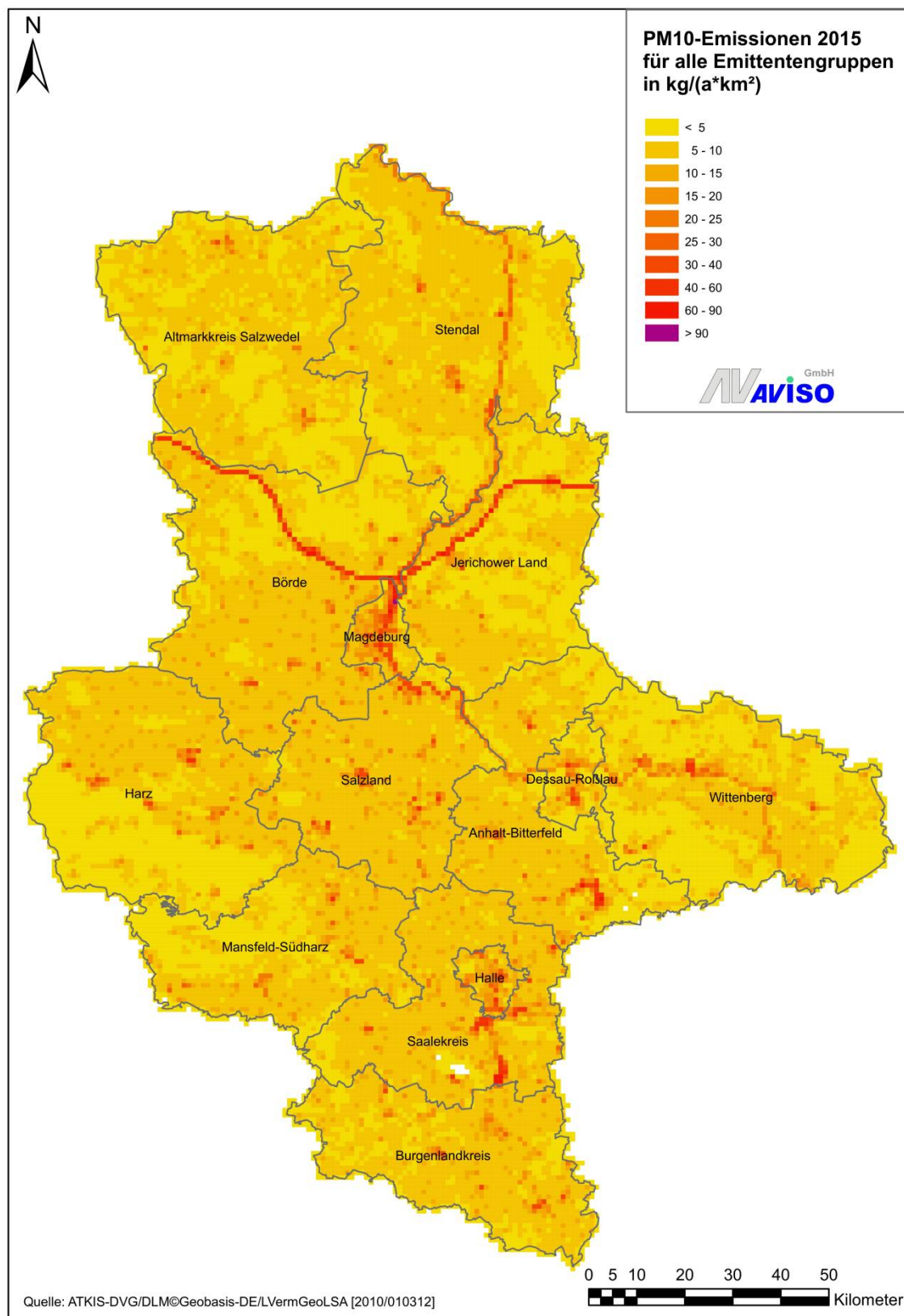
Karte 5.3: Jahressummen der NOx-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster



Karte 5.4: Jahressummen der NOx-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster



Karte 5.5: Jahressummen der PM10-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2010 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster



Karte 5.6: Jahressummen der PM10-Emissionen der ausgewählten Emittentengruppen 2015 in Sachsen-Anhalt im 1km*1km-Raster

LITERATURVERZEICHNIS

AVISO2000

Verkehrsemissionskataster ausgewählter Offroad-Kategorien für das Land Sachsen-Anhalt; im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, AVISO GmbH, Aachen, November 2000

AVISO2010a

Weiterentwicklung des landesweiten Emissionskatasters für den Flugverkehr in Nordrhein-Westfalen und Aktualisierung auf das Jahr 2008; im Auftrag des LANUV NRW, AVISO GmbH, Aachen, November 2009

AVISO2010b

Zukunftsfähiges Emissionskataster Verkehr für Baden-Württemberg; im Auftrag der LUBW, AVISO GmbH, Aachen, Mai 2010

AVISO2010c

Fortschreibung der Brennstoffverbräuche und der Luftschadstoffemissionen für die Offroad-Kategorien Baumaschinen, Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Gartenpflege/Hobby, Industrie und Militär sowie die Darstellung ihrer räumlichen Verteilung in Nordrhein-Westfalen für das Bezugsjahr 2005 mit Prognose 2010 und 2015; im Auftrag des LANUV NRW, AVISO GmbH, Aachen, November 2010

AVISO2011a

Erstellung eines landesweiten Verkehrsemissionskatasters der Emittentengruppen land- und forstwirtschaftlicher Verkehr, Werkverkehr, Militärverkehr, Flugverkehr und Binnenschifffahrt für Sachsen-Anhalt für 2010 und 2015, 1. Zwischenbericht; im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, AVISO GmbH, Aachen, November 2011

AVISO2011b

Aktualisierung des landesweiten Emissionskatasters Kfz-Verkehr NRW in Bezug auf HBEFA3.1, Analysejahr 2007 und Prognose 2010 und 2015; im Auftrag des LANUV NRW, AVISO GmbH, Aachen, August 2011

AVISO2012

Erstellung eines landesweiten Verkehrsemissionskatasters der Emittentengruppen land- und forstwirtschaftlicher Verkehr, Werkverkehr, Militärverkehr, Flugverkehr und Binnenschifffahrt

für Sachsen-Anhalt für 2010 und 2015, 2. Zwischenbericht; im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, AVISO GmbH, Aachen, April 2012

BAFU2008

Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors – Studie für die Jahre 1980-2020; Schrift 28/08, Hrsg. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern 2008

sowie die entsprechende Schweizer Offroad-Datenbank:

www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten/index.html?lang=de

BUCHAIR 2009

jp airline-fleets international 2008, 33rd edition, Schweiz, 2009

Bundestag2008

Bundeswehr und Energieverbrauch; Deutscher Bundestag 16. Wahlperiode (Bundestags-Drucksache 16/10042), Berlin, Juli 2008

DFS 2010

FANOMOS (Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System)

www.dfs.de

Enerko2009

Klimaschutzkonzept: Potentiale für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik in Sachsen-Anhalt; im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt, Enerko, Aldenhoven 2009

ifeu09

Aktualisierung des Modells TREMOD – Mobile Machinery (TREMOD-MM); ifeu im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg, Februar 2009

INFRAS2010

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Infras, Zürich 2010

SBA 2011a

Luftverkehr auf allen Flugplätzen 2010, (Fachserie 8, Reihe 6)

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2011

SBA 2011b

Güterverkehrsstatistik der Binnenschifffahrt; Fachserie 8, Reihe 4, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2011

UBA 2010

Überarbeitung des Emissionsinventars des Flugverkehrs, TEXTE 32/2010; im Auftrag des Umweltbundesamtes, Öko-Institut e.V., Berlin 2010

WSDO 2011

Verkehrsbericht 2010 der WSD Ost – Binnenschifffahrt in Zahlen; Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Weitere Quellen:

10. BImSchV

Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraft- und Brennstoffen – 10. BImSchV), 08.12.2010

28. BImSchV

Achtundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsmotoren – 28. BImSchV), 20.04.2004

EU-Nonroad-Richtlinien

Richtlinie 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte; Europäisches Parlament und Rat, 16. Dezember 1997

Richtlinie 2002/68/EG zur Änderung der Richtlinie 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte; Europäisches Parlament und Rat, 9. Dezember 2002

Richtlinie 2004/26/EG, Änderung der Richtlinie 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte; Europäisches Parlament und Rat, Straßburg, 21. April 2004

Diverse **Statistiken** der Bundesrepublik Deutschland (destatis, KBA, BMVg, MWV) und für Sachsen-Anhalt (StaLa, KBA)