

EMISSIONSKATASTER BADEN- WÜRTTEMBERG 1998

HERAUSGEBER

*Ministerium für Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart*

VERFASSER

*UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen
und Gerätesicherheit Baden-Württemberg
Großoberfeld 3
76135 Karlsruhe*

Karlsruhe, im Dezember 2000

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt und Verkehr

Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Bearbeitung:

*UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelt-
erhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg*

Großoberfeld 3

76135 Karlsruhe

Umschlagfotos mit freundlicher Genehmigung von

- Fahrradfabrik Friedrichshafen AG, Abteilung
MZM-KT*
- Werner Otto Reisefotografie - Bildarchiv,
46125 Oberhausen*
- Bert Langbehn*

Gesamtherstellung:

bec.media GmbH, 76227 Karlsruhe

UMEG Bericht Nr. 1-5/00

ZUSAMMENFASSUNG

Im Emissionskataster Baden-Württemberg 1998 wurden in Analogie zu den Untersuchungen im ersten landesweiten Emissionskataster 1995 nun als Fortschreibung zum zweiten Mal die Emissionen aller relevanten Quellen im Land erfasst. Auf der Basis des Jahres 1998 wurden die Emissionen der Quellengruppen Kleinf Feuerungsanlagen, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Biogene Quellen und Sonstige nicht gefasste Quellen mit einbezogen. Dabei wurden alle nach dem heutigen Kenntnisstand wichtigen Luftschadstoffe berücksichtigt.

Die Emissionsverhältnisse in Baden-Württemberg sind bei den Schadstoffen Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), bei den Stäuben und bei den flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC, Benzol) vom Kraftfahrzeugverkehr und von den industriellen und gewerblichen Quellen geprägt. Die Kleinf Feuerungsanlagen sind, neben den industriellen Quellen, vornehmlich für die Schwefeldioxid- und die Benzo-a-pyren- (BaP als Leitkomponente für die polyaromatischen Kohlenwasserstoffe - PAK) Emissionen verantwortlich. Die anderen Staubinhaltsstoffe wie Arsen, Cadmium und die polychlorierten Dibenz-Dioxine und -Furane werden zum größten Teil von der Quellengruppe Industrie und Gewerbe emittiert. Die Quellengruppen Biogene Quellen und Sonstige nicht gefasste Quellen bestimmen die Emissionen des Ammoniaks (NH₃) sowie der klimarelevanten Gase Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O). Die Kohlendioxid-Emissionen werden hauptsächlich von der Quellengruppe Industrie und Gewerbe sowie von den Kleinf Feuerungsanlagen und vom Kraftfahrzeugverkehr freigesetzt.

In Tabelle A sind die Jahresemissionen der wichtigsten

Stoffe und Stoffgruppen in Baden-Württemberg für jede Quellengruppe im Bezugsjahr 1998 dargestellt.

Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe weist bei den Schadstoffen Schwefeldioxid mit 54 % und beim Gesamtstaub mit 45 % die höchsten Anteile an den Gesamtemissionen aller Quellengruppen auf. Auch bei den Staubinhaltsstoffen Arsen und Cadmium, bei den Dioxinen/Furanen sowie beim Klimagas Kohlendioxid erweisen sich die industriellen Emittenten als die potentesten Quellen.

Die Schwefeldioxid-, Stickstoffoxid-, Kohlendioxid- und Staubemissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe werden zu einem großen Teil in industriellen Kraft- und Heizwerken und in Prozessfeuerungsanlagen freigesetzt. Darüber hinaus sind die Zementwerke und insbesondere eine Raffinerie für die Emissionen von Stickstoffoxiden verantwortlich.

Als Verursacher der NMVOC-Emissionen der erklärungspflichtigen Anlagen sind vor allem die mineralölverarbeitende Industrie und die Oberflächenbehandlung mit organischen Lösemitteln zu nennen.

Der gewerbliche Bereich (nicht erklärungspflichtige Anlagen, z.B. Textilreinigung, Lackierereien, Druckereien, metall- und holzverarbeitende Betriebe, Tankstellen) tritt vor allem bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff-Emissionen und bei den Staubemissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe in Erscheinung. Die NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe stammen zu 71 % aus dem Gewerbe und hier vor allem aus metallverarbeitenden Betrieben (Reinigung bzw. Entfettung und Lackierung), Tankstellen und Druckereien.

Tabelle A: Luftschadstoffemissionen in Baden-Württemberg 1998

	Kleinfeue- rungs- anlagen	Verkehr	Industrie und Gewerbe	Biogene Quellen	Sonstige nicht gefasste Quellen	Summe
SO ₂ in t/a	16 556	5 077	26 865	-	989	49 487
CO in t/a	38 382	426 963	20 138	-	195 169	680 652
NO _x als NO ₂ in t/a	15 713	112 125	33 083	-	17 847	178 768
NH ₃ in t/a	-	4 516	397	76 020	-	80 933
NMVOC ¹⁾ in t/a	5 670	58 422	44 592	65 543	37 960	212 187
Benzol in t/a	57	2 630	107	-	-	2 794
Gesamtstaub ²⁾ in t/a	1 961	4 252	6 946	-	2 217	15 376
PM10-Feinstaub ³⁾ in t/a	1 765	3 817	4 377	-	1 995	11 954
As in kg/a ⁴⁾	146	79	650	-	-	875
Cd in kg/a ⁴⁾	11	2	120	-	-	133
BaP in kg/a ⁴⁾	1 144	585	48	-	-	1 777
PCDD/ PCDF in mg i-TE/a ⁴⁾	1 100	342	4 264	-	-	5 706
CO ₂ in kt/a	22 192	19 398	33 821	-	1 830	77 241
CH ₄ in t/a	1 720	2 714	1 168	124 625	141 230	271 457
N ₂ O in t/a	157	2 763	494	20 409	1 046	24 869

- : keine Angabe

¹⁾ Verkehr: NMVOC Flugverkehr inkl. Vorfeldverkehr und Enteisung Flughafen Stuttgart

Verkehr: NMVOC inkl. Verdunstungsemissionen ohne Antifrostmittel bzw. Defroster und ohne Lösemittel aus Scheibenwaschanlagen

²⁾ Verkehr: Partikel ohne Staub aus Reifen- und Bremsenabrieb

³⁾ PM10: particulate matter, Feinstaub mit aerodynamischer Korngröße < 10 µm

⁴⁾ As, Cd, BaP und PCDD/PCDF für 1996 aus [LFU, 00]

PCDD/PCDF in Toxizitätsäquivalenten (i-TE)

Für die Emissionen von Kohlenmonoxid und Stickstoffoxiden ist überwiegend die Quellengruppe Verkehr mit jeweils etwa 63 % Anteil an den Gesamtemissionen verantwortlich. Beim Benzol verursacht diese Quellengruppe gar einen Anteil von 94 %. Wesentliche Beiträge zu den Emissionen liefert die Quellengruppe Verkehr zudem bei Stäuben mit 28 % und beim Kohlendioxid mit 25 %. Bei den NMVOC erreicht der Verkehr einen Anteil von etwa 27 % an den gesamten NMVOC-Emissionen aller Quellengruppen.

Innerhalb der Quellengruppe Verkehr, die sich aus dem

Straßenverkehr, dem Schienenverkehr, dem Schiffsverkehr und dem bodennahen Luftverkehr zusammensetzt, dominiert der Straßenverkehr die Emissionen aller Schadstoffkomponenten. Generell werden über 90 % der Verkehrs-Emissionen allein durch den Straßenverkehr in Baden-Württemberg freigesetzt. Untersucht man die Beiträge der einzelnen Fahrzeugklassen an den Emissionen des Straßenverkehrs im Detail, so weisen die schweren Nutzfahrzeuge trotz ihrer vergleichsweise geringen Jahresfahrleistung einen überproportional hohen Anteil an den Luftschadstoff-Emissionen auf.

Die Feuerungsanlagen in Haushalten und in Gewerbebetrieben (Anlagen, die der 1. BImSchV unterliegen - Kleinfeuerungsanlagen) sind vor allem für die Schwefeldioxid-Emissionen mit einem Anteil von etwa 34 % und für die Kohlendioxid-Emissionen mit knapp 29 % verantwortlich. Beim Benzo-a-pyren (BaP) erweist sich die Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen mit einem Anteil von über 64 % an den Gesamtemissionen dieses Schadstoffes sogar als Hauptverursacher. Innerhalb der Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen sind es vor allem die Heizölfeuerungen und trotz ihres sehr geringen Anteils am Endenergieeinsatz die Festbrennstoff-Feuerstätten (Kohle oder Holz), die für die Emissionen von Bedeutung sind.

Die Emissionen der Spurengase Ammoniak und Distickstoffoxid werden maßgeblich durch die Biogenen Quellen verursacht. Beim Distickstoffoxid dominieren die Biogenen Quellen mit 82 % Anteil an den Gesamtemissionen, beim Ammoniak weisen diese sogar einen Anteil von 94 % auf. Auch die NMVOC-Emissionen werden zu 31 % von den Biogenen Quellen hervorgerufen. Maßgebend für die Emissionen sind in beiden Fällen die Bereiche Nutztierhaltung und Landwirtschaft. Die Methan-Emissionen werden zu etwa gleichen Teilen von den Biogenen Quellen und den Sonstigen nicht gefassten Quellen verursacht. Bei letzteren sind die Bereiche Abfalldeponien/Altablagerungen und die Verluste bei der Erdgasverteilung maßgebend für die Methan-Emission verantwortlich, bei den Biogenen Quellen wiederum die Bereiche Nutztierhaltung und Landwirtschaft.

Die Abbildung A zeigt die Entwicklung der Jahresemissionen ausgewählter Luftschadstoffe sowie der klima-

relevanten Gase in Baden-Württemberg zwischen 1995 und 1998. Bei fast allen betrachteten Schadstoffen lässt sich ein deutlicher Rückgang der Emissionen registrieren. Lediglich bei den klimarelevanten Gasen Kohlendioxid und Distickstoffoxid zeigen sich Zunahmen von knapp 8 % beim Kohlendioxid bzw. etwa 11 % beim Distickstoffoxid. Sollte diese Tendenz anhalten, lässt dies den Schluss zu, dass das Einsparungsziel der Bundesregierung gefährdet sein könnte.

Die **Schwefeldioxid**-Emissionen sinken zwischen 1995 und 1998 um etwa 16 %. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe hat mit einem Anteil von 54 % an den gesamten Schwefeldioxid-Emissionen und einem Rückgang von 16 % den größten Anteil an diesem Trend. Die Quellengruppe Verkehr verzeichnet, unter anderem bedingt durch die Reduktion des Schwefelgehaltes im Dieselmotortreibstoff, mit einer Minderung von 38 % zwar den größten Rückgang unter allen Quellengruppen, jedoch ist der Anteil dieser Quellengruppe an den Schwefeldioxid-Gesamtemissionen deutlich geringer. Die Kleinfeuerungsanlagen konnten durch den Rückgang des Heizöl-Marktanteils am Energieträgermix Minderungen von etwa 6 % realisieren.

Die Entwicklung der **Kohlenmonoxid**-Emissionen zeigt mit einer Minderung um fast 15 % einen ähnlich hohen Rückgang wie bei den Schwefeldioxid-Emissionen. Der Verkehr, der beim Kohlenmonoxid zu 63 % an den Emissionen beteiligt ist, zeigt sich mit einem quellenspezifischen Rückgang der Emissionen um annähernd 20 % als wichtigster Faktor für die Entwicklung der gesamten Kohlenmonoxid-Emission. Durch Verbesserung des

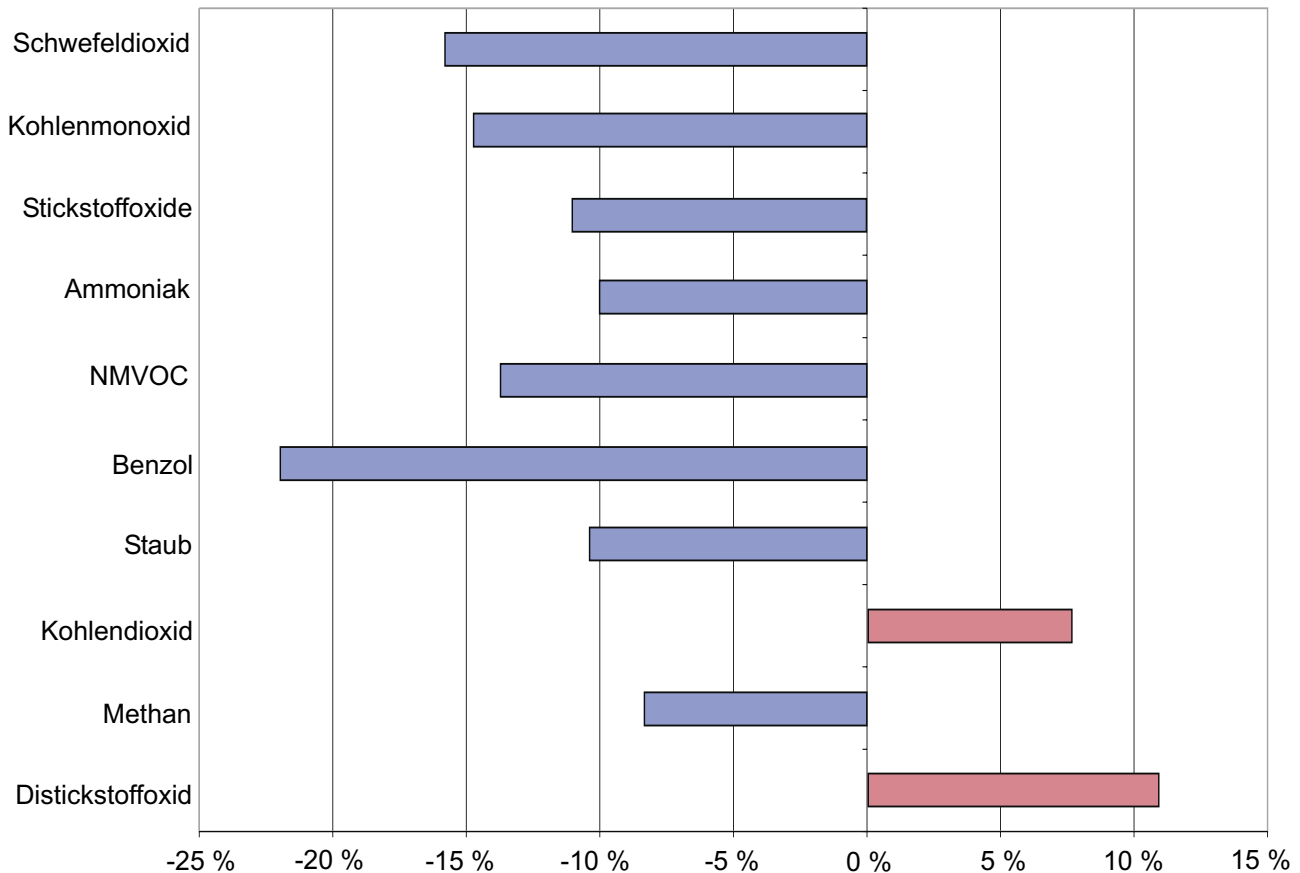


Abbildung A: Veränderung der Jahresemissionen in Baden-Württemberg 1995 (=0%) bis 1998

Ausbrandverhaltens der neuen Motoren und durch Zunahme des Anteils von Fahrzeugen mit geregelten Katalysatoren konnte trotz eines ungebremsen Wachstums der Fahrleistungen eine Minderung der Kohlenmonoxid-Emissionen in dieser Quellengruppe erreicht werden. Vergleicht man jedoch die spezifischen Einsparungen bei den einzelnen Quellengruppen, so liefern die Kleinf Feuerungsanlagen relativ gesehen die höchsten Reduktionen.

Die **Stickstoffoxid**-Emissionen gingen bis 1998 um etwa 11 % zurück. Die verkehrsbedingten Emissionen, die den

Hauptteil der freigesetzten Menge ausmachen, nahmen bedingt durch die zunehmende Marktdurchdringung schadstoffreduzierter Fahrzeuge allein um fast 15 % ab. Die Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe, zu 18 % an den Emissionen im Basisjahr 1998 beteiligt, gingen in diesen drei Jahren um über 8 % zurück.

Beim **Ammoniak** zeigt sich in den drei Jahren ein Rückgang der Emissionen um etwa 10 %. Die Biogenen Quellen mit einem Anteil von etwa 94 % an den Ammoniak-Emissionen des Jahres 1998 sind die mit Abstand wich-

tigste Quelle und verminderten ihren Ausstoß um 11 %. Der Verkehr erhöhte in diesem Zeitraum seine Ammoniak-Emissionen um über 24 % durch die starke Zunahme der Katalysator-Fahrzeuge im Fahrzeugkollektiv. Der absolute Anteil der Quellengruppe Verkehr an den Ammoniak-Gesamtemissionen beträgt jedoch nur etwa 5 %, sodass der vermehrte Ammoniakausstoß des Verkehrs sich nicht in der Gesamtentwicklung widerspiegelt.

Zwischen 1995 und 1998 verringerten sich bei den **Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen NMVOC** die Jahresemissionen um fast 14 %. Die größten Minderungspotentiale mit etwa 24 % wurden in der Quellengruppe Verkehr ausgeschöpft. Deutliche Reduktionen in Höhe von etwa 13 % konnten auch bei der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen realisiert werden. Die größten quellspezifischen Reduktionen mit fast 31 % können die Sonstigen nicht gefassten Quellen für sich verbuchen. Dies wird vor allem durch deutliche Rückgänge der Emissionen aus den Bereichen Produkteinsatz und Erdgasverteilung (Leckagen) bewirkt. Auch die Quellengruppe Industrie und Gewerbe zeigt eine Verminderung der Gesamtemission, wobei von größeren industriellen Anlagen ein Rückgang von 13 % realisiert werden konnte, während der Bereich kleinerer Gewerbebetriebe lediglich eine Reduktion von etwa 3 % vorweisen kann. Bei den Biogenen Quellen, der Quellengruppe mit dem höchsten Beitrag zu den NMVOC-Gesamtemissionen, erhöhte sich der Auswurf um knapp 9 %. Dies liegt unter anderem an dem relativ warmen Jahr 1998 mit dadurch bedingt deutlich erhöhten NMVOC-Freisetzung des Bereichs Vegetation.

Die **Benzol**-Emissionen zeigen mit Minderungen von 22 % den prozentual größten Rückgang aller bisher betrachteten Schadstoffe. Durch den vermehrten Einsatz von Katalysatorfahrzeugen konnte beim Verkehr als dem Hauptverursacher der Benzol-Emissionen eine Minderung um 24 % erreicht werden. Da Benzol fast ausschließlich durch Kraftfahrzeuge emittiert wird, ist der Rückgang mit 22 % deutlich größer als bei den NMVOC mit nur rund 14 %. Bei den industriellen Emissionen ist dagegen durch die Änderungen in der Energieträgerverteilung und den Anstieg des Steinkohleeinsatzes eine Verdoppelung der Benzol-Emissionen zu verzeichnen. Dieser Anstieg ändert jedoch durch den absolut gesehen nur geringen Anteil dieser Quellengruppe an den Gesamtemissionen den Ausstoß an Benzol nur wenig.

Die **Staub**-Emissionen weisen zwischen 1995 und 1998 einen Rückgang um über 10 % auf. In der Quellengruppe Industrie und Gewerbe konnten die Staubemissionen in diesen drei Jahren um etwa 12 % gesenkt werden. Dieser Trend wird ausschließlich durch einen etwa 15-prozentigen Rückgang der Emissionen im Bereich Industrie verursacht. Der Bereich Gewerbe emittierte 1998 demgegenüber etwa 3 % mehr Staub als 1995. Der Verkehr und hier speziell der Straßenverkehr konnte durch Verbesserungen in der Motortechnik, durch vermehrte Durchdringung des Fuhrparks mit Katalysator-Fahrzeugen und vor allem durch Verbesserungen bei den Dieselfahrzeugen (Rußfilter) die Partikelemissionen um 20 % reduzieren. Die Kleinf Feuerungsanlagen zeigten dagegen eine leichte Erhöhung der Staubemissionen, die jedoch keinen Einfluss auf die Gesamtminde rung hat.

Beim **Kohlendioxid** zeigt sich in diesen drei Jahren eine Erhöhung der Emissionen um fast 8 %. Dieser Anstieg wird durch die Quellengruppe Industrie und Gewerbe ausgelöst, die mit 44 % den höchsten Anteil an den Kohlendioxid-Emissionen des Jahres 1998 innehat. Die Veränderung in den industriell bedingten Emissionen wird unter anderem durch die Zunahme der verfeuerten Steinkohlenmenge sowie der verbrannten Erdgasmenge im Bereich Industrie verursacht. Die Nutzung von schwerem und leichtem Heizöl als Energieträger nimmt in diesem Zeitraum demgegenüber jedoch merklich ab. Das Emissionskataster 1998 wertet darüber hinaus noch weitere industrielle Kohlendioxid-Emittenten aus, die in der 1995-Erhebung noch nicht in diesem Maße berücksichtigt wurden. Dazu zählt die Kohlendioxid-Abspaltung aus dem Rohmehl beim Brennvorgang in der Zementindustrie oder auch die CO₂-Freisetzung aus dem Kalkstein beim Brennen mineralischer Stoffe. Diese letztgenannten Bereiche emittieren etwa 2 Mio t Kohlendioxid aus den Einsatzstoffen.

Die Emissionen des Verkehrs erhöhten sich im gleichen Zeitraum um über 2 %. Dieser Trend wird durch die ungebrochene Zunahme der Jahresfahrleistungen des Straßenverkehrs verursacht. Im Bereich Schienen- und Schiffsverkehr gingen die Kohlendioxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 im Mittel um etwa 6 % zurück, während im bodennahen Flugverkehr die Kohlendioxid-Emissionen mehr als verdoppelt wurden. Bei den Kleinfeuerungsanlagen zeigen sich nur sehr geringe Änderungen des Kohlendioxid-Ausstoßes.

Die **Methan**-Emissionen gingen zwischen 1995 und 1998 um etwa 8 % zurück. Dies wurde hauptsächlich

durch die dominierenden Quellengruppen Biogene Quellen und Sonstige nicht gefasste Quellen mit jeweils etwa 8 % Rückgang verursacht. Die Methan-Freisetzungen aus dem Straßenverkehr sowie aus der Quellengruppe Industrie und Gewerbe nahmen jeweils um etwa 19 % ab. Die Kleinfeuerungsanlagen emittierten aufgrund des höheren Erdgaseinsatzes 1998 deutlich mehr Methan als noch 1995. Dieser Zuwachs wird jedoch durch den absolut gesehen nur sehr geringen Anteil dieser Quellengruppe an den Gesamtemissionen von den anderen Quellengruppen überkompensiert.

Zwischen 1995 und 1998 erhöhten sich die **Distickstoffoxid**-Emissionen um etwa 11 %. Die Biogenen Quellen, die Sonstigen nicht gefassten Quellen und der Verkehr erhöhten ihren Distickstoffoxid-Ausstoß im betrachteten Zeitraum jeweils um etwa 11 %. Die Zunahme in den einzelnen Emittentenbereichen der Biogenen Quellen (als Hauptverursacher der Distickstoffoxid-Emissionen im Basisjahr 1998) ist im wesentlichen auf die Berücksichtigung detaillierterer Landnutzungsdaten zurückzuführen. Beim Verkehr wird diese Zunahme durch die vermehrte Durchdringung des Fahrzeugparks mit Fahrzeugen, die über einen geregelten Katalysator verfügen, verursacht. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe zeigt eine deutliche Emissionserhöhung von etwa 35 %, welche vor allem durch die Ausweitung der betrachteten Energieträger und die damit verbundene scheinbare Erhöhung der Distickstoffoxid-Emissionen aus deren Verbrennung bedingt ist. Der Anteil dieser Quellengruppe ist mit etwa 2 % jedoch insgesamt nur gering.

INHALTSVERZEICHNIS

	<i>Zusammenfassung</i>	3
	<i>Inhaltsverzeichnis</i>	9
1	<i>Einleitung</i>	11
2	<i>Gebietsbeschreibung</i>	13
3	<i>Ausgangslage und methodischer Ansatz</i>	21
4	<i>Feuerungsanlagen in Haushalten und bei Kleinver- brauchern - Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen</i>	24
4.1	<i>Ermittlung des Endenergieeinsatzes in Baden- Württemberg 1998</i>	24
4.2	<i>Emissionen der Quellengruppe Kleinfeuerungsan- lagen 1998</i>	27
5	<i>Verkehr</i>	29
5.1	<i>Fahrzeugbestand, Fahrleistungen und Kraftstoffver- brauch 1998</i>	29
5.2	<i>Emissionen der Quellengruppe Verkehr 1998</i>	33
6	<i>Industrie und Gewerbebetriebe</i>	39
7	<i>Biogene Quellen</i>	43
	<i>Emissionen aus Nutztierhaltung und Landwirtschaft</i>	43
	<i>Emissionen aus naturbelassenen Böden</i>	45
	<i>Emissionen aus dem Wildtierbestand</i>	46
	<i>Emissionen aus der Vegetation (Wälder, Ackerland, Grünland)</i>	46
	<i>Emissionen durch menschlichen Stoffwechsel</i>	46
	<i>Emissionen aus Oberflächengewässern und Feuchtgebieten</i>	46
	<i>Gesamtemissionen aller biogenen Quellen in Baden-Württemberg 1998</i>	47
8	<i>Sonstige nicht gefasste Quellen</i>	49
	<i>Emissionen aus Abfalldeponien</i>	49
	<i>Emissionen aus Altablagerungen</i>	50
	<i>Emissionen aus der Abwasserreinigung</i>	50
	<i>Emissionen aus privater/gewerblicher Produkt- anwendung</i>	50

INHALTSVERZEICHNIS

	<i>Emissionen aus der Gasverteilung</i>	51
	<i>Emissionen aus der Grundwasserförderung</i>	51
	<i>Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge</i>	52
	<i>Gesamtemissionen aller sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 1998</i>	53
9	<i>Stoffbezogene Emissionen und deren Entwicklung 1995 - 1998</i>	55
9.1	<i>Veränderungen zwischen den Erhebungsjahren</i>	55
9.2	<i>Stand und Entwicklung der Emissionen 1995 bis 1998</i>	59
	<i>Schwefeldioxid</i>	59
	<i>Kohlenmonoxid</i>	61
	<i>Stickstoffoxide</i>	63
	<i>Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe NMVOC</i>	65
	<i>Gesamtstaub</i>	69
	<i>PM10-Feinstaubanteil im Gesamtstaub</i>	71
	<i>Kohlendioxid</i>	73
	<i>Methan</i>	77
	<i>Distickstoffoxid</i>	79
	<i>Ammoniak</i>	81
	<i>Benzol</i>	83
10	<i>Emissionen in den Stadt- und Landkreisen Baden- Württembergs 1998</i>	85
11	<i>Rasterbezogene Emissionen</i>	101
12	<i>Literaturverzeichnis</i>	115
13	<i>Tabellenverzeichnis</i>	121
14	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	123
15	<i>Kartenverzeichnis</i>	125

1 EINLEITUNG

Die Luftreinhaltepolitik des Landes Baden-Württemberg hat zum Ziel, auf der Grundlage der festgestellten Emissionsverhältnisse die Ursachen von Luftverunreinigungen festzustellen, diese zu bewerten und darauf aufbauend Maßnahmen zur Beseitigung nicht tolerierbarer Luftschadstoff-Belastungen zu erarbeiten.

Landesweite Emissionsbilanzen sind Voraussetzung für die Entwicklung sachgerechter Maßnahmenpläne zur Reduzierung regional bzw. weiträumig auftretender Immissionsbelastungen, wie sie beispielsweise beim Ozon gemessen werden. Für die Maßnahmenplanung nach Artikel 8 der Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie 96/62/EG sind sie notwendige Voraussetzung [EG, 96]. Außer für emittentenbezogene Ursachenanalysen können solche landesweiten Emissionskataster, die alle relevanten Quellengruppen sowie alle wichtigen Schadstoffe und Schadstoffgruppen beinhalten, auch eingesetzt werden, um über geeignete Ausbreitungsrechnungen die Aussagen über die Immissionsverteilung zwischen einzelnen Messstationen unter Berücksichtigung der Emittentenstruktur zu interpolieren.

Auch ist beabsichtigt eher kleinräumige Belastungssituationen durch diesen Ansatz quellenspezifisch zu identifizieren, um so risikoproportionale Minderungsstrategien für diese Betrachtungsebenen zu erarbeiten [UM, 95].

Diese Vorgehensweise stellt diesbezüglich eine Ergänzung zu den Untersuchungen der Luftschadstoff-Emissionen für die Verdichtungsräume des Landes Baden-Württemberg in den zurückliegenden Jahren dar.

Das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg beauftragte die UMEG, ein den Anforderungen

der nationalen und europäischen Luftreinhalte genügendes landesweites Emissionskataster für das Basisjahr 1998 zu erstellen. Dieser Bericht stellt gleichzeitig eine Fortschreibung des Emissionskatasters Baden-Württemberg 1995 dar [BW, 95], das im Dezember 1998 erschien. Wie auch bereits im Bericht zum landesweiten Emissionskataster 1995 wurde die Schadstoffpalette für einzelne Komponenten durch Einbeziehung von Daten der Landesanstalt für Umweltschutz [LfU,00] erweitert und damit die Vergleichbarkeit für diese Luftschadstoffe zu den Daten für das Basisjahr 1995 gewahrt.

Die Untersuchungen umfassen die Quellengruppen Kleinf Feuerungsanlagen (Feuerungsanlagen nach 1. BImSchV), Verkehr (Straßen-, Schiff-, Schienen und Flugverkehr), Industrie und Gewerbe (erklärungs pflichtige Anlagen gemäß 11. BImSchV und sonstige emissionsrelevante Gewerbebetriebe), Biogene Quellen (Landwirtschaft, Nutztierhaltung, Vegetation) und Sonstige nicht gefasste Quellen (Abfallwirtschaft, privater Verbrauch lösemittelhaltiger Produkte, Verluste aus der Gasverteilung).

Die räumliche Auflösung der Emissionen umfasst je nach Datenlage in den einzelnen Quellengruppen Punkt-, Linien- oder Flächenquellen. In einigen Fällen erlauben die Eingangsdaten auch nur Aussagen auf Gemeinde-, Kreis- oder Landesebene.

Das Bezugsjahr für diesen Bericht ist - soweit nicht anders zitiert - 1998. In einzelnen Fällen, vornehmlich bei den Biogenen oder auch den Sonstigen nicht gefassten Quellen, sind andere zeitnahe Eingangsdaten in die Berechnungen mit eingeflossen. Die berücksichtigten

Daten für die Schadstoffe Arsen, Cadmium, Benzo-a-pyren und polychlorierten Dibenzo-Dioxine und Dibenzo-Furane, die dem Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz [LfU,00] entnommen sind, beziehen sich auf das Basisjahr 1996.

Die Eingangsdaten und Berechnungsgrundlagen des Emissionskatasters Baden-Württemberg 1998 sind wie in der Vergangenheit auch für jede Quellengruppe fort-schreibbar auf EDV abgelegt. Auf diese Weise ist es möglich, den Datenbestand laufend zu aktualisieren und damit die Emissionen für jedes Basisjahr im Hinblick auf aktuelle Luftreinhalteprobleme wie Fragen nach Ozon-Vorläufersubstanzen, Feinstäuben oder kanzerogenen Stoffen zu kennen bzw. ihrer zeitlichen Entwicklung zu folgen und Aussagen zur Klimapolitik zu machen.

Im vorliegenden Bericht sind neben den Schadstoff-Komponenten Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak, methanfreie flüchtige organische Verbindungen und Stäube auch die Staubinhaltsstoffe Arsen, Cadmium, Benzo-a-pyren und polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und -Furane sowie die klimarelevanten Gase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid aufgenommen worden. Darüber hinaus werden auch quellengruppenbezogene Aussagen zu den PM10-Feinstaubemissionen und zu Benzol gemacht. Für den Straßenverkehr liegen als Summenwerte auch Daten zum Bremsen- und Reifenabrieb und zu den PM10-Anteilen dieser Staubfraktionen sowie zu den diffusen Emissionen aus Scheibenwasch- und Entfrostmitteln als Landeswerte vor.

Dem rein beschreibenden Teil der Ist-Situation für das Basisjahr 1998 schließt sich eine Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Emissionen zwischen 1995 und 1998 an. Hierbei werden auch quellenspezifische Entwicklungen diskutiert und die Veränderungen im Betrachtungszeitraum quantifiziert.

2 GEBIETSBESCHREIBUNG

Baden-Württemberg weist als drittgrößtes der deutschen Flächenländer nach Bayern und Niedersachsen eine Gesamtfläche von 35 752 km² sowie eine räumliche Ausdehnung von etwa 240 km in Nord-Süd-Richtung und ca. 200 km in Ost-West-Richtung auf.

Im Westen bildet der Rhein die gemeinsame Grenze Deutschlands mit Frankreich, im Süden grenzt Baden-Württemberg über den Bodensee und den Hochrhein an die Schweiz. Innerdeutsche Nachbarn sind im Norden und Nord-Westen die Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz, im Osten wird Baden-Württemberg vom Freistaat Bayern begrenzt. In der Karte 2-1 ist Baden-Württemberg als Untersuchungsgebiet mit den Grenzen zu seinen nächsten Nachbarn dargestellt.

Baden-Württemberg zählt durch seine Lage im Südwesten Deutschlands insbesondere durch das sehr milde Klima in der oberrheinischen Tiefebene zu den wärmsten Gebieten Deutschlands. Im Schwarzwald, auf der schwäbischen Alb und im Allgäu (Oberschwaben) herrscht, bedingt durch die Höhenlage, ein deutlich rauheres Klima. Auch der mittlere Neckarraum mit Stuttgart sowie der Kraichgau erfreuen sich einer erhöhten Wärmegunst, während Bauland und Hohenlohe im Nordosten Baden-Württembergs ein eher gemäßigtes Klima zeigen.

Die Landwirtschaftsflächen nehmen mit etwa 47 % den größten Anteil an der Gesamtfläche Baden-Württembergs ein. Im Vergleich zu den Verhältnissen im Bundesgebiet mit einem Anteil der Landwirtschaftsfläche von fast 55 % ist diese Nutzungsart in Baden-Württemberg jedoch deutlich geringer. Die Waldflächen haben einen Anteil von 38 % an der Landesfläche; der ent-

sprechende Anteil im Bundesdurchschnitt beträgt hingegen nur etwa 29 %. In Baden-Württemberg sind derzeit etwa 37 % der Waldfläche mit Fichten bepflanzt und 23 % von Buchen. Kiefern und Tannen wachsen auf jeweils etwa 8 % und Eichen auf 7 % der gesamten Waldfläche [UVM, 00]. Die Verkehrs- und Gebäudeflächen machen in Baden-Württemberg zusammen nur etwa 13 % der Landesfläche aus [StaLA, 97b], im Bundesgebiet liegt dieser Wert mit 11 % etwa im gleichen Rahmen.

In Abbildung 2-1 ist die Flächennutzung in Baden-Württemberg 1998 dargestellt.

Das Bezugsjahr 1998 war - global gesehen - eines der wärmsten Jahre seit Beginn regelmäßiger globaler Messungen; der Juli war z.B. der wärmste Juli seit es Temperaturmessungen gibt [DWD, 98]. In Deutschland und auch in Baden-Württemberg fiel der Juli jedoch deutlich kühler aus als in den Vorjahren. Das gesamte Jahr 1998 war in Baden-Württemberg zwar im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten zu warm und in den meisten Landesteilen zu trocken, jedoch war die Sonnenscheindauer demgegenüber eher unterdurchschnittlich [UMEG, 99].

Im Jahr 1998 waren in Baden-Württemberg etwa 10,4 Millionen Einwohner gemeldet, das entspricht einem Anteil von 12,7 % an der Bevölkerungszahl Deutschlands. Statistisch gesehen leben in Baden-Württemberg auf einem Quadratkilometer 292 Einwohner, im Bundesgebiet etwa 230, in der Europäischen Union nur etwa 130 Einwohner/km² [StaBA, 00]. Die Bevölkerungszahl in Baden-Württemberg wuchs zwischen 1995 und 1998



Karte 2-1: Untersuchungsgebiet Baden-Württemberg

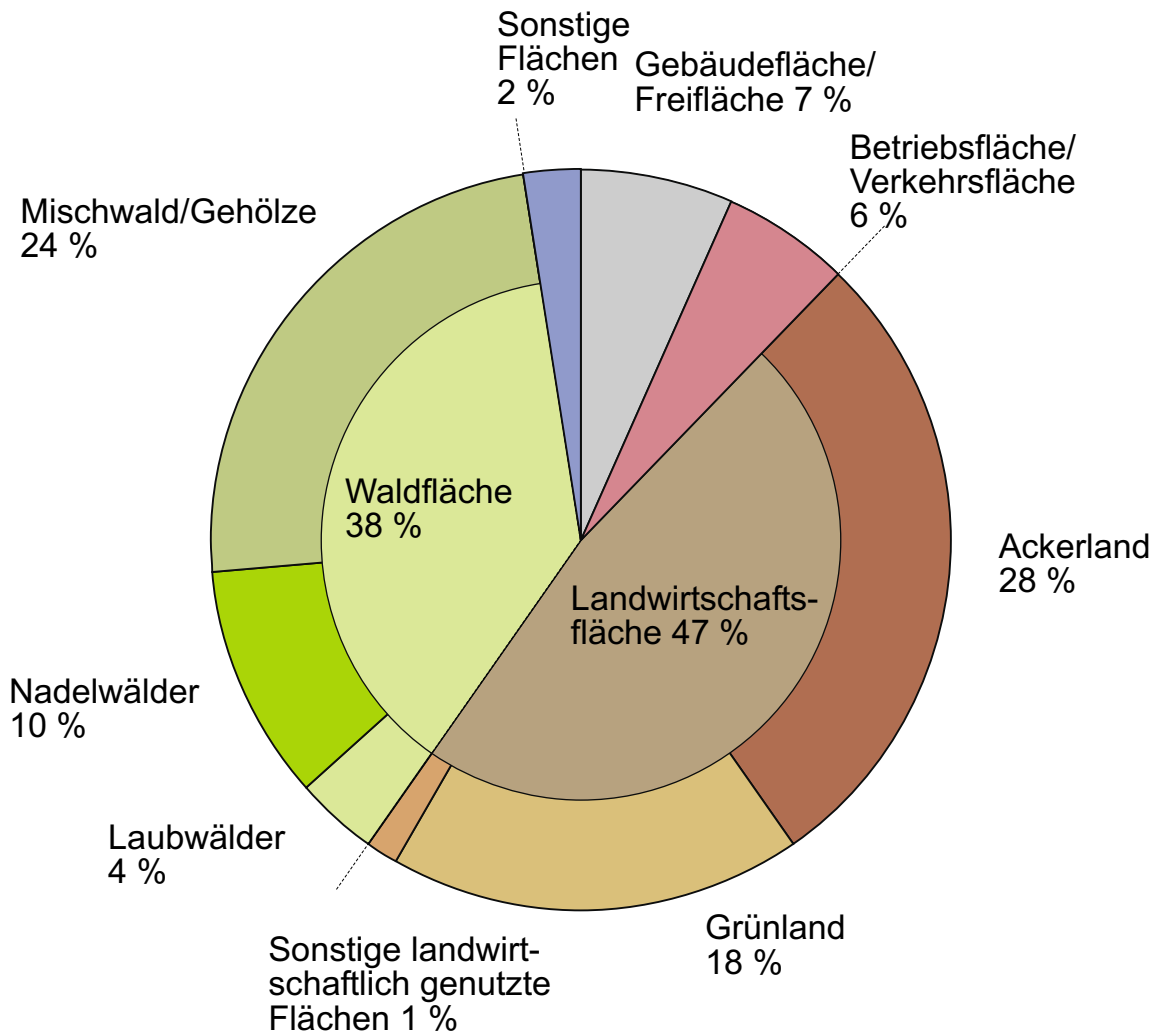


Abbildung 2-1: Flächennutzung in Baden-Württemberg 31.12.1997 [StaLA, 97b]

um etwa 1 %, während sie in Deutschland im gleichen Zeitraum nur um 0,3 % zunahm.

In Baden-Württemberg wie auch im Bundesdurchschnitt dominiert das weibliche Geschlecht: Den knapp 5,1 Millionen männlichen Einwohnern stehen 5,3 Millionen Frauen gegenüber. Noch überwiegt in Baden-Württemberg die Zahl junger Menschen unter 15 Jahren. Sie kommen auf einen Anteil an der Gesamtbevöl-

kerung von 16,1 Prozent. Ihnen folgt die (wachsende) Gruppe der über 65jährigen mit 15,7 Prozent.

Politisch gliedert sich Baden-Württemberg in die vier Regierungsbezirke Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg und Tübingen, die insgesamt 9 Stadtkreise und 35 Landkreise umfassen. Es gibt insgesamt 1111 Gemeinden, darunter 81 Große Kreisstädte. Die Landeshauptstadt Stuttgart ist mit 582 000 Einwohnern (Stadtkreis Stuttgart) und

einer Fläche von 207 km² die größte Stadt Baden-Württembergs. Bezieht man noch das nähere Umfeld der Landeshauptstadt mit ein, leben in diesem Verdichtungsraum etwa 1,6 Millionen Menschen. Weitere Großstädte sind Mannheim mit 309 000 Einwohnern und Karlsruhe mit 277 000 Einwohnern.

Zwar nimmt Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands eine Randlage im Südwesten ein, jedoch liegt es im gesamt europäischen Rahmen eher zentral in nächster Nachbarschaft zu den wichtigsten Wirtschaftszentren in Norditalien, Frankreich und auch zur Schweiz.

Baden-Württemberg besitzt eine relativ ausgewogene Wirtschaftsstruktur. Herausragende industrielle Schwerpunkte sind dabei die Großräume Stuttgart, Mannheim und Karlsruhe. Die bedeutendsten Industriezweige, bezogen auf die Beschäftigten, sind der Maschinenbau (hier vor allem die Fertigung von Metallbearbeitungsmaschinen), die Elektrotechnik und der Fahrzeugbau. Obwohl Baden-Württemberg nach wie vor ein wichtiges Industrieland in Deutschland ist, hat auch hier der Dienstleistungssektor das produzierende Gewerbe sowohl in der Wirtschaftsleistung als auch bei der Zahl der Arbeitsplätze überholt. Von den 4,9 Millionen Erwerbstätigen in Baden-Württemberg arbeiten bereits 2,9 Millionen im Dienstleistungsbereich (Zahlen für 1999) [LBW, 00].

Der Bestand an Wohngebäuden beläuft sich zum 31.12.1998 auf etwa 2,1 Millionen Wohngebäudeeinheiten mit insgesamt etwa 4,6 Millionen Wohnungen. Dabei überwiegen Mehrzimmerwohnungen; Wohnungen mit mehr als vier Zimmern machen etwa 74 % des

Wohnungsbestandes aus.

Die Gasversorgung der Haushalte sowie der Industrie- und Gewerbebetriebe erfolgte 1998 in Baden-Württemberg durch 111 Gasversorgungsunternehmen. Diese betreiben ein Versorgungsrohrnetz von insgesamt 29 300 km Länge, davon im Niederdruckbereich (bis 100 mbar) in den Ortsnetzen etwa 15 000 km. Die Anzahl der gasversorgten Haushalte (Wohnungen) betrug insgesamt rund 1,2 Millionen Einheiten, der durchschnittliche Jahresverbrauch dieser Wohnungen belief sich auf etwa 22 GWh/a [BGW, 98].

Das Grundnetz der Autobahnen entspricht in seinem räumlichen Aufbau und in seiner Verkehrsbedeutung weitgehend dem Netz der Eisenbahn. Seitdem das System 4-spüriger und 6-spüriger Straßen intensiv ausgebaut worden ist, hat der Straßenverkehr den standortprägenden Einfluss im Güter- und Personentransport übernommen. Im Güterverkehr von nichtteilbedürftigen Massengütern verläuft die wichtigste Wasserstraße zwischen Rotterdam und Stuttgart über Rhein und Neckar. Auch der Güterverkehr nach Straßburg im Elsass und nach Basel in der Schweiz verläuft über den Rhein.

1023 Kilometer Bundesautobahnen, 4972 km Bundesstraßen, 10 030 km Landesstraßen und 12 076 km Kreisstraßen erschließen Baden-Württemberg [StaLa, 98b]. Wichtige Ost-West-Verbindungen sind die Autobahnen A8 und A6. Nord-Süd-Trassen mit hohem Verkehrsaufkommen sind die A5 im Rheingraben und die A81 Stuttgart-Heilbronn sowie die A7 im äußersten Osten des Landes.

Insgesamt waren zum 1.7.1998 im Land Baden-Württemberg etwa 6,7 Mio Kraftfahrzeuge gemeldet, davon entfielen etwa 83 % auf die Fahrzeuggruppe Personenkraftwagen (PKW und Kombis). Bei den PKW und Kombis haben Fahrzeuge mit Otto-Motoren einen Anteil von ca. 85 %. Bei den PKW mit Ottomotoren besitzen inzwischen über 73 % einen geregelten Katalysator. Von den 15 % Diesel-PKW im statischen Fahrzeugkollektiv verfügen etwa 87 % über eine schadstoffmindernde Technik.

Bei den leichten Nutzfahrzeugen (LNFZ, zul. Gesamtgewicht < 3,5 t) werden etwa 66 % von Dieselmotoren angetrieben, schwere Nutzfahrzeuge über 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht verfügen praktisch nur noch über Dieselmotoren.

Der mittlere Motorisierungsgrad beträgt 531 PKW pro 1000 Einwohner und liegt damit etwa 5 % über dem Bundesdurchschnitt. Regional betrachtet ergeben sich jedoch größere Unterschiede. Während in den Stadtkreisen Baden-Württembergs der mittlere Motorisierungsgrad zwischen 415 PKW/1000 Einwohnern im Stadtkreis Freiburg und 490 PKW/1000 Einwohnern für den Stadtkreis Karlsruhe liegt, verfügen in den Landkreisen Baden-Württembergs deutlich mehr Einwohner über einen PKW. In den letztgenannten eher ländlich geprägten Gebieten steigt der mittlere Motorisierungsgrad auf bis zu 616 PKW/1000 Einwohnern im Landkreis Hohenlohekreis.

Die Tabelle 2-1 zeigt noch einmal die wichtigsten kennzeichnenden Eckdaten für die Stadt- und Landkreise im Land Baden-Württemberg im Bezugsjahr 1998 auf.

Das befahrbare Wasserstraßennetz in Baden-Württem-

berg hat insgesamt eine Länge von 576 km. Die Schifffahrt auf dem Rhein wird zum Teil auch über den Rhein-Seitenkanal abgewickelt, der sich auf französischem Boden befindet, die Emissionen auf diesen Streckenabschnitten wurden jedoch in diesem Bericht ebenfalls berücksichtigt.

Neben dem Rhein mit insgesamt 374 km und dem Neckar mit 202 km schiffbare Länge findet auch auf dem Bodensee gewerblicher Binnenschiffverkehr, hier jedoch vorwiegend Personenverkehr, statt. Obwohl nur ein Teil des Bodensees zum Landesgebiet von Baden-Württemberg gehört, wurde für die Emissionsermittlung die gesamte Bodenseeschifffahrt berücksichtigt. Die Donau kann auf dem Gebiet von Baden-Württemberg vom gewerblichen Schiffverkehr nicht genutzt werden.

Zur Ermittlung der Emissionen des Schienenverkehrs sind nur die mit Dieselmotoren oder Kohle betriebenen Lokomotiven bzw. die von diesen Zügen befahrenen Streckenabschnitte relevant. Die Emissionen, die durch den Zugbetrieb auf elektrifizierten Trassen mittels E-Loks entstehen, sind dabei den jeweiligen Kraftwerken zugeordnet und werden nicht in dieser Quellengruppe geführt.

Insgesamt weist das Schienennetz in Baden-Württemberg eine Länge von etwa 3900 km auf. Die Streckenlänge der Schienen, auf denen diesel- und kohlebetriebene Triebwagen verkehren, beträgt in Baden-Württemberg etwa 2131 km. Hinzu kommen Fahrten aus dem dieselbetriebenen Rangier- und Verladebetrieb, der auf insgesamt 47 Bahnhöfen in Baden-Württemberg stattfindet.

Tabelle 2-1: Statistische Größen der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg 1998

		Bodenfl. insges. in ha	Einwohner	Wohn- gebäude	Wohn- ungen gesamt	KFZ	PKW	Motori- sierungs- grad PKW je 1000 EW	Versicher- pflichtig Beschäftigte je 1000 EW
Skr	Stuttgart	20734	581961	69835	286310	321011	282768	486	579
Lkr	Böblingen	61783	359205	69292	155804	235948	204348	569	400
Lkr	Esslingen	64146	494686	99634	224017	328655	279592	565	354
Lkr	Göppingen	64231	255207	54814	110623	164865	137637	539	311
Lkr	Ludwigsburg	68735	491690	96320	219952	315691	269116	547	327
Lkr	Rems-Murr-Kreis	85818	404378	81166	179785	261940	218780	541	308
Skr	Heilbronn	9987	120012	20243	55090	73191	63197	527	505
Lkr	Heilbronn	109956	313874	76780	131538	219846	180583	575	285
Lkr	Hohenlohekreis	77671	106130	25125	42958	83378	65403	616	376
Lkr	Schwäbisch Hall	148412	183960	43234	75490	130378	99275	540	325
Lkr	Main-Tauber-Kreis	130457	137008	33374	56758	97826	75491	551	319
Lkr	Heidenheim	62723	137272	32474	59245	86992	71896	524	352
Lkr	Ostalbkreis	151150	312788	70963	129968	206782	166879	534	315
Skr	Baden-Baden	14018	52546	10179	29265	35166	30285	576	491
Skr	Karlsruhe	17347	276536	37295	138185	158453	135526	490	510
Lkr	Karlsruhe	108490	413257	97584	173174	269681	227542	551	275
Lkr	Rastatt	73880	222184	47646	95018	150294	126066	567	341
Skr	Heidelberg	10883	139285	18264	66613	67810	59548	428	512
Skr	Mannheim	14497	308903	38329	160733	164527	143802	466	521
Lkr	Neckar-Odenwald-Kreis	112630	148592	37516	60194	97948	79098	532	270
Lkr	Rhein-Neckar-Kreis	106180	519587	114547	231765	334259	288066	554	253
Skr	Pforzheim	9784	117606	16546	56461	61317	54296	462	443
Lkr	Calw	79753	157324	34282	67845	101563	83692	532	254
Lkr	Enzkreis	57388	190053	47518	81219	126427	104913	552	261
Lkr	Freudenstadt	87075	120254	27389	51923	78607	62814	522	327
Skr	Freiburg im Breisgau	15306	200980	23056	94567	98594	83407	415	457
Lkr	Breisgau-Hochschwarzwald	137833	237217	47285	98860	160390	126809	535	257
Lkr	Emmendingen	67992	149043	30226	62814	99117	78312	525	266
Lkr	Ortenaukreis	186072	403671	86331	170749	274103	218900	542	349
Lkr	Rottweil	76943	140058	34736	59654	96201	76901	549	326
Lkr	Schwarzwald -Baar-Kreis	102514	209171	41160	93809	136969	113193	541	356
Lkr	Tuttlingen	73435	131505	32106	55169	85709	70053	533	356
Lkr	Konstanz	81799	263181	47860	121550	160647	132536	504	303
Lkr	Lörrach	80682	215044	41111	95496	132565	109427	509	301
Lkr	Waldshut	113118	164616	33973	71633	111932	89401	543	270
Lkr	Reutlingen	109412	275202	62509	116936	183303	149291	542	336
Lkr	Tübingen	51916	205666	42001	87442	120166	99500	484	280
Lkr	Zollernalbkreis	91772	192690	53077	80000	135724	110738	575	328
Skr	Ulm	11869	115701	17966	53804	65379	55720	482	632
Lkr	Alb-Donau-Kreis	135733	183304	45685	72348	126716	98922	540	245
Lkr	Biberach	140984	180271	45753	73540	126840	97367	540	313
Lkr	Bodenseekreis	66471	196377	39781	90292	134101	107334	547	332
Lkr	Ravensburg	163179	265765	55720	108569	180638	139752	526	332
Lkr	Sigmaringen	120428	132280	31940	54042	92055	71287	539	299
Land Baden-Württemberg		3575188	10426040	2112625	4601207	6693704	5539463	531	352

Skr: Stadtkreis; Lkr: Landkreis; Einwohner: Stand 31.12.1998, Kraftfahrzeuge: Stand 1.7.1998

In Baden-Württemberg gibt es neben dem Flughafen Stuttgart noch drei Regionalflughäfen (Baden-Airport in Baden-Baden, Lahr, Friedrichshafen) und 112 Flug- und Segelflugplätze sowie 18 Hubschrauberlandeplätze. Der bedeutendste Flughafen ist der internationale Flughafen Stuttgart mit rund 7,7 Millionen Fluggästen und über 75 000 Tonnen Luftfracht pro Jahr. Etwa 7000 Menschen sind hier beschäftigt. Mit rund 140 000 Flugbewegungen pro Jahr trägt er zu etwa 14 % der landesweiten Starts und Landungen bei. Die Regionalflughäfen Baden-Airport, Lahr und Friedrichshafen haben zusammen einen Anteil von etwa 8 %, der Rest der Starts und Landungen erfolgt auf den sonstigen Flug- und Landeplätzen.

Der überwiegende Anteil der Flugbewegungen in Baden-Württemberg wurde mit ein- und zweimotorigen Propellermaschinen durchgeführt (ca. 59 %). Der Anteil der Jet-Starts lag 1998 mit etwa 53 400 bei ca. 10 % aller Starts, wobei der Flughafen Stuttgart mit 85 %, die Regionalflughäfen mit 13 % und die sonstigen Flug- und Landeplätze mit etwa 2 % beteiligt waren.

In Baden-Württemberg gab es im Jahr 1996 etwa 2500 Betriebe, die nach der 4.BImSchV eine Emissionserklärung abzugeben hatten. Darüber hinaus sind landesweit etwa 25 000 Betriebe gemeldet, die infolge ihrer Luftschadstoffemissionen relevant sind. Das sind in der Regel kleingewerbliche Betriebe, die lösemittelhaltige Stoffe zur Reinigung, Entfettung oder Lackierung verwenden, wie z.B. Tankstellen, Lackierereien, Druckereien oder metallverarbeitende Betriebe, oder die in größerem Umfang Stäube freisetzen wie etwa in den

Holzbearbeitungsbetrieben oder auch in der Metallverarbeitung.

Das Abfall- und Wertstoffaufkommen, bestehend aus Haus- und Sperrmüll, Wertstoffen, Grün- und Bioabfällen sowie Industrie- und Gewerbemüll betrug 1997 in Baden-Württemberg etwa 5,4 Millionen t. Dies entspricht einem Pro-Kopf-Aufkommen von insgesamt etwa 522 kg/a, wovon etwa 148 kg Wertstoffe pro Einwohner einer nachfolgenden Wiederverwertung zugeführt werden konnten. Bei den Wertstoffen waren vor allem Papier und Pappe mit einem Pro-Kopf-Aufkommen von 74 kg/a und Glas mit einem Aufkommen von 31 kg pro Einwohner und Jahr zu nennen.

Im Jahr 1996 waren in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1206 öffentliche Kläranlagen in Betrieb, in denen 1609 Mio. m³ Abwasser behandelt wurde. Das entspricht einem Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentlichen Kläranlagen von über 97 %. Darüber hinaus gab es im Jahr 1995 etwa 691 Betriebe mit eigenen Abwasserbehandlungsanlagen, in denen zusammen rund 143 Mio. m³ Abwasser behandelt wurde [StaLA, 98a].

Die Zahl der landwirtschaftlichen Höfe in Baden-Württemberg betrug im Jahr 1999 etwa 63 000 Betriebe; dies bedeutet im Vergleich zu 1991 einen Rückgang um etwa ein Viertel. Die Landwirtschaftsfläche (LF) blieb demgegenüber in dieser Zeitspanne in etwa konstant, die mittlere Hofgröße erhöhte sich von 17,2 ha LF/Betrieb im Jahr 1991 auf den heutigen Wert von etwa 23,1 ha LF/Betrieb.

Im Jahr 1999 wurden in Baden-Württemberg rund 8,6 Mio. Nutztiere gehalten. Den größten Anteil mit etwa 54 % hatte dabei das Geflügel (Hühner, Gänse, Enten, Truthühner), gefolgt von Schweinen mit 27 % und Rindern mit 15 %. Die Zahl der Schafe und Pferde ergab nur einen Anteil von etwa 4 % an der Gesamtzahl der Nutztiere [StaLA, 00].

3 AUSGANGSLAGE UND METHODISCHER ANSATZ

Im Rahmen des Emissionskatasters Baden-Württemberg 1998 wurden die Emissionen für alle wesentlichen Quellen natürlichen und anthropogenen Ursprungs erfasst. Getrennt nach einzelnen Quellengruppen wurden die Jahresemissionen der relevanten Stoffe bzw. Stoffgruppen räumlich differenziert untersucht.

Das Emissionskataster basiert im wesentlichen auf dem Betrachtungszeitraum 1997/1998 und berücksichtigt die folgenden Quellengruppen:

- Verkehr (Straßenverkehr, Schienen-, Schiff- und Flugverkehr),
- Feuerungsanlagen in Haushalten und in Gewerbebetrieben - Kleifeuerungsanlagen,
- Industrie und Gewerbe (Bereich Industrie: erklärungsspflichtige Anlagen gemäß 11. BImSchV, Bereich Gewerbe: Nicht erklärungsspflichtige Anlagen gemäß 11. BImSchV),
- Biogene Quellen (Landwirtschaft, Nutztierhaltung, Böden, Vegetation, Gewässer),
- Sonstige nicht gefasste Quellen (Abfallwirtschaft, Abwasserreinigung, Produktanwendung, Gasverteilung, Geräte und Maschinen).

Quellen sind dabei definiert als Teile der Quellengruppen mit einheitlichem Emissionsverhalten und damit in der Regel auch einheitlicher Erfassungsweise.

Im vorliegenden Bericht werden quellenbezogen die Schadstoff-Emissionen folgender Komponenten ausgewiesen:

- Schwefeloxide als Schwefeldioxid (SO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Stickstoffoxide (NO_x) mit den Komponenten NO und NO_2 (berechnet als NO_2),

- Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (non-methane volatile organic compounds NMVOC),
- Methan (CH_4),
- Benzol,
- Gesamtstaub,
- Ammoniak (NH_3),
- Distickstoffoxid (Lachgas, N_2O),
- Kohlendioxid (CO_2).

Daneben sind, abhängig von den Quellengruppen, weitere Schadstoff-Komponenten wie Staubinhaltsstoffe (PM10-Feinstaub-Anteil, Schwermetalle, kanzerogene Stoffe), Dieselruß, fluor- und chlorhaltige Verbindungen sowie auch polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und -Dibenzofurane (PCDD, PCDF) und polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) erfasst worden.

In dieser Datenbasis sind neben den diskreten Quellen (z.B. Kamine, Straßenzüge) auch die diffusen Quellen enthalten. Die Staubemissionen berücksichtigen dabei weder Resuspensionen (Aufwirbelungen) noch Sekundäremissionen. Letztere werden zunächst als Gase emittiert und erst in der Atmosphäre zu staubförmigen Partikeln (Sekundäraerosole) umgewandelt. Die wichtigsten Vorläufersubstanzen für die Sekundäraerosole, insbesondere SO_2/SO_3 , NO_x und $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, werden jedoch ausgewiesen.

Die PM10-Feinstaubanteile, das sind Staubpartikel mit einem mittleren aerodynamischen Durchmesser von weniger als $10 \mu\text{m}$, sind aus den jeweiligen Gesamtstaubemissionen anteilmäßig herausgerechnet worden.

Zu den in Baden-Württemberg eingesetzten erneuerbaren (regenerativen) Energieträgern zählen in der Reihenfolge ihres Anteils am landesweiten Primärenergieverbrauch die Wasserkraft, die energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (Holz, Stroh, Energiepflanzen etc.), die Verbrennung von Bio-, Klär- und Deponiegasen sowie Windenergie und Photovoltaik-Anlagen.

Das Emissionskataster Baden-Württemberg 1998 berücksichtigt bei den erneuerbaren Energieträgern die Emissionen aus der Verbrennung von Holz in Kleinf Feuerungsanlagen und die Emissionen aus industriellen Prozessfeuerungen (Bio-, Klär- und Deponiegasfeuerungen). Darüber hinaus werden auch die Luftschadstoff-Emissionen aus der Müll- und Klärschlammverbrennung ausgewiesen.

Die Emissionen der einzelnen Quellengruppen sind für jede der 1111 Städte und Gemeinden des Landes differenziert worden. Zusätzlich wurden die Emissionen für eine Rasterdarstellung im Gauß-Krüger-Netz aufgelöst. Die Straßenverkehrsemissionen wurden darüber hinaus für jeden Linienquellenabschnitt des klassifizierten Straßennetzes ausgewiesen.

Methodische Grundlage dieses Berichtes sind die Untersuchungen für die einzelnen Quellengruppen im landesweiten Emissionskataster Baden-Württemberg 1995 [BW, 95]. Die dort erhobenen Daten wurden entsprechend modifiziert und durch prognostische Untersuchungen im Rahmen der Erhebungen der bisher erstellten kleinräumigen Emissionskataster

- Freiburg [FR, 90]
 - Kehl/Offenburg [KO, 90]
 - Pforzheim/Mühlacker [PM, 90]
 - Heidelberg/Mannheim [MH, 92]
 - Heilbronn/Neckarsulm [HN, 92]
 - Reutlingen/Tübingen [RT, 92]
 - Hochrhein (Lörrach/Rheinfelden) [HR, 94]
 - Karlsruhe/Rastatt [KR, 94]
 - Ulm [UL, 94]
 - Stuttgart [GRS, 96]
- ergänzt.

Für die kleinräumigen Untersuchungsgebiete

- Friedrichshafen/Ravensburg [FNRV, 98]
- Freiburg [FR, 98]

wurden für das Bezugsjahr 1998 aktuelle Luftschadstoff-Emissionskataster erstellt und diese höher aufgelösten Daten in das landesweite Emissionskataster Baden-Württemberg 1998 integriert.

Die Datengrundlage zur Erfassung der Emissionen aus industriellen Quellen war zum Einen die einzelbetriebliche Angabe der Betreiber emissionserklärungspflichtiger Anlagen für das Berichtsjahr 1996. Diese Daten umfassen landesweit 2518 Betriebe mit insgesamt 3226 Anlagen [UM, 99]. Darüber hinaus flossen Daten für das Jahr 1998 aus einem von der EU im Rahmen von INTERREG-II geförderten Projekt in die Erhebungen mit ein. Dies betrifft die erklärungsspflichtigen Betriebe im Oberrheingraben bzw. Betriebe, die in den an den Rhein angrenzenden Stadt- und Landkreisen ihren Werkssitz haben [IR2, 00].

Für die Untersuchungsgebiete Freiburg 1998 [FR, 98] und Friedrichshafen-Ravensburg 1998 [FNRV, 98] wurden detaillierte Zahlen aus den Betrieben erfragt und in die landesweite Erhebung integriert. Für die restlichen Gebiete Baden-Württembergs wurden größere Betriebe in Zusammenarbeit mit den Betreibern aktualisiert, in Einzelfällen wurden auch Abschätzungen der Emissionen anhand allgemeingültiger Tendenzen durchgeführt. Im kleingewerblichen Bereich wurden die Emissionen aus etwa 25 000 Betrieben in Baden-Württemberg ermittelt. Auch hier erfolgte ein Abgleich zu den einzelbetrieblich erhobenen Daten in den aktuellen Untersuchungsgebieten Freiburg und Friedrichshafen-Ravensburg.

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden bereits in einem eigenen Bericht veröffentlicht und die Daten direkt aus diesen Erhebungen in das vorliegende Kataster mit einbezogen [UMEG, 00]. Die Daten zu den sonstigen Verkehrsträgern (Schienenverkehr, Schifffahrt und bodennaher Flugverkehr) wurden dem Bericht "Ermittlung der Emissionen von verkehrsbezogenen Kategorien des Offroad-Bereiches in Baden-Württemberg auf der Grundlage der Methodik für das Untersuchungsgebiet Oberrhein (INTERREG-II)" entnommen [AVISO, 00].

In den folgenden Kapiteln erfolgt zunächst die Darstellung der Luftschadstoff-Emissionen in Baden-Württemberg für jede Quellengruppe getrennt mit dem Bezugsjahr 1998. Abweichend zum landesweiten Emissionskataster 1995 werden in diesem Bericht für jede Quellengruppe getrennt die Datengrundlagen diskutiert und di-

rekt im Anschluss die Emissionen dieser Quellengruppe im selben Kapitel dargestellt und erörtert.

Für ausgesuchte Luftschadstoff-Komponenten werden dann quellengruppenbezogen die Emissionen dargestellt und gleichzeitig die Entwicklungen der Emissionen zwischen 1995 und 1998 stoffbezogen diskutiert.

Die regionalen Unterschiede in den Emissionscharakteristika im Bezugsjahr 1998 werden zunächst für die Stadt- und Landkreise durch entsprechende Emissionskarten veranschaulicht. Danach erfolgt eine summarische Darstellung der Emissionsdichte im 10 km x 10 km Gauß-Krüger-Rasternetz und im Anschluss für drei besonders durch den Straßenverkehr beeinflusste Schadstoffe die Ausweisung der Belastungen auf den klassifizierten Straßen des Landes.

4 FEUERUNGSANLAGEN IN HAUSHALTEN UND BEI KLEINVERBRAUCHERN - QUELLENGRUPPE KLEINFEUERUNGSANLAGEN

Zur Erhebung der Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen wurden die Emissionen aus der Gebäudeheizung einschließlich der Warmwasserbereitung sowie die Emissionen aus der Erzeugung von Prozesswärme im gewerblichen Bereich erfasst, soweit die entsprechenden Feuerungsanlagen keine immissionsschutzrechtliche Genehmigung entsprechend der 4. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz benötigt haben. Im letzteren Falle werden die Emissionen der betroffenen Feuerungen (in der Regel Großfeuerungen) in der Quellengruppe Industrie ausgewiesen.

Das Teilkataster Kleinfeuerungsanlagen umfasst das gesamte Gebiet des Landes Baden-Württemberg im Bezugsjahr 1998.

4.1 Ermittlung des Endenergieeinsatzes in Baden-Württemberg 1998

Die Berechnungen des Endenergieeinsatzes nach Verbrauchssektoren beruht auf umfangreichen Daten- und Informationsquellen aus den Bereichen der amtlichen Statistik, der Statistik von Verbänden und den im Rahmen dieses Vorhabens durchgeführten Erhebungen bei den Städten und Gemeinden sowie den zuständigen Bezirksschornsteinfegermeistern. Darüber hinaus flossen auch Daten über den Endenergieeinsatz aus den Prognosen in den bisher vorliegenden Luftschadstoff-Emissionskatastern (kleinräumige Untersuchungsgebiete in Baden-Württemberg, landesweites Emissionskataster 1995) in die Untersuchungen mit ein.

Die Berechnungen ergaben für das gesamte Land Baden-Württemberg einen Endenergieeinsatz bei der Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen im Jahre 1998 von etwa 105,7 TWh. Dieser Endenergieverbrauch entspricht einem mittleren spezifischen Jahresverbrauch bezogen auf die Einwohner (EW) Baden-Württembergs von etwa 10,3 MWh/(EW*a).

Die Abbildung 4-1 zeigt den Endenergieeinsatz für die Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen in Baden-Württemberg 1998.

Die Struktur des Endenergieeinsatzes bei den Kleinfeuerungsanlagen ist geprägt durch den Energieträger Heizöl, der einen Anteil von etwa 50 % innehat. An zweiter Stelle rangiert der Energieträger Gas mit einem

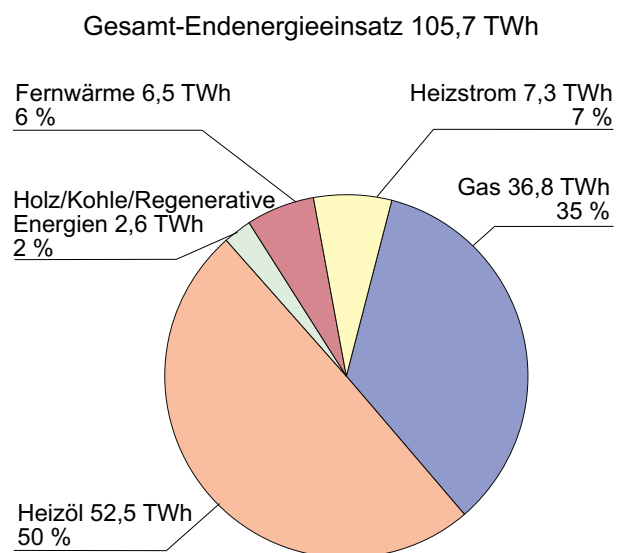


Abbildung 4-1: Endenergieeinsatz in Kleinfeuerungsanlagen nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1998

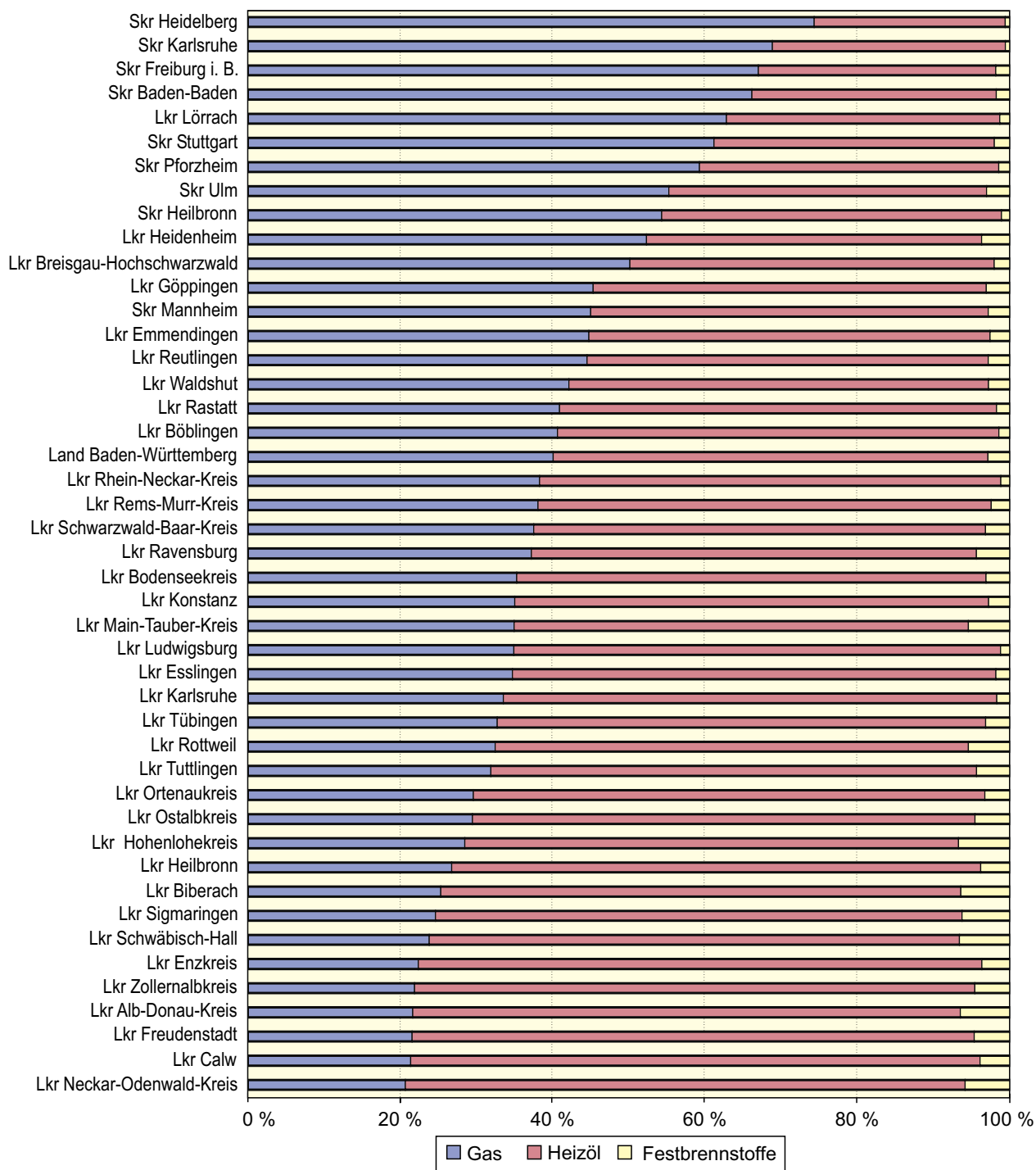


Abbildung 4-2: Anteile der einzelnen Energieträger am Endenergieeinsatz aller emissionsrelevanten Brennstoffe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1998

Tabelle 4-1: Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Gas ¹⁾	Heizöl	Festbrennstoffe	Summe
Endenergieeinsatz in GWh/a	36 759	52 457	2 610	91 826
SO ₂	66	16 052	438	16 556
CO	3 308	5 665	29 409	38 382
NO _x als NO ₂	5 561	9 442	710	15 713
NH ₃	-	-	-	-
NMVOG	159	1 851	3 660	5 670
CO ₂ in kt/a	7 278	13 975	939	22 192
CH ₄	370	38	1 312	1 720
N ₂ O	40	113	4	157
Benzol	0	1	56	57
Gesamtstaub	4	283	1 674	1 961
PM10-Feinstaub	4	255	1 506	1 765
As in kg/a ²⁾	0	136	10	146
Cd in kg/a ²⁾	0	5	6	11
BaP in kg/a ²⁾	0	125	1 019	1 144
PCDD/PCDF in mg i-TE/a ³⁾				1 100

1) Erdgas und Flüssiggas

2) As, Cd und BaP für 1996 aus [LFU, 00]

3) PCDD/PCDF für 1996 aus [LFU, 00], keine detaillierte Differenzierung nach Energieträgern

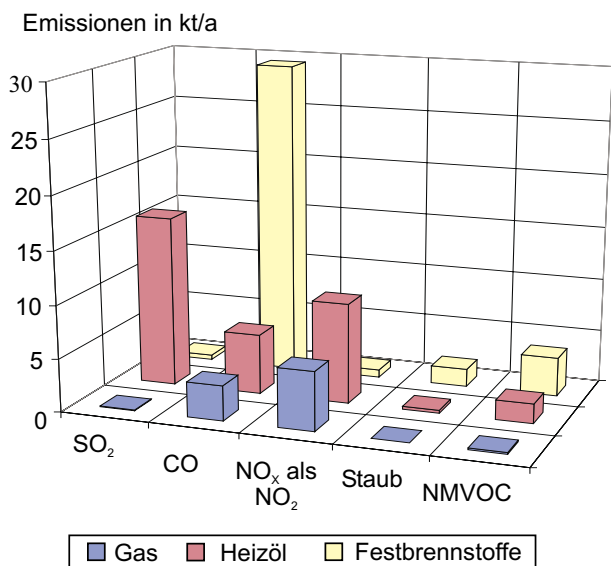


Abbildung 4-3: Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen in Baden-Württemberg 1998

Anteil von etwa 35 %. Fernwärme weist einen Anteil von etwa 6 % und Heizstrom einen Anteil von knapp 7 % am Energieträgermix auf. Holz und Kohle spielen mit Anteilen von 2 % bzw. 1 % am Endenergieeinsatz keine Rolle.

Die Emissionen, die bei der Bereitstellung der leitungsgebundenen Energieträger Heizstrom und Fernwärme entstehen, werden den jeweiligen Kraftwerken zugeordnet und in der Quellengruppe Industrie und Gewerbe, speziell im Bereich Industrie ausgewiesen. Im Folgenden werden deshalb nur die emissionsrelevanten Energieträger

- Gas (Erdgas, Flüssiggas, Biogas, Klärgas und Deponiegas),
- Heizöl (EL),

- Festbrennstoffe (Steinkohle, Braunkohle, Holz, Stroh) betrachtet.

Die Abbildung 4-2 zeigt den Anteil der einzelnen Energieträger am Endenergieeinsatz der emissionsrelevanten Brennstoffe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1998.

Auf regionaler Ebene zeigt der eingesetzte Energieträgermix deutliche Unterschiede. In den Stadtkreisen fungiert das Erdgas als der wichtigste Energieträger mit Anteilen von bis zu 74 % am Endenergieeinsatz der emissionsrelevanten Energieträger (Stadtkreis Heidelberg und Stadtkreis Karlsruhe). In den eher ländlich geprägten Kreisen ohne flächendeckende Erdgasnetze, wie z.B. im Neckar-Odenwald-Kreis, im Landkreis Calw oder im Landkreis Freudenstadt, wird vor allem das Heizöl mit ähnlich hohen Anteilen (über 70 %) als Energieträger der Wahl eingesetzt. Dabei ist in allen Fällen zu berücksichtigen, dass Heizstrom und Fernwärme bei dieser Betrachtung nicht einbezogen sind.

4.2 Emissionen der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen 1998

Die Emissionen, die durch den Einsatz der Brennstoffe Gas, Heizöl, Kohle und Holz in Kleinf Feuerungsanlagen entstehen, wurden aus dem Endenergieeinsatz mittels energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren ermittelt und für die Aggregationsebenen Stadt/Gemeinde und Rasterquadrate abgelegt. Die Emissionen der Energie-

träger Heizstrom und Fernwärme sind dabei grundsätzlich den jeweiligen Kraft- und Heizwerken zugeordnet, soweit die betreffenden Feuerungsanlagen genehmigungsbedürftig waren; diese Emissionen sind bei den genehmigungsbedürftigen Anlagen im Rahmen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe (Kapitel 6) berücksichtigt worden.

In Tabelle 4-1 sind die Emissionen der Kleinf Feuerungsanlagen, aufgeschlüsselt nach den Beiträgen der einzelnen Energieträger, zusammengestellt.

Die Abbildung 4-3 zeigt vergleichend die Emissionen, die durch den Einsatz der unterschiedlichen Energieträger in den Kleinf Feuerungsanlagen von Baden-Württemberg emittiert werden.

Der Schwefelgehalt des Heizöles führt in Verbindung mit dem hohen Anteil dieses Energieträgers dazu, dass 97 % der Schwefeldioxidemissionen der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen diesem Energieträger angelastet werden müssen. Das Heizöl hat darüber hinaus auch bei den Stickstoffoxiden mit 60 %, beim Kohlendioxid mit 63 % und bei den NMVOC (organische Verbindungen ohne Methan) mit fast 33 % einen höheren Anteil. Der zweite wichtige Energieträger in Baden-Württemberg ist das Erdgas mit einem Anteil von etwa 35 % am Endenergieeinsatz. Trotz dieses relativ hohen Wertes tritt dieser Energieträger emissionsseitig nur bei den Stickstoffoxiden mit einem Anteil von 35 % an den Emissionen und beim Kohlendioxid mit etwa 33 % deutlich hervor.

Die Festbrennstoffe zeigen trotz ihres sehr geringen Anteils am Energieträgermix (zusammen nur ca. 2 %) beim Kohlenmonoxid, bei den NMVOC, beim Benzol und beim Benzo(a)pyren durch die oft unvollständige Verbrennung hohe Emissionsanteile. Auch bei den Gesamtstaubemissionen treten die Festbrennstoffe mit zusammen etwa 85 % Anteil in dieser Quellengruppe deutlich hervor.

Um den Einfluss des Energieträgermixes auf den Schadstoffausstoß der Kleinf Feuerungsanlagen deutlich zu machen, lassen sich beispielsweise die Staubemissionen dieser Quellengruppe in den Stadt- und Landkreisen mit dem Anteil der Festbrennstoffe an der Energieträgerverteilung der emissionsrelevanten Brennstoffe in Beziehung setzen.

Während in den Stadt- und Landkreisen mit sehr geringem Festbrennstoffanteil (weniger als 2 % Anteil am Endenergieverbrauch bezüglich aller emissionsrelevanten Energieträger) die spezifischen Staubemissionen mit 5 - 15 g Staub pro MWh eingesetzter Energie ebenfalls nur geringe Werte aufweisen, wird bei den Stadt- und Landkreisen mit relativ hohem Festbrennstoffanteil am Energieträgermix spezifisch auch deutlich mehr Staub emittiert. Die betroffenen Gebiete emittieren bis zu zehnmal mehr Staub pro MWh Endenergieeinsatz als die Stadtkreise mit dem geringsten Festbrennstoffanteil am Energieträgermix. Man erkennt also eine deutliche Korrelation zwischen dem Festbrennstoffeinsatz und den spezifischen Staubemissionen.

5 VERKEHR

Das landesweite Emissionskataster Verkehr umfasst die Emissionen des gesamten Straßenverkehrs, differenziert nach den einzelnen Straßenklassen sowie nach Innerorts- und Außerortsstraßen für das Bezugsjahr 1998. Es unterscheidet die Fahrzeugtypen

- Personenkraftwagen (PKW),
- leichte Nutzfahrzeuge (LNFZ, Fahrzeuge \leq 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht),
- schwere Nutzfahrzeuge (SNFZ, Fahrzeuge $>$ 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) und
- Krafträder (Krad).

Ferner trifft das landesweite Emissionskataster Aussagen zu Kategorien des sogenannten Offroad-Sektors. Im einzelnen werden hier die Quellen

- Schienenverkehr,
 - Luftverkehr im bodennahen Raum ($<$ 1000 m Höhe über Grund) und
 - Schifffahrt
- betrachtet.

Aus den Verkehrsleistungen und den Kraftstoffverbräuchen der einzelnen Fahrzeugarten wurden für den Straßenverkehr über die in Kapitel 3 aufgezählten Schadstoffe hinaus noch die folgenden für diese Quellengruppe relevanten Luftschadstoffe berechnet: Benzol, Blei, Dieselruß, Platin, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Dibenzodioxine und -Dibenzofurane (PCDD, PCDF). Die Emissionen an flüchtigen organischen Gasen und Dämpfen (VOC) wurden des weiteren aufgeschlüsselt in VOC aus dem Abgas und in VOC aus der Kraftstoffverdun-

stung. Bei der Verdunstung werden die Verluste durch Heiß- und Warmabstellvorgänge und Tankatmung berücksichtigt. Die Emissionen aus der Anwendung von Enteisungs- und Antibeschlagmitteln sowie von Lösemitteln im Scheibenwaschwasser wurden ebenfalls erfasst.

Neben den Partikel- und Ruß-Emissionen wurden im Jahr 1998 erstmals die Feinstaubanteile (PM10 - particulate matter mit aerodynamischem Durchmesser $<$ 10 μ m) sowie die Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb und deren PM10-Feinstaubanteile ermittelt. Eine detaillierte Analyse der Straßenverkehrsemissionen findet sich in dem bereits veröffentlichten UMEG-Bericht "Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg 1998" [UMEG, 00], auf dessen Ergebnissen sich dieser Bericht stützt.

5.1 Fahrzeugbestand, Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch 1998

Im Jahr 1998 waren 6 693 700 Kfz in Baden-Württemberg gemeldet (statischer Bestand), davon waren ca. 83 % Personenkraftwagen (PKW und Kombis), ca. 7 % Krafträder, 6,5 % schwere Nutzfahrzeuge, 2,5 % leichte Nutzfahrzeuge und etwa 1 % sonstige Kraftfahrzeuge mit amtlichem Kennzeichen.

Die Abbildung 5-1 zeigt den statischen PKW-Bestand nach Fahrzeugkonzepten in Baden-Württemberg zum 1. Juli 1998.

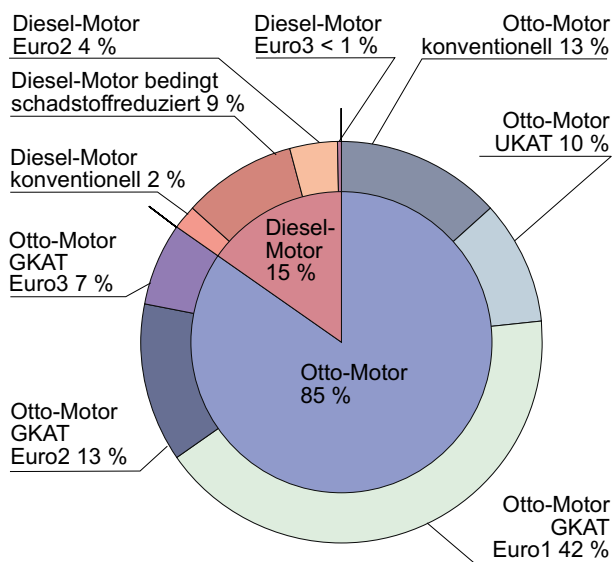


Abbildung 5-1: Statischer PKW-Bestand in Baden-Württemberg 1998

Der Diesel-Anteil am PKW-Bestand in Baden-Württemberg beträgt ca. 15 %, wobei ca. 13 % des gesamten PKW-Bestandes schadstoffreduzierte Dieselfahrzeuge sind. Etwa 62 % der in Baden-Württemberg gemeldeten Otto-PKW besitzen einen geregelten Katalysator, lediglich 13 % sind konventionelle 4-Takt Otto-PKW ohne Schadstoffminderungskonzept. Die verbleibenden 10 % sind bedingt schadstoffreduzierte Otto-PKW, entweder mit einem unregelmäßigen Katalysator ausgestattet oder ähnlich schadstoffreduziert.

Die Abbildung 5-2 zeigt zum Vergleich beispielhaft den fahrleistungsgewichteten (dynamischen) Fahrzeugbestand auf den Autobahnen in Baden-Württemberg 1998.

Vergleicht man den statischen Bestand in Abbildung 5-1 mit dem dynamischen Bestand auf den Autobahnen

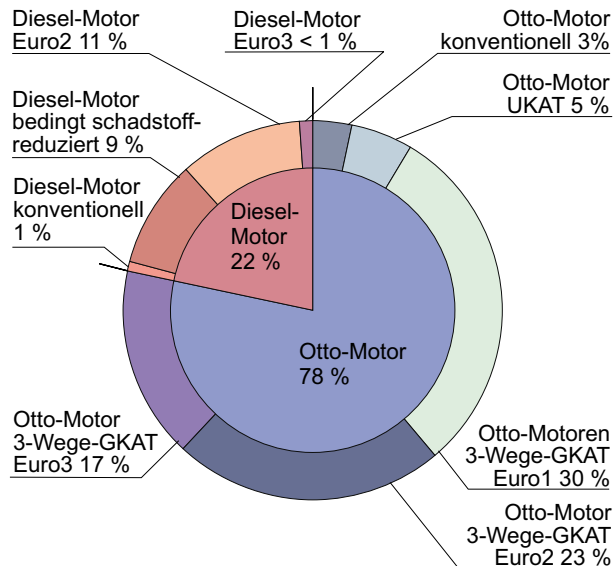


Abbildung 5-2: Fahrleistungsgewichteter (dynamischer) PKW-Bestand auf den Autobahnen in Baden-Württemberg 1998

in Abbildung 5-2 so fällt auf, dass auf den Autobahnen in Baden-Württemberg deutlich mehr Jahreskilometer durch Dieselfahrzeuge erbracht werden, als es ihrem gemeldeten Bestand entspricht. Die Dieselfahrzeuge haben also auf dieser Straßenklasse einen weitaus größeren Anteil an der Jahresfahrleistung. Weiter fällt auf, dass bei den Fahrzeugen mit Otto-Motoren ohne Abgasreinigung (konventionelle Otto-Motoren) trotz einer relativ hohen Bestandszahl von 13 % am PKW-Bestand nur ein sehr geringer Anteil in Höhe von etwa 3 % an der Jahresfahrleistung auf den Autobahnen erbracht wird. Genau den gegenläufigen Effekt beobachtet man bei den Otto-Motoren mit geregelten 3-Wege Katalysatoren, die die Abgasnorm EURO3 erfüllen. Diese in der Regel eher neuen Fahrzeuge erbringen einen Anteil an den dynamischen Fahrleistungen auf den Autobahnen von 17 % gegenüber einem statischen Bestand von nur

7 %. Dies zeigt, dass eher neuere Fahrzeuge und Fahrzeuge mit höher entwickelten Abgasreinigungssystemen die Jahresfahrleistungen auf den Autobahnen erbringen. Diese Tendenz ist auch bei den Dieselfahrzeugen zu beobachten.

Die Abbildungen 5-3 und 5-4 zeigen die Fahrleistungen und den Kraftstoffverbrauch 1998 in Baden-Württemberg, differenziert nach Fahrzeugarten und die Abbildungen 5-5 und 5-6 die Fahrleistungen und Kraftstoffverbräuche der Kraftfahrzeuge differenziert nach den einzelnen Straßenklassen.

Man erkennt, dass die Fahrzeuggruppe PKW einen Anteil von fast 90 % an den Jahresfahrleistungen aufweist. Die schweren Nutzfahrzeuge SNFZ haben nur einen Anteil von etwa 7 %, leichte Nutzfahrzeuge LNFZ und Krafträder KRAD sind dagegen nur je zu etwa 2 % an den erbrachten Jahresfahrleistungen beteiligt (Abbildung 5-3). Die schweren Nutzfahrzeuge hingegen benötigen für diesen eher geringen Anteil an der Jahresfahrleistung von nur 7 % etwa ein Viertel des gesamten Kraftstoffbedarfes der Fahrzeugflotte. Die PKWs sind mit einem Anteil von etwa 71 % am Kraftstoffverbrauch deutlich weniger beteiligt, als es ihrem Fahrleistungsanteil entspricht (Abbildung 5-4).

Betrachtet man sich die Jahresfahrleistungen des Kraftfahrzeugverkehrs auf den verschiedenen Straßenklassen in Baden-Württemberg (Abbildung 5-5), so werden auf den Autobahnen und Bundesstraßen etwa 45 % der Jahresfahrleistungen erbracht. Diese Straßen weisen jedoch nur etwa 21 % an der Gesamtlänge aller klassifizierten Straßen in Baden-Württemberg auf. Beim Kraftstoffverbrauch ist diese Diskrepanz vor allem bei den Auto-

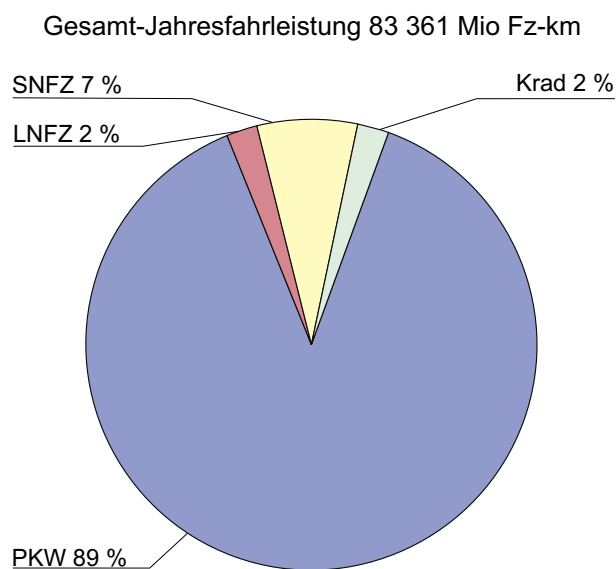


Abbildung 5-3: Jahresfahrleistungen des KFZ-Verkehrs in Baden-Württemberg, differenziert nach Fahrzeugarten 1998

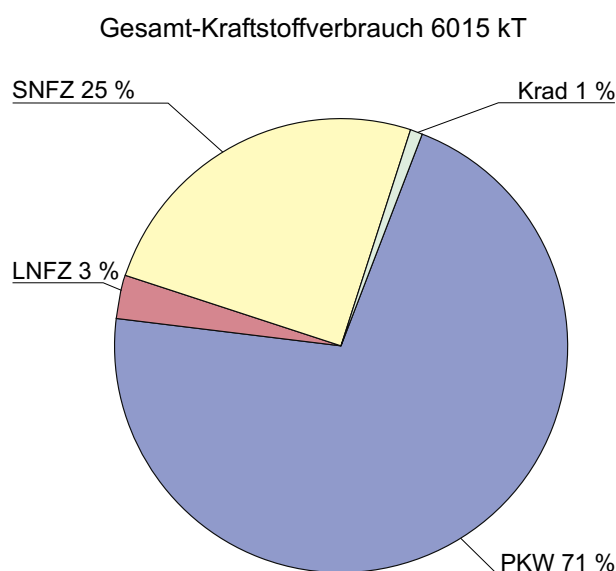


Abbildung 5-4: Kraftstoffverbrauch des KFZ-Verkehrs in Baden-Württemberg, differenziert nach Fahrzeugarten 1998

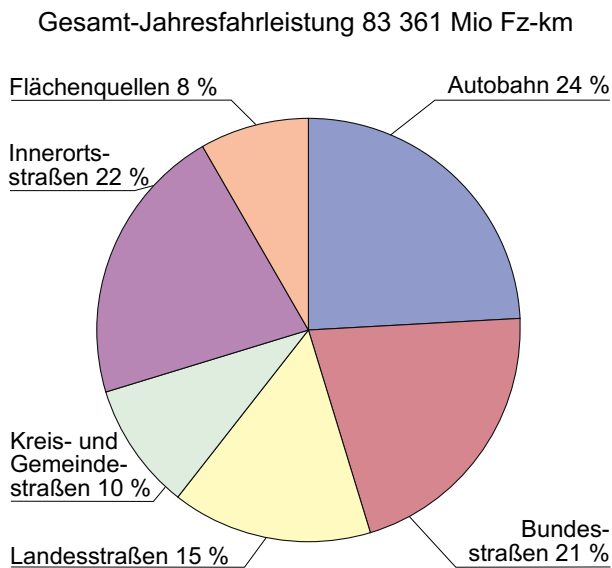


Abbildung 5-5: Jahresfahrleistungen des KFZ-Verkehrs nach Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998

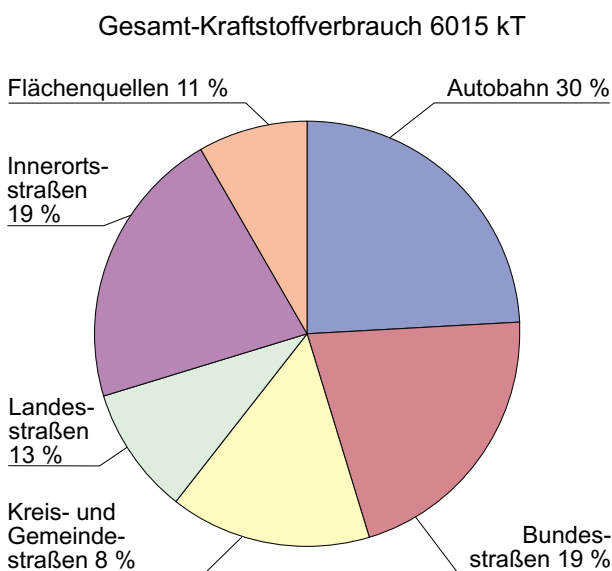


Abbildung 5-6: Kraftstoffverbrauch des KFZ-Verkehrs nach Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998

bahnen noch deutlicher. Auf diesen Straßen werden etwa 30 % des eingesetzten Kraftstoffes verbraucht (Abbildung 5-6).

Als Offroad-Kategorien werden für das landesweite Emissionskataster Baden-Württemberg die Binnenschifffahrt auf Rhein und Neckar (Linienquelle) und Bodensee (gesamter Schiffsverkehr als Flächenquelle), der Schienenverkehr mit Dieseltraktion als Linien- und Flächenquelle (Fahr- und Rangierbetrieb) und der Luftverkehr im bodennahen Bereich (Höhe über Grund < 1000 m) als Flächenquelle berücksichtigt. Die Emissionen dieser Quellen wurden weitestgehend auf der Basis von Endenergieverbräuchen und endenergieverbrauchsbezogenen Emissionsfaktoren ermittelt. Beim Flugverkehr wurden die bodennahen Emissionen aus den jährlichen Gesamtflugbewegungen und speziellen, für den bodennahen Bereich gültigen Emissionsfaktoren abgeleitet [AVISO, 00]. Die Tabelle 5-1 zeigt die Kraftstoffverbräuche des Straßenverkehrs und der verschiedenen Offroad-Kategorien.

Tabelle 5-1: Kraftstoffverbrauch des Straßen-, Schiff-, Schienen- und Flugverkehrs in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Kraftstoffverbrauch	in %
Straßenverkehr	6 015 167	95,6
Schiffverkehr	149 497	2,4
Schienenverkehr	84 288	1,3
Flugverkehr	44 155	0,7
Summe Verkehr:	6 293 107	100

5.2 Emissionen der Quellengruppe Verkehr

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden im wesentlichen auf der Basis des Straßennetzes des Jahres 1995 ermittelt. Als Grundlage für die Einteilung der Quellentypen diente die Straßendatenbank des Landes Baden-Württemberg, die die klassifizierten Straßen des Landes abdeckt. In den dichter besiedelten Bereichen der Stadtkreise ist eine Netzverdichtung auf Basis der bisher untersuchten kleinräumigen Emissionskataster vorgenommen worden, um den geringen Erfassungsgrad von Straßen im innerstädtischen Bereich, der durch die Bundesverkehrszählung vorgegeben ist, auszugleichen.

Dadurch wurde in diesen Siedlungsräumen eine umfassende Ermittlung der Fahrleistungen für Linienquellen (klassifizierte Straßen: Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen) erreicht. Um die in den sonstigen Gebieten nicht im Netzmodell enthaltenen Straßen (Flächenquellen) mit ihren Fahrleistungen ermitteln zu können, wurde auf funktionale Abhängigkeiten zwischen Fahrleistung und verkehrserzeugenden Faktoren zurückgegriffen, die aus den kleinräumigen Untersuchungen abgeleitet worden sind. Insgesamt wurden so ca. 82 500 Linienquellen und ca. 35 000 Flächenquellen in Baden-Württemberg erfasst.

Die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs erfolgte über die Fahrleistung der Fahrzeuge in Abhängigkeit von der Verkehrsmischung und über fahrleistungsgewichtete, regionspezifische (Stadt- und Landkreise) Emissionsfaktoren. Insgesamt wurden dabei 21 PKW- und 5 LNFZ-Schichten berücksichtigt, die sich aufgrund der Antriebsart, des Schadstoffminderungs-

konzeptes, der Hubraumklasse sowie des Zulassungsjahres unterscheiden. Des Weiteren wurde für Otto-PKW und Otto-LNFZ die Katalysator-Laufleistung sowie erhöhte Emissionen bedingt durch Kaltstarts berücksichtigt.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen (SNFZ) wurden 5 unterschiedliche Fahrzeugarten und 6 Straßenkategorien und bei den Kraffrädern 2 Fahrzeugarten unterschieden. Weiterhin wurde bei der Emissionsberechnung die Längsneigung der Straßen mit einbezogen.

Für die vorliegende Fortschreibung des landesweiten Verkehrskatasters 1995 [BW, 95] wurden neue, für das Jahr 1998 gültige Emissionsfaktoren berücksichtigt. Eingang fanden dabei der für 1998 ermittelte Fahrzeugflottenmix und die gültigen Kraftstoffqualitäten. Berücksichtigung fand weiterhin das erhöhte Verkehrsaufkommen im Jahr 1998 gegenüber dem des Jahres 1995 [UMEG, 00].

Die folgenden Tabellen weisen die Jahresemissionen ausgewählter Schadstoffe für den gesamten Verkehr im Jahr 1998 aus. Die Anteile der verschiedenen Fahrzeugarten wie Personenkraftwagen (PKW), leichte Nutzfahrzeuge (LNFZ), schwere Nutzfahrzeuge (SNFZ) und Kraffräder (Krad) sind ebenso angegeben wie die Anteile des sonstigen Verkehrs (Schienenverkehr, Schiffverkehr sowie Flugverkehr bis zu einer Höhe von 1000 m über Grund). Die Angaben zu den Emissionen der sonstigen Verkehrsträger beschränkt sich dabei auf die Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickstoffoxide, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe und Partikel.

Die Tabelle 5-2 zeigt die Jahresemissionen des Straßenverkehrs, differenziert nach den einzelnen Verkehrsträgern für Baden-Württemberg 1998 an.

Innerhalb des Straßenverkehrs ragt die Emission von Kohlenmonoxid aufgrund der freigesetzten Menge von annähernd 403 000 t/a deutlich heraus, welche zu etwa 87 % von der Fahrzeuggruppe PKW verursacht wird. Die schweren Nutzfahrzeuge SNFZ sind an den Emissionen von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid, Partikel

sowie Ruß und PAK verglichen mit ihrem Fahrleistungsanteil überproportional hoch beteiligt. Der Anteil der SNFZ an den Stickstoffoxid-Emissionen des Verkehrs beträgt beispielsweise 45 % bei einem Fahrleistungsanteil dieser Fahrzeuggruppe von nur 7 %. Beim Schwefeldioxid erreicht diese Fahrzeuggruppe einen Anteil von 45 %, bei den Partikeln über 56 % und bei den PAK sogar über 61 %.

Die Verdunstungsemissionen des Straßenverkehrs (Emissionen durch Heiß/Warmabstellen und Tank-

Tabelle 5-2: Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugarten in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	PKW	LNfZ	SNFZ	KRAD	KFZ
SO ₂	2 363	227	2 111	20	4 721
CO	348 313	8 584	13 981	31 991	402 869
NO _x als NO ₂	51 303	2 237	44 396	340	98 276
NH ₃					4 516
NMVOc ¹⁾	41 853	807	6 263	6 172	55 095
CO ₂ in kt/a	13 089	597	4 682	156	18 524
CH ₄	2 310	30	154	220	2 714
N ₂ O	2 532	40	172	19	2 763
Benzol	2 173	34	140	283	2 630
Partikel ²⁾	1 355	302	2 157	0	3 814
PM10-Feinstaub ²⁾	1 247	278	1 898	0	3 423
Ruß	813	181	863	0	1 857
PAK in kg/a	3 928	343	7 383	432	12 086
As in kg/a ³⁾					79
Cd in kg/a ³⁾					2
BaP in kg/a ³⁾					585
PCDD/PCDF in mg i-TE/a ^{3) 4)}					342
Pb in kg/a	16 520	196	0	272	16 988

¹⁾ einschließlich Verdunstungsemissionen, ohne Antifrostmittel bzw. Defroster und ohne Lösemittel aus Scheibenwaschanlagen

²⁾ ohne Reifen- und Bremsenabrieb

³⁾ As, Cd, BaP und PCDD/PCDF für 1996 aus [LFU, 00], keine Differenzierung in einzelne Fahrzeuggruppen

⁴⁾ Das Emissionskataster Straßenverkehr Baden-Württemberg [UMEG ,00] weist für den Straßenverkehr 1998 einen Wert für die PCDD/PCDF von 158 mg i-TE/a aus

atmung) bei Fahrzeugen mit Otto-Motoren haben mit insgesamt etwa 26 % einen erheblichen Anteil an den gesamten NMVOC-Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg. Der Anteil der Benzol-Emissionen an den NMVOC-Freisetzungen liegt beim Straßenverkehr mit 2630 t/a bei etwa 5 %.

Die NMVOC-Emissionen, die durch den Einsatz von Frostschutzmitteln in Scheibenwischenanlagen und Defrostern bzw. Antibeschlagmitteln entstehen, belaufen sich für Baden-Württemberg auf insgesamt etwa 8200 t/a. Die Staub- bzw. Partikelemissionen, die durch Bremsen- und Reifenabrieb entstehen, summieren sich für Baden-Württemberg auf etwa 8600 t/a. Diese letztgenannten Emissionen sind nicht in den NMVOC- bzw. Staub-Gesamtsummen der Tabellen enthalten. In der Abbildung 5-7 sind diese Gegebenheiten noch einmal zusammenfassend für die wichtigsten Schadstoffe grafisch dargestellt.

Die Tabelle 5-3 zeigt die Emissionen des Straßenverkehrs differenziert nach den einzelnen Straßenklassen für Baden-Württemberg im Jahr 1998. Die Straßenklassen werden unterschieden in Autobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen, Kreisstraßen und Gemeindestraßen sowie in die innerörtlichen Straßen des untergeordneten Netzes (Flächenquellen).

Die Emissionen der Schadstoffe und Schadstoffgruppen Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Partikel werden zu etwa drei Vierteln im Außerortsbereich (Autobahnen und Außerortsstraßen) freigesetzt. Die hohen Emissionsanteile dieser drei Schadstoffe vor allem auf den Autobahnen werden zu einem großen Teil durch die

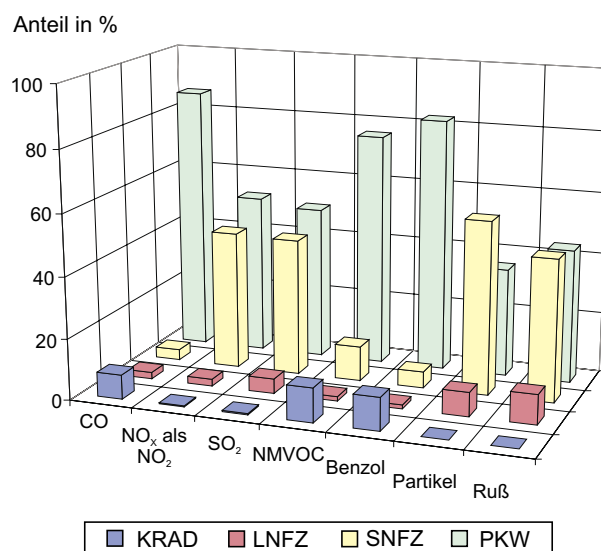


Abbildung 5-7: Jahresemissionen des Straßenverkehrs ausgewählter Luftschadstoffe differenziert nach Fahrzeugarten in Baden-Württemberg 1998

schweren Nutzfahrzeuge SNFZ verursacht, die auf dieser Straßenklasse einen Fahrleistungsanteil von über 13 % erbringen, obwohl die SNFZ nur einen Anteil von 7 % an den Fahrleistungen auf allen Straßen Baden-Württembergs haben.

Beim Kohlenmonoxid verteilen sich die Emissionen etwa gleichmäßig auf den Außerorts- und Innerortsbereich. Die NMVOC-Emissionen entstehen zu 70 % innerorts und auch beim Benzol werden fast 65 % der Emissionen im Innerortsbereich durch die ungünstigen Verbrennungsbedingungen freigesetzt. Diese Schadstoffe werden hauptsächlich von der Fahrzeuggruppe PKW emittiert, die im Innerortsbereich auch einen hohen Anteil an den Fahrleistungen von etwa 91 % aufweist. Als weitere wichtige Quelle für die Freisetzung

Tabella 5-3: Emissionen des Straßenverkehrs differenziert nach Straßenklasse in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Auto- bahnen	Bundes- straßen	Landes- straßen	Kreis- straßen	Gemeinde- straßen	Flächen- quellen	Summe
SO ₂	1 653	1 170	862	502	141	393	4 721
CO	75 566	84 568	77 004	42 467	17 380	105 884	402 869
NO _x als NO ₂	34 577	25 521	19 031	10 534	2 845	5 768	98 276
NH ₃							4 516
NMVOC ¹⁾	4 793	8 807	8 201	4 864	2 127	26 303	55 095
CO ₂ in kt/a	5 537	4 667	3 626	2 059	648	1 987	18 524
CH ₄	332	598	571	329	142	742	2 714
N ₂ O	690	769	621	361	114	208	2 763
Benzol	246	486	462	267	115	1 054	2 630
Partikel ²⁾	1 481	899	634	394	117	289	3 814
PM10-Feinstaub ²⁾	1 327	805	570	354	105	262	3 423
Ruß	710	432	311	192	60	152	1 857
PAK in kg/a	3 176	3 076	2 346	1 469	416	1 603	12 086
Pb in kg/a	4 051	4 326	3 572	1 979	696	2 364	16 988
Pt in g/a	502	215	127	74	34	68	1 020

¹⁾ einschließlich Verdunstungsemissionen, ohne Antifrostmittel bzw. Defroster und ohne Lösemittel aus Scheibenwaschanlagen

²⁾ ohne Reifen- und Bremsenabrieb

der organischen Komponenten NMVOC und Benzol auf den Innerortsstraßen sind die Verdunstungsemissionen des ruhenden Verkehrs zu nennen, die in Baden-Württemberg einen Anteil an den NMVOC-Emissionen des Straßenverkehrs von etwa 26 % innehaben.

In der Abbildung 5-8 sind die Emissionen des Straßenverkehrs für die wichtigsten Luftschadstoffe noch einmal vergleichend für die einzelnen Straßenarten abgebildet.

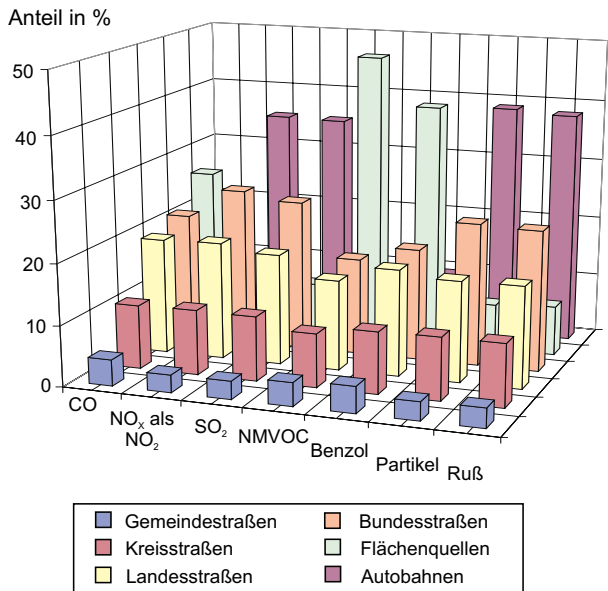


Abbildung 5-8: Jahresemissionen des Straßenverkehrs ausgewählter Luftschadstoffe auf den Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998

In der Tabelle 5-4 sind die Emissionen aller Verkehrsträger in Baden-Württemberg für das Jahr 1998 dargestellt.

Bei der Betrachtung der Emissionen der Quellengruppe Verkehr in Baden-Württemberg zeigt sich bei allen Schadstoffen eine deutliche Dominanz des Straßenverkehrs. Der Anteil des Straßenverkehrs an den Gesamtemissionen der Quellengruppe Verkehr reicht von 88 % bei den Stickstoffoxiden bis zu 94 % beim Kohlenmonoxid und 95 % beim Kohlendioxid. Nur der Schiffsverkehr auf dem Rhein und dem Neckar weist mit Emissionsanteilen beim Schwefeldioxid von mehr als 4 %, bei den Stickstoffoxiden von über 7 % und bei den Gesamtstaubemissionen von rund 6 % höhere Werte auf. Die anderen Verkehrsträger Schienenverkehr und Luftverkehr spielen bei der Emissionsbetrachtung für Baden-Württemberg keine Rolle.

Tabelle 5-4: Emissionen des Verkehrs in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Straßenverkehr	Schiffverkehr	Schienenverkehr	Flugverkehr ³⁾	Gesamt
SO ₂	4 721	224	88	44	5 077
CO	402 869	11 806	993	11 295	426 963
NO _x als NO ₂	98 276	8 135	4 840	874	112 125
NH ₃	4 516	-	-	-	4 516
NMVOC ¹⁾	55 095	1 849	588	890	58 422
CO ₂ in kt/a	18 524	470	265	139	19 398
CH ₄	2 714	-	-	-	2 714
N ₂ O	2 763	-	-	-	2 763
Benzol	2 630	-	-	-	2 630
Partikel ²⁾	3 814	248	189	1	4 252
PM10-Feinstaub ²⁾	3 423	223	170	1	3 817
Ruß	1 857	-	-	1	1 858
PAK in kg/a	12 086	-	-	-	12 086
Pb in kg/a	16 988	-	-	-	16 988
Pt in g/a	1 020	-	-	-	1 020

¹⁾ einschließlich Verdunstungsemissionen, ohne Antifrostmittel bzw. Defroster und ohne Lösemittel aus Scheibenwaschanlagen

²⁾ ohne Reifen- und Bremsenabrieb

³⁾ inkl. 652 t NMVOC-Emissionen aus Vorfeldverkehr und Enteisungsanlagen für den Flughafen Stuttgart sowie 51 t CO und 35 t NO_x aus dem Vorfeldverkehr auf dem Flughafen Stuttgart

6 INDUSTRIE UND GEWERBE

Im Emissionskataster Industrie und Gewerbe sind die Daten und Emissionen der Anlagen folgender Betriebe erfasst worden:

- Betriebe mit genehmigungsbedürftigen Anlagen (4. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz), die nach der 11. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz verpflichtet sind, eine Emissionserklärung für das Jahr 1996 abzugeben (Bereich Industrie).
- Betriebe mit nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Bereich Gewerbe) mit Ausnahme der Kleinf Feuerungsanlagen, die gemäß 5. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz in einer eigenen Quellengruppe zusammenzufassen sind (Kleinf Feuerungsanlagen, Kapitel 4).

Die Daten des Bereiches Industrie wurden durch Auswerten der Emissionserklärungen des Jahres 1996 durch die UMEG bereitgestellt [UM, 99]. Diese Daten wurden durch Befragung von einzelnen Betrieben, durch Auswertungen von Angaben der Aufsichtsbehörden und durch Berücksichtigung allgemein gültiger Veränderungen zu den Verhältnissen des Bezugsjahres 1996 auf das aktuelle Bezugsjahr 1998 hochgerechnet.

Für das Bezugsjahr 1996 wurden landesweit von 2518 Betrieben Emissionserklärungen für 3226 Anlagen abgegeben. Die Ergebnisse für den Bereich Industrie der Quellengruppe Industrie und Gewerbe wurden im Rahmen des Berichtes "Emissionskataster Baden-Württemberg 1996 Quellengruppe Industrie Emissionserklärungspflichtige Anlagen" veröffentlicht [UM, 99].

Die Daten des Bereiches Gewerbe sind durch die Erhebungen für das landesweite Emissionskataster 1995 er-

fasst und unter Berücksichtigung von allgemein gültigen, branchenspezifischen Tendenzen und unter Einbeziehung der Ergebnisse aus neueren, kleinräumigen Emissionskatastern auf das Bezugsjahr 1998 aktualisiert worden.

Im einzelnen handelt es sich um folgende emissionsrelevante Branchen: Lackierereien, Druckereien, Chemische Reinigungen, Tankstellen, Mineralölvertriebslager, Holzbe- und -verarbeitungsbetriebe, Metallbe- und -verarbeitungsbetriebe, kunststoffverarbeitende Betriebe, Chemiebetriebe, Steinbrüche und Häfen. Die Luftschadstoff-Emissionen aus diesen Betrieben wurden in der Regel mit Hilfe von branchenspezifischen Kennzahlen ermittelt. Dazu wurden die Emissionen aus über 5000 einzeln erfassten Gewerbebetrieben in den bisherigen Luftschadstoff-Emissionskatastern herangezogen und für jede Branche gesonderte Kenngrößen berechnet.

Die Tabelle 6-1 zeigt die Jahresemissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe für das Jahr 1998 für Baden-Württemberg.

Die PM10-Feinstaubanteile wurden, wie bei den anderen Quellengruppen, aus dem Gesamtstaub berechnet. Dabei sind neben dem Anlagentyp auch eventuell vorhandene Abgasreinigungsanlagen berücksichtigt worden.

Die kleingewerblichen Betriebe treten aufgrund der Quellenabgrenzung nur bei den Emissionen von NM-VOC und Staub sowie bei den PM10-Feinstaubfraktionen in Erscheinung. Während die Staubemissionen des Kleingewerbes, die hauptsächlich aus den Holzverarbei-

Tabelle 6.1: Emissionen aus Industrie und Gewerbe in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Industrie	Gewerbe ¹⁾	Gesamt
SO ₂	26 865		26 865
CO	20 138		20 138
NO _x als NO ₂	33 083		33 083
NH ₃	397		397
NMVOC	13 033	31 559	44 592
CO ₂ in kt/a	33 821		33 821
CH ₄	1 168		1 168
N ₂ O	494		494
Benzol	107		107
Staub	5 837	1 109	6 946
PM10-Feinstaub	3 706	671	4 377
As in kg/a ²⁾	650		650
Cd in kg/a ²⁾	120		120
BaP in kg/a ²⁾	48		48
PCCD/PCDF in mg i-TE/a ²⁾	4 264		4 264
Pb in kg/a	3 447		3 447

¹⁾ nur NMVOC, Staub- und PM10-Feinstaubemissionen, da die Feuerungsanlagen des Bereiches Gewerbe bei der Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen erfasst sind

²⁾ As, Cd, BaP und PCDD/PCDF für 1996 aus [LFU, 00]

tenden Betrieben kommt, mit knapp 16 % Anteil nur eine untergeordnete Rolle spielt, sind die NMVOC-Emissionen mit fast 71 % Anteil zum überwiegenden Teil aus den kleingewerblichen Anlagen und hier vor allem aus den metallverarbeitenden Betrieben mit etwa 25 % und den Tankstellen mit 11 % emittiert worden. Lackierereien und Druckereien weisen Anteile von jeweils etwa 8 % auf.

Die PM10-Feinstaubemissionen, die etwa 60 % der Gesamtstaubemissionen im Bereich Gewerbe ausmachen, haben insgesamt nur einen Anteil von 15 % an den PM10-Feinstaubemissionen der gesamten Quellen-

gruppe Industrie und Gewerbe.

Das Schwefeldioxid aus dem Bereich Industrie wird größtenteils in öffentlichen und industriellen Feuerungsanlagen, in der mineralölverarbeitenden Industrie und in der Papierindustrie emittiert. Kohlenmonoxid und Stickstoffoxide werden neben den Feuerungsanlagen in der Hauptsache in Betrieben der Wirtschaftszweige Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik und hier insbesondere in Zementwerken freigesetzt. Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) emittiert vor allem die chemische

und pharmazeutische Industrie und die Betriebe des Bereiches Fahrzeugbau.

Die industriellen Staubemissionen werden zu etwa 50 % im Wirtschaftszweig Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik sowie durch Zerkleinerungs- und Umschlagstätigkeiten freigesetzt. Weitere wichtige Staubquellen sind in der Energieversorgung (Kraft- und Heizwerke) und im Bereich Papier, Pappe, Zellstoff zu finden. Die PM10-Feinstaubemissionen des Bereiches Industrie kommen zu 47 % aus dem Wirtschaftsbereich Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik und zu 28 % aus der Energieversorgung.

Die Kohlendioxidemissionen werden fast ausschließlich bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern in den Kraft- und Heizwerken sowie in den Prozessfeuerungsanlagen des Landes emittiert.

7 BIOGENE QUELLEN

Die Quellengruppen "Biogene Quellen" und "Sonstige nicht gefasste Quellen" zeigen hauptsächlich bei den klimarelevanten Spurengasen Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4) und flüchtige organische Verbindungen (VOC), hier speziell Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) sowie beim Ammoniak (NH_3) ein größeres Emissionspotential, weshalb sich die Untersuchung im Wesentlichen auf diese Schadstoffe beschränkt. Da sich der Kohlenstoff bei diesen Quellengruppen in der Regel in einem zeitlich relativ kurzen, natürlichen Kreislauf bewegt, wurde im Allgemeinen auf die Berechnung bzw. Ausweisung der Kohlendioxidemissionen verzichtet. Lediglich in der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen und hier ausschließlich im Bereich der Emissionen aus Geräten, Maschinen und Fahrzeugen wurden Kohlendioxidemissionen aus Verbrennungsmotoren berücksichtigt.

Die Biogenen Quellen beinhalten "natürliche" bzw. "naturbelassene" Emittenten (Böden, Gewässer, Vegetation, Wildtiere), sowie die Nutztierhaltung, die direkten Emissionen der Bevölkerung (Respiration, Transpiration etc.) und die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (incl. Einsatz von Mineraldüngemitteln). In dieser Quellengruppe kommen in der Regel keine Emissionsminderungsmaßnahmen zum Tragen. Lediglich bei der Nutztierhaltung wird in einigen Fällen (primär zur Entfernung von Gerüchen und Mikroorganismen, die mit dem Staub ausgetragen werden) ein Biofilter/Biowäscher eingesetzt, wobei jedoch durch die noch kleine Anzahl der damit ausgestatteten Tierställe dieser Effekt vernachlässigt wird.

Emissionen aus der Nutztierhaltung und Landwirtschaft

Bei der Fermentation von Cellulose, Pektinen oder Hemicellulosen in den Pansen von Wiederkäuern (Rinder, Ziegen, Schafe) entstehen große Mengen an Methan (direkte, stoffwechselbezogene Emissionen) und Ammoniak. Ebenso bildet sich beim anaeroben Abbau organischer Substanz in den Exkrementen sowohl von Wiederkäuern, als auch von Nichtwiederkäuern erhebliche Mengen an Methan und Ammoniak.

Die Daten zur Viehhaltung in den Gemeinden Baden-Württembergs wurden durch das statistische Landesamt für das Jahr 1998 bereitgestellt [StaLA, 00].

Diese beinhalten die Zahl der Nutztiere in den Gemeinden Baden-Württembergs (differenziert nach Tierarten und Alters-/Größenklassen) zur Zeit der Viehzählung im Mai 1999. Näherungsweise wurde angenommen, dass der Stichtagbestand auch repräsentativ für den jahresmittleren Bestand ist.

Mit den neuen Rechtsvorschriften des jüngst novellierten Agrarstatistikgesetzes vom 25. Juni 1998 wurden sowohl die Erhebungstermine, die Erhebungsbereiche als auch die Erhebungskonzepte sowie der Merkmalskatalog geändert. Dies wirkt sich auch auf die Viehzählungen ab 1999 aus. Gemäß dem Prüfungsauftrag, die Auskunftspflichtigen stärker zu entlasten, wurden die unteren Erfassungsgrenzen in der Agrarstatistik und insbesondere bei den Viehzählungen angehoben. Diese liegen nun deutlich über den vor 1999 angewandten Abschneidekriterien. Während vorher alle Halter von Rindern oder Zuchtsauen bzw. Halter mit mindestens drei anderen Schweinen, drei Schafen, zwei Pferden oder zwanzig Stück Geflügel erfasst wurden, ist der

Erhebungsbereich der Viehzählung nun auf Betriebe mit mindestens acht Rindern oder Schweinen, zwanzig Schafen oder zweihundert Stück Geflügel eingeschränkt, falls die landwirtschaftlich genutzte Fläche des Betriebs zwei Hektar unterschreitet. Dadurch werden viele Kleinst- und Kleinbetriebe sowie Einheiten ohne Betriebseigenschaft von der Auskunftspflicht befreit [StaLA, 98]. Vergleiche mit früheren Untersuchungen, die als Grundlage die Viehzahlen in Baden-Württemberg beinhalten, sind somit nur eingeschränkt möglich. Die Ammoniak- und Distickstoffoxid-Emissionen aus der Nutztierhaltung und der Landwirtschaft, deren Ergebnisse sich auf die Tierzahlen stützen, sind demnach mit den Ergebnissen des landesweiten Luftschadstoff-Emissionskatasters 1995 [BW, 95] und den Daten aus dem INTERREG-II-Projekt [IR2, 00] nur bedingt vergleichbar; die Ergebnisse für 1998 stellen demnach im Vergleich zu den früheren Katastern eine untere Abschätzung der Ammoniak- und Distickstoffoxid-Schadstoffemissionen aus der Landwirtschaft und der Nutztierhaltung dar.

Bei der Berechnung der Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung sind die Beiträge, die aus erklärungs-pflichtigen Betrieben (Massentierhaltung, 4.BImSchV Anhang 7.1/a-f) emittiert wurden, in der Quellengruppe Industrie und Gewerbe ausgewiesen worden.

Sowohl die Methanemissionen (direkte Emissionen aus der Fermentation und indirekte Emissionen aus der Exkrementzersetzung) als auch die Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung wurden anhand von tierartspezifischen Emissionsfaktoren errechnet [UBA, 93]. Die Berechnungsgrundlagen für die Ammoniak-Emissionen aus der Nutztierhaltung wurden dabei vom BNLA

(Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG ermittelt [BNLA, 97][BNLA, 00].

Die Tabelle 7-1 zeigt die Anzahl der Nutztiere in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs 1998.

Die Emissionen von Ammoniak bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (Bereich Landwirtschaft) entstehen durch Stickstoffüberangebote im Boden (Überdüngung), Einwirkungen hoher NO_x -Konzentrationen (z.B. aus dem Verkehr) sowie während der Seneszenz infolge des Proteinabbaus. Die ausgewiesenen Ammoniak-Emissionen aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern (Bereich Nutztierhaltung) beinhalten bereits die Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden und aus Pflanzen. Die Emissionen von Ammoniak aus der Anwendung von mineralischen Stickstoffdüngern wurden aus dem ausgebrachten Mineraldünger-Stickstoff und einem düngerspezifischen Verlustfaktor berechnet [BNLA, 97][BNLA, 00][HORLACHER, 97].

Bei der aeroben Oxidation des Ammoniums zum Nitrat entsteht als Nebenprodukt Distickstoffoxid (Nitrifikation) und bei der anaeroben Reduktion des Nitrats zum elementaren Stickstoff entsteht als Nebenprodukt ebenfalls Lachgas (Denitrifikation). Diese Prozesse finden überall dort statt, wo stickstoffhaltige organische Substanzen aerob bzw. anaerob durch Mikroorganismen abgebaut werden können.

Die Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft wurden mittels einer Stickstoffbilanz über die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche berechnet. Auch hier wurden die Beiträge, die aus erklärungs-pflichtigen Betrieben

Table 7-1: Nutztierzahlen in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs 1998

Tierart	Regierungsbezirk				Baden- Württemberg
	Stuttgart	Karlsruhe	Freiburg	Tübingen	
Pferde insgesamt	17 326	10 804	12 568	16 251	56 949
Rinder insgesamt	391 519	111 254	280 480	486 057	1269 310
davon Kälber	61 580	17 320	43 944	67 282	190 126
Rinder 6 Mon. bis 1 Jahr	70 839	21 297	47 217	78 035	217 388
Rinder 1 bis 2 Jahre	88 548	25 618	58 505	96 248	268 919
Bullen und Ochsen 2 Jahre und älter	2 891	1 153	3 049	3 859	10 952
Milchkühe 2 Jahre und älter	128 925	32 633	86 208	195 375	443 141
Sonstige Rinder	38 736	13 233	41 557	45 258	138 784
Schweine insgesamt	1177 789	148 391	217 824	776 040	2320 044
davon Zuchtsauen	185 836	15 794	22 416	100 569	324 615
Schafe insgesamt	97 290	44 147	68 481	84 763	294 681
Geflügel insgesamt	2307 841	596 542	663 349	1554 092	5121 824
davon Legehennen	1263 235	424 469	555 402	592 387	2835 493
Truthühner	576 195	44 599	20 281	82 447	723 522

Stand: 3. Mai 1999, Auswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg 3/2000 [StaLA, 00]

(Massentierhalter) bereits im Kapitel 6 Industrie ausgewiesen sind, von den Gemeindewerten subtrahiert. Die Berechnungsgrundlagen für die Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft und aus naturbelassenen Böden wurden ebenfalls vom Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur in Zusammenarbeit mit der UMEG ermittelt [BNLA, 97][BNLA, 00].

Emissionen aus naturbelassenen Böden

Ammoniak-Emissionen aus naturbelassenen Böden entstehen bei der Zersetzung von pflanzlichem Material, Distickstoffoxid als Nebenprodukt bei der Nitrifikation/Denitrifikation von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, vor allem bei jüngst stillgelegten Brach-

flächen nach vorangegangener landwirtschaftlicher Nutzung.

Die Ammoniak-Emissionen wurden mittels Emissionsfaktoren über die Landnutzungsdaten auf Gemeindeebene ausgewiesen [BNLA, 97][BNLA, 00]. Zur Berechnung der Lachgasemissionen aus naturbelassenen Böden wurden zunächst für die Stadt- und Landkreise Baden-Württembergs die atmosphärischen Stickstoffeinträge (Gesamtstickstoff-Deposition) bestimmt [HORLACHER, 97]. Daraus lassen sich dann die Lachgasemissionen über eine Stickstoffbilanzierung für die naturbelassenen Böden berechnen [BNLA, 97], [BNLA, 00].

Emissionen aus dem Wildtierbestand

Bei der Fermentation der aufgenommenen Nahrung in den Pansen von Wiederkäuern (Rehwild, Rotwild, Gamswild) wie auch beim anaeroben Abbau organischer Substanz in den Exkrementen entstehen Methan und Ammoniak analog den Prozessen bei den Nutztieren.

Aus den Wildstrecken (Abschusszahlen) [WFS, 00] wurden mit Hilfe tierartspezifischer Umrechnungsfaktoren [ELLIGER, 96] die Wildtierpopulation in den Stadt- und Landkreisen ermittelt. Aus diesen Tierzahlen wurden dann mittels spezifischer Emissionsfaktoren die Ammoniak- [HORLACHER, 97] und Methanemissionen [ORTHOFFER, 91] berechnet.

Emissionen aus der Vegetation (Wälder, Ackerland, Grünland)

Terpene werden durch Koniferen (Nadelbäume) emittiert, Isopren entsteht bei der Assimilation von Laubbäumen. Aus Ackerpflanzen und Dauergrünland werden in den Vegetationszeiten ebenfalls leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) emittiert. Diese Emissionen werden sehr stark von der jeweiligen Lufttemperatur, der Sonnenscheindauer und weiteren meteorologischen, hydrologischen und bodenspezifischen Parametern beeinflusst.

Aus den Landnutzungsdaten wurden die Flächenanteile der Laub- und Nadelbäume, Grünland, Ackerland, Rebland etc. in den Gemeinden Baden-Württembergs bestimmt. Zur Bestimmung der Emissionsraten wurden zunächst für die einzelnen Städte und Gemeinden Baden-Württembergs mittlere stündliche Lufttemperaturen für jeden Monat des Jahres 1998 berechnet. Dies gelang

durch Auswertung der mittleren stündlichen Temperaturdaten aus dem von der UMEG betriebenen stationären Messnetz und einer gewichteten räumlichen Zuordnung jeder Gemeinde zu den nächstliegenden Messstationen. Aus diesen Temperaturdatensätzen in Verbindung mit Angaben zur Sonnenscheindauer in Baden-Württemberg und Angaben zur mittleren geodätischen Höhe der Städte und Gemeinden wurde dann die Jahresemission an leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC) für jede Stadt bzw. Gemeinde mittels vegetationspezifischer Algorithmen berechnet [LÜBKERT, 89][HLFU, 92].

Emissionen durch menschliche Stoffwechselvorgänge

Die Ammoniak-Emissionen, die dem Menschen zugeordnet werden, entstehen im wesentlichen über die kommunalen Abwässer (Exkremente) in den Abwassersystemen der Städte und Gemeinden. Auch Emissionen aus der Atmung und der Transpiration werden hier berücksichtigt.

Aus den Einwohnerzahlen in den Städten und Gemeinden Baden-Württembergs im Jahre 1998 und geeigneten Pro-Kopf-Emissionsfaktoren wurden die Ammoniak-Emissionen aus menschlichen Stoffwechselvorgängen berechnet [HLFU, 92][BATTYE, 94].

Emissionen aus Oberflächengewässern und Feuchtgebieten

Beim anaeroben Abbau von C,N-haltigem organischem Material durch Mikroorganismen entstehen u.a. als Produkte Ammoniak und Methan, welche teilweise an die Atmosphäre abgegeben werden. Da die Gewässer in

Deutschland relativ nährstoffreich sind und deshalb hohe organische Produktionsraten aufweisen, fallen auch relativ große Mengen an Detritus an.

Als Emittenten wurden folgende Gewässerformationen berücksichtigt:

- Feuchtgebiete wie Moore und Sümpfe,
- Sedimente stehender Oberflächengewässer (Altwasser, Seen, Teiche, Weiher, Talsperren, etc.),
- Sedimente fließender Gewässer (Flüsse, Kanäle, Häfen, Bäche, Gräben).

Aus den Landnutzungsdaten wurden die Ammoniak- und Methan-Emissionen mittels geeigneter Emissionsfaktoren ermittelt [HLFU, 92][TNO, 92]. Die Emissionen an Distickstoffoxid aus dieser Quellengruppe wurden bereits bei der Berechnung der Emissionen aus naturbelassenen Böden durch einen Summen-Emissionsfaktor mit berücksichtigt.

Die Emissionen des Bodensees als größter Binnensee Deutschlands wurden im Rahmen dieser Quellengruppe nicht erhoben.

Gesamtemissionen aller biogenen Quellen in Baden-Württemberg 1998

In der Tabelle 7-2 sind die Emissionen dieser Quellengruppe für Baden-Württemberg aufgelistet.

Wie man aus der Tabelle ersieht, sind bei den biogenen Quellen lediglich die Emissionen von Ammoniak, Methan, Distickstoffoxid und die NMVOC-Emissionen von Bedeutung. Der Anteil der Quellen Landwirtschaft und Nutztierhaltung an den Gesamtemissionen dieser Quellengruppe beträgt beim Ammoniak über 96 %,

beim Distickstoffoxid etwa 87 % und beim Methan fast 94 %.

Für die NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe ist ausschließlich die Vegetation als Emittent angegeben. Dabei sind die Wälder mit einem Anteil von über 95 % die Hauptverursacher, während Ackerland und Grünflächen jeweils nur einen relativ kleinen Beitrag zu diesen Emissionen liefern.

Die Methanemissionen der Quelle Nutztierhaltung und Landwirtschaft teilen sich auf in Verluste aus der Fermentation der Wiederkäuer (v.a. Rinder) mit einem Anteil von knapp 80 % und den Verlusten aus der Zersetzung tierischer Exkrememente mit einem Anteil von etwa 20 %. Die Rinderhaltung erweist sich bei näherer Betrachtung als Hauptverursacher der Methanemissionen. Diese Tiergruppe weist allein einen Anteil von 84 % der Methanemissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft auf.

Auch beim Ammoniak trägt die Rinderhaltung mit einem Anteil von etwa 55 % zur Emission aus Nutztierhaltung und Landwirtschaft bei (Emissionen aus der Stallhaltung und aus der Wirtschaftsdüngerausbringung auf die Acker- und Grünflächen). Im Vergleich dazu ist der Beitrag aus der Anwendung von mineralischen Stickstoff-Düngemitteln mit nur 8 % der gesamten Ammoniakemission gering.

Die Emissionen von Distickstoffoxid aus der Nutztierhaltung und der Landwirtschaft stammen zu etwa 21 % aus der Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern und zu über 25 % aus dem Wirtschaftsdünger (Mist, Jauche).

Tabelle 7-2: Luftschadstoff-Emissionen aus Biogenen Quellen in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Nutztier- haltung und Landwirt- schaft	Natur- belassene Böden	Wild- tiere	Vege- tation	Mensch- licher Stoff- wechsel/Ab- wasserkanäle	Gewässer und Feucht- gebiete	Summe
SO ₂	-	-	-	-	-	-	0
CO	-	-	-	-	-	-	0
NO _x als NO ₂	-	-	-	-	-	-	0
NH ₃	73 404	15	65	-	2 532	4	76 020
NMVOC	-	-	-	65 543	-	-	65 543
CO ₂	-	-	-	-	-	-	0
CH ₄	116 858	-	5 226	-	-	2 541	124 625
N ₂ O	17 806	43	-	1 934	-	626	20 409
Benzol	-	-	-	-	-	-	0
Staub	-	-	-	-	-	-	0

- : keine Angabe

Aus neueren Untersuchungen werden auch Stickstoffmonoxid (NO)-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden und aus naturbelassenen Böden diskutiert [BNLA, 00]. Für Baden-Württemberg liefert eine erste Abschätzung dieser Emissionen eine Freisetzungsrate von etwa 7000 t NO pro Jahr. In den Tabellen und Abbildungen dieses Berichtes ist dieser Wert jedoch nicht berücksichtigt.

8 SONSTIGE NICHT GEFASSTE QUELLEN

Die Sonstigen nicht gefassten Quellen beinhalten hauptsächlich anthropogen beeinflusste Emittenten, die direkt mit der Bevölkerung korreliert sind oder auch Emittenten, die sich nicht direkt den anderen Quellengruppen zuordnen lassen. Hier werden bereits in vielen Fällen Emissionsminderungsmaßnahmen (Gaserfassungssysteme, Abgasreinigungsverfahren etc.) eingesetzt, die bei der Bilanzierung betrachtet werden müssen. In dieser Studie werden die Emissionen aus folgenden Quellen berücksichtigt: Emissionen aus der Erdgasverteilung (Netzverluste, Leckagen), Emissionen aus Abfalldeponien und Altablagerungen, aus der Abwasserreinigung, der Grundwasserförderung, Emissionen aus privater und gewerblicher Produktanwendung (soweit sie nicht bereits in Kapitel 6 - Industrie und Gewerbe - ausgewiesen wurden) sowie Emissionen aus dem sonstigen Einsatz von Verbrennungsmaschinen wie Motorsport, Militär, Baumaschinen, Maschinen der Land- und Forstwirtschaft, Geräte für Gartenpflege und Hobby sowie industrielle Geräte (Quelle: Geräte/Maschinen/Fahrzeuge).

Emissionen aus Abfalldeponien

Biochemisch abbaubare Kohlenstoff-Verbindungen werden durch methanbildende Mikroorganismen in anaeroben Milieu zu Methan und Kohlendioxid abgebaut. Ein Teil des Kohlenstoffs wird für den Aufbau von bakterieller Biomasse verwendet oder über das Sickerwasser ausgetragen. Das Methan diffundiert durch den Deponiekörper, wird beim Passieren von aeroben Schichten mikrobiell teilweise zu Kohlendioxid oxidiert und der Rest gelangt schließlich in die Atmosphäre. Bei gefassten Deponien wird ein Großteil der

gebildeten Gase erfasst und einer geordneten Entsorgung (Fackeln, Blockheizkraftwerke/Heizkraftwerke o.ä.) zugeführt.

Diese methanbildenden Prozesse finden v.a. in Hausmülldeponien und in Deponien mit hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, Sperrmüll, Straßenkehrschutt, kompostierbaren Abfällen, Klärschlamm sowie Rückständen aus der Kanalisation (Fäkalien aus Sickergruben und Hauskläranlagen etc.) statt.

In Baden-Württemberg gibt es 56 in Betrieb befindliche Hausmülldeponien (Stand 31.12.1998). Diese Deponien verfügen in der Regel über ein Gaserfassungssystem mit anschließender energetischer Nutzung oder Abfackelung des anfallenden Deponiegases.

Die Halbwertszeit des biologischen Abbaus von organischem Kohlenstoff im Abfall hängt ab vom Wasserregime, von der Müllzusammensetzung und von der Art der Abdeckung der Abfalldeponien und kann 10 Jahre leicht übersteigen. In dieser Studie wurde die Ablagerung ab dem Jahr 1982 betrachtet, damals waren noch etwa 85 Hausmülldeponien in Betrieb.

Zur Berechnung des Methananfalls im Bezugsjahr 1998 wurde für jede Deponie die abgelagerte Menge an Abfällen mit Anteilen an biologisch abbaubarem Kohlenstoff der Jahre 1982 bis 1997 berücksichtigt [StaLA 00a]. Aus dem Gasbildungspotential des Mülls, der erfassten Menge an Deponiegas [StaLA, 00a] und aus der mittleren Zusammensetzung des Gases wurden die Methanemissionen unter Berücksichtigung einer geschätzten Methanoxidationsrate im Deponiekörper berechnet [UBA, 95][LFU, 92].

Emissionen aus Altablagerungen

In dieser Quellengruppe werden ausschließlich Altablagerungen (keine Altlastverdachtsflächen oder Altstandorte) mit Hausmüll oder hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen berücksichtigt. Darüber hinaus umfasst diese Gruppe auch Übergangsdeponien, die vor 1982 geschlossen wurden. Die zugrundeliegenden biochemischen Prozesse entsprechen den Erläuterungen bei den (aktiven) Abfalldeponien im vorigen Abschnitt und auch die Emissionen werden über ähnliche Algorithmen berechnet.

Nach groben Schätzungen gibt es in Baden-Württemberg ca. 17 000 Altablagerungen (incl. Erdaushubdeponien und Bauschuttdeponien). Zur Abschätzung der Emissionen im Jahr 1998 aus dieser Quelle wurden die Methanverluste über die mittlere abgelagerte Menge an Hausmüll in den 70iger Jahren [LFU, 79] für das ganze Land Baden-Württemberg hochgerechnet und über die Einwohnerzahl auf die Städte und Gemeinden disaggregiert.

Emissionen aus der Abwasserreinigung

Bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen (mechanisch und biologisch) bildet sich Methan bei folgenden Verfahrensschritten:

- direkte Emissionen (Verluste) durch anaerobe Schlammbehandlung in geschlossenen Faultürmen bei energetischer Verwertung oder beim Abfackeln von Methan (Klärgasverbrennung),
- indirekte Emissionen durch im Schlammwasser gelöstes Methan (wird im Vorfluter freigesetzt),
- Emissionen bei der Klärschlammdeponierung (erfasst im Abschnitt Abfalldeponien).

Distickstoffoxid bildet sich aus der Stickstoffzulauf-Fracht des Schmutzwassers durch die N-Elimination in biologischen Klärstufen (zur Reduktion der Nitratbildung) als Nebenprodukt bei den Nitrifikations- und Denitrifikationsschritten.

Die Ammoniak-Emissionen werden hauptsächlich bereits in den Abwasserleitungen und Schacht- bzw. Sammelanlagen großflächig freigesetzt und bereits in der Quellengruppe "Biogene Quellen - Emissionen durch menschliche Stoffwechselfvorgänge" bilanziert.

Die Daten zur kommunalen und gewerblichen Abwasserreinigung in Baden-Württemberg wurden mit dem Bezugsjahr 1996 zur Berechnung herangezogen [StaLA, 98a]. Darüber hinaus gingen noch Angaben der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) zu den Klärgasverlusten und der Anzahl der Kläranlagen mit Klärgaserfassung in die Berechnungen mit ein [WENK, 97]. Die Emissionen an Methan und Distickstoffoxid wurden über spezifische Emissionsfaktoren aus diesen Angaben berechnet [UBA, 93][UBA, 95].

Emissionen aus privater/gewerblicher Produktanwendung

In diese Gruppe fallen Emissionen aus dem Umgang mit Produkten, die flüchtige organische Verbindungen (in der Regel als Treib- oder Lösemittel oder als Hilfsstoffe) enthalten. Diese Produkte werden vor-Ort von Handwerkern wie Malern, im Baugewerbe, und in den privaten Haushalten (Reinigungs- und Pflegemittel, Do-it-yourself-Handwerkern u.a.) sowie in Krankenhäusern bzw. anderen öffentlichen Einrichtungen eingesetzt.

Die hierbei betrachteten Hauptanwendungsgebiete gliedern sich wie folgt:

- Lackverarbeitung im Malerhandwerk, in Haushalten, im Baugewerbe
- Oberflächenbehandlung (Entfettung, Reinigung, Abbeizen, KFZ-Pflege)
- Klebstoffanwendungen im privaten und gewerblichen Bereich
- Konsumgüterverbrauch (Reinigungs- u. Pflegemittel, Kosmetika)

Die Lösemittlemissionen wurden aus den verbrauchten Einsatzmengen (Pro-Kopf-Verbräuche) und den mittleren Lösemittelgehalten der Produkte berechnet. Zur Ermittlung der Verbräuche wurde eine Verbrauchenumfrage an 14 400 Haushalten im Jahr 1996 von der Gesellschaft für Konsumforschung, Nürnberg nach Vorgaben der UMEG ausgewertet und auf das Bezugsjahr 1998 hochgerechnet. Weitere Daten wurden aus einem Bericht der VOC-Kommission [VOC-KOMM, 93] und verschiedenen Verbänden [VAN HALTEREN, 96] [BROSS, 96][DLI, 95] verwendet. Durch die Annahme eines mittleren Pro-Kopf-Verbrauchs wurden die Emissionen für die Städte und Gemeinden berechnet. Zu Vergleichszwecken wurden auch Daten aus einer Untersuchung für das Bundesland Nordrhein-Westfalen herangezogen [PROGNOS, 00].

Emissionen aus der Gasverteilung

Bei Leckagen und Reparaturarbeiten an den Gasversorgungsnetzen, an den Verdichterstellen und an den Endgeräten treten z. T. erhebliche Gasverluste auf. Die Verluste von Transitleitungen und Großverbrauchern

(Kraftwerke, Großindustrie) sind im Vergleich dazu von untergeordneter Bedeutung. In Baden-Württemberg wird ein kleinerer Aquifer-Untertagespeicher betrieben, dessen Emissionen jedoch ebenfalls vernachlässigbar sind [ALTFELD, 97].

Die Emissionen in den verschiedenen Versorgungsnetzen (Hoch- Mittel- und Niederdrucknetze) hängen im wesentlichen vom Alter der Netze und von den verwendeten Rohrmaterialien ab. Sie werden zum überwiegenden Teil in den Ortsnetzen (Niederdruck) und an den Endgeräten in den Haushalten und bei kleingewerblichen Verbrauchern verursacht. Die Emissionen an Methan und nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen aus der Erdgasverteilung wurden aus den Verbrauchsdaten und aus den Materialien der Rohrnetze (Stahl, Kunststoff, Grauguß etc.) [BGW, 98] mittels materialspezifischer Emissionsfaktoren für jedes Versorgungsunternehmen, welches in Baden-Württemberg ein Gasnetz betreibt, berechnet [REICHERT, 97]. Den gasversorgten Städten und Gemeinden Baden-Württembergs wurden dann verbrauchsabhängig die mittleren Verluste des jeweiligen Gasversorgungsunternehmens als Emission angerechnet.

Emissionen aus der Grundwasserförderung

Das Grundwasser wird durch anthropogene Eingriffe (Düngung) und in geringerem Umfang durch geogene Bedingungen mit C,N-Verbindungen verschmutzt. Die grundwasserführenden Schichten des Bodens weisen in der Regel anaerobe/reduzierende Verhältnisse auf und erlauben den mikrobiellen Abbau des organischen Kohlenstoffs zu Methan. Das im Grundwasser/Quellwasser und in geringerem Umfang im Uferfiltrat gelöste

Methan wird bei der Förderung (Entspannung) des Grundwassers freigesetzt und lokalisiert an den entsprechenden Anlagen an die Atmosphäre abgegeben. Die Wasserbilanz für das Land Baden-Württemberg des Jahres 1998 weist die geförderte Menge an Grundwasser für den öffentlichen und industriellen Verbrauch aus [StaLA, 97]. Aus der geförderten Wassermenge und einer mittleren Methankonzentration des Grundwassers [UBA, 93] wurde dann ein landesweiter Wert für die Methanemission berechnet.

Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge

Die Emissionen aus dem sonstigen Einsatz von Verbrennungsmaschinen in den Kategorien:

- Maschinen der Land- und Forstwirtschaft,
- Baumaschinen,
- Militär (Standortverkehr, Truppenübungsplätze),
- Geräte für Gartenpflege und Hobby,
- industrielle Geräte,

wurden aus dem landesweiten Emissionskataster 1995 [BW, 95] über dort detailliert untersuchte Entwicklungsprognosen für das Basisjahr 1998 aktualisiert.

Als Datengrundlage dienten die Kraftstoffverbräuche. Die Berechnung der Kraftstoffverbräuche und Emissionen für Baden-Württemberg wurde an die jeweilige unterschiedliche Datenverfügbarkeit angepasst. Zum Teil ließen sich die Verbräuche direkt aus vorhandenen Statistiken übernehmen. Bei Vorliegen von Fahrzeug- oder Motorbestandsdaten wurde anhand eines Schweizer Verfahrens die Werte berechnet [BUWAL, 96], bei gänzlich fehlender Datengrundlage wurden die Verbräuche über analoge sekundärstatistische Größen aus

den Schweizer Werten abgeleitet.

Die Tabelle 8-1 zeigt die Verteilung der Kraftstoffverbräuche für das Land Baden-Württemberg 1998.

Der Hockenheimring mit einer Streckenlänge von bis zu 6,8 km (großer Kurs) ist die mit Abstand bedeutungsvollste Motorsportveranstaltungsstätte in Baden-Württemberg. Die Emissionen dieser Motorsportanlage sind jedoch nur von lokaler Bedeutung, sodass diese in den Tabellen nicht ausgewiesen wurden.

***Tabelle 8-1:** Kraftstoffverbrauch des Bereiches Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 1998 in t/a*

	Otto-Kraftstoff	Diesel-Kraftstoff	Flugbenzin	Summe
Landwirtschaft	48 278	155 143	0	203 421
Forstwirtschaft	1 126	3 420	0	4 546
Baumaschinen	0	108 336	0	108 336
Garten/Hobby	55 023	0	0	55 023
Militär	10 000	36 708	91 744	138 452
Industrie	29 234	39 702	0	68 936
Summe	143 661	343 309	91 744	578 714

Gesamtemissionen aller sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 1998

In der Tabelle 8-2 sind die Emissionen der sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg, differenziert nach den einzelnen Quellen dargestellt.

Bei der Betrachtung der Emissionen der sonstigen nicht gefassten Quellen wird deutlich, dass die Methanemissionen hauptsächlich durch die Abfalldeponien (44 %) und durch die Emissionen der noch vorhandenen Altablagerungen (etwa 42 %) verursacht werden. Die anderen Quellen spielen bei dieser Schadstoffkomponente nur eine untergeordnete Rolle.

Die NMVOC-Emissionen werden einerseits durch die Anwendung lösemittelhaltiger Produkte im Haushalts-,

Hobby- und Gewerbebereich emittiert (51 %) und andererseits durch die Quelle Geräte/Maschinen/Fahrzeuge. In der letztgenannten Gruppe finden sich Emittenten wie die Land- und Forstwirtschaft mit ihren Traktoren und Einsatzmaschinen, Baumaschinen, das Militär, Geräte für Garten und Hobby sowie auch industrielle Geräte und Fahrzeuge. Die Verbrennungsmotoren in dieser Gruppe verursachen die verbrennungsbedingten Luftschadstoffe, die bei den sonstigen nicht gefassten Quellen ausschließlich aus dieser Gruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge kommen. Die Hauptemittenten innerhalb dieser Gruppe sind die Baumaschinen und der Sektor Landwirtschaft sowie im Falle des Kohlenmonoxids auch noch das Militär. Die NMVOC-Emissionen aus der Quelle Produkteinsatz stammen zu etwa 60 % aus der Lackanwendung im Maler- und Lackierhand-

Tabelle 8.2: Luftschadstoff-Emissionen aus sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	Abfall- deponien	Altabla- gerungen	Abwasser- behandlung	Produkt- einsatz	Erdgasver- teilungsnetze	Grund- wasser- förderung	Geräte/ Maschinen/ Fahrzeuge	Summe
SO ₂	-	-	-	-	-	-	989	989
CO	-	-	-	-	-	-	195 169	195 169
NO _x als NO ₂	-	-	-	-	-	-	17 847	17 847
NH ₃	-	-	-	-	-	-	-	0
NMVOC	-	-	-	19 495	1 943	-	16 522	37 960
CO ₂	-	-	-	-	-	-	1 830 000	1 830 000
CH ₄	62 133	60 000	7 063	-	11 332	702	-	141 230
N ₂ O	-	-	1 046	-	-	-	-	1 046
Benzol	-	-	-	-	-	-	-	0
Staub	-	-	-	-	-	-	2 217	2 217
PM10-Feinstaub	-	-	-	-	-	-	1 995	1 995

- : keine Angabe

werk außerhalb der entsprechenden Betriebsstandorte (Vor-Ort Anwendung). Die Emissionen am Betriebsstandort dieser Gewerbebranchen werden in der Quellengruppe Industrie- und Gewerbe aufgeführt. Die übrigen 40 % der NMVOC-Emissionen des Sektors Produkteinsatz gehen auf die Anwendung von Putz- und Pflegemitteln sowie auf den Körperpflege- und Kosmetikbereich zurück.

9 STOFFBEZOGENE EMISSIONEN UND DEREN ENTWICKLUNG 1995 BIS 1998

Die Emissionen der einzelnen Verursachergruppen werden im folgenden quellspezifisch für jede Schadstoffkomponente im Detail dargestellt. Neben den klassischen Luftschadstoffen Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, organische Verbindungen und Gesamtstaub werden auch die PM10-Feinstaubanteile des Staubes, die klimawirksamen Gase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid sowie das Ammoniak und das Benzol betrachtet.

Darüber hinaus werden für jede Komponente auch quellenbezogen die Entwicklungen der Emissionen zwischen den Erhebungen für das landesweite Kataster 1995 und den vorliegenden Daten für 1998 diskutiert.

9.1 Veränderungen zwischen den Erhebungsjahren

Das landesweite Emissionskataster Baden-Württemberg 1998 ist eine Fortschreibung und Aktualisierung des Emissionskatasters 1995 [BW, 95]. In diesem Kapitel werden nun Tendenzen und in Einzelfällen auch erhebungsbedingte Unterschiede in den Ergebnissen dieser beiden Untersuchungen herausgearbeitet und auf die Entwicklungen in diesen drei Jahren eingegangen. Um die Unterschiede und Tendenzen zwischen diesen beiden Erhebungsjahren bewerten zu können, müssen zunächst einmal die emissionsrelevanten Veränderungen der Randbedingungen für jede Quellengruppe diskutiert werden.

Für den Bereich Kleinf Feuerungsanlagen bedeutet dies, wie hat sich der Endenergieeinsatz entwickelt, gab es Verschiebungen im Energieträgermix durch Förderpro-

gramme oder Änderungen im Konsumverhalten bzw. zeigten die Appelle zum Energiesparen bei den Verbrauchern Wirkung.

Die Abbildung 9.1-1 zeigt die Änderungen des Endenergieverbrauches in Baden-Württemberg zwischen 1995 und 1998 und die Änderungen im Energieträgermix bei den emissionsrelevanten Energieträgern.

Der Endenergieeinsatz weist in diesem Zeitraum keine signifikante Veränderung auf. Obwohl die Bevölkerung in diesem Zeitraum um 1 % zunahm und die Zahl der Wohnungen und Wohngebäude sich um etwa 4 % vergrößerte, greifen Wärmeschutzverordnung für Neubauten, Verbesserungen der Kesseltechnik, Austausch von Altanlagen, Sanierung alten Wohnbestands nun zunehmend und lassen den Endenergieeinsatz bei

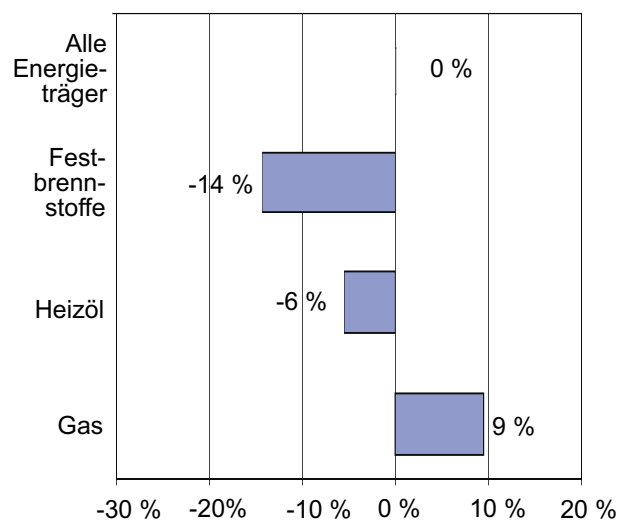


Abbildung 9.1-1: Entwicklung des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1995 bis 1998

den Kleinfeuerungsanlagen zwischen 1995 und 1998 stagnieren.

Bei der Verwendung nicht-leitungsgebundener Energieträger lassen sich jedoch mehr oder weniger deutliche Veränderungen ausmachen. Vor allem die Festbrennstoffe zeigen, von einem absolut betrachtet zwar relativ niedrigen Niveau, einen starken prozentualen Rückgang. Der Einsatz von Holz und Kohle als Energieträger ging von 1995 bis 1998 um 14 % zurück.

Deutlich größere Reduktionen sind beim Heizöl zu verzeichnen. Der Rückgang beträgt bei diesem Energieträger zwar nur etwa 6 %, jedoch bedeutet dies eine Reduzierung des absoluten Anteils von etwa 53 % am Endenergieeinsatz auf rund 50 %. Vor allem die Erstellung von Neubauten in Niedrigenergiebauweise und Gebäudesanierungen in Verbindung mit fiskalischen Anreizen zum Einbau von Erdgas-(Brennwert-)Kesseln lösten einen Trend weg vom Heizöl und hin zum Erdgas als Energieträger aus. Der Erdgasverbrauch nahm dementsprechend während dieser Zeit um etwa 9 % zu.

Die Zahl der Kraftfahrzeuge, der statische KFZ-Bestand also, nahm zwischen 1995 und 1998 um etwa 4 % zu. Allein der PKW-Bestand erhöhte sich in diesem Zeitraum um 2,7 %, der mittlere Motorisierungsgrad der Bevölkerung vergrößerte sich von 523 auf 531 PKW pro 1000 Einwohner. Der Anteil der G-KAT-Fahrzeuge am statischen PKW-Bestand wuchs von ca. 49 % im Jahr 1995 auf etwa 62 % im Jahr 1998.

In der Abbildung 9.1-2 sind die Änderungen der Jahresfahrleistungen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs für die einzelnen Fahrzeuggruppen dargestellt. Die Änderungen sind dabei definitionsgemäß

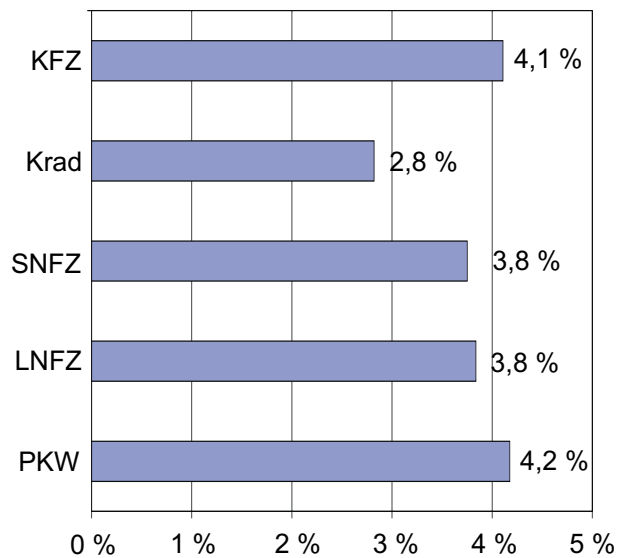


Abbildung 9.1-2: Entwicklung der Jahresfahrleistungen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs zwischen 1995 (= 0 %) und 1998

auf das Jahr 1995 bezogen.

In diesen drei Jahren beobachtet man bei allen Fahrzeuggruppen deutliche Zunahmen der Jahresfahrleistungen. Im Landesdurchschnitt erhöhen sich die Fahrleistungen für alle Kraftfahrzeuge um 4,1 %, wobei der größte Anteil von der Fahrzeuggruppe PKW und Kombis ausgeht, die mit 4,2 % auch die höchsten Zuwächse zu verzeichnen hat.

Betrachtet man die Änderung der Jahresfahrleistungen bei den Personenkraftwagen (PKW und Kombis) im regionalen Vergleich, so erkennt man zwar in allen Stadt- und Landkreisen eine erhebliche Zunahme, dabei beobachtet man jedoch zwischen den einzelnen Kreisen zum Teil deutliche Unterschiede. Während im Stadtkreis Mannheim z. B. die Fahrleistung nur um 2,6 % zunahm, erhöhte sich die Verkehrsleistung im Landkreis

Heilbronn um über 5 %. Generell lässt sich beobachten, dass in den Stadtkreisen die Fahrleistung relativ wenig um etwa 2,6 bis 3,2 % zunahm, acht der neun Stadtkreise des Landes bilden die Kreise mit den geringsten Zuwachsraten bezüglich der Jahresfahrleistungen. Dies scheint auf einen gewissen Sättigungseffekt in den dichter besiedelten Stadtzentren hinzudeuten. Demgegenüber stiegen die Fahrleistungen in den Landkreisen durch den überörtlichen Verkehr und insbesondere in unmittelbarer Nähe zu den großen Ballungszentren deutlich an, wie z. B. der Landkreis Heilbronn mit einer Steigerung von 5,1 % oder der Rhein-Neckar-Kreis mit 4,8 % Zuwachs.

Die Erhebungen im Bereich Industrie der Quellengruppe Industrie und Gewerbe basieren im wesentlichen auf den Angaben in den Emissionserklärungen für das Jahr 1996. Diese Angaben wurden durch Befragungen einzelner Betreiber, durch Hochrechnungen und durch Berücksichtigung allgemein gültiger Tendenzen auf das Basisjahr 1998 aktualisiert.

In Tabelle 9.1-1 sind die Zahl der Betriebe und die Zahl der Anlagen in diesen Betrieben für die Jahre 1994 und 1996, entsprechend den Daten im landesweiten Emissionskataster 1995 und im vorliegenden Kataster 1998, dargestellt [UM, 97], [UM, 99].

Betrachtet man sich die Zu- und Abgänge von Betrieben bzw. Anlagen in den einzelnen Wirtschaftsbereichen, so zeigen sich teilweise deutliche Verschiebungen. Im Bereich Herstellung von Metallzeugnissen und Giessereien ergab sich eine Zunahme der erklärungspflichtigen Betriebe um etwa 3 % auf nunmehr

Tabelle 9.1-1: Zahl der Betriebe und Anlagen im Bereich Industrie 1994 und 1996

	1994	1996
Betriebe	2 471	2 518
Anlagen	3 208	3 226
Betriebseinheiten	16 066	15 980
Emissionsquellen	13 317	13 272

295, während im Bereich Ernährung und Genussmittel die Anzahl um die gleich Prozentzahl auf jetzt 250 sank. Weitere Reduktionen zeigen sich im Bereich Chemische und pharmazeutische Industrie, Gummi, Kunststoffe, in der Landwirtschaft und Tierhaltung, bei den Industriebetrieben der Zellstoff-, Papier-, Pappe- und Holz-Branche sowie im Maschinenbau, in der Feinwerk- und Elektrotechnik. Die aus der Erklärungsspflicht herausfallenden Anlagen werden in diesem Kataster dann dem Bereich Gewerbe zugeordnet und dort erhoben, soweit sie noch emissionsrelevant sind. Zunahmen bei den erklärungspflichtigen Betrieben beobachtet man vor allem im Bereich Energieversorgung, Fahrzeugbau und im Dienstleistungssektor.

Die der Erhebung der biogenen Quellen zugrundeliegenden Daten, die sich vor allem aus der Bodennutzung in den Stadt- und Landkreisen und den Tierzahlen zusammensetzen, weisen zum Teil erhebliche Veränderungen auf. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass sich die Erhebungen für das Jahr 1998 auf neuen Basisdaten, einer Landnutzungshaupterhebung im Jahr 1997 mit Stichtag 31.12.1997, beziehen. Die Daten zum landesweiten Emissionskataster 1995 bezogen sich auf ältere Satellitendaten, bei deren Erhebung durch die

Fernerkundung lediglich 16 Bodennutzungsklassen unterschieden werden konnten, während die Landnutzungserhebung die Bodenfläche in 50 Kategorien einteilt und damit eine sehr viel detailliertere Berechnung möglich war. Bei den Tierzahlen ergaben sich im Einzelfall ebenfalls erhebungsbedingte Unterschiede, da die Basisdaten seit 1998 einer anderen Zählmethodik unterliegen, wie schon in Kapitel 7 bei den Erhebungsgrundlagen ausgeführt wurde. Neuere Erkenntnisse zur Problematik der Distickstoffoxid-Emissionen aus stickstoffgedüngtem Ackerland und Grünland, die zu einer deutlich höheren Distickstoffoxid-Freisetzung führen, wurden im Zuge dieser Fortschreibung nicht berücksichtigt [BNLA, 00].

Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen zeigen sich im Betrachtungszeitraum in Einzelfällen ebenfalls Entwicklungen, die sich auf die Schadstoffemissionen einzelner Bereiche auswirkten. Bei den Abfalldeponien gab es vornehmlich durch die weitergehende Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, durch vermehrte Verwertung und Vermeidung von Abfällen und durch die Schließung von Deponieraum im Zuge der Vorgaben der TA-Siedlungsabfall einen Rückgang der auf den Baden-Württembergischen Deponien abgelagerten Mengen organischen Abfalls um etwa 28 %. Vor allem die Deponierung von Gewerbeabfällen und von Klärschlamm gingen um 40 bis 60 % bezogen auf 1995 zurück. Da sich die Methanbildung in den Deponiekörpern durch einen sehr langsamen Verlauf auszeichnet, machen sich solche relativ kurzfristigen Änderungen in den jährlich abgelagerten Mengen verrottbarer Müllmasse auf der Emissionsseite erst langsam bemerkbar.

Beim Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe sinken die Emissionen deutlich. Hier erweist sich vor allem die Reduktion der Lösemittelanteile in den Produkten als bedeutender Minderungsfaktor.

Im Bereich Verluste bei der Erdgasverteilung ergaben sich größere Änderungen in den Verteilernetzen der Gasversorgungsunternehmen. Die Länge der Rohrnetze nahm zwar von 1995 bis 1998 durch Neuerschließungen um etwa 9 % zu, jedoch wurden dabei auch viele alte Graugussrohre ersetzt, die sehr hohe spezifische Leckraten an den Flanschen und Muffen aufweisen. Im Niederdrucknetz, also in den Ortsnetzen, in denen ein Großteil der Emissionen aus der Erdgasverteilung entsteht, stieg die gesamte Rohrnetzlänge um etwa 5 %, während gleichzeitig die Länge der Graugussrohre, die 1998 einen Anteil von etwa 19 % an der Niederdrucknetzlänge haben, um etwa 10 % abnahm [BGW, 95], [BGW, 98].

9.2 Stand und Entwicklung der Emissionen 1995 bis 1998

Schwefeldioxid

In Tabelle 9.2-1 sind die Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-1 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Schwefeldioxid-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-2 die Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-1: Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	17 577	16 556
Verkehr	8 133	5 077
Industrie und Gewerbe	32 050	26 865
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	1 003	989
Summe	58 763	49 487

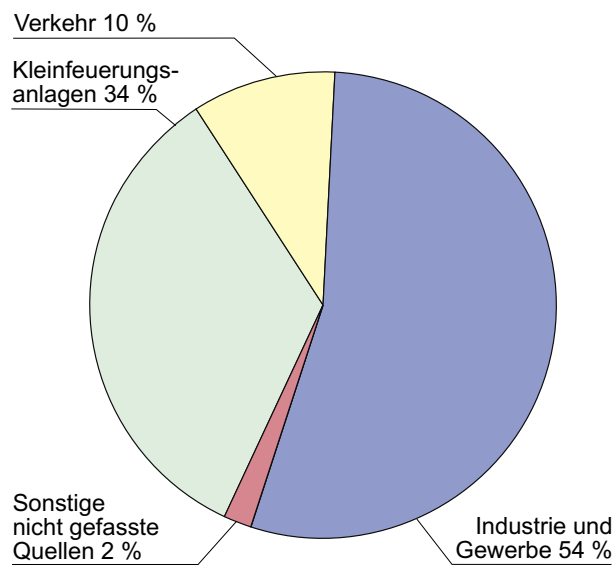


Abbildung 9.2-1: Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

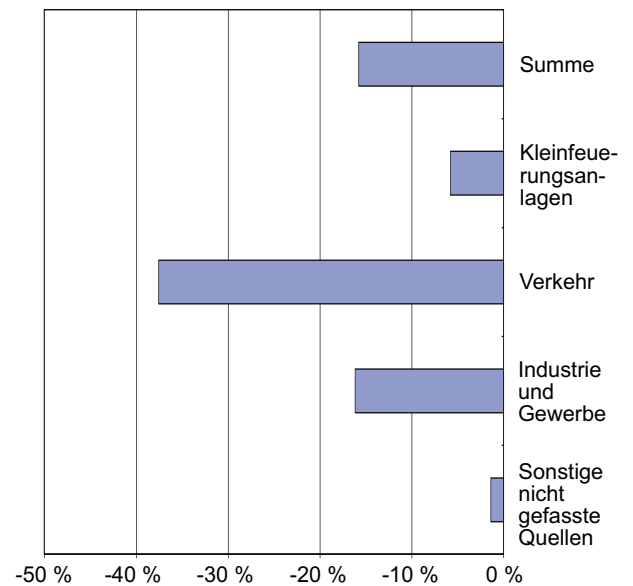


Abbildung 9.2-2: Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen 1995 bis 1998

Die Schwefeldioxid-Emissionen des Jahres 1998 werden hauptsächlich durch die Quellengruppe Industrie und Gewerbe mit einem Anteil von 54 % an den SO₂-Gesamtemissionen in Baden-Württemberg verursacht. Dabei wird das Schwefeldioxid ausschließlich durch die Industrie emittiert. Die wichtigsten Wirtschaftsbereiche, in denen Schwefeldioxid freigesetzt wird, sind die Großfeuerungsanlagen zur Energieversorgung, die allein fast ein Drittel der SO₂-Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe ausmachen und zu etwa gleichen Anteilen die mineralölverarbeitende Industrie sowie die Papierindustrie.

Die Kleinfeuerungsanlagen in Haushalten und Gewerbebetrieben zeigen sich mit einem Anteil von 34 % an den SO₂-Emissionen beteiligt. Das Schwefeldioxid in dieser Quellengruppe kommt dabei zu etwa 97 % aus dem Schwefelgehalt des verfeuerten Heizöles. Beim Verkehr werden etwa 42 % der Schwefeldioxid-Emissionen allein durch die Dieselmotoren der schweren Nutzfahrzeuge emittiert. Die sonstigen Verkehrsträger Schiene, Schiff und Flugzeug tragen nur zu etwa 7 % zu den Schwefeldioxid-Emissionen des Verkehrs bei. Die SO₂-Emission der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen wird ausschließlich durch die Gruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge verursacht. Hier sind es vor allem dieselbetriebene landwirtschaftliche Maschinen und Fahrzeuge sowie Baumaschinen, die für die Emissionen verantwortlich sind.

Vergleicht man die Massenströme zwischen 1995 und 1998, so sinken die Schwefeldioxid-Emissionen in diesem Zeitraum um etwa 16 %, wobei die Quellengruppe Verkehr mit einer Minderung von 38 % den größten

Rückgang aller Quellengruppen verzeichnen kann. Dieser Effekt ist vor allem auf die Reduktion des Schwefelgehaltes im Dieselmotorkraftstoff zurückzuführen. Durch den absolut gesehen relativ kleinen Beitrag des Verkehrs zur Schwefeldioxid-Gesamtemission, macht sich diese umfassende Minderung jedoch nicht in vergleichbarer Höhe bemerkbar.

Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe hat mit einem Anteil von 54 % und einem Rückgang von 16 % den größten Anteil an den Minderungen, die Kleinfeuerungsanlagen konnten in diesem Zeitraum nur Minderungen von etwa 6 % realisieren, was in etwa auch dem Rückgang des Marktanteils des Heizöls am Energieträgermix entspricht.

Kohlenmonoxid

In Tabelle 9.2-2 sind die Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-3 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Kohlenmonoxid-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-4 die Entwicklung der Kohlenmonoxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-2: Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	54 315	38 382
Verkehr	531 094	426 963
Industrie und Gewerbe	23 177	20 138
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	189 493	195 169
Summe	798 079	680 652

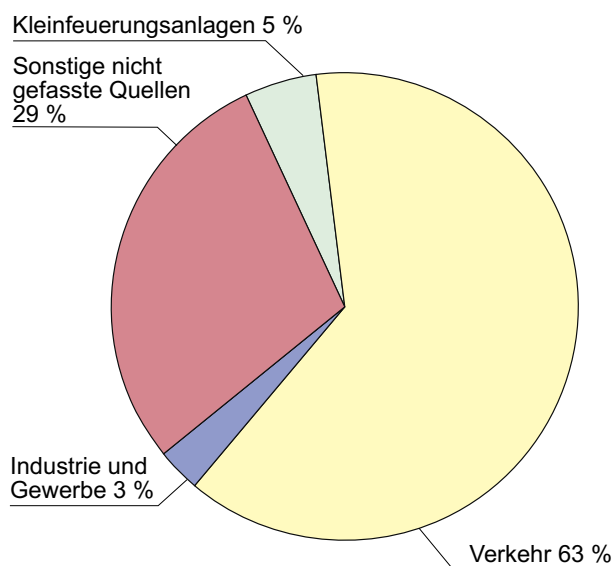


Abbildung 9.2-3: Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

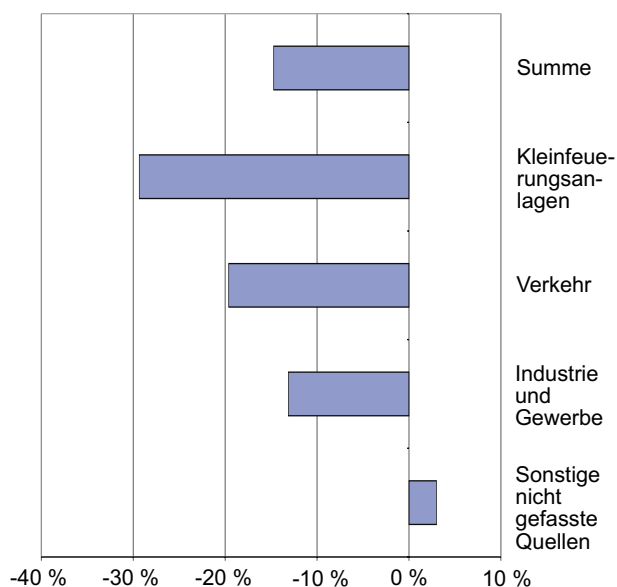


Abbildung 9.2-4: Entwicklung der Kohlenmonoxid-Emissionen 1995 bis 1998

Sieht man von den klimarelevanten Kohlendioxid-Emissionen ab, stellt das Kohlenmonoxid mit etwa 45 % Anteil mengenmäßig den größten Teil an allen in dieser Studie betrachteten Luftschadstoffe dar. Die Kohlenmonoxid-Emissionen werden dabei, wie bereits dargelegt, überwiegend durch den Verkehr und hier insbesondere durch den Straßenverkehr mit einem Beitrag von allein 59 % verursacht. Die Quellengruppe sonstige nicht gefasste Quellen, die den zweiten wichtigen Beitrag zu den CO-Emissionen leistet, hat nicht einmal die Hälfte des Verkehrsanteils. Bei den sonstigen nicht gefassten Quellen hat das Militär (militärischer Verkehr auf nicht-öffentlichen Straßen, Truppenübungsplätzen) in der Gruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge einen Anteil von 37 %, die mit Verbrennungsmotoren betriebenen Geräte und Maschinen des Bereichs Garten und Hobby einen Anteil von etwa 25 % und die landwirtschaftlich eingesetzten Maschinen einen Anteil von 23 % an den CO-Gesamtemissionen der sonstigen nicht gefassten Quellen. Die Kleinf Feuerungsanlagen und die Industrie haben nur kleine Anteile, wobei die industriellen Emittenten im Bereich Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik (z. B. Zement-, Kalk- und Gipswerke) und bei den Giessereien zu finden sind. Bei den Kleinf Feuerungsanlagen bewirkt besonders der Einsatz des Energieträgers Holz in den Einzelfeuerungsanlagen den Ausstoß von Kohlenmonoxid. Das Holz trägt in dieser Quellengruppe zu 58 % zu den CO-Emissionen bei.

Die Entwicklung der Kohlenmonoxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 betrachtet, zeigt sich bei diesem Schadstoff eine deutliche Minderung bezogen auf 1995

und zwar um fast 15 %. Bei den einzelnen Quellengruppen finden sich bei den Kleinf Feuerungsanlagen prozentual gesehen die höchsten Rückgänge. Diese Quellengruppe emittiert 1998 über 29 % weniger Kohlenmonoxid als noch 1995. Der Verkehr, der bei diesem Schadstoff zu 63 % an den Emissionen beteiligt ist, bleibt mit einem quellenspezifischen Rückgang der Emissionen um annähernd 20 % als der wichtigste Minderungsfaktor für die Entwicklung der gesamten Kohlenmonoxid-Emission. Dagegen zeigt sich bei den sonstigen nicht gefassten Quellen eine leichte Zunahme der Emissionen um etwa 3 %.

Stickstoffoxide

In Tabelle 9.2-3 sind die Stickstoffoxid-Emissionen (NO_x berechnet als NO₂) in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-5 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Stickstoffoxid-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-6 die Entwicklung der Stickstoffoxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-3: Stickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	16 155	15 713
Verkehr	131 208	112 125
Industrie und Gewerbe	36 000	33 083
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	17 523	17 847
Summe	200 886	178 768

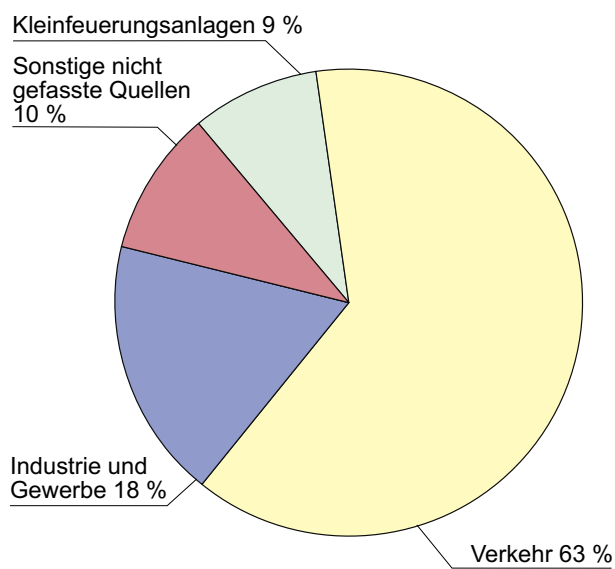


Abbildung 9.2-5: Stickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

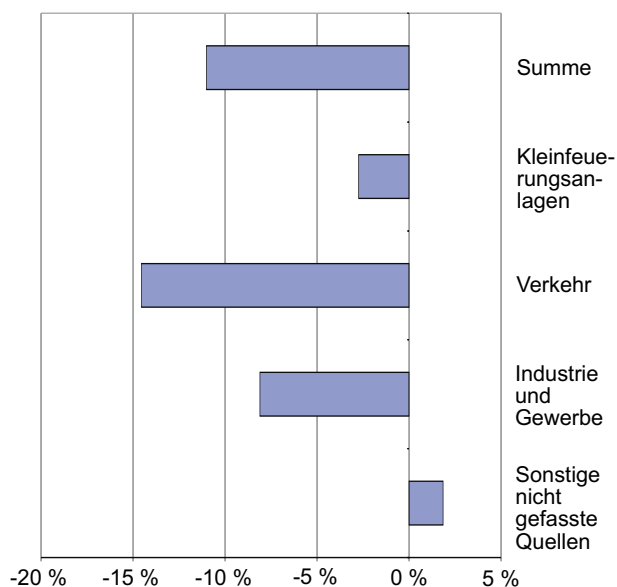


Abbildung 9.2-6: Entwicklung der Stickstoffoxid-Emissionen 1995 bis 1998

Bei den Emissionen von Stickstoffoxiden ($\text{NO} + \text{NO}_2$, berechnet als NO_x) ist die Quellengruppe Verkehr mit 63 % verantwortlich. Innerhalb dieser Quellengruppe sind es vor allem die schweren Nutzfahrzeuge auf den Straßen Baden-Württembergs, die allein fast 40 % der NO_x -Emissionen des Verkehrs verursachen. Die NO_x -Emissionen des Straßenverkehrs werden dabei zu über 61 % auf den Autobahnen und Bundesstraßen freigesetzt.

Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe ist mit einem Anteil von etwa 18 % in der Bedeutung schon deutlich hinter dem Verkehr zurückgefallen. In den Wirtschaftsbereichen Energieversorgung, Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik (z. B. Zement-, Kalk- und Gipswerke) und in der Papierindustrie verursachen die dort eingesetzten fossil betriebenen Feuerungsanlagen ebenfalls hohe Stickstoffoxid-Emissionen. Die Kleinf Feuerungsanlagen und die sonstigen nicht gefassten Quellen, bei letzteren lediglich die Gruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge, weisen nur jeweils etwa 10 % an den NO_x -Gesamtemissionen aus.

Die Stickstoffoxid-Emissionen gingen bis 1998 um etwa 11 % zurück, wobei die verkehrsbedingten Emissionen allein um fast 15 % abnahmen. Die Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe, zu 18 % an den Emissionen im Basisjahr 1998 beteiligt, gingen in diesen drei Jahren um über 8 % zurück. Die Kleinf Feuerungsanlagen konnten, bei einem absolut gesehen niedrigen Anteil an den Stickstoffoxid-Gesamtemissionen, die Emissionen des Jahres 1995 um etwa 3 % unterbieten. Die Sonstigen nicht gefassten Quellen steigerten

ihre Emissionen im Betrachtungszeitraum geringfügig um 2 %, jedoch wirken sich diese Mehr-Emissionen auf die gesamte Emissionsentwicklung dieses Schadstoffes nicht merklich aus.

Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe NMVOC

In Tabelle 9.2-4 sind die Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Da sich emissionsmindernde Maßnahmen im Sinne eines vorsorgenden Immissionsschutzes im Bereich der Biogenen Quellen (z.B. Vegetation) nicht implementieren lassen, sind im folgenden die Emissionen der Biogenen Quellen aus den Daten herausgerechnet worden. Die letzte Zeile in der Tabelle gibt die Summe der rein anthropogen beeinflussten NMVOC-Emissionen an.

Die Abbildung 9.2-7a zeigt den Anteil der einzelnen Quellengruppen an den NMVOC-Emissionen des Jahres 1998. In der Abbildung 9.2-7b sind ergänzend dazu die NMVOC-Emissionen der anthropogenen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-8 veranschaulicht die Entwicklung der NMVOC-Emissionen zwischen 1995 und 1998, wobei auch hier zu Vergleichszwecken die Veränderung der anthropogen bedingten NMVOC-Emissionen getrennt noch einmal dargestellt wurde.

Die NMVOC-Emissionen, also die Emissionen organischer Verbindungen ohne Berücksichtigung des Methans, werden in jeder hier betrachteten Quellengruppe emittiert. Die Verteilung der Emissionen auf die einzelnen Quellengruppen ist recht gleichmäßig, mit Ausnahme der Kleinf Feuerungsanlagen, die mit nur rund 3 % Anteil einen verschwindend kleinen Prozentsatz an den Gesamtemissionen aufweisen.

Die biogenen Quellen und hier ausschließlich die Vege-

Tabelle 9.2-4: NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	6 542	5 670
Verkehr ¹⁾	77 000	58 422
Industrie und Gewerbe	47 405	44 592
Biogene Quellen	60 222	65 543
Sonstige nicht gefasste Quellen	54 733	37 960
Summe	245 902	212 187
Summe nur anthropogene ²⁾		
Quellen	185 680	146 644

¹⁾ einschließlich Verdunstungsemissionen, ohne Lösemittel-Emissionen aus Scheibenwaschanlagen und Entfrosteren

²⁾ ohne Biogene Quellen

tation (Wälder, Ackerland, Grünland) weisen die höchsten Emissionsraten auf. Gleichauf folgt der Verkehr mit etwa 27 % Anteil an den Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Emissionen stammt aus dem Straßenverkehr und hier vor allem von der Fahrzeuggruppe PKW und Kombi mit einem Anteil von etwa 76 % an den NMVOC-Straßenverkehrsemissionen. Die Diesel-PKW haben an den Kohlenwasserstoff-Emissionen nur einen geringen Anteil. Lediglich etwa 3 % der NMVOC-Emissionen aus der Quellengruppe PKW+Kombi stammen aus PKW-Dieselmotoren. Die NMVOC-Emissionen des Straßenverkehrs setzen sich aus den Abgas- und den Verdunstungsemissionen aus den Kraftstofftanks und den Zuleitungen sowie den Kraftstoff-Emissionen im Motorraum zusammen. Diese Verdunstungsemissionen haben einen Anteil von etwa 26 % an den NMVOC-Straßenverkehrsemissionen. Die Lösemittel-Emissionen aus den Scheibenwaschanlagen und aus Defrostermitteln werden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

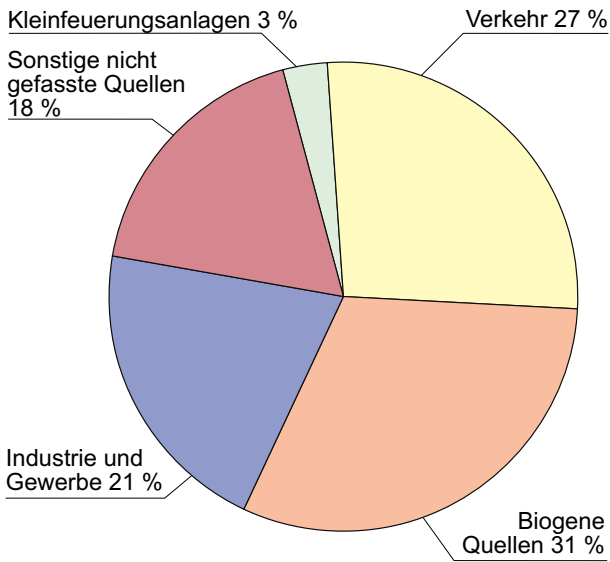


Abbildung 9.2-7a: NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

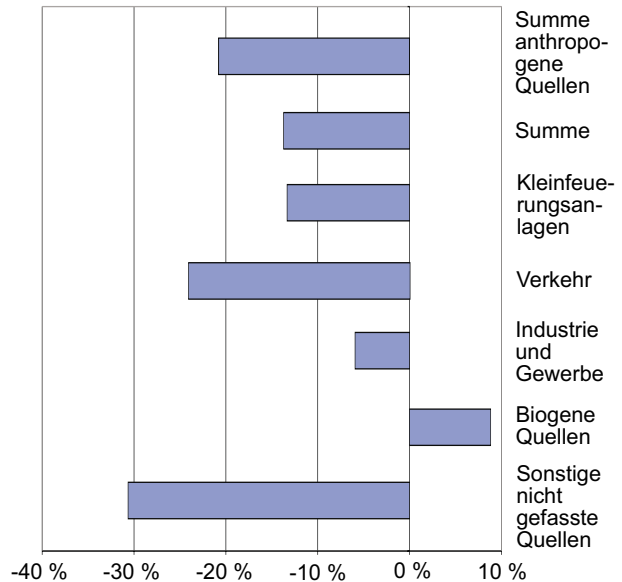


Abbildung 9.2-8: Entwicklung der NMVOC-Emissionen 1995 bis 1998

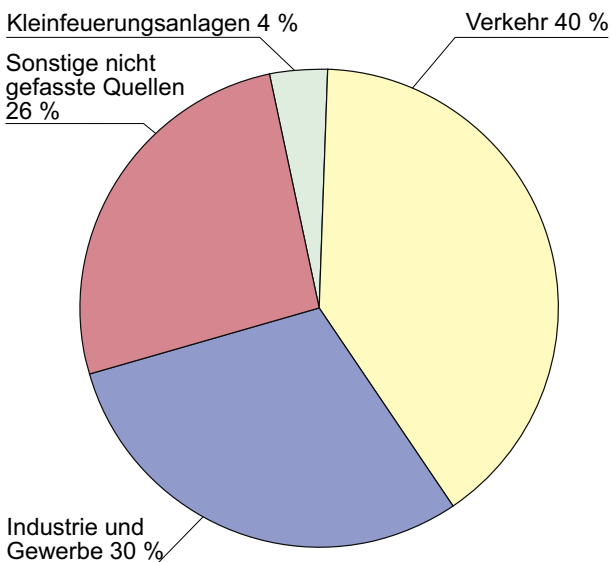


Abbildung 9.2-7b: Anthropogene NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe hat einen Anteil von etwa 21 % an den NMVOC-Gesamtemissionen. Der gewerbliche Bereich weist dabei mit einem Anteil von 71 % an den Emissionen dieser Quellengruppe einen höheren Beitrag zu den Belastungen aus wie die industriellen Emittenten. Die Gewerbebranchen mit den größten NMVOC-Emissionen sind die metallverarbeitenden Betriebe (Reinigung, Entfettung, Lackierung) mit 35 % Anteil an den Emissionen des Bereichs Gewerbe und die Tankstellen mit etwa 16 % Anteil. Lackierereien und Druckereien weisen jeweils etwa 11 % Anteil auf. Insgesamt werden über alle Branchen hinweg etwa 42 % der NMVOC-Emissionen bei Lackiervorgängen emittiert und etwa 22 % bei diversen Reinigungsverfahren. Größere Emittenten bei den industriellen Quellen ist der Fahrzeugbau und die chemisch-pharmazeutische Industrie.

Zwischen 1995 und 1998 verringerten sich bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen die Jahresemissionen um fast 14 %. Läßt man die Biogenen Quellen außen vor und betrachtet nur die anthropogenen Emissionen, so ging der NMVOC-Ausstoß in diesen drei Jahren sogar um 21 % zurück. In allen Quellengruppen mit Ausnahme der Biogenen Quellen verringerten sich die Emissionen zum Teil sehr deutlich. Relativ große Minderungspotentiale wurden in der Quellengruppe Verkehr ausgeschöpft. Im Jahr 1998 wurden 24 % weniger NMVOC aus dem Verkehr emittiert. Deutliche Reduktionen konnten auch in der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen realisiert werden. Die Minderungen betragen bezogen auf 1995 etwa 13 %, wobei sich hier jedoch im Gegensatz zu den Verkehrsemissionen durch den relativ geringen Anteil der Kleinf Feuerungsanlagen zu den NMVOC-Gesamtemissionen diese Tendenz nur wenig auf die Emissionssituation auswirkt. Die größten quellenspezifischen Reduktionen können jedoch die Sonstigen nicht gefassten Quellen für sich verbuchen. Dies wird vor allem durch einen deutlichen Rückgang der Emissionen aus dem Bereich Produkteinsatz und aus der Erdgasverteilung bewirkt. Der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zeigt demgegenüber einen leichten Anstieg der Emissionen zwischen 1995 und 1998, wie er auch bei der Diskussion der bisher betrachteten, verbrennungsbedingten Schadstoffe in diesem Bereich zu verzeichnen war.

Auch die Quellengruppe Industrie und Gewerbe zeigt einen leichten Rückgang bei den Gesamtemissionen, wobei der Bereich Industrie eine Minderung von 13 % realisieren konnte, während der Bereich Gewerbe lediglich eine Reduktion von etwa 3 % vorweisen kann.

Bei den Biogenen Quellen erhöhten sich demgegenüber die Emissionen um knapp 9 %. Dies liegt an dem relativ warmen Jahr 1998 mit dadurch bedingt deutlich erhöhten NMVOC-Freisetzen des Bereichs Vegetation und an der neuen Landnutzungs-Datenbasis, die vor allem die Nadel- und Laubwaldverteilung in Baden-Württemberg detaillierter wiedergibt.

Gesamtstaub

In Tabelle 9.2-5 sind die Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-9 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Gesamtstaub-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-10 die Entwicklung der Gesamtstaub-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-5: Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinfeuerungsanlagen ¹⁾	1 786	1 961
Verkehr ²⁾	5 301	4 252
Industrie und Gewerbe	7 905	6 946
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	2 164	2 217
Summe	17 156	15 376

¹⁾ Emission 1995 wegen unterschätztem Holzeinsatz zu niedrig
²⁾ ohne Reifen- und Bremsenabrieb

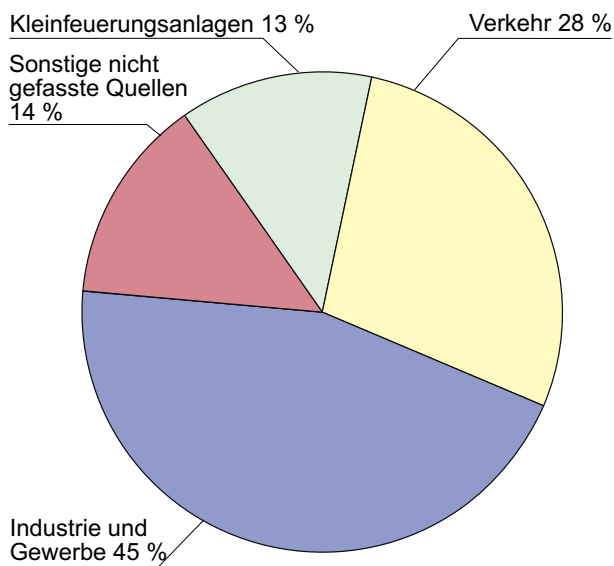
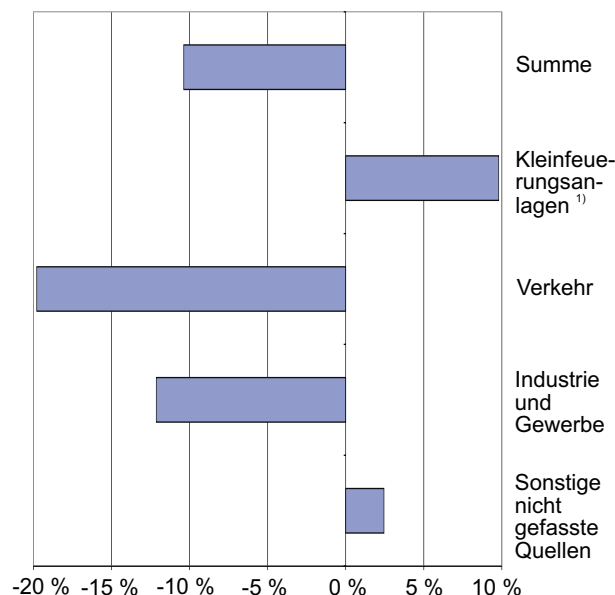


Abbildung 9.2-9: Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

Mit über 45 % hat die Quellengruppe Industrie und Gewerbe den größten Anteil an den Staub-Emissionen in Baden-Württemberg. Bei den gewerblichen Quellen, die einen Anteil von etwa 16 % an den Gesamtstaub-emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe



¹⁾ Steigerung nicht realistisch, da Staub-Emissionen 1995 wegen unterschätztem Holzeinsatz zu niedrig

Abbildung 9.2-10: Entwicklung der Gesamtstaub-Emissionen 1995 bis 1998

ausmachen, werden etwa 64 % in Steinbrüchen als Gesteinsstaub emittiert und knapp 31 % kommen aus den holzverarbeitenden Gewerbebetrieben. Der Bereich

Steine und Erden, Glas und Keramik weist bei den industriellen Staubemittenten mit etwa der Hälfte der Gesamtstaubfreisetzung den größten Anteil auf. Die Staubbelastung kommt in dieser Gruppe hauptsächlich durch Zerkleinerungstätigkeiten und durch den Umschlag staubender Güter zustande. An zweiter Stelle folgt die Energieversorgung, also Wärmekraftwerke, Heizkraftwerke und Prozessfeuerungen. Größere Anteile an den Staubemissionen aus dem Industriebereich haben noch die Wirtschaftsbereiche Zellstoff, Papier, Pappe, Holz, Druck und Verlag sowie der Bereich Mineralölverarbeitung. In der Quellengruppe Verkehr, die einen Anteil von etwa 28 % an den Gesamtstaubemissionen innehat, dominieren die Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge. Diese Fahrzeuggruppe zeigt sich für fast 51 % der verkehrsbedingten Staubemissionen verantwortlich, wobei dieser hauptsächlich aus Dieselruß-Partikeln besteht. Die Emissionen aus dem Reifen- und dem Bremsenabrieb sind bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Die übrigen Verkehrsträger Schienen- Schiff- und Luftverkehr spielen bei den Staub-Emissionen wie auch bei den anderen Schadstoffkomponenten keine Rolle.

Der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen zeigt sich für etwa 14 % der Staubemissionen verantwortlich. Dieser Bereich, der die land- und forstwirtschaftlichen Geräte, die Baumaschinen, das Militär, die industriellen Kleingeräte (Gabelstapler etc.) sowie den Hobbybereich (Motorsägen, Rasenmäher) umfasst, weist etwa die Hälfte der Verkehrsemissionen auf.

Bei den Kleinfeuerungsanlagen ist es hauptsächlich die Verbrennung von Festbrennstoffen (Holz, Kohle), die

den relativ hohen Beitrag von 13 % zu der gesamten Staubfreisetzung dieser Quellengruppe ausmacht. Allein der Energieträger Holz verursacht 71 % der Staubemissionen aus der Quellengruppe Kleinfeuerungsanlagen, obwohl weniger als 2 % des Energiebedarfs durch Holz gedeckt wird.

Auch die Staubemissionen weisen zwischen 1995 und 1998 einen deutlichen Rückgang um über 10 % auf. In der Quellengruppe Industrie und Gewerbe konnten die Staubemissionen in diesen drei Jahren um etwa 12 % gesenkt werden. Dieser Trend wird ausschließlich durch einen etwa 15-prozentigen Rückgang der Emissionen im Bereich Industrie verursacht. Der Bereich Gewerbe emittierte 1998 demgegenüber etwa 3 % mehr Staub als 1995.

Der Verkehr und hier speziell der Straßenverkehr konnte durch Verbesserungen in der Motortechnik, durch vermehrte Durchdringung des Fuhrparks mit Katalysator-Fahrzeugen und vor allem durch Verbesserungen bei den Dieselfahrzeugen (Rußfilter) die Partikelemissionen um 20 % reduzieren.

Die Kleinfeuerungsanlagen zeigten eine leichte Erhöhung der Staubemissionen um knapp 10 %. Dies ist auf eine Unterschätzung des Holzeinsatzes 1995 zurückzuführen, es liegt also keine reale Steigerung der Emissionen vor. Die Sonstigen nicht gefassten Quellen, und hier lediglich der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge, erhöhten ihren Staubausstoß um etwa 2 %.

PM10-Feinstaubanteil im Gesamtstaub

In Tabelle 9.2-6 sind die PM10-Feinstaubemissionen in Baden-Württemberg 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die PM10-Feinstaubfraktion (Staubpartikel mit mittleren aerodynamischen Durchmessern von weniger als 10 µm) wurde für jede Quellengruppe getrennt aus den jeweiligen Gesamtstaubemissionen berechnet.

Die Abbildung 9.2-11 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den PM10-Feinstaubemissionen des Jahres 1998.

In Abbildung 9.2-12 ist der PM10-Feinstaubanteil des Gesamtstaubes differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

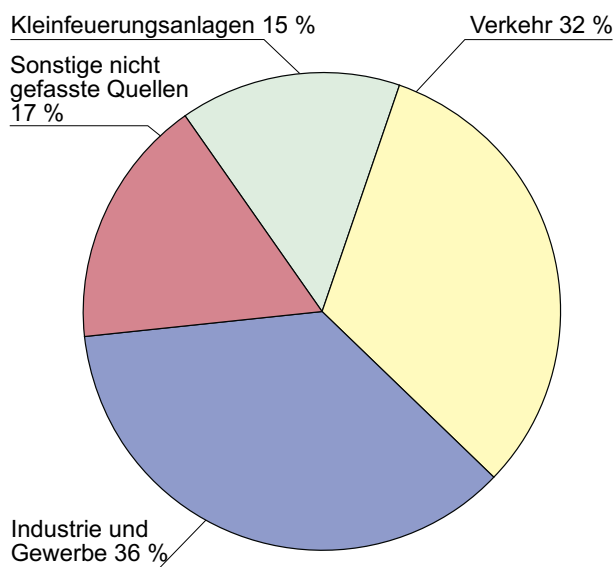


Abbildung 9.2-11: PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

Tabelle 9.2-6: PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998 in t/a

	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	1 765
Verkehr ¹⁾	3 817
Industrie und Gewerbe	4 377
Biogene Quellen	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	1 995
Summe	11 954

(1995 keine Erhebung !)

¹⁾ ohne Reifen- und Bremsenabrieb

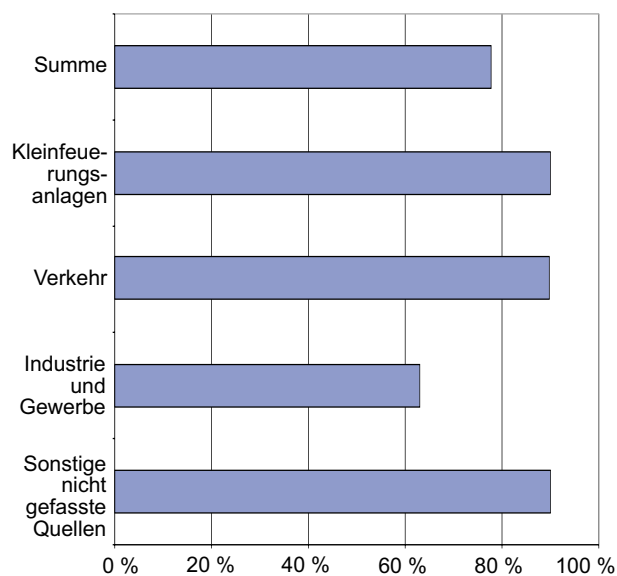


Abbildung 9.2-12: PM10-Feinstaubanteil des Gesamtstaubes für jede Quellengruppe

Die PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg werden mit einem Anteil von 36 % von der Quellengruppe Industrie und Gewerbe und mit einem Anteil von 32 % von der Quellengruppe Verkehr bestimmt. In der Quellengruppe Industrie und Gewerbe weist der Bereich Gewerbe einen PM10-Feinstaubanteil an den gewerblichen Staubemissionen, gemittelt über alle betrachteten Branchen, von 60 % auf. Im Bereich Industrie lassen sich dagegen etwa 63 % der Staubemissionen der PM10-Korngrößenfraktion zuordnen. Die Wirtschaftsbereiche Steine und Erden, Glas und Keramik setzen etwa 47 % der PM10-Feinstaubemissionen des Bereiches Industrie frei. Der Feinstaub-Anteil an den Gesamtstaubemissionen ist in diesen Betrieben etwas geringer, während im Bereich Energieversorgung der PM10-Anteil des Gesamtstaubes höher ist. Letzgenannter Wirtschaftszweig ist für über 28 % der PM10-Feinstaubemissionen des Bereiches Industrie verantwortlich.

Bei der Quellengruppe Verkehr bestehen ca. 90 % der Gesamtstaubemissionen aus der PM10-Feinstaubfraktion.

Sowohl bei den Kleinf Feuerungsanlagen als auch bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen sind die spezifischen Anteile an den PM10-Emissionen höher als deren Anteile an den Gesamtstaubemissionen. In beiden Quellengruppen sind die PM10-Anteile an den jeweiligen Gesamtstaubemissionen im Bereich von 90 %, während der Durchschnittswert für alle Quellengruppen einen Anteil des PM10-Feinstaubes am Gesamtstaub von knapp 78 % ausweist.

Die PM10-Feinstaubanteile wurden im Jahre 1998 zum ersten Mal systematisch erhoben, Erkenntnisse über die

zeitliche Entwicklung oder über zukünftige Tendenzen liegen derzeit nicht im Detail vor. Die Änderung der Gesamtmenge dürfte in Etwa jedoch den Verlauf der Entwicklung der Gesamtstaubfreisetzung im Betrachtungszeitraum widerspiegeln und sich bei einem Wert von ca. 10 % Reduktion zwischen 1995 und 1998 einpendeln.

Kohlendioxid

In Tabelle 9.2-7 sind die Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-13 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Kohlendioxid-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-14 die Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-7: Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in kt/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	22 329	22 192
Verkehr	18 978	19 398
Industrie und Gewerbe ¹⁾	28 632	33 821
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	1 828	1 830
Summe	71 767	77 241

¹⁾ Emissionen 1995 wurden unterschätzt wegen Fehlens nicht-energetischer Emissionen

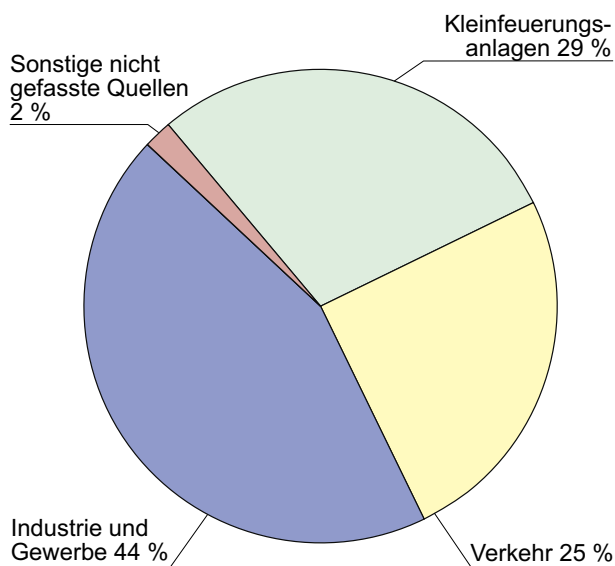
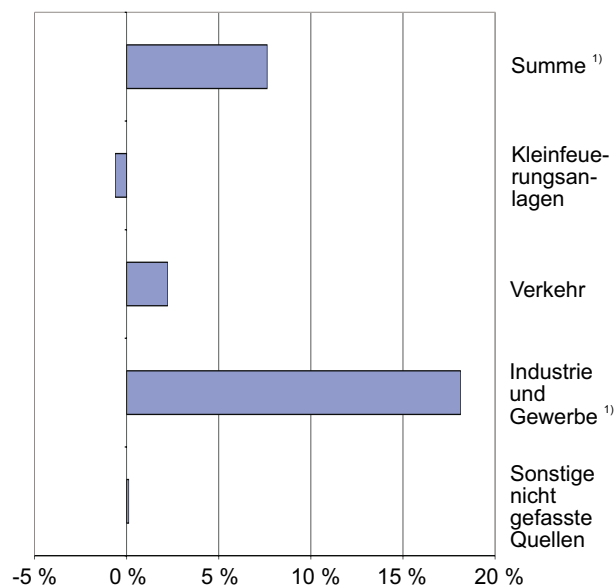


Abbildung 9.2-13: Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998



¹⁾ 1995 keine Erfassung nichtenergetischer Emissionen, reale Steigerung für Industrie und Gewerbe etwa 10 % und als Summe etwa 5 %

Abbildung 9.2-14: Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen 1995 bis 1998

Kohlendioxid wird in Baden-Württemberg zu 44 % aus der Quellengruppe Industrie und Gewerbe emittiert, die Kleinf Feuerungsanlagen weisen mit 29 % den zweitwichtigsten Beitrag auf, gefolgt von der Quellengruppe Verkehr. Die Sonstigen nicht gefassten Quellen und hier ausschließlich der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zeigen sich nur zu etwa 2 % an den Kohlendioxidemissionen beteiligt. Das Kohlendioxid aus Atmungsvorgängen bei Menschen und Tieren sowie aus biologischen Abbauprozessen wie in Kläranlagen oder Deponien oder auch in Böden wird in dieser Erhebung nicht berücksichtigt, da es sich bei diesen Prozessen um nahezu geschlossene Kreisläufe handelt. Im engeren Sinne werden in dieser Betrachtung also lediglich die Kohlendioxid-Emissionen aus der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe und zu einem kleinen Teil auch die CO₂-Emissionen aus dem Brennen mineralischer Stoffe (Decarbonisierung), wie bei der Zementherstellung oder beim Kalkbrennen, berücksichtigt.

Die in den Feuerungsanlagen zur Verbrennung eingesetzten regenerativen Energieträger (Holz, Biomasse, etc.) weisen im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen eine ausgeglichene Kohlenstoffbilanz auf. Das bedeutet, die bei der Verbrennung entstehende Kohlendioxidmenge wird beim Aufbau der Biomasse in relativ kurzer Zeit wieder der Atmosphäre entnommen. Im einzelnen handelt es sich dabei um Holzfeuerungen, wie sie in der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen noch vereinzelt zu finden sind, oder auch um industrielle Prozessfeuerungen, die als Energieträger Holz (Holzhackschnitzel, Abfallholz etc.), Biogas, Klär- und Deponiegas einsetzen oder auch um Müll- und Klärschlammverbrennungsanlagen.

Der Anteil der regenerativen Energieträger am Endenergieeinsatz ist jedoch in allen Emittentengruppen nur sehr gering. In der Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen wurden durch den Energieträger Holz lediglich 1,8 % des Endenergiebedarfs bestritten; bei den industriellen Prozessfeuerungen betrug der Anteil der regenerativen Energieträger nur 4 % am Endenergieeinsatz. Demzufolge sind auch die "eingesparten" Kohlendioxidmengen aus der Verbrennung dieser nachwachsenden Brennstoffe bisher nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Kohlendioxid-Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe werden ausschließlich durch industrielle Emittenten verursacht. In Baden-Württemberg sind dies vor allem große Prozessfeuerungsanlagen sowie Kraft- und Heizwerke. Allein die Verbrennung von Steinkohle in industriellen Feuerungsanlagen verursacht in Baden-Württemberg 23 % der gesamten Kohlendioxidemissionen aus allen Quellengruppen.

Bei den Kleinf Feuerungsanlagen werden 63 % der Kohlendioxid-Emissionen durch den Energieträger Heizöl und 33 % durch Erdgasfeuerungen verursacht. Der Anteil des Erdgases an den Kohlendioxid-Emissionen entspricht in etwa seinem Anteil am Energieträgermix von knapp 35 %, während das Heizöl bei einem Anteil von fast 50 % prozentual deutlich mehr Kohlendioxid in die Atmosphäre freisetzt.

Die Kohlendioxid-Emissionen der Quellengruppe Verkehr werden zu über 95 % durch den Straßenverkehr verursacht, dabei weist die Fahrzeuggruppe PKW mit einem Anteil von allein 67 % an den Gesamtverkehrsemissionen dieser Schadstoffkomponente absolut gesehen den höchsten Beitrag auf. Berücksichtigt man je-

doch den jeweiligen Fahrleistungsanteil der einzelnen Fahrzeugarten, so verbuchen die SNFZ mit etwa 24 % Anteil den spezifisch höchsten Anteil an den verkehrsbedingten Kohlendioxid-Emissionen auf ihrem Konto.

Bei den Kohlendioxid-Emissionen zeigt sich zwischen der Erhebung 1995 und der Fortschreibung 1998 eine Erhöhung der Gesamtemissionen um knapp 8 %. Dies ist hauptsächlich bedingt durch eine Erhöhung des industriellen Ausstoßes um 18 % im Vergleich zu den Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe aus dem Jahre 1995. Dieser Anstieg wird durch eine deutliche Zunahme des Einsatzes von Steinkohle als Brennstoff um 15 % verursacht, welcher allein eine Steigerung der Kohlendioxid-Emissionen um etwa 2,3 Mio t bewirkt. Eine weitere Zunahme kann auch beim Erdgas mit etwa 12 % verzeichnet werden, während der Einsatz von schwerem und leichtem Heizöl in diesem Zeitraum um jeweils etwa 15 % abnahm. Das Emissionskataster 1998 wertet dabei weitere industrielle CO₂-Emittenten wie etwa die Zementindustrie (Kohlendioxidabspaltung aus der Decarbonisierung des Rohmehls) oder die CO₂-Freisetzungen aus dem Kalkstein beim Brennen mineralischer Stoffe aus, die in der 1995-Erhebung noch nicht in diesem Maße berücksichtigt wurden. Diese letztgenannten Betriebe emittieren etwa 2 Mio t Kohlendioxid aus den Einsatzstoffen. Die Emissionen des Verkehrs erhöhten sich im gleichen Zeitraum um über 2 %. Zwischen 1995 und 1998 erhöhen sich die Fahrleistungen des Straßenverkehrs um über 4 %, während die Kohlendioxid-Emissionen des Straßenverkehrs nur um etwa 2 % zunahmten. Dieser prozentual geringere Zuwachs wird durch den nur um

1,4 % zunehmenden Kraftstoffverbrauch verursacht, ein Hinweis auf den sinkenden Kraftstoffverbrauch durch bessere Motorentechnik und die daraus resultierende bessere Ausnutzung des Kraftstoffes.

Bei den übrigen Verkehrsträgern in der Quellengruppe Verkehr fällt auf, dass im Bereich Schienen- und Schiffsverkehr die Kohlendioxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 im Mittel um etwa 6 % zurückgingen, während im bodennahen Flugverkehr sich die Kohlendioxid-Emissionen mehr als verdoppelt haben.

Bei den Kleinfeuerungsanlagen ging der Kohlendioxid-ausstoß um etwa 1 % durch Substitution der niederkalorischen Energieträger Heizöl und Festbrennstoffe zum höherwertigen Erdgas und damit zu einem spezifisch niedrigeren Kohlendioxidausstoß pro kW eingesetzter Heizenergie zurück.

Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen stagnierten die Emissionen zwischen 1995 und 1998.

Methan

In Tabelle 9.2-8 sind die Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-15 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Methan-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-16 die Entwicklung der Methan-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-8: Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen ¹⁾	1 265	1 720
Verkehr	3 353	2 714
Industrie und Gewerbe	1 444	1 168
Biogene Quellen	135 997	124 625
Sonstige nicht gefasste Quellen	154 052	141 230
Summe	296 111	271 457

¹⁾ Emissionen 1995 wegen unterschätztem Holzeinsatz zu niedrig

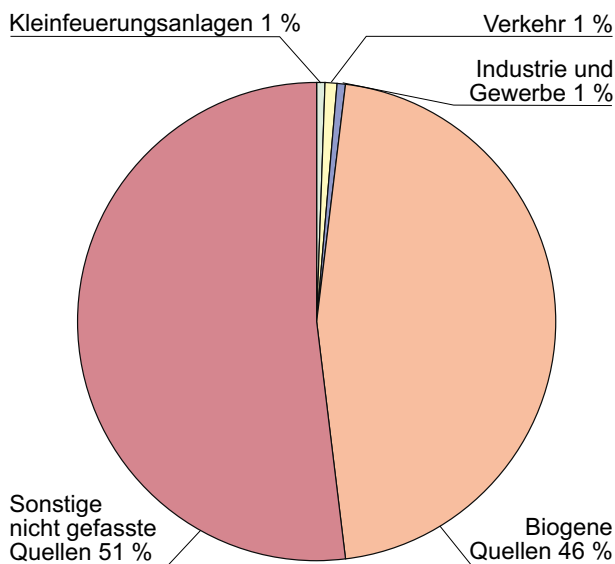
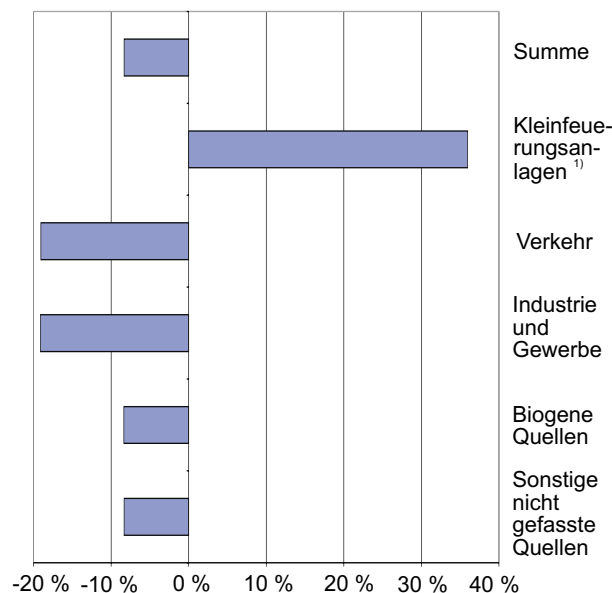


Abbildung 9.2-15: Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1998



¹⁾ Steigerung nicht realistisch, da Methan-Emissionen 1995 wegen unterschätztem Holzeinsatz zu niedrig

Abbildung 9.2-16: Entwicklung der Methan-Emissionen 1995 bis 1998

Für die Emissionen an Methan sind überwiegend die Sonstigen nicht gefassten Quellen mit einem Anteil von 51 % sowie die Biogenen Quellen mit 46 % der gesamten Methan-Emissionen aller Quellengruppen verantwortlich. Die Methan-Emissionen der übrigen drei hier betrachteten Quellengruppen sind in Baden-Württemberg nicht von Bedeutung.

Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen dominieren die Emissionen aus der Abfallwirtschaft Baden-Württembergs. Die Abfalldeponien weisen einen Anteil von 44 % an den Emissionen dieser Quellengruppe auf, die Altablagerungen einen Anteil von etwa 42 %. Nennenswerte Beiträge zu den Methanemissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen liefern noch die Bereiche Erdgasverteilung und Abwasserbehandlung. Bei den Biogenen Quellen werden die Methan-Emissionen hauptsächlich durch den Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft verursacht. Dieser Bereich zeigt sich für 94 % der Methanemissionen der Biogenen Quellen verantwortlich. Allein die Rinderhaltung bewirkt eine Emission von etwa 98 600 t Methan entsprechend etwa 79 % der Gesamtemissionen der Quellengruppe Biogene Quellen.

Die Methan-Emissionen gingen zwischen 1995 und 1998 um etwa 8 % zurück. Dies wurde hauptsächlich durch die Quellengruppen Biogene Quellen und Sonstige nicht gefasste Quellen mit jeweils etwa 8 % Rückgang verursacht. Da diese beiden Quellengruppen zusammen etwa 97 % der Methan-Emissionen im Jahre 1998 verursachten, folgte der Trend in der Methan-Gesamtemission zwischen 1995 und 1998 deren Tendenz im Betrachtungszeitraum.

Die Methan-Freisetzungen aus dem Straßenverkehr nahmen um etwa 19 % ab, die Emissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe ebenfalls um 19 %. Der Rückgang bei der Quellengruppe Industrie und Gewerbe wurde durch verschiedene Verfahrensumstellungen bei einigen wenigen Industriebetrieben (z.B. einem Klärwerk), erreicht.

Die Kleinf Feuerungsanlagen emittierten aufgrund des höheren Erdgaseinsatzes 1998 deutlich mehr Methan als noch 1995. Der Zuwachs betrug hier etwa 36 % bei einem jedoch absolut gesehen nur sehr geringen Anteil dieser Quellengruppe an den Gesamtemissionen. Die Zunahme der Methan-Emissionen bei den Kleinf Feuerungsanlagen ist zudem überschätzt, da die Emission 1995 infolge eines zu niedrigen Holzverbrauchs unterschätzt war.

Distickstoffoxid

In Tabelle 9.2-9 sind die Distickstoffoxid- (Lachgas-) Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-17 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Distickstoffoxid-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-18 die Entwicklung der Distickstoffoxid-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

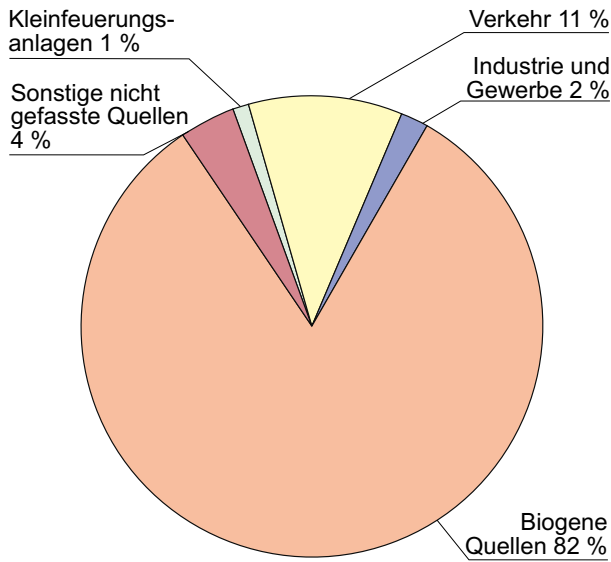
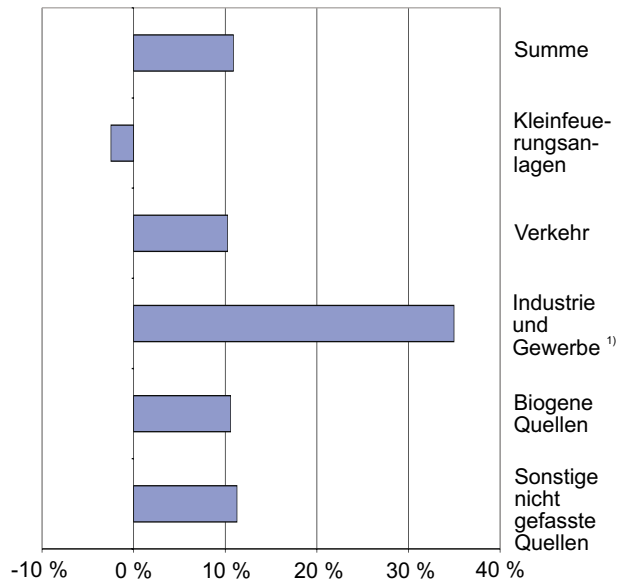


Abbildung 9.2-17: Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

Tabelle 9.2-9: Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	161	157
Verkehr	2 506	2 763
Industrie und Gewerbe ¹⁾	366	494
Biogene Quellen	18 455	20 409
Sonstige nicht gefasste Quellen	940	1 046
Summe	22 428	24 869

¹⁾ Emission 1995 wegen Fehlens einiger Quellen zu niedrig



¹⁾ Steigerung nicht realistisch, da 1995 einige Quellen nicht berücksichtigt werden konnten

Abbildung 9.2-18: Entwicklung der Distickstoffoxid-Emissionen 1995 bis 1998

Bei den Distickstoffoxid-Emissionen dominiert die Quellengruppe Biogene Quellen mit einem Anteil von 82 % die Emission dieses klimarelevanten Schadstoffes in Baden-Württemberg. Wie beim vorher dargestellten Methan ist auch hier der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft maßgeblich für die Emission verantwortlich. Etwa 87 % der Distickstoffoxid-Emissionen der Biogenen Quellen werden durch diesen Bereich verursacht. Die Emissionen aus dem Ackerland, verursacht durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und mineralischen Stickstoffdüngemitteln, betragen etwa 59 % der gesamten Distickstoffoxid-Emissionen des Bereiches Nutztierhaltung und Landwirtschaft. Der Verkehr, und hier lediglich der Straßenverkehr, verursacht als zweitwichtigste Quelle etwa 11 % der Distickstoffoxid-Emissionen. Die Hauptmenge mit einem Anteil von 92 % an den Distickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs kommt dabei von der Fahrzeuggruppe PKW (Otto-Motoren). Hier wird das Distickstoffoxid in den Fahrzeugen mit geregelten Katalysatoren bei der Entstickung der Abgase als Nebenprodukt gebildet.

Die Distickstoffoxid-Emissionen erhöhten sich zwischen 1995 und 1998 um etwa 11 %. Die Biogenen Quellen erhöhten ihren Distickstoffoxid-Ausstoß im betrachteten Zeitraum um knapp 11 %, was an dem Gesamtanstieg den größten Anteil ausmacht. Die Sonstigen nicht gefassten Quellen und der Verkehr erhöhten ihren Schadstoffausstoß jeweils ebenfalls um etwa 11 %. Verursacht wird diese Zunahme beim Verkehr durch die vermehrte Durchdringung des Fahrzeugparks mit Fahrzeugen, die über einen geregelten Katalysator

verfügen. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe zeigt eine Emissionserhöhung von etwa 35 %, welche vor allem durch die Berücksichtigung weiterer, in den Datengrundlagen von 1995 noch nicht in diesem Maße untersuchten Distickstoffoxidquellen ihre Begründung findet. Damit verbunden ist eine scheinbare Erhöhung der Distickstoffoxid-Emissionen aus der Verbrennung. Der Anteil dieser Quellengruppe ist jedoch insgesamt nur gering, sodass diese Erhöhung keinen merklichen Einfluss auf die Gesamtemission an Distickstoffoxid hat.

Die Änderungen der Distickstoffoxid-Emissionen der Biogenen Quellen sind zum Großteil auf die Anpassung der Landnutzungsdaten auf die aktuellen Verhältnisse zurückzuführen. Die hohen Distickstoffoxid-Emissionen aus der Netto-Mineralisation wurden in dieser Erhebung nicht berücksichtigt, um die Vergleichbarkeit der Daten aus dem Jahr 1995 mit den Erhebungen für das Basisjahr 1998 nicht zu sehr einzuschränken.

Ammoniak

In Tabelle 9.2-10 sind die Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-19 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Ammoniak-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-20 die Entwicklung der Ammoniak-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-10: Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen	-	-
Verkehr	3 630	4 516
Industrie und Gewerbe	478	397
Biogene Quellen	85 818	76 020
Sonstige nicht gefasste Quellen	-	-
Summe	89 926	80 933

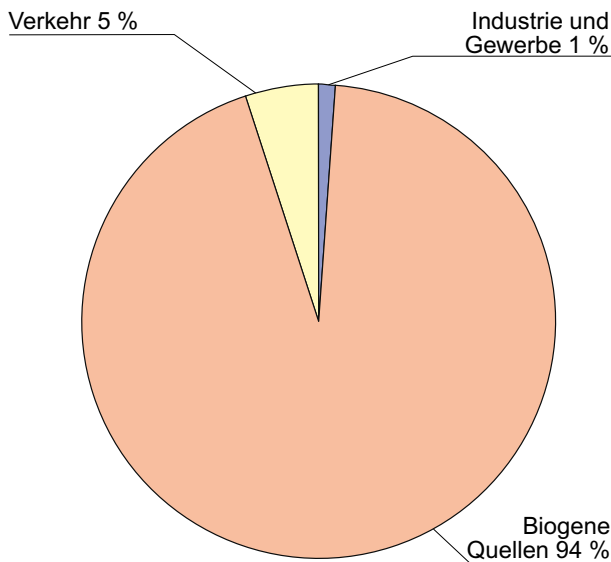


Abbildung 9.2-19: Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1998

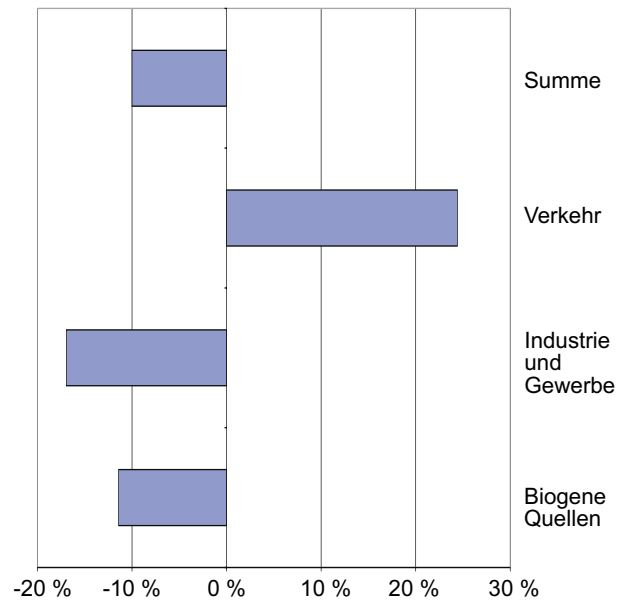


Abbildung 9.2-20: Entwicklung der Ammoniak-Emissionen 1995 bis 1998

Mit einem Anteil von 94 % werden die Ammoniak-Emissionen fast ausschließlich von den Biogenen Quellen bestimmt. Der Verkehr weist mit einem Anteil von 5 % schon deutlich abgeschlagen den zweithöchsten Beitrag auf, während die Quellengruppe Industrie und Gewerbe nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Das Ammoniak der Biogenen Quellen kommt zu über 96 % aus dem Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft. Auch hier wie schon bei den Methan-Emissionen ist die Rinderhaltung der Hauptverursacher für die Ammoniak-Emissionen. Diese Tierart trägt allein zu fast 53 % zu den Biogenen Emissionen bei. Neben der Rindermast sind zudem die Schweine- und Hühnerhaltung für die Emissionen maßgebend verantwortlich. Die Ausbringung mineralischer stickstoffhaltiger Düngemittel trägt nur zu rund 8 % zu den biogenen Ammoniakemissionen bei.

Die Ammoniak-Emissionen verringerten sich zwischen 1995 und 1998 um 10 %. Durch den vermehrten Einsatz bzw. durch die zunehmende Marktdurchdringung des Straßenverkehrs mit geregelten Katalysator-Fahrzeugen erhöhte sich die verkehrsbezogene Ammoniak-Emission (als Nebenprodukt der NO_x -Reduktion) um über 24 %. Gleichzeitig verminderten sich die Ammoniak-Emissionen aus den biogenen Quellen um 11 % und die Emissionen der Quellengruppe Industrie- und Gewerbe nahmen ebenfalls mit 17 % deutlich ab, wobei letztere Quellengruppe ob ihres geringen Anteils an den Ammoniak-Emissionen keinen Einfluss auf die gesamten Emissionen im Land hat. Die Quellengruppe Biogene Quellen hat an den Ammoniak-Emissionen des Jahres 1998 den Löwenanteil inne, so dass die Erhöhung des

Ammoniak-Ausstoßes durch den Verkehr durch den Rückgang bei den Biogenen Quellen überkompensiert wird. Bei den biogenen Quellen wurden die Rückgänge vor allem durch den Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft verursacht, welcher allein Reduktionen von fast 12 % zu verzeichnen hat.

Benzol

In Tabelle 9.2-11 sind die Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Die Abbildung 9.2-21 zeigt den Anteil der Quellengruppen an den Benzol-Emissionen des Jahres 1998 und die Abbildung 9.2-22 die Entwicklung der Benzol-Emissionen zwischen 1995 und 1998 auf.

Tabelle 9.2-11: Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a

	1995	1998
Kleinf Feuerungsanlagen ¹⁾	52	57
Verkehr	3 478	2 630
Industrie und Gewerbe ²⁾	51	107
Biogene Quellen	-	-
Sonstige nicht gefasste Quellen	-	-
Summe	3 581	2 794

¹⁾ Wert für 1995 basiert auf neueren UMEG-Daten und weicht von landesweitem Emissionskataster 1995 ab
²⁾ Emissionen 1995 wegen Fehlens einiger Quellen zu niedrig

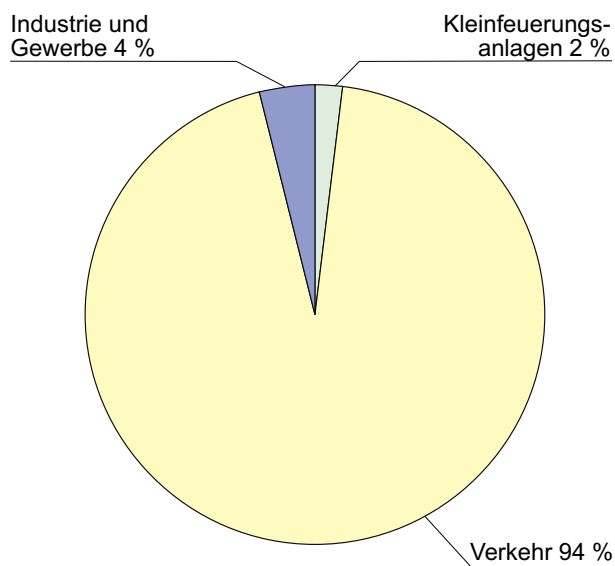
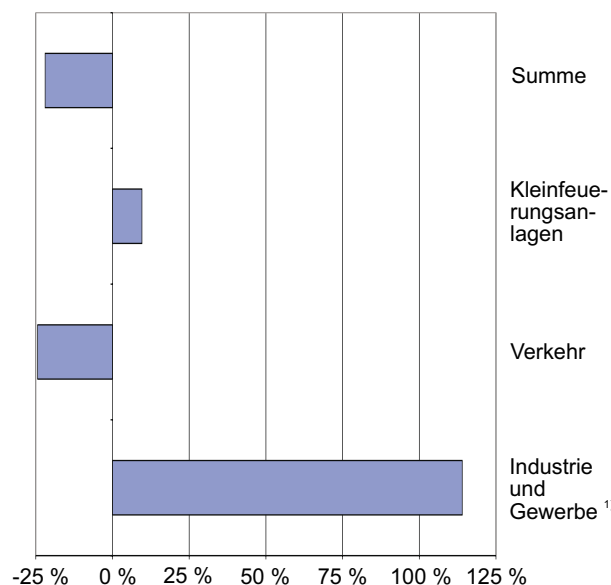


Abbildung 9.2-21: Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1998



¹⁾ Steigerung nicht realistisch, da 1995 einige Quellen nicht berücksichtigt werden konnten

Abbildung 9.2-22: Entwicklung der Benzol-Emissionen 1995 bis 1998

Beim Benzol ist der Verkehr mit einem Anteil von 94 % an den Gesamtemissionen der mit Abstand größte Emittent. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe hat lediglich einen Anteil von etwa 4 %, die Kleinf Feuerungsanlagen spielen mit einem Anteil von nur 2 % an den Benzolemissionen in Baden-Württemberg keine Rolle. Hauptverursacher der Benzol-Emissionen des Verkehrs ist der Straßenverkehr und hier insbesondere die Fahrzeuggruppe PKW. Diese weist bei einem Fahrleistungsanteil von 89 % einen Anteil von etwa 83 % an den Gesamtemissionen an Benzol des Bereichs Straßenverkehr auf. Die Diesel-PKW treten bei den Benzol-Emissionen des Straßenverkehrs kaum in Erscheinung. Der Anteil der Diesel-PKW an den Benzol-Emissionen der gesamten Fahrzeuggruppe PKW+Kombi beläuft sich auf unter einem Prozent. Die schweren Nutzfahrzeuge SNFZ mit einem Fahrleistungsanteil von etwa 7 % sind nur zu 5 % an den Benzol-Emissionen beteiligt, während die Krafträder mit einem Anteil von 11 % an den Benzol-emissionen deutlich über ihrem Fahrleistungsanteil von nur 2 % liegen.

Den prozentual größten Rückgang aller bisher betrachteten Schadstoffe mit 22 % zwischen 1995 und 1998 verzeichnet man bei den Benzol-Emissionen. Durch den vermehrten Einsatz von Katalysatorfahrzeugen und auch durch die Reduktion des Benzolgehaltes im Kraftstoff konnte eine Minderung von 24 % bei den verkehrsbedingten Benzol-Emissionen erreicht werden. Bei den industriellen Emissionen ist dagegen eine Verdoppelung der Benzol-Emissionen zu verzeichnen. Begründet wird diese Tendenz durch die Änderungen in der Energieträgerverteilung bei den großen Feuerungs-

anlagen, vor allem durch den Anstieg der Verwendung von Steinkohle. Der Anstieg ist jedoch nicht realistisch, da 1995 einige Benzolquellen nicht erfasst werden konnten. Die Zunahme ändert jedoch durch den absolut gesehen nur geringen Anteil an den Gesamtemissionen dieser Quellengruppe den Gesamtausstoß an Benzol nur geringfügig.

Die Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen erhöhte ihren Ausstoß an Benzol zwischen 1995 und 1998 um etwa 9 %, jedoch ist diese Tendenz durch den sehr kleinen Anteil dieser Quellengruppe vernachlässigbar.

10 EMISSIONEN IN DEN STADT- UND LANDKREISEN BADEN-WÜRTTEMBERGS 1998

In den folgenden Karten werden die Emissionen der fünf Quellengruppen in Baden-Württemberg auf Stadt- und Landkreisebene mit Hilfe von Kreisdiagrammen dargestellt. Die Fläche der Kreisdiagramme gibt die Höhe der Gesamtemissionen für den gesamten Stadt- und Landkreis in t/a an. Die Anteile der einzelnen Quellengruppen Biogene Quellen, Kleinfeuerungsanlagen, Industrie und Gewerbe, Sonstige nicht gefasste Quellen und Verkehr an den Gesamtemissionen sind an den Kreisdiagrammen ablesbar.

Zunächst zeigt die Karte 10-1 zur besseren Orientierung eine geographische Übersicht über die vier Regierungsbezirke Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg und Tübingen sowie über die Lage der 44 Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg.

Die Karten 10-2 bis 10-12 zeigen nur einen Ausschnitt des erhobenen Schadstoffspektrums. Luftschadstoffe, die nur aus wenigen Quellengruppen emittiert werden oder über die in Einzelfällen keine Angaben vorliegen, werden bei dieser Art der Darstellung nicht aufgeführt. Detaillierte Informationen über die Emissionsbeiträge der verschiedenen Quellengruppen für die nachfolgend diskutierten Schadstoffe finden sich in den Kapiteln 4 bis 9 des vorliegenden Berichtes.

Die Karte 10-2 zeigt die Verteilung der **Schwefeldioxid-Emissionen** auf die einzelnen Stadt- und Landkreise. Im Land Baden-Württemberg wurden im Jahr 1998 von allen Quellengruppen 49 487 t Schwefeldioxid freigesetzt. Die Emissionen der Biogenen Quellen sind dabei vernachlässigbar und treten in der Abbildung nicht hervor. Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen wird das Schwefeldioxid ausschließlich der Emittenten-

gruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge (bzw. den dort eingesetzten Verbrennungsmotoren) zugeordnet. Die Quellengruppe, die landesweit den größten Anteil an den Emissionen dieser Verbindung innehat, ist der Bereich Industrie mit etwa 54 %, und hier sind es vor allem die Kraft- und Heizwerke im Land sowie die Prozessfeuerungsanlagen.

In den Stadt- und Landkreisen mit den höchsten Schwefeldioxid-Emissionen tritt in allen Fällen die Quellengruppe Industrie als Hauptverursacher mit Anteilen von teilweise weit über 75 % deutlich hervor. So sind die sehr hohen Emissionen in den Stadtkreisen Mannheim, Karlsruhe und Heilbronn fast ausschließlich durch die Industrie und hier vor allem durch die Kraftwerke verursacht.

Die emissionsseitig zweitwichtigste Quellengruppe sind die Kleinfeuerungsanlagen mit einem Anteil von etwa 34 % an den landesweiten Schwefeldioxid-Emissionen. Diese Quellengruppe hat in den nicht von der Industrie geprägten Kreisen die höchsten Anteile.

In der Karte 10-3 sind die **Kohlenmonoxid-Emissionen** der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg 1998 dargestellt. Von den 680 652 t Kohlenmonoxid, die 1998 im Land freigesetzt wurden, stammen fast 63 % aus der Quellengruppe Verkehr und etwa 29 % von den Sonstigen nicht gefassten Quellen. Bei den Letzteren handelt es sich ausschließlich um die Emissionen des Bereiches Geräte/Maschinen/Fahrzeuge. Die Biogenen Quellen treten auch bei diesem Schadstoff nicht hervor.

Die Karte spiegelt in Etwa also das Verkehrsaufkommen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württem-

bergs wider.

Karte 10-4 veranschaulicht die **Stickstoffoxid-Emissionen** in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1998. Die Gesamtemissionen in Höhe von 178 768 t/a werden zu annähernd 63 % durch den Verkehr verursacht. Insbesondere der schwere Nutzfahrzeugverkehr SNFZ tritt in dieser Quellengruppe trotz seinem geringen Anteil an der Fahrleistung deutlich hervor. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe weist mit einem Anteil von 18 % den zweithöchsten Beitrag an den Stickstoffoxid-Emissionen im Land auf.

Da dieser Schadstoff ähnlich wie beim Kohlenmonoxid maßgeblich durch den Verkehr geprägt ist, weisen die Stickstoffoxid-Emissionen auf Kreisebene ein ähnliches Muster wie beim Kohlenmonoxid auf. Die Unterschiede in den beiden Karten 10-3 und 10-4 liegen in dem höheren Anteil der Quellengruppe Industrie und Gewerbe an den Stickstoffoxidemissionen begründet.

In der Karte 10-5 sind die **Ammoniak-Emissionen** für die Stadt- und Landkreise ausgewiesen. Hier dominieren die Biogenen Quellen mit einem Anteil von fast 94 % den Ammoniak-Ausstoß im Land. Die Hauptmasse des Ammoniaks kommt aus dem Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft, weshalb auch die Landkreise mit einem hohen Viehbesatz und intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen wie Schwäbisch-Hall und der Ostalbkreis im Nord-Osten und die Landkreise Ravensburg, Biberach und der Alb-Donau-Kreis im Südosten, die höchsten Emissionen aufweisen.

Die **Gesamtstaub-Emissionen** in Karte 10-6 werden hauptsächlich von den Quellengruppen Industrie und Gewerbe mit 45 % und dem Verkehr mit etwa 28 % Anteil verursacht. Die höchsten Emissionen werden in den von der Industrie geprägten Stadtkreisen Mannheim, Karlsruhe und Heilbronn ausgewiesen. Andere Landkreise mit einem höheren Staubaufkommen sind der Ortenaukreis, der Landkreis Esslingen und der Rhein-Neckar-Kreis, im Letzteren dominiert die Quellengruppe Verkehr den Staubausstoß.

Die Emissionen an **flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC)** zeigt Karte 10-7. Von den Gesamtemissionen in Höhe von 212 187 t/a werden etwa 31 % von der Quellengruppe Biogene Quellen emittiert, der Verkehr hat einen Anteil von über 27 %. Da die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Biogene Quellen nur die Emissionen aus der Vegetation (und hier vor allem die Wälder) enthält und sich emissionsmindernde Maßnahmen in diesem Bereich nicht implementieren lassen, wurde in Karte 10-8 die NMVOC-Emission aus rein anthropogen bedingten Quellen für die Stadt- und Landkreise Baden-Württembergs dargestellt.

Betrachtet man sich die Verkehrsemissionen der Karte 10-8 in Relation zu den übrigen anthropogen verursachten (mittelbar und unmittelbar) Emissionen, so müssen etwa 40 % der NMVOC-Emissionen nur dieser Quellengruppe angelastet werden. Hierbei sind die Emissionen aus der Anwendung von lösemittelhaltigen Antifrostmitteln und Scheibenwaschflüssigkeiten, die etwa 8200 t/a zusätzlich an NMVOC freisetzen, nicht mitgezählt, wodurch sich der Einfluss des Verkehrs auf die

NMVOC-Emission als Ozon-Vorläufersubstanz noch erhöht.

Die höchsten Emissionen an Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen weisen die Ballungsräume mit ihren hohen verkehrsbedingten NMVOC-Emissionen auf. Hier treten auch die Sonstigen nicht gefassten Quellen und insbesondere der Bereich "Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe" durch die hohe Bevölkerungsdichte in diesen Gebieten in den Vordergrund.

In Karte 10-9 sind die **Methan-Emissionen** in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs dargestellt. Im Jahr 1998 wurden 271 457 t Methan freigesetzt. Bei diesem Schadstoff treten die eher klassischen Quellengruppen in den Hintergrund, sie weisen zusammen nur einen Anteil etwa 3 % an den gesamten Methanemissionen auf. Die Biogenen Quellen dagegen haben einen Anteil von 46 %, die Sonstigen nicht gefassten Quellen sogar einen Anteil von 51 %.

Die höchsten Emissionswerte findet man in den Landkreisen Schwäbisch-Hall, Ostalbkreis, Biberach und Ravensburg. Diese Gebiete zeichnen sich durch einen hohen Nutztierbesatz aus und die Quellengruppe Biogenen Quellen, die die Tierzucht beinhaltet, hat in diesen Kreisen auch den höchsten Anteil an den Methanemissionen. Innerhalb der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen wird Methan hauptsächlich durch Abfalldeponien, Altablagerungen und die Erdgasverteilernetze freigesetzt.

Die **Distickstoffoxid-Emissionen** im Land werden zu 82 % von der Quellengruppe Biogenen Quellen verur-

sacht. Innerhalb dieser Quellengruppe ist es vor allem der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft, der diesen Schadstoff freisetzt. In Karte 10-10 sind die Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs dargestellt. Auch hier zeigen die Landkreise mit einem hohen Viehbesatz und vornehmlich landwirtschaftlich geprägtem Charakter die höchsten Emissionen.

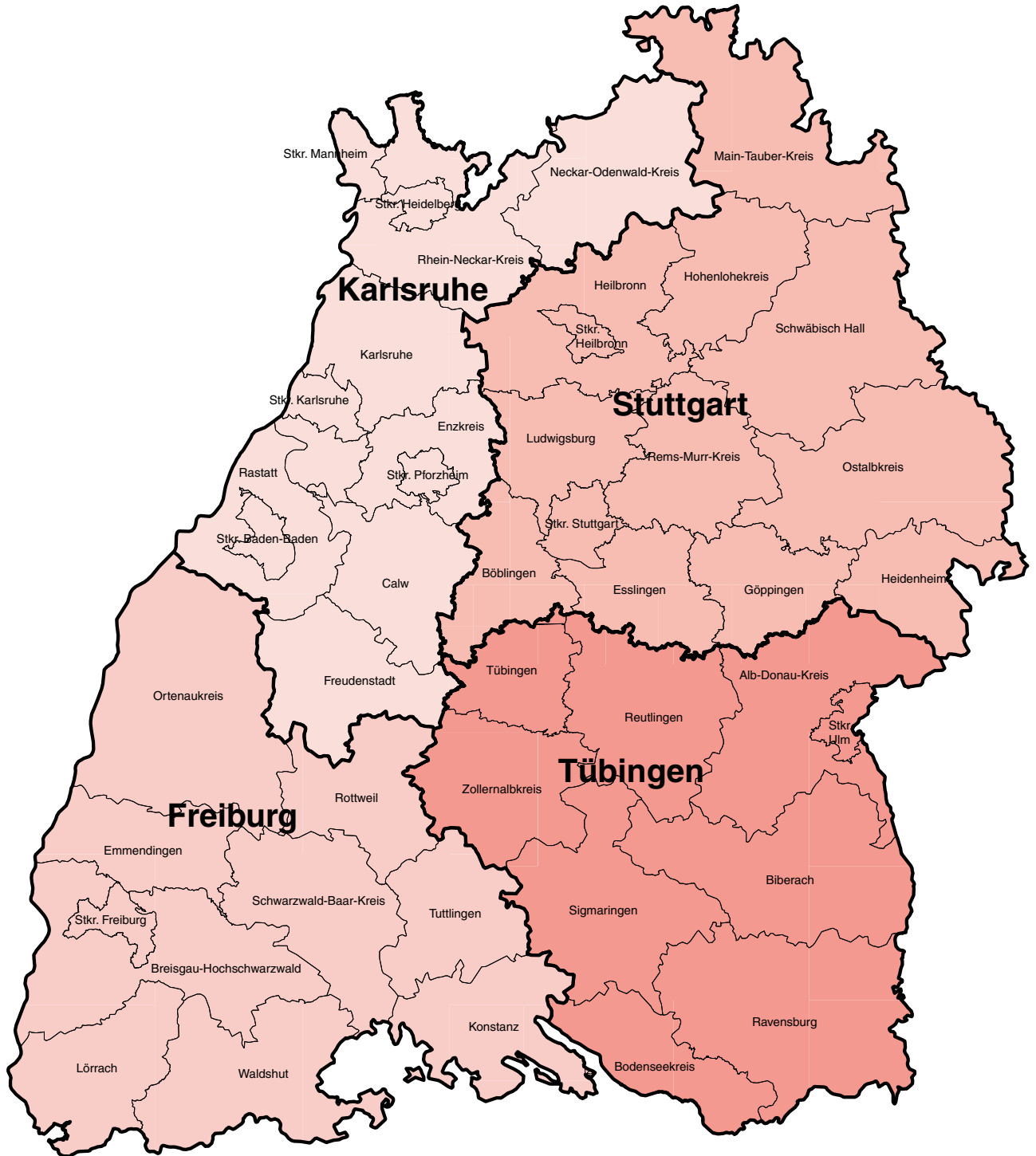
Die Karte 10-11 zeigt die **Kohlendioxid-Emissionen** im Land Baden-Württemberg für das Jahr 1998. Das Kohlendioxid als Hauptverursacher des anthropogen bedingten Treibhauseffektes wird vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger gebildet. Lediglich im industriellen Bereich werden noch kleinere Kontingente bei Brennvorgängen in Ziegeleien oder Zementwerken freigesetzt. Die Kohlendioxid-Emissionen, die aus menschlichen oder tierischen Stoffwechsellvorgängen (Atmung), aus Böden, Mülldeponien oder aus anderen biogenen Quellen stammen, werden in dieser Bilanzierung nicht aufgeführt. Der Kohlenstoff bewegt sich hier in einem relativ kurzen, annähernd geschlossenen Kreislauf.

Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe hat bei den Kohlendioxid-Emissionen einen Anteil von knapp 44 %, gefolgt von den Kleinf Feuerungsanlagen mit etwa 29 % und dem Verkehr mit 25 %.

Die Stadtkreise Mannheim, Karlsruhe und Heilbronn weisen durch die dort angesiedelten Kraft- und Heizwerke die größten Emissionen auf.

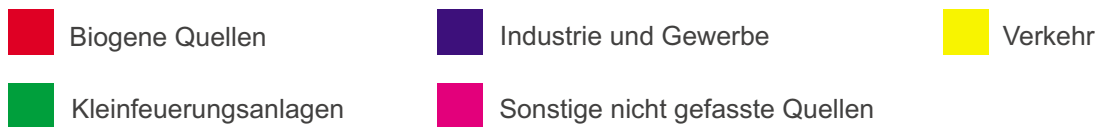
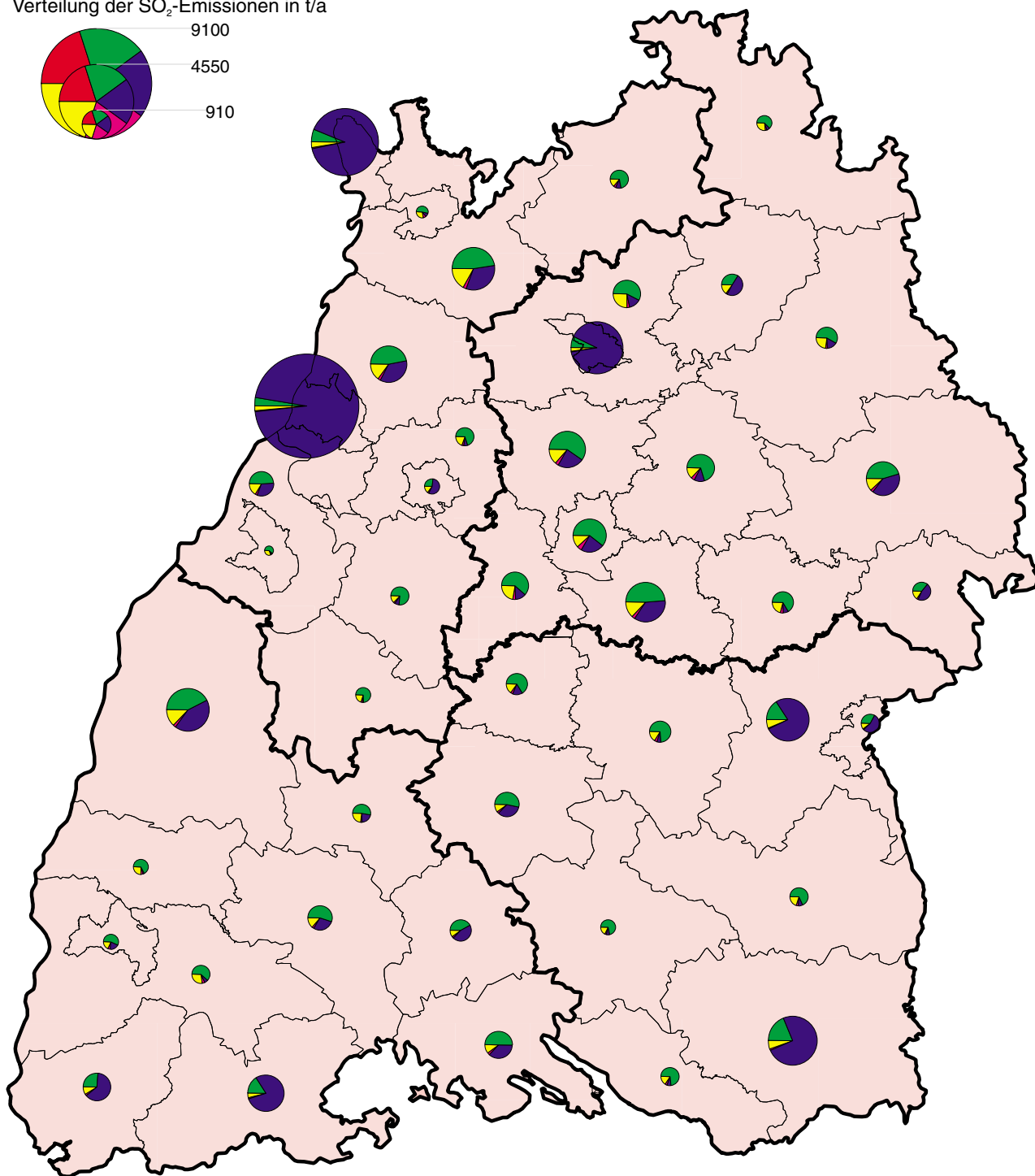
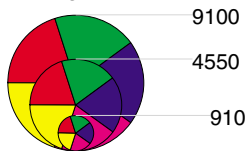
Als weiterer wichtiger Schadstoff bei der Beurteilung der Luftgüte wurde in Karte 10-12 die **Benzol-Emissio-**

nen in den Stadt- und Landkreisen dargestellt. Das Benzol wurde nur in den klassischen Quellengruppen erhoben, den Biogenen und Sonstigen nicht gefassten Quellen wurden keine Emissionen zugewiesen. Von den 2794 t Benzol, die im Jahr 1998 in Baden-Württemberg freigesetzt wurden, stammen 94 % aus der Quellengruppe Verkehr. Die Quellengruppe Industrie und Gewerbe spielt hier mit einem Anteil von nur knapp 4 % bei der Freisetzung von Benzol landesweit nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich in den Stadtkreisen Mannheim, Karlsruhe und Heilbronn treten die Industrieanteile etwas deutlicher in Erscheinung. Die Benzol-Emissionen des Verkehrs werden hauptsächlich in den verkehrsreichen und dichtbesiedelten Ballungsräumen des Landes freigesetzt.



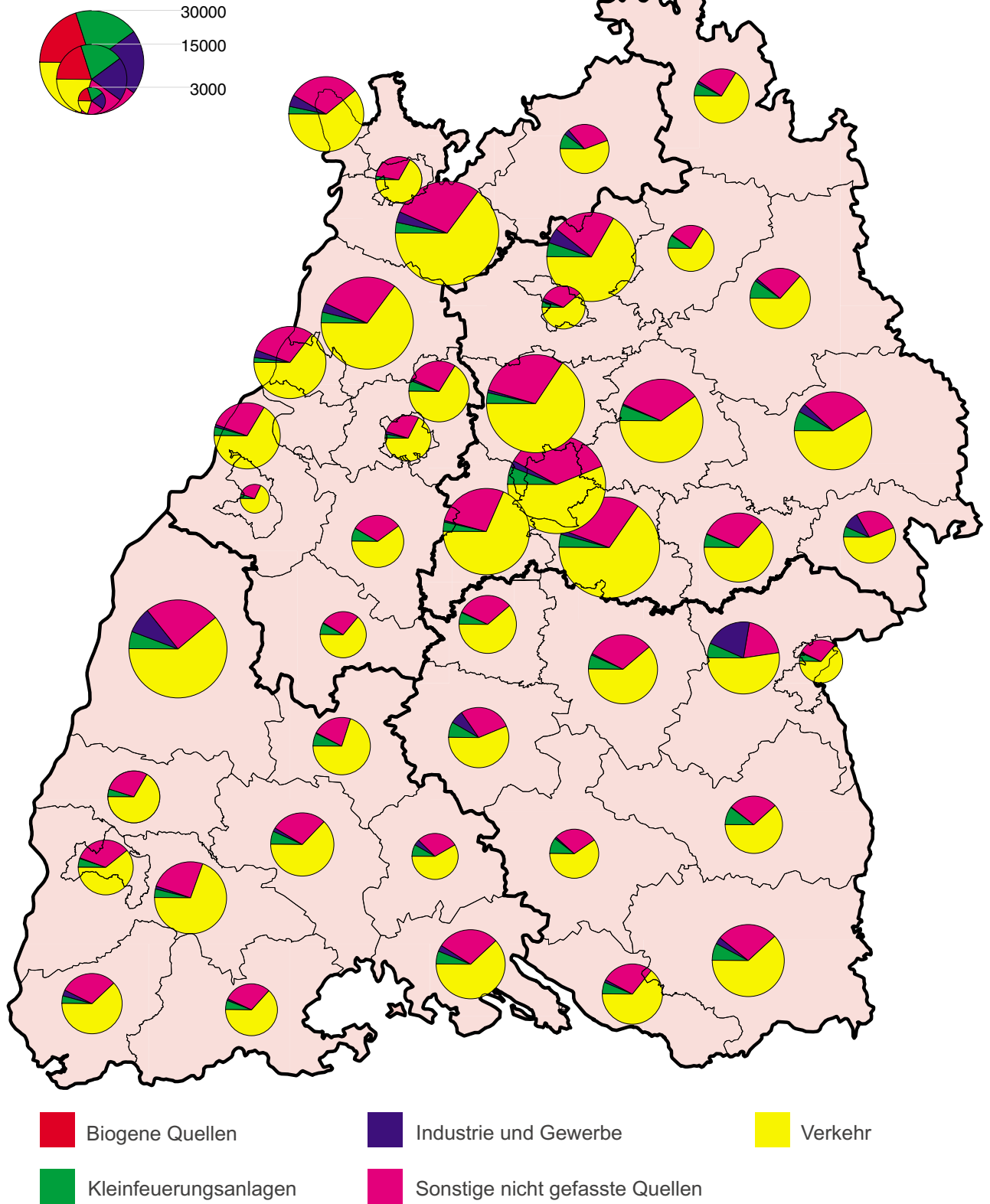
Karte 10-1: Baden-Württemberg, Regierungsbezirke und Kreise

Verteilung der SO₂-Emissionen in t/a



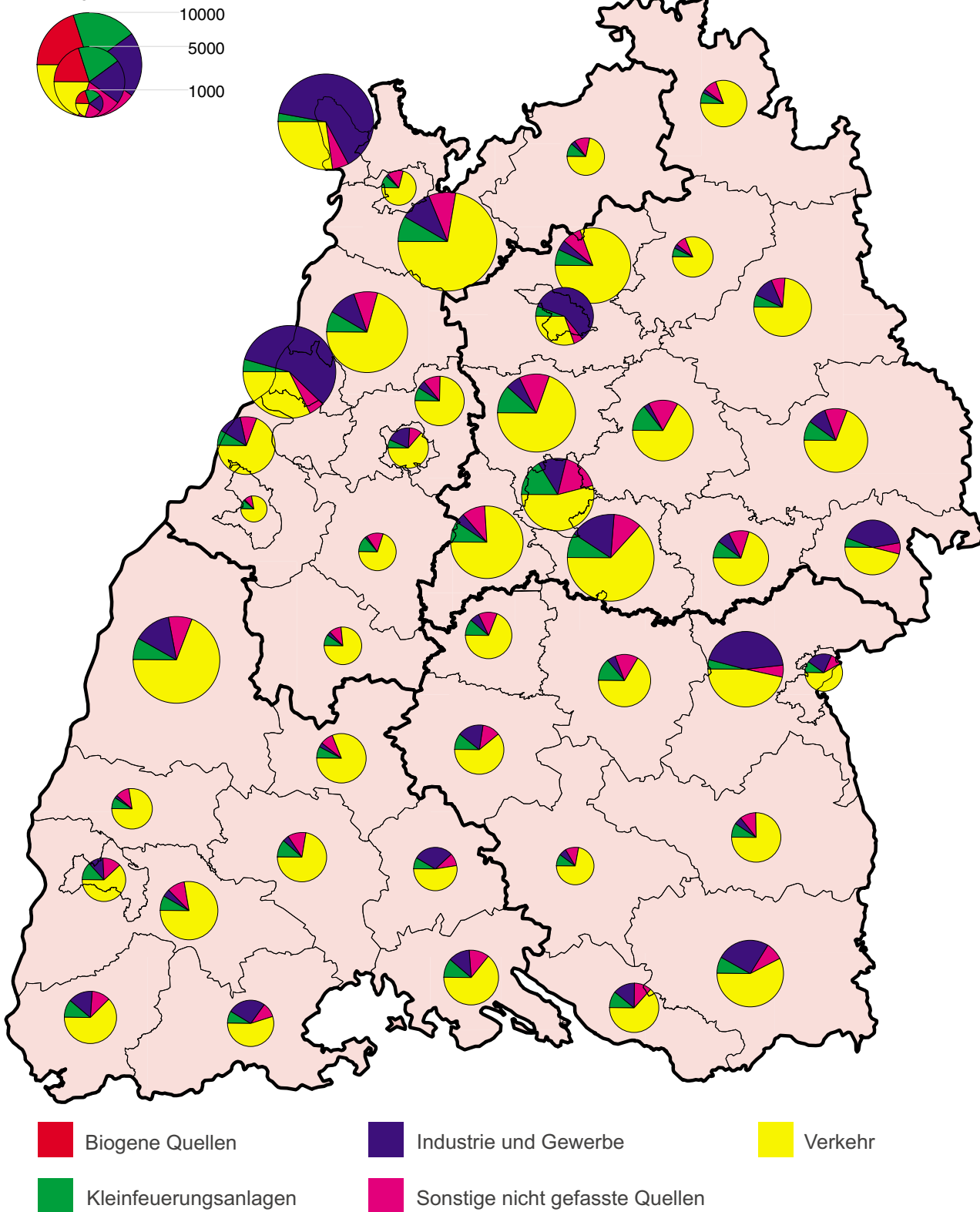
Karte 10-2: Verteilung der Schwefeldioxid-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der CO-Emissionen in t/a



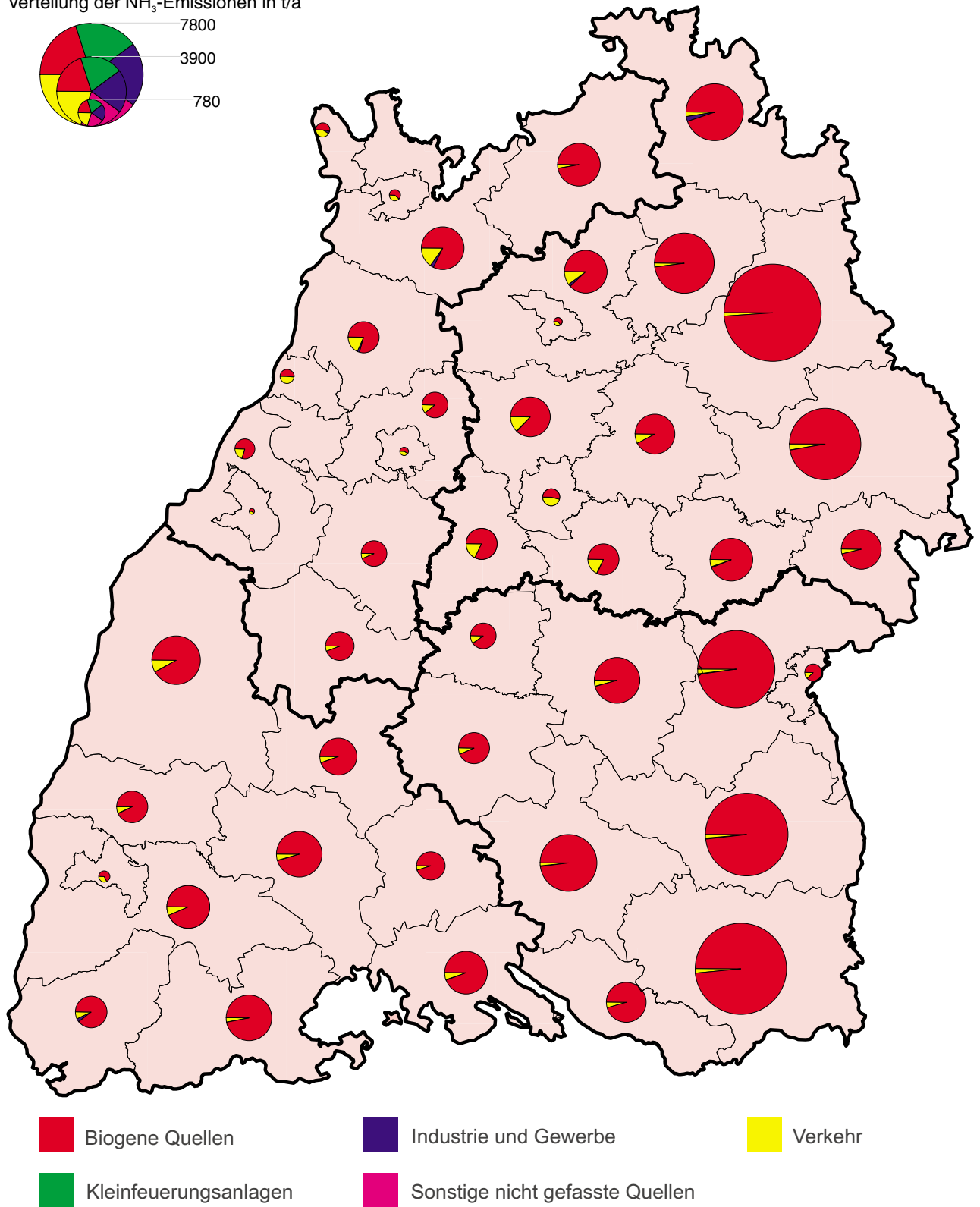
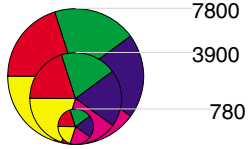
Karte 10-3: Verteilung der Kohlenmonoxid-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der NO_x-Emissionen in t/a



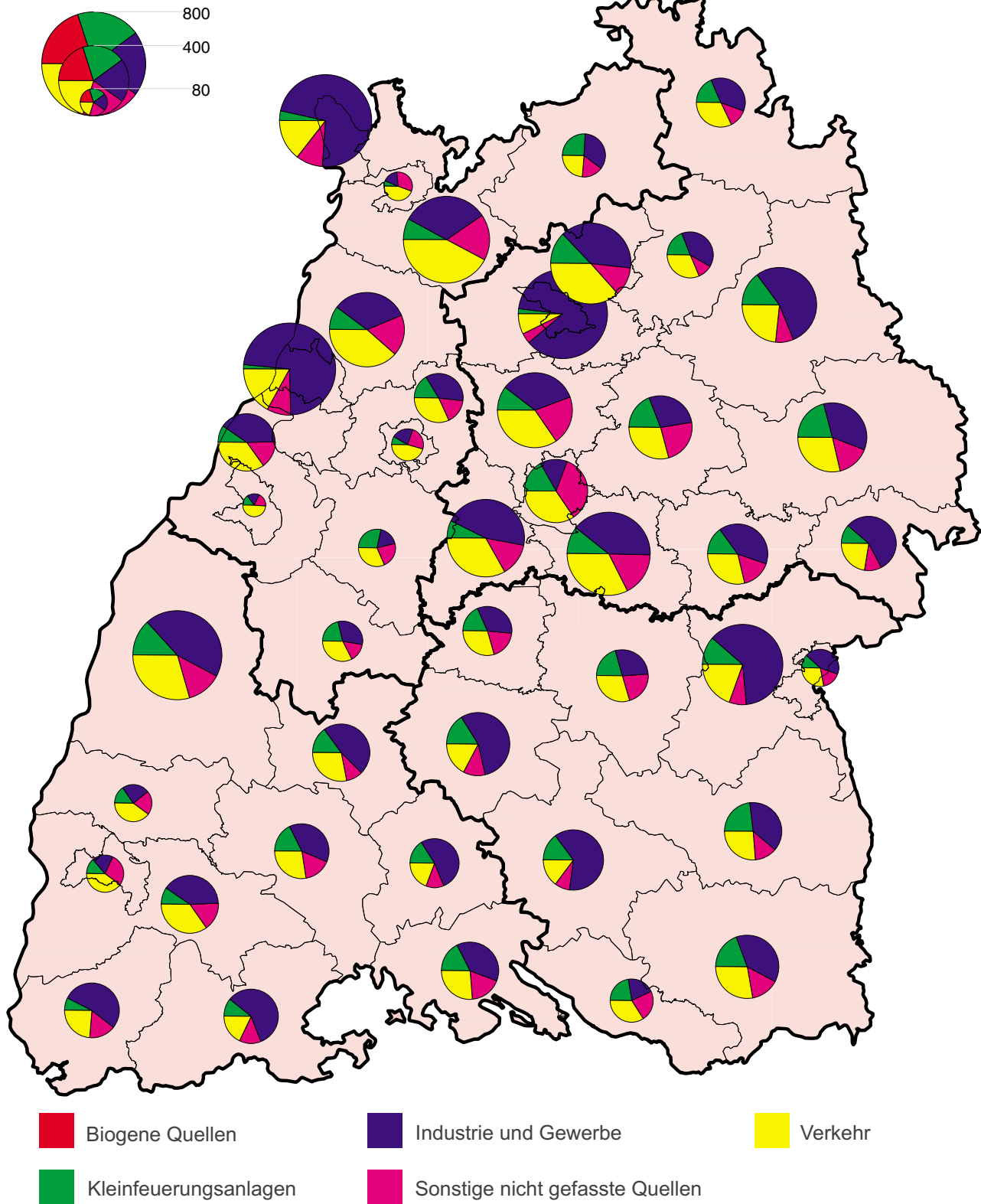
Karte 10-4: Verteilung der Stickstoffoxid-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der NH₃-Emissionen in t/a



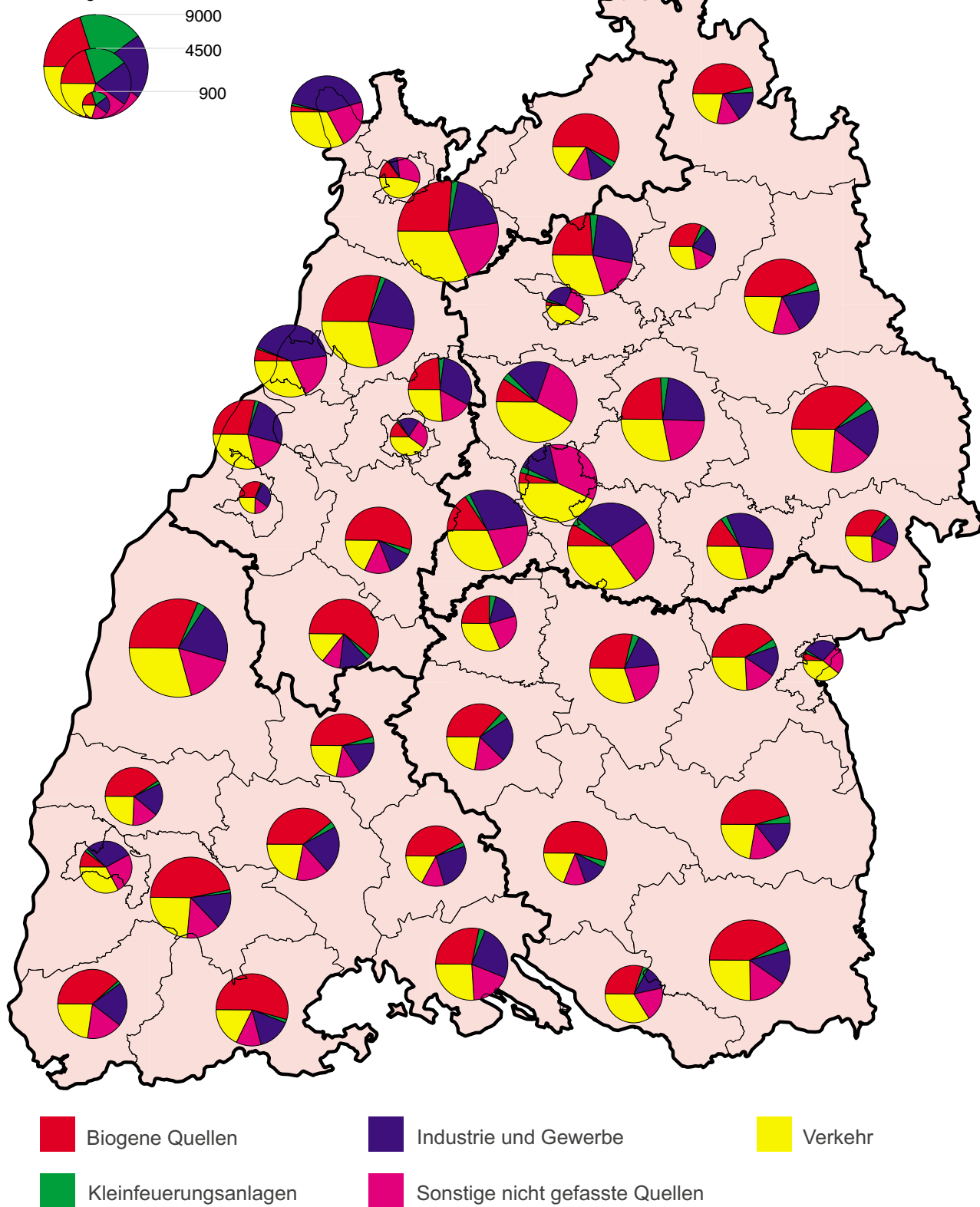
Karte 10-5: Verteilung der Ammoniak-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der Staub-Emissionen in t/a



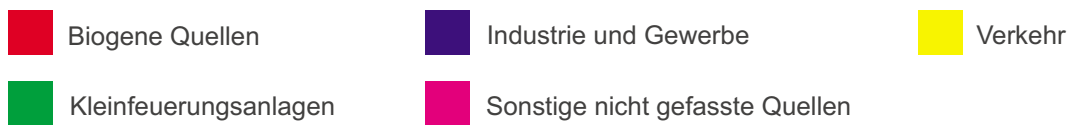
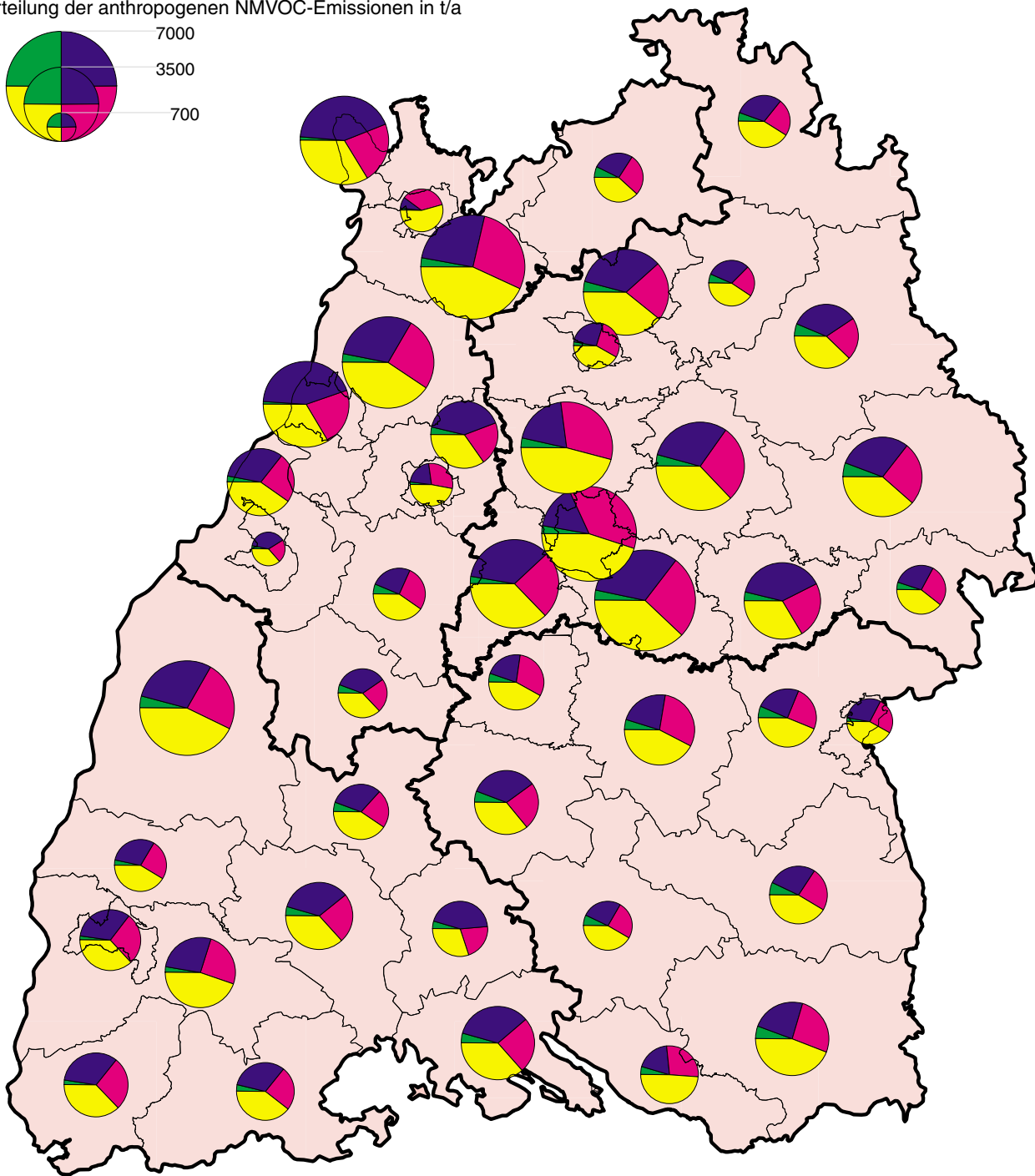
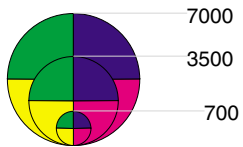
Karte 10-6: Verteilung der Staub-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der NMVOC-Emissionen in t/a



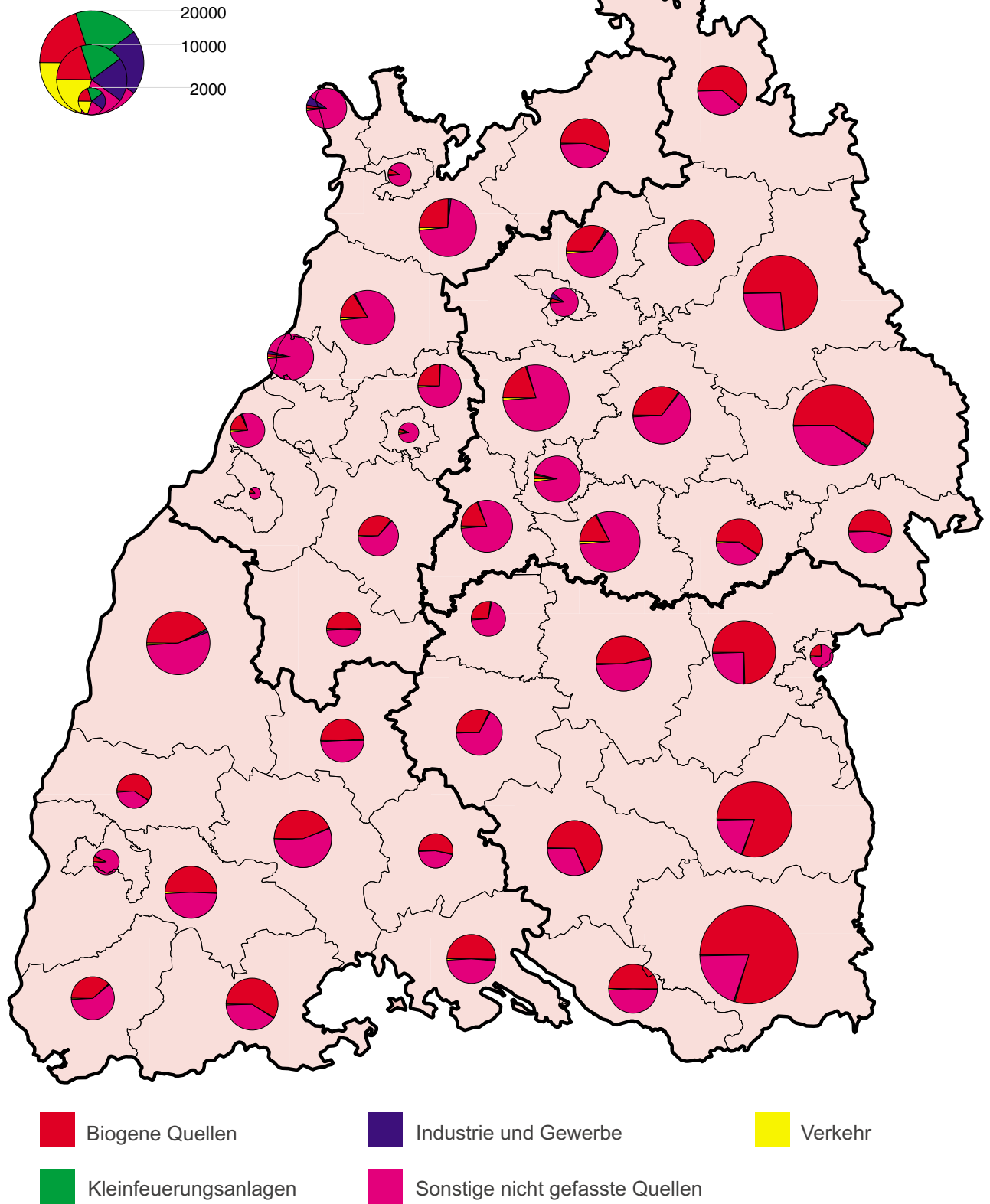
Karte 10-7: Verteilung der NMVOC-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der anthropogenen NMVOC-Emissionen in t/a



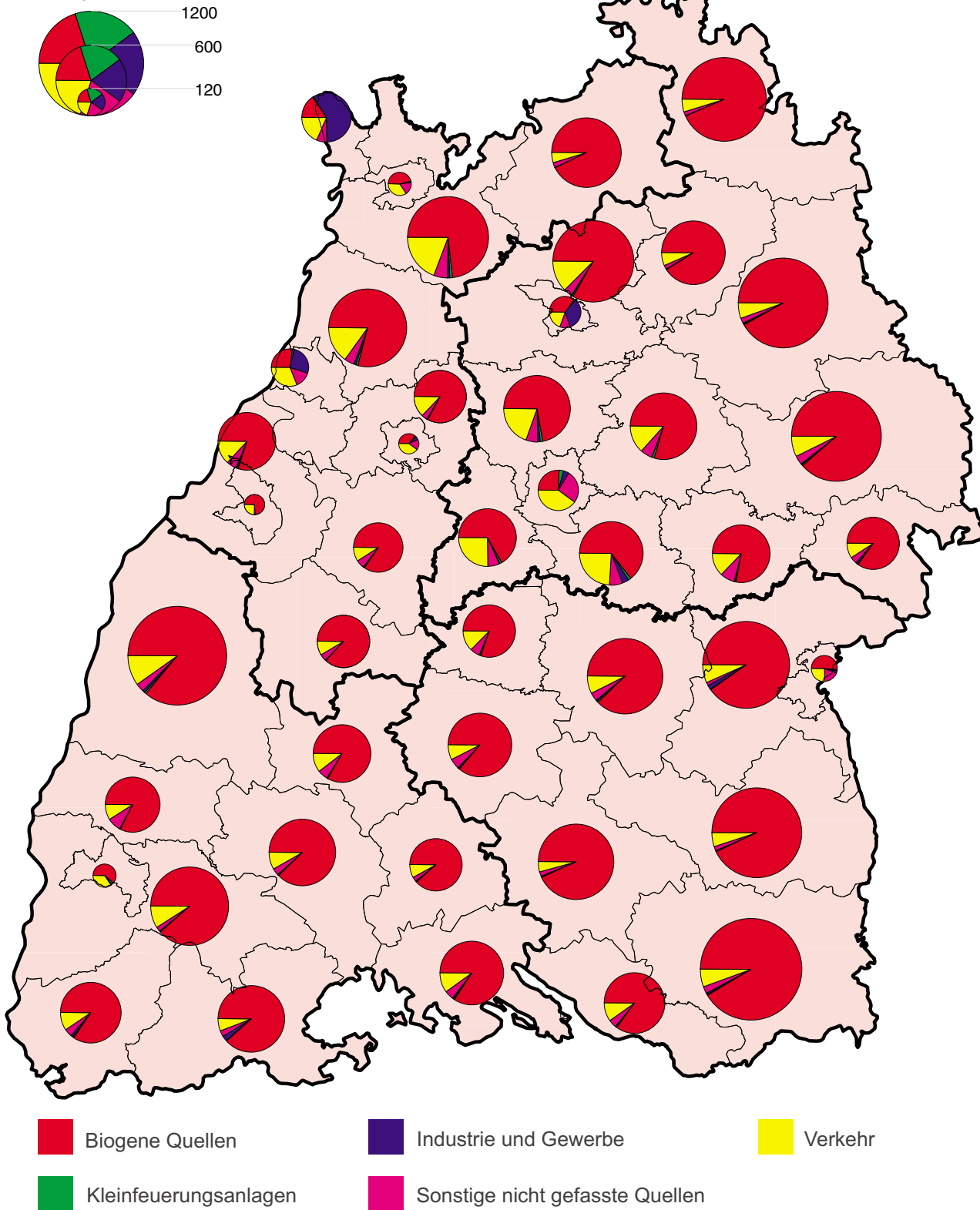
Karte 10-8: Verteilung der anthropogenen NMVOC-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der Methan-Emissionen in t/a



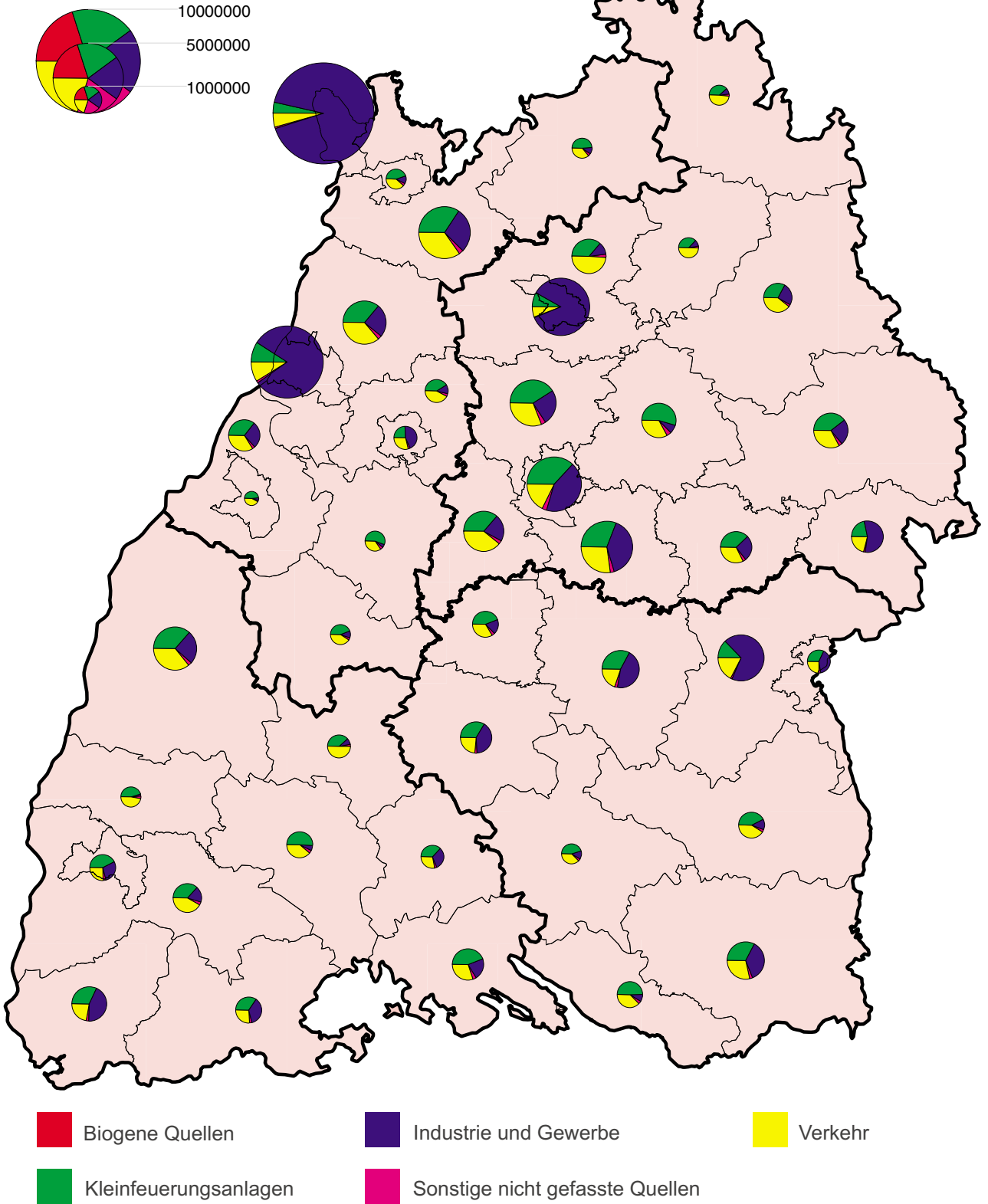
Karte 10-9: Verteilung der Methan-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der N₂O-Emissionen in t/a



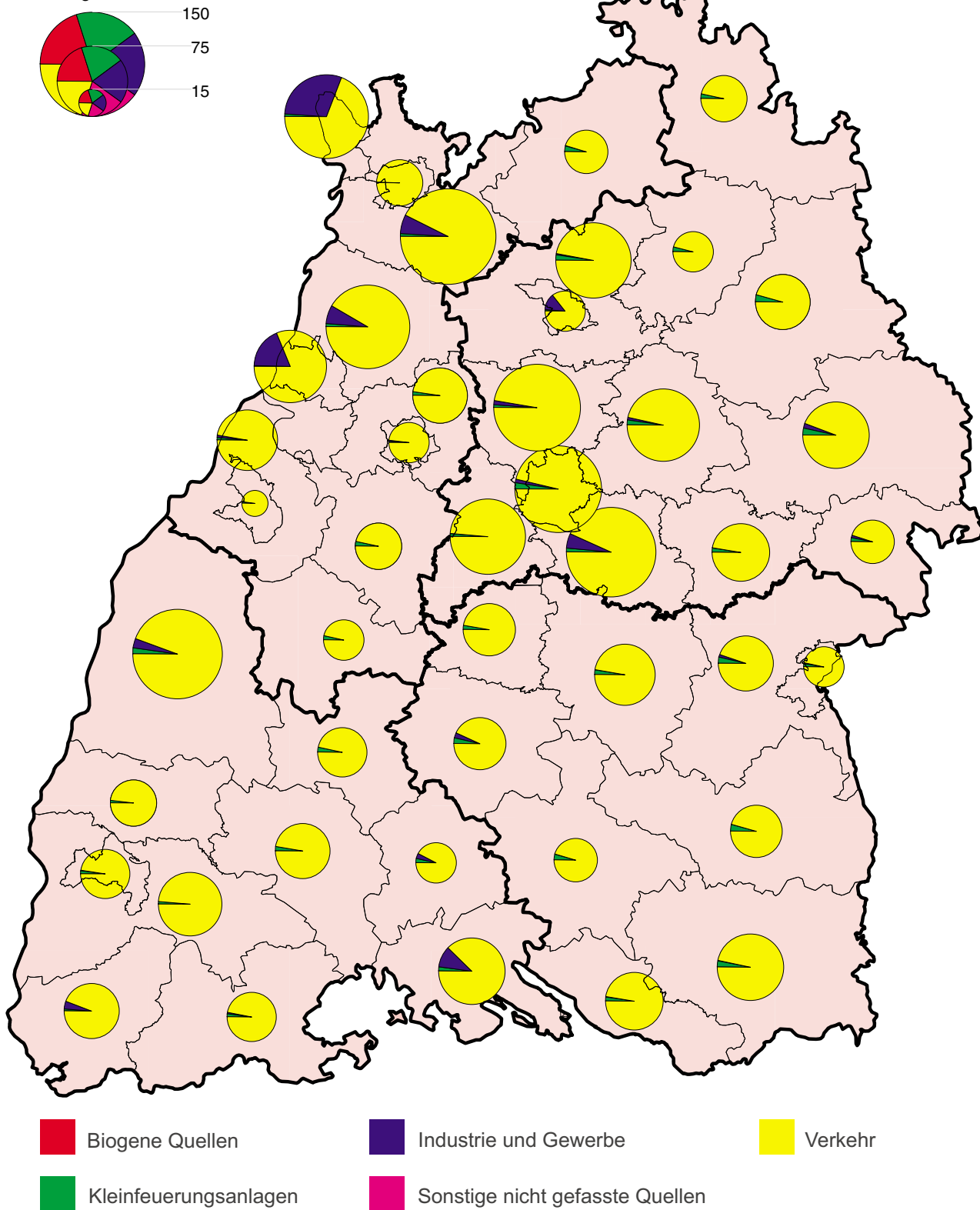
Karte 10-10: Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der CO₂-Emissionen in t/a



Karte 10-11: Verteilung der Kohlendioxid-Emissionen auf Kreisebene

Verteilung der Benzol-Emissionen in t/a



Karte 10-12: Verteilung der Benzol-Emissionen auf Kreisebene

11 RASTERBEZOGENE EMISSIONEN

Die Darstellung der Gesamtemissionen pro Stadt- oder Landkreis ist für einen direkten Vergleich der Emissionscharakteristik zweier Kreise nur bedingt geeignet. Aus diesem Grunde sind in den folgenden Karten für die wichtigsten Luftschadstoffe Rasterkarten mit entsprechenden Emissionsdichten dargestellt. Die Karten 11-1 bis 11-7 zeigen die flächenbezogenen Daten der Jahresemissionen als Rasterkarten im Gauß- Krüger-Koordinatensystem mit einer Kantenlänge von 10 km in der Einheit t pro Jahr je 10 km x 10 km Rasterfeld. Zusätzlich zeigen die Karten 11-8, 11-9 und 11-10 die Emissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquerschnitten des klassifizierten Straßennetzes in Baden-Württemberg für das Basisjahr 1998.

Die **Schwefeldioxid-Emissionen** in Karte 11-1 verteilen sich nur auf sehr wenige Planquadrate. Die größten Emissionen zeigen die Rasterfelder am südlichen Ende des Stadtkreises Mannheim, im Rasterfeld vom Stadtkreis Heilbronn und im Stadtkreis Karlsruhe. Hauptverursacher sind hier die Kraft- und Heizwerke, die mineralölverarbeitende Industrie und größere Prozessfeuerungsanlagen. Vergleicht man diese Karte mit der Schwefeldioxid-Kreiskarte 10-2 so fällt auf, dass die hohen Kreisemissionen beispielsweise im Landkreis Ravensburg lediglich durch die Größe des Kreises respektive die Anzahl der Emittenten (Straßenabschnitte, Wohnungen, Industrie- und Gewerbebetriebe) verursacht wird. In der Schadstoffdichte der Rasterkarte 11-1 ist dieser Kreis eher am unteren Ende der Skala angesiedelt.

Die Karte 11-2 zeigt die **Kohlenmonoxid-Emissionen** in den Rasterfeldern Baden-Württembergs. Der Hauptverursacher für diesen Schadstoff ist der Verkehr, respektive der Straßenverkehr im Land. Die Emissionen verteilen sich im Gegensatz zum Schwefeldioxid mit punktuellen Schwerpunkten beim Kohlenmonoxid eher über größere Flächen in Baden-Württemberg. In den urbanisierten Räumen Mannheim-Heidelberg, Stuttgart, Heilbronn und Karlsruhe sind deutliche Häufungen höheremittierender Planquadrate zu finden. Auch entlang der wichtigsten Verkehrsverbindungen im Land erkennt man eine deutlich höhere Belastung auf den Rasterquadraten. Die Autobahnen A6 und A5 am westlichen Rand Baden-Württembergs zwischen Mannheim/Heidelberg und Karlsruhe bzw. Basel/Lörrach, die Autobahn A8 Karlsruhe-Stuttgart-Ulm und die A81 Heilbronn-Stuttgart-Singen als wichtige Überland-Verkehrsverbindungen treten deutlich hervor. Weitere Schwerpunkte bildet die A7 zwischen Ulm in Richtung Norden und als eher flächenhafte Belastung die Bodenseeregion.

Bei den **Stickstoffoxiden**, dargestellt in Rasterkarte 11-3, ist analog wie bei den Kohlenmonoxid-Emissionen der Straßenverkehrs der Hauptverursacher. Das Emissionsmuster auf den Planquadraten entspricht in seinem Aufbau demzufolge auch den Verhältnissen beim Kohlenmonoxid. Verkehrsreiche Straßen und Ballungszentren treten hier ebenso in den Vordergrund, wobei beim Stickstoffoxid jedoch vereinzelt auch punktuelle Belastungen vor allem aus der Quellengruppe Industrie und Gewerbe, beispielsweise im Stadtkreis Ulm und im Alb-Donau-Kreis, hinzukommen.

Die Karte 11-4 zeigt die **Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)** unter Einbeziehung des Methans; Karte 11-5 zeigt dieselben Emissionen ohne Methan (NMVOC). Die Karte 11-4 zeigt eine relativ gleichmäßige Verteilung der Emissionen. Zwar treten auch hier die Ballungszentren Stuttgart-Heilbronn-Esslingen, Mannheim-Heidelberg und Karlsruhe-Pforzheim als Schwerpunktbelastungen deutlich hervor, jedoch gibt es auch in den eher ländlich geprägten Kreisen im Südosten Baden-Württembergs deutlich erhöhte VOC-Werte. Die VOC-Emissionen werden landesweit zu 39 % von den Biogenen Quellen und zu 37 % von den Sonstigen nicht gefassten Quellen verursacht. Der Verkehr trägt nur zu etwa 13 %, die Quellengruppe Industrie und Gewerbe zu etwa 9 %, wobei hier das Gewerbe den höheren Anteil aufweist und die Kleinfeuerungsanlagen zu 2 % zu den Emissionen bei. Bei den Biogenen Quellen sind das vor allem die Bereiche Nutztierhaltung und Landwirtschaft sowie die Emissionen aus der Vegetation (Wälder), bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen die Bereiche Abfalldeponien, Altablagerungen, Produkteinsatz und Erdgasverteilung sowie die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge. Beim Vergleich der Emissionen zwischen den einzelnen Planquadraten treten deshalb auch die Raster in den Vordergrund, in denen Emittenten aus diesen Bereichen eine größere Rolle spielen.

Die Darstellung der **flüchtigen organischen Verbindungen ohne das Methan (NMVOC)** in Karte 11-5 weist im Gegensatz dazu eher auf die anthropogen bedingten Emittenten wie den Verkehr oder die Lösemittelanwendung hin. Bei den Biogenen Quellen verbleibt

als nennenswerter NMVOC-Emittent lediglich die Vegetation, die in den ländlich geprägten Regionen im Falle größerer zusammenhängender Waldgebiete ebenfalls in Erscheinung tritt.

Die Schwerpunkte bei den **Staub-Emissionen** in Karte 11-6 findet man in den Planquadraten mit größeren Feuerungsanlagen wie öffentliche Kraft- und Heizwerke und in den dichter besiedelten Gebieten durch die Kleinfeuerungsanlagen in den Haushalten. Die restlichen Staubemissionen verteilen sich relativ gleichmäßig über die besiedelten Gebiete des gesamten Landes. Die meisten Rasterquadrate liegen hier nicht wie bei den anderen Schadstoffen im untersten Bereich der Skala, sondern bewegen sich als eine Art Hintergrundwert im Bereich zwischen 20 und 80 t je Rasterquadrat.

Die letzte Rasterkarte 11-7 zeigt die **Benzol-Emissionen** in Baden-Württemberg. Auch das Benzol wird, wie das Kohlenmonoxid, hauptsächlich durch den Straßenverkehr emittiert. Biogene oder Sonstige nicht gefasste Quellen werden bei diesem Schadstoff nicht betrachtet. Die anderen Quellengruppen weisen nur Anteile von zusammen etwa 6 % der Benzolemissionen auf.

Die Karte zeigt also erwartungsgemäß ein ähnliches Muster wie die Karte 11-2 mit dem Kohlenmonoxid. Beide Schadstoffe werden überwiegend vom Straßenverkehr bestimmt, bilden also die Verkehrssituation in Baden-Württemberg ab. Auch beim Benzol lassen sich die Autobahnen und auch die Verkehrsknotenzentren in Baden-Württemberg identifizieren.

Die nächsten drei Karten zeigen die Schadstoffemissionen auf den klassifizierten Straßen des Landes. Es handelt sich dabei um das Linienquellennetz der Erhebungen, auf denen über 85 % der Fahrleistungen im Land erbracht werden. Im einzelnen sind dies alle Autobahnen, Bundesstraßen, Landes- und Kreisstraßen sowie die übergeordneten Gemeindestraßen mit Sammelfunktion. Lediglich die Flächenquellen, das sind innerörtliche Gemeindestraßen innerhalb von Wohngebieten, werden hier nicht berücksichtigt.

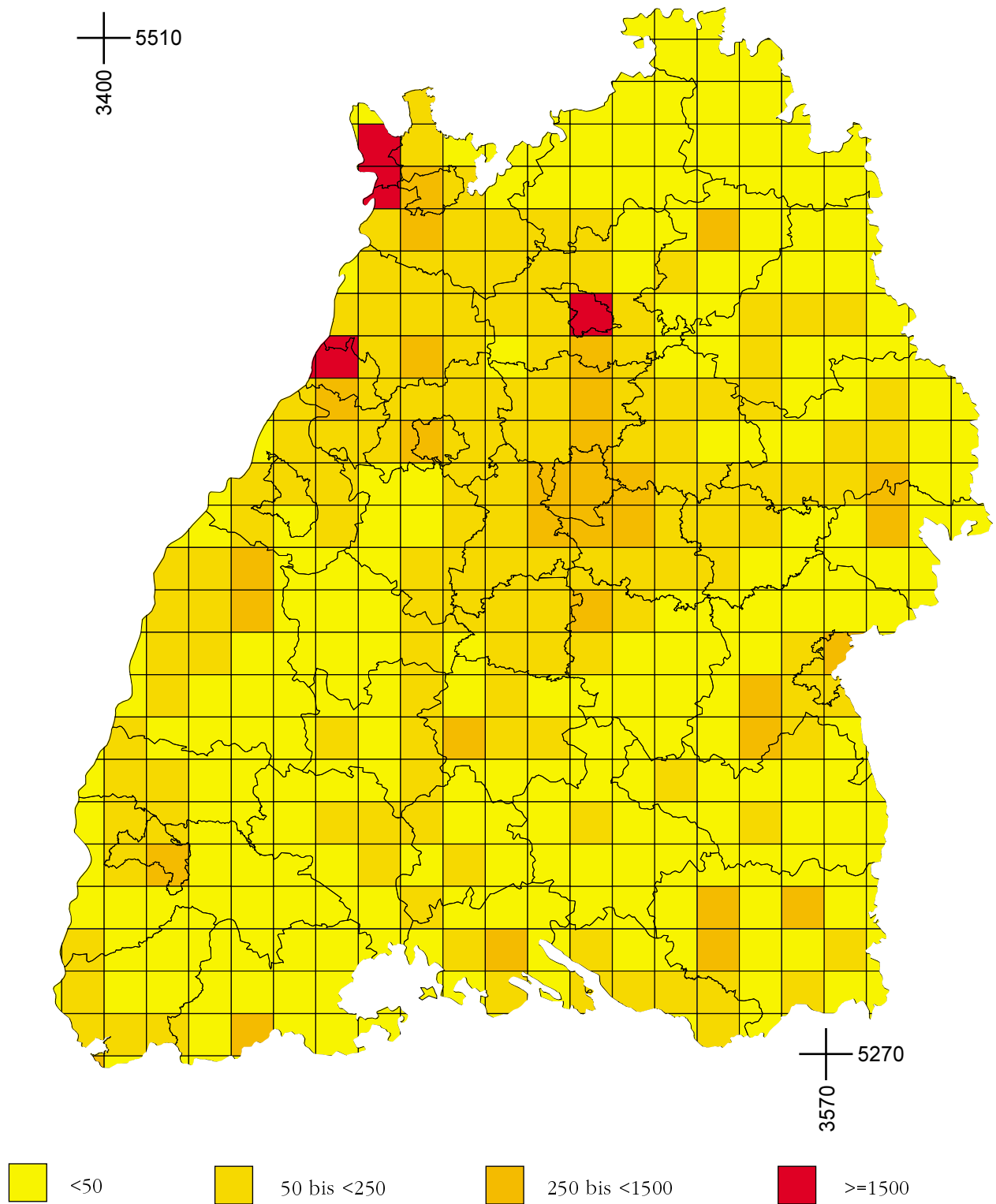
In Anlehnung an die 23. BImSchV wurden die Schadstoffe Stickstoffoxide, Staub und Benzol ausgewählt. Die Emissionen werden als Emissionsdichte auf den Linienquellenabschnitten in der Einheit t Schadstoff pro km und Jahr ausgewiesen.

Die Karte 11-8 zeigt die **Stickstoffoxid-Emissionen** des Straßenverkehrs in t NO_x pro Kilometer auf den Linienquellenabschnitten des Landes. Man erkennt das hochbelastete Autobahnnetz als Rückgrad des Individualverkehrs. Die Autobahnen A5, A6, A7, A81 und auch die A8 als wichtigste Ost-West-Verbindung des Landes zeichnen sich deutlich ab. Aber auch die höherbelasteten Bundesstraßen sind emissionsseitig gut zu erkennen. Diese Autobahnen und autobahnähnlichen Strecken weisen einen relativ hohen Nutzfahrzeuganteil bei gleichzeitig hohem Verkehrsaufkommen aus, was diese hohen Stickstoffoxid-Emissionen auf diesen Streckenabschnitten verursacht. Auch die wichtigen Ost-West-Verbindungsstraßen in den Tälern des Schwarzwaldes zeigen aufgrund des Verkehrsaufkommens erhöhte Werte. In den Innenstädten sind die wichtigsten Umgehungsstraßen, Tangenten-Strecken und

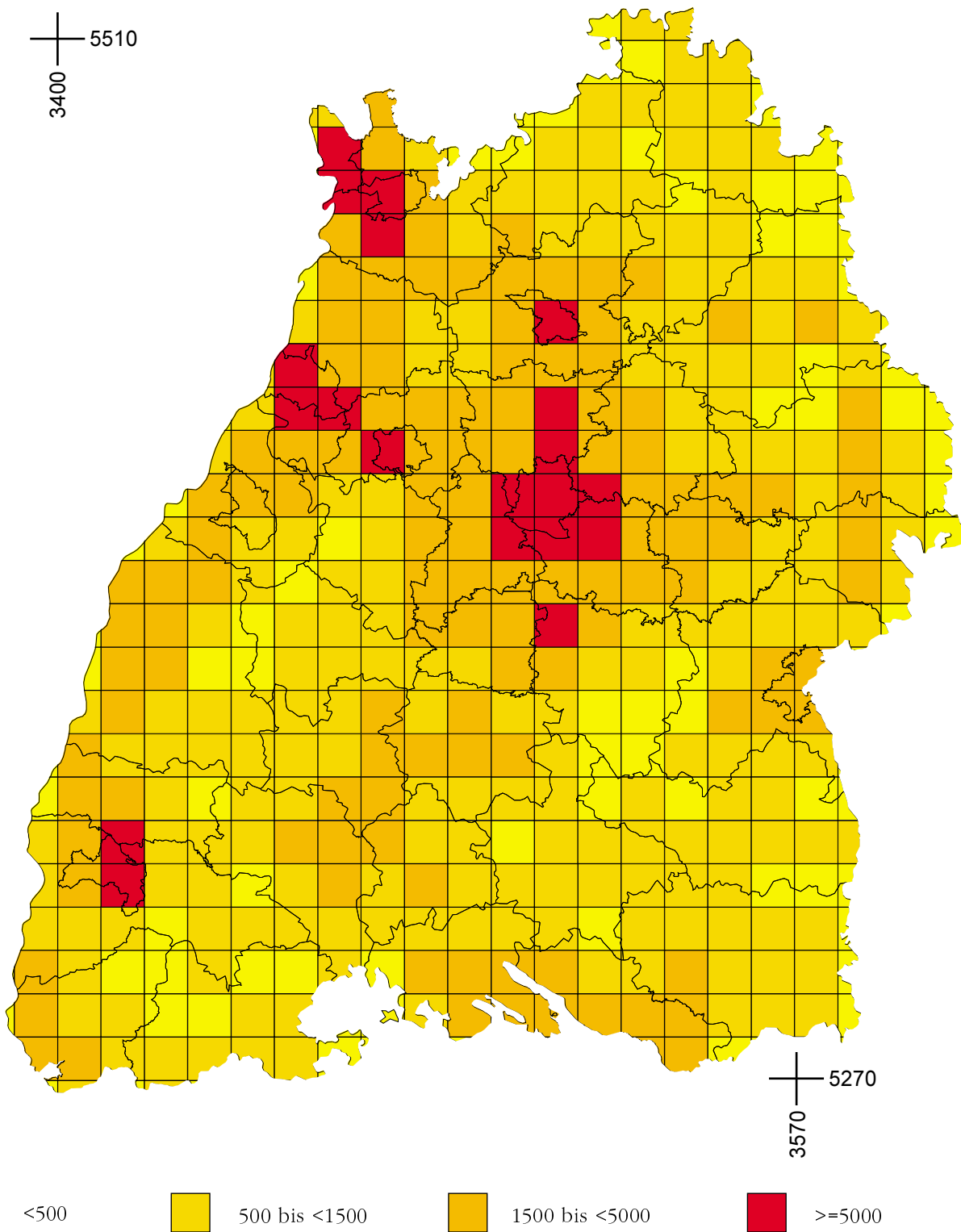
Ausfallstraßen ebenfalls anhand ihrer erhöhten Stickstoffoxid-Emissionen deutlich zu erkennen.

Anhand der Karte 11-9, in der die **Staub-Emissionen** (Partikel-Emissionen) des Straßenverkehrs auf den Linienquellen dargestellt sind, lassen sich die Autobahnen und autobahnähnlichen Strecken ähnlich wie bei den Stickstoffoxid-Emissionen anhand ihrer Emissionsdichte identifizieren. Bei diesem Schadstoff sind vor allem die schweren Nutzfahrzeuge für die Emissionen verantwortlich. Die Verteilung der Staubemissionen zeigt deshalb in der Regel wichtige Transitverbindungsstrecken und Umgehungsstraßen an.

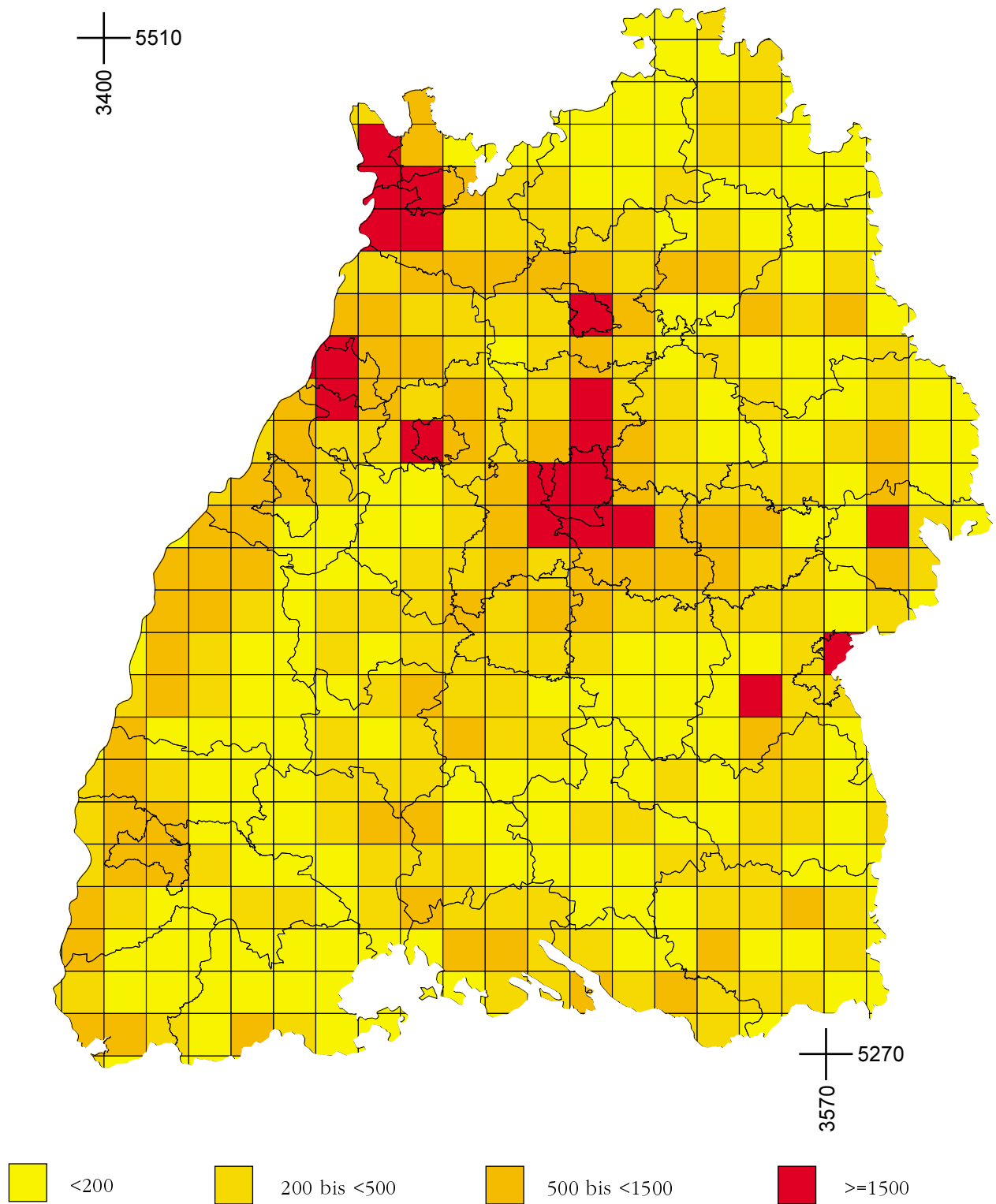
Die Karte 11-10 zeigt nun als letztes Beispiel die **Benzol-Emissionen** des Straßenverkehrs auf den Linienquellen des Projektgebietes. Die Charakteristik der Benzolfreisetzung entspricht zwar ungefähr den Staub-Emissionen, jedoch weisen weniger stark befahrene Strecken wie etwa die A7 oder auch die A81 Stuttgart Richtung Singen nur abschnittsweise erhöhte Werte an. Beim Benzol treten verstärkt die innerörtlichen Straßen als Emittenten auf. Die spezifisch höchsten Benzol-Emissionen weisen die Fahrzeuge mit Otto-Motoren auf, während Diesel-Pkw und Diesel-Nutzfahrzeuge geringere Benzol-Emissionen pro gefahrenem Kilometer zeigen.



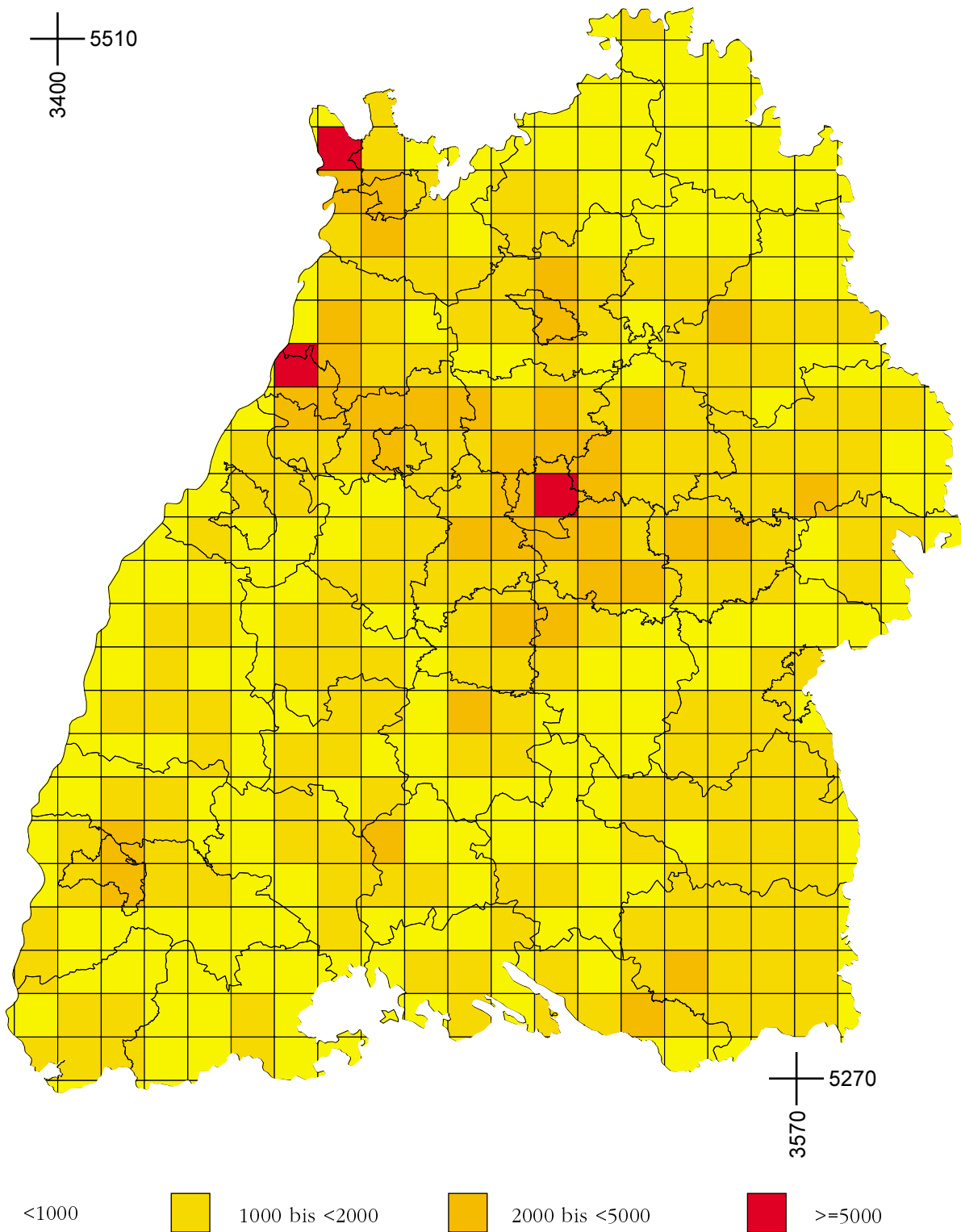
Karte 11-1: Schwefeldioxid-Emissionen in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



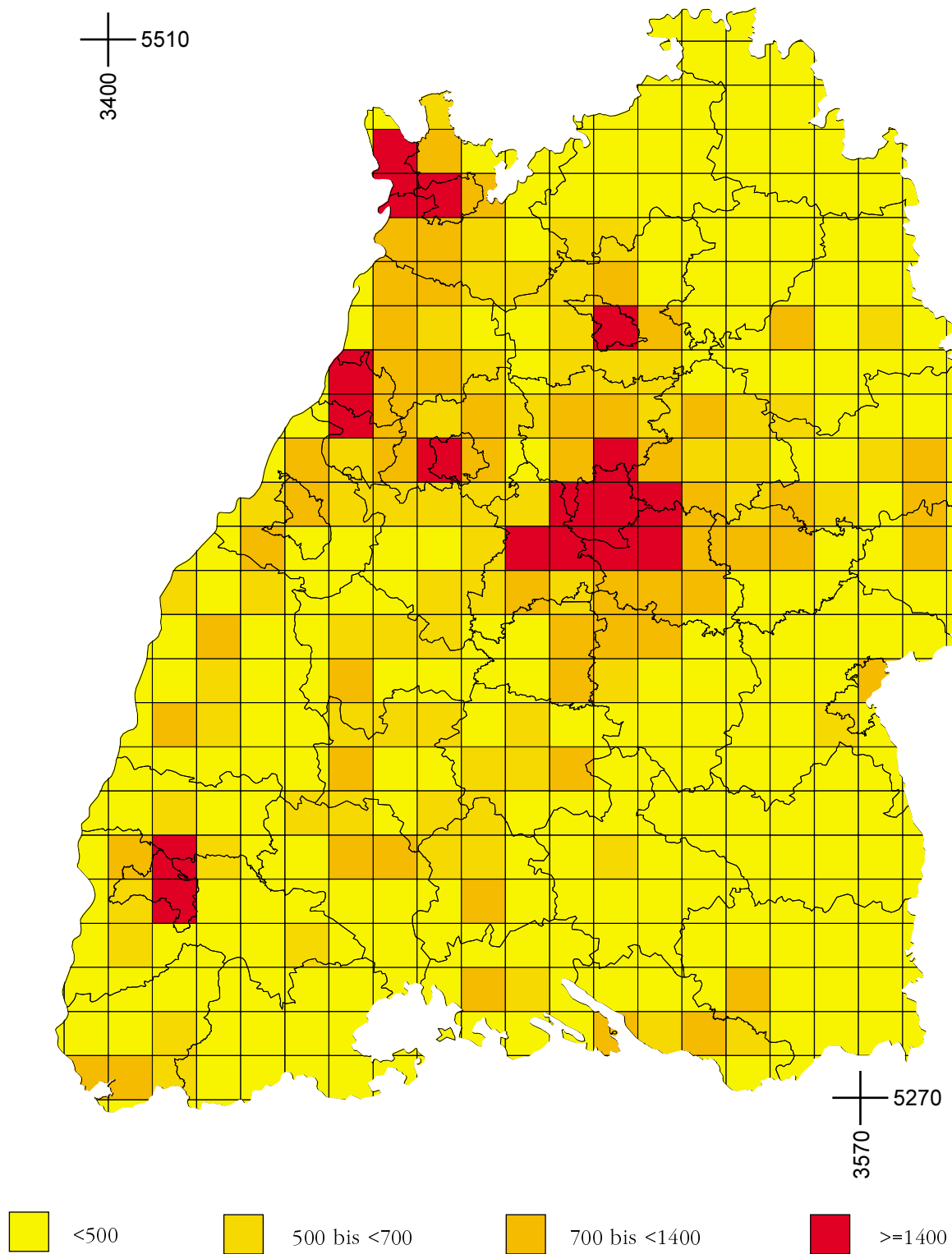
Karte 11-2: Kohlenmonoxid-Emissionen in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



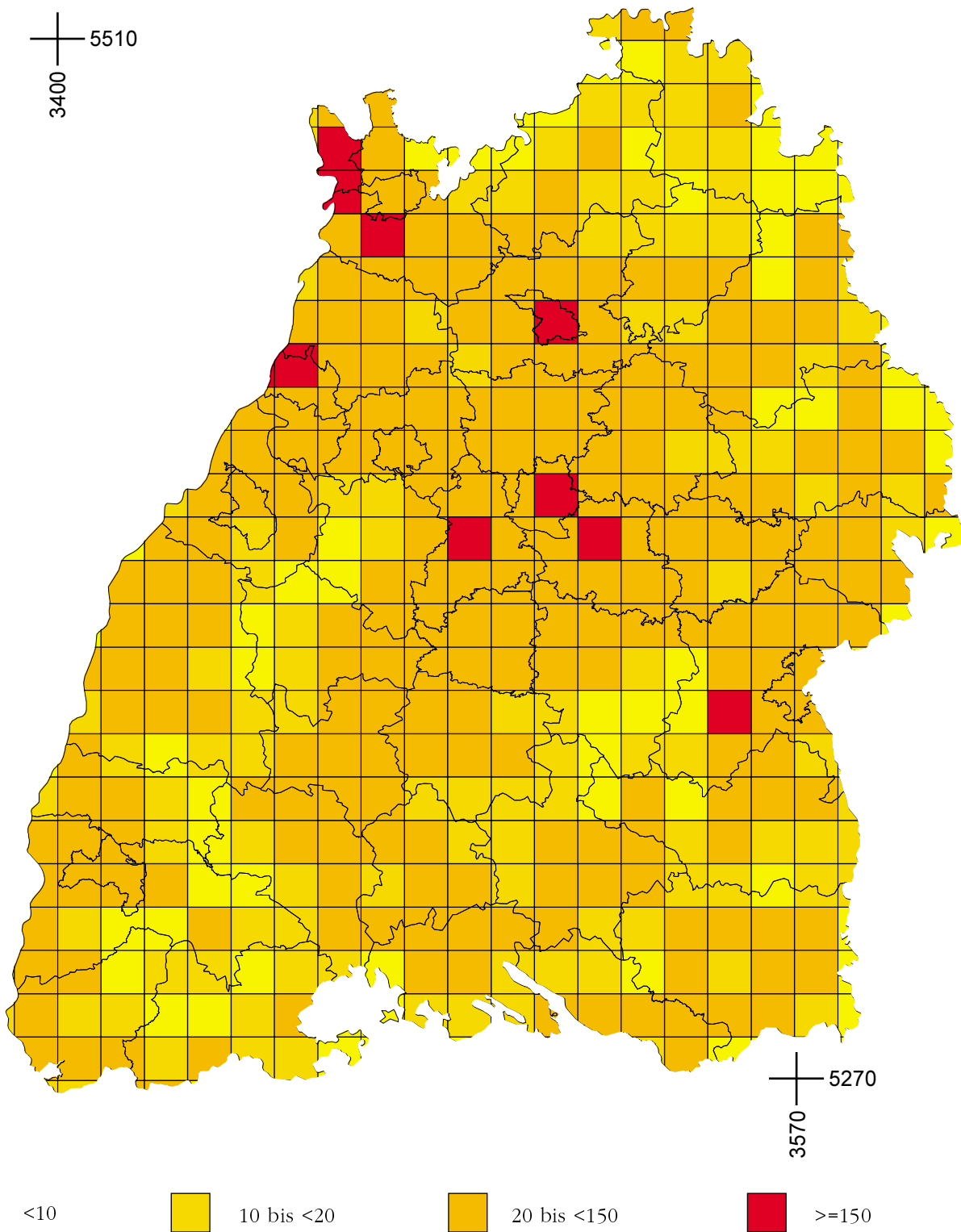
Karte 11-3: Stickstoffoxid-Emissionen (als NO₂) in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



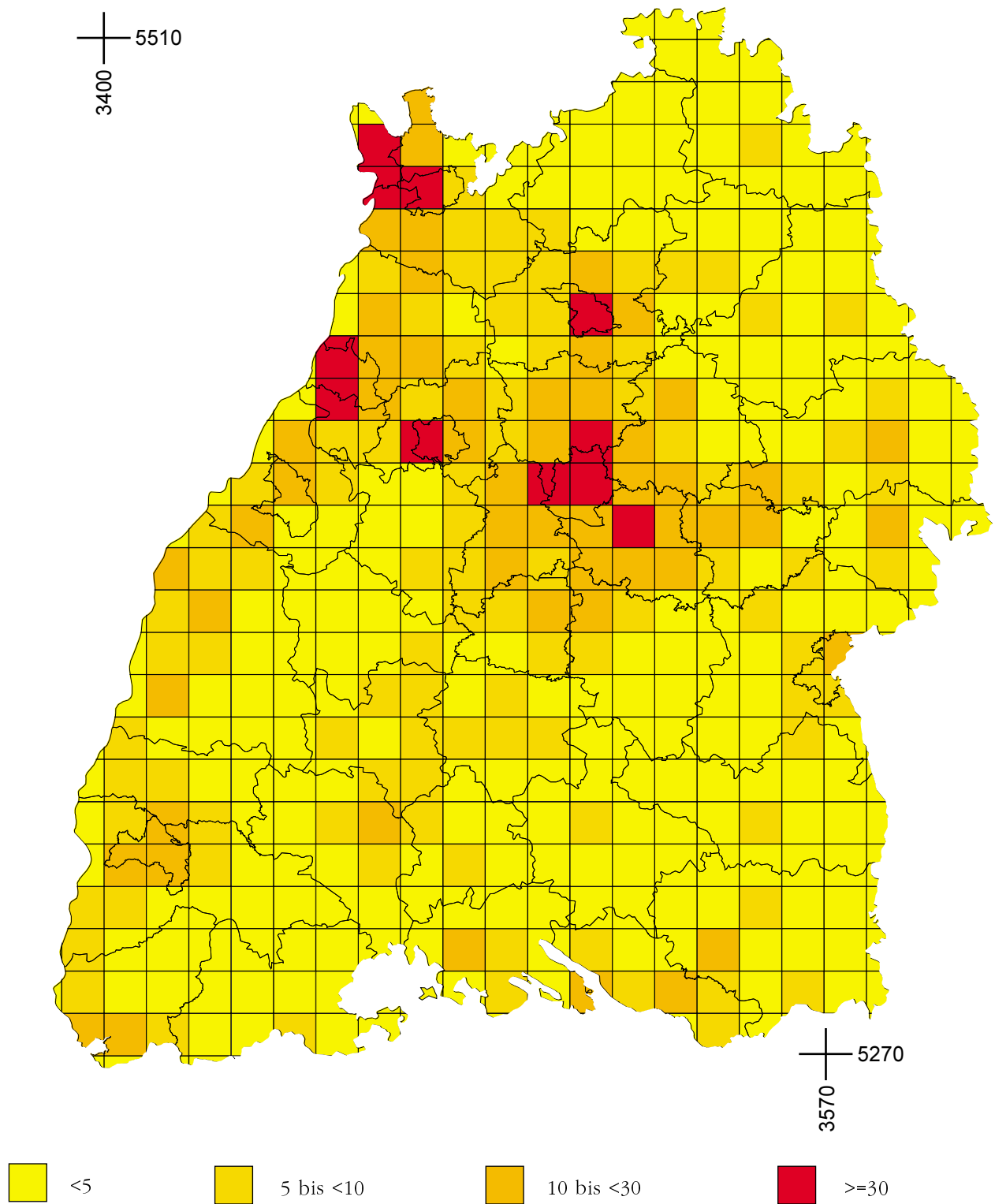
Karte 11-4: VOC-Emissionen (incl. Methan) in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



Karte 11-5: NMVOC-Emissionen (ohne Methan) in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



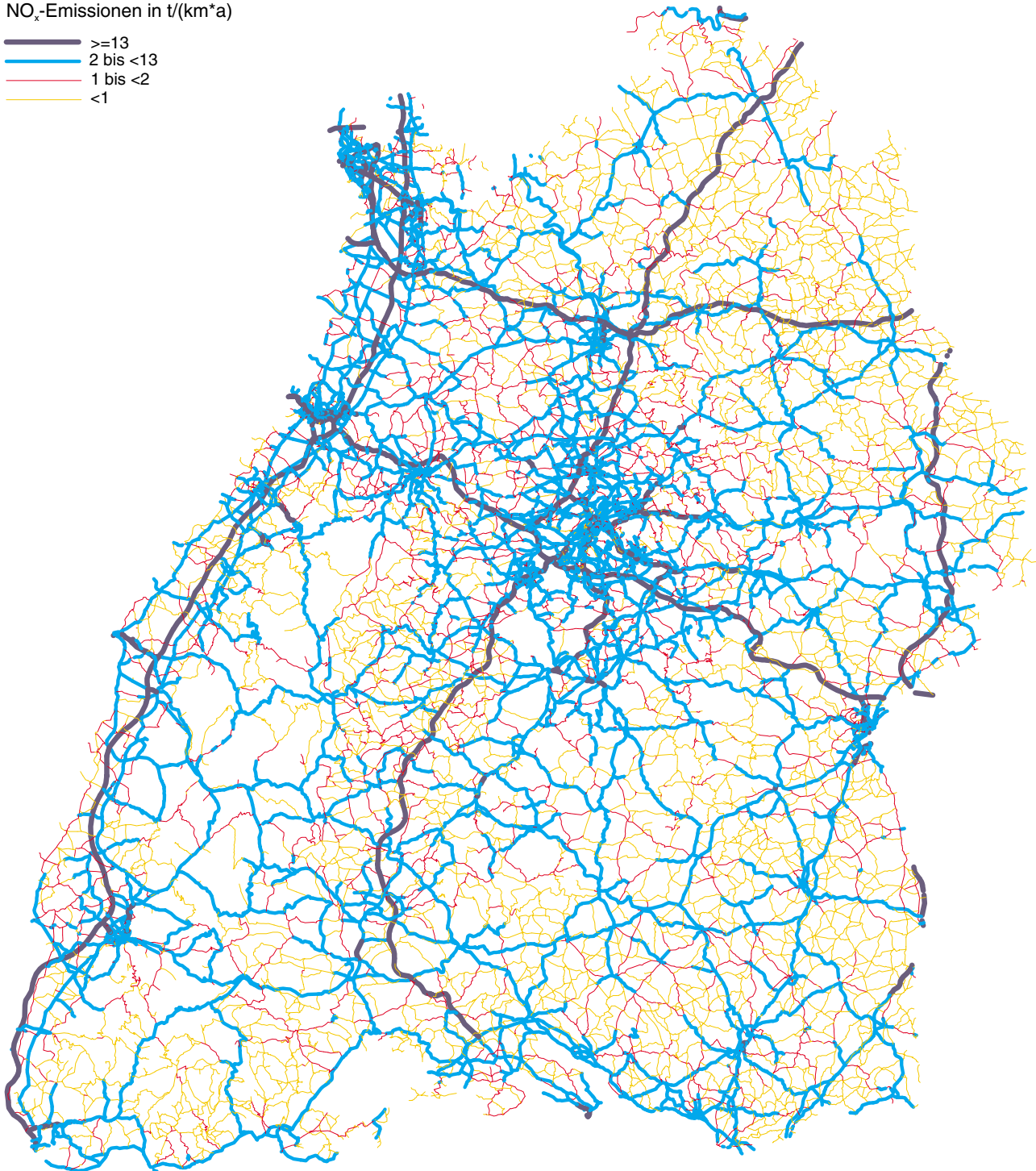
Karte 11-6: Staub-Emissionen in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld



Karte 11-7: Benzol-Emissionen in t/a je 10 km * 10 km Rasterfeld

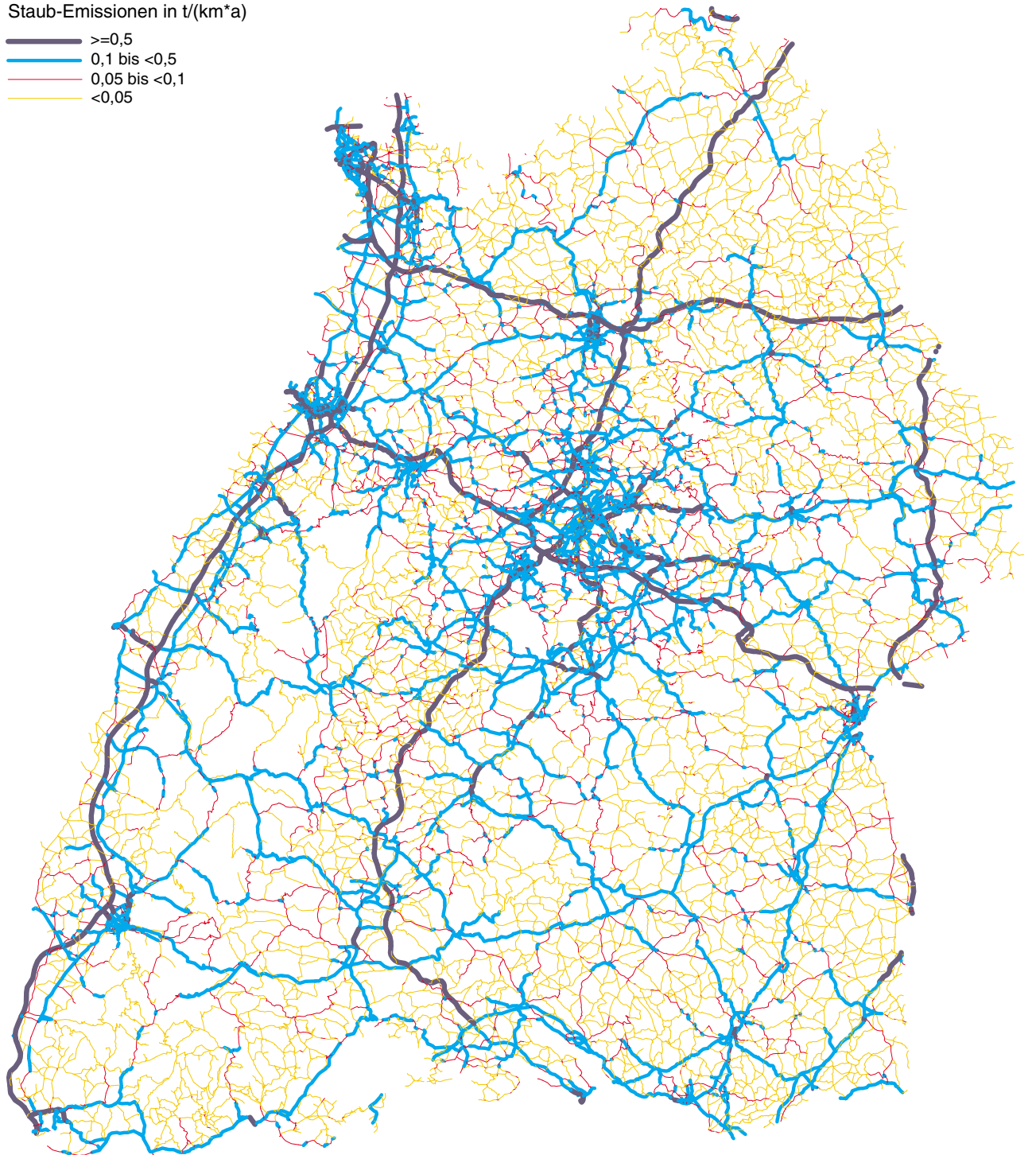
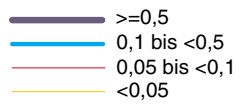
NO_x-Emissionen in t/(km*a)

- >=13
- 2 bis <13
- 1 bis <2
- <1



Karte 11-8: Stickstoffoxid-Jahresemissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km

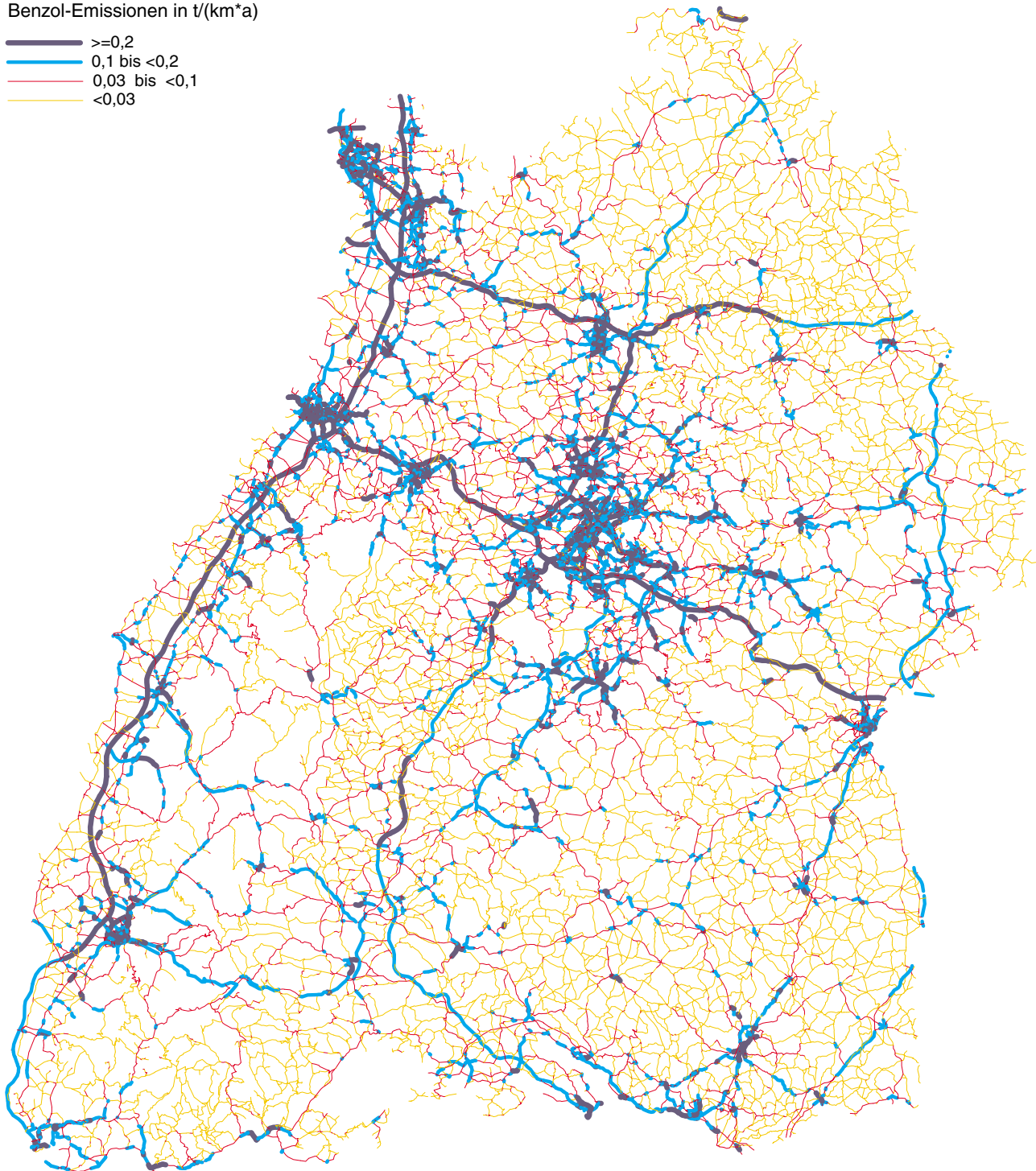
Staub-Emissionen in t/(km*a)



Karte 11-9: Staub-Jahremissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km

Benzol-Emissionen in t/(km*a)

- $\geq 0,2$
- 0,1 bis $<0,2$
- 0,03 bis $<0,1$
- $<0,03$



Karte 11-10: Benzol-Jahresemissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km

LITERATURVERZEICHNIS

- ALTFELD, 97:** Altfeld K. Ruhrgas AG, Essen, persönliche Mitteilung, Februar 1997
- AVISO, 00:** "Ermittlung der Emissionen von verkehrsbezogenen Kategorien des Offroad-Bereiches in Baden-Württemberg auf der Grundlage der Methodik für das Untersuchungsgebiet Oberrhein (INTERREG-II)", AVISO, Aachen im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, März 2000
- BATTYE, 94:** Battye R., Battye W., Overcash C., Fuge S. "Development and selection of ammonia emission factors" Final Report 1994, EPA/600/R-94/190 from Gov. Rep. Announce Index (U.S.) 1995, 95 (1)
- BGW, 95:** "117. BGW Gasstatistik 1995", Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW), Bonn, Oktober 1997
- BGW, 98:** "120. BGW Gasstatistik 1998", Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW), Bonn, Januar 2000
- BNLA, 97:** Studie des Büros für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (K. Isermann), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG, November 1997
- BNLA, 00:** Studie des Büros für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (K. Isermann), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG, - Fortschreibung, Juni 2000
- BROSS, 96:** Broß M., "Jahresbericht 1995", Verband der Lackindustrie e.V.
- BUWAL, 96:** Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch des Offroad-Sektors, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Umwelt-Materialien Nr. 49 Luft, Bern 1996
- BW, 95:** "Emissionskataster Baden-Württemberg 1995", Hrsg. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe, Dezember 1998
- DLI, 95:** "Einblicke - Die Lackindustrie in Deutschland" sowie "Broschüre: Fakten zu Lacken und Farben - Lösemittel Nr. 6", Deutsches Lackinstitut GmbH, Frankfurt/Main 1995
- DWD, 98:** G. Müller-Westermeier "Anmerkungen zur Temperatur im Juli 1998" Deutscher Wetterdienst 26.08.1998, Internet-Recherche am 18.10.2000 <http://www.dwd.de/research/klis/produkte/monitoring/juli98/juli98.htm>
- EG 96:** Richtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität - Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie vom 27. September 1996
- ELLIGER, 96:** Elliger, Wildforschungsstelle Aulendorf, persönliche Mitteilung 1996

LITERATURVERZEICHNIS

FNRV, 98: Luftschadstoff-Emissionskataster Friedrichshafen/Ravensburg 1998, Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe Bericht-Nr.1-3/00, Oktober 2000

FR, 90: Emissionen im Raum Freiburg 1990, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-17-93, UMEG Karlsruhe, 1993

FR, 98: Luftschadstoff-Emissionskataster Freiburg 1998, Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe Bericht-Nr.1-4/00, November 2000

GRS, 96: Luftschadstoff-Emissionskataster Großraum Stuttgart 1996, Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe Bericht-Nr.12-1/98, November 1998

HLFU, 92: "Emissionskataster Hessen - Landesweite Abschätzung der Emissionen aus biogenen und nicht gefassten Quellen", Institut für Pflanzenökologie der JLU Gießen im Auftrag der hessischen Landesanstalt für Umwelt. Wiesbaden, Heft 184, Februar 1996

HN, 92: Emissionen im Raum Heilbronn/Neckarsulm 1992, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-06-94, UMEG Karlsruhe, Oktober 1994

HORLACHER, 97: Horlacher D., Gamer W., Zeddies J., Römheld V., Jungbluth Th. "Bilanzen von potentiell umweltbelastenden Nährstoffen (N, P, S) sowie Ammoniak aus der Landwirtschaft in Baden-Württemberg",

Universität Hohenheim im Auftrag des Ministeriums für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg (Hrsg.), Januar 1997

HR, 94: Luftschadstoff-Emissionskataster Hochrhein 1994: Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Bericht UVM-11-96, UMEG Karlsruhe, November 1996

IR2, 00: Grenzübergreifende Luftqualitätsanalyse am Oberrhein - Analyse transfrontalière de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur, Arbeitsgemeinschaft AS-PA/UMEG - Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace Schiltigheim/Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH Karlsruhe - UMEG. Karlsruhe, November 2000

KO, 90: Emissionen im Raum Kehl/Offenburg 1990, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-14-93, UMEG Karlsruhe, 1993

KR, 94: Luftbericht für den Raum Karlsruhe/Rastatt 1994/95: Auftraggeber: Ministerium für Umwelt und Verkehr Bericht UVM-14-96, UMEG Karlsruhe, Dezember 1996

LBW, 00: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg - Struktur- und Regionaldatenbank INTERNET-Abfrage unter <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/> SRDB vom 29.09.2000

LITERATURVERZEICHNIS

- LFU, 79:** Umweltqualitätsbericht Baden-Württemberg 1979, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- LFU, 92:** Handbuch Altlasten "Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen - Leitfaden Deponiegas", Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Materialien zur Altlastenbearbeitung Band 10, Karlsruhe, Oktober 1992
- LFU, 00:** "Entwicklung der Emissionen krebserzeugender Luftschadstoffe in Baden-Württemberg", Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Abt. 2 Industrie und Gewerbe, 1. Auflage, Karlsruhe 2000
- LÜBKERT, 89:** Lübker B., Schöpp W. "A model to calculate natural VOC emissions from forests in Europe - Working Paper WP-89-082" Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis 1989
- MH, 92:** Luftreinhalteplan Großraum Mannheim/Heidelberg 1995, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-08-95, UMEG Karlsruhe, Juli 1995
- ORTHOFFER, 91:** Orthofer R. "Abschätzung der Methan-Emissionen in Österreich", Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, OEFZS-A--4586, April 1991
- PM, 90:** Emissionen im Raum Pforzheim/Mühlacker 1992, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-18-93, UMEG Karlsruhe, 1993
- PROGNOS, 00:** "Ermittlung von Art, Umfang und räumlicher Verteilung der ozonrelevanten VOC-Emissionen 1996 aus der Produktanwendung und aus nicht nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen im Bundesland Nordrhein-Westfalen" Kurzbericht, PROGNOS AG, Niederlassung Köln 1996
- REICHERT, 97:** Reichert J., Schön M. "CH₄-Emissionen und Emissionsminderungsmöglichkeiten bei der Gewinnung und beim Transport von Erdgas", Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe, November 1997
- RT, 92:** Emissionen im Raum Reutlingen/Tübingen 1992, Hrsg: Umweltministerium Baden-Württemberg Bericht UM-07-94, UMEG Karlsruhe, Oktober 1994
- StaBA, 00:** Mittlere Einwohnerdichte in Deutschland und Einwohnerdichte in der EU 1998, INTERNET-Abfrage unter <http://www.statistik-bund.de/basis/d/bevoe/bevoetab1.htm> vom 4.12.2000
- StaLA, 97:** "Öffentliche Wassergewinnung und Qualität des Grund- und Quellwassers in den Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs", Baden-Württemberg in Wort und Zahl 11/97, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, November 1997

LITERATURVERZEICHNIS

StaLA, 97b: Statistik von Baden-Württemberg "Flächennutzung in Baden-Württemberg zum 31.12.1997", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Stuttgart, 1998

StaLA, 98: "Landwirtschaftszählung 1999 - Erste Ergebnisse einer Großzählung", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.), Baden-Württemberg in Wort und Zahl 3/2000; sowie "Klassische Viehzählung vor dem Aus?! - Neuer Weg zur Erfassung der Nutzviehbestände", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.) in Baden-Württemberg in Wort und Zahl 9/98

StaLA, 98a: Statistik von Baden-Württemberg "Abwasserbeseitigung 1996", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Stuttgart, 1998

StaLA, 98b: Statistisches Taschenbuch 1998 Hrsg.: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Stuttgart, September 1998

StaLA, 00: Nutztierzahlen in den Städten und Gemeinden Baden-Württembergs im Mai 1999 - Sonderauswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG. Stuttgart, März 2000

StaLA, 00a: Organische Abfälle und Deponiegasanfall in den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg 1998 - Sonderauswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG. Stuttgart, Februar 2000

TNO, 92: P.F.J. van der Most, C. Veldt, "Emission factors manual PARCOM-ATMOS, Emission factors for air pollutants 1992 (Final Version)" TNO-Report, TNO Environmental and Energy Research (1992)

UBA, 93: "Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland", Forschungsbericht des Fraunhofer-Institutes für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA-FB93-121, Bericht 9/93) - Phase I, Dezember 1993

UBA, 95: Schön M., Angerer G. et. al. "Anthropogene N₂O- und CH₄-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland - Phase II", Fraunhofer-Institut für Systemforschung und Innovationstechnik Karlsruhe im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 104 01 108/02 (1995)

UL, 94: Luftschadstoff-Emissionskataster Ulm 1994: Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Bericht UVM-9-96, UMEG Karlsruhe, Oktober 1996

UM, 95: "Luftqualitätskonzept Baden-Württemberg", Leitfaden zur Luftreinhaltung der Landesregierung Baden-Württemberg, Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), UM-5-95, Stuttgart, April 1995

UM, 97: "Emissionskataster Baden-Württemberg 1994 Quellengruppe Industrie - Emissionserklärungspflichtige Anlagen -": Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe, Juni 1997

LITERATURVERZEICHNIS

UM, 99: "Emissionskataster Baden-Württemberg 1996 Quellengruppe Industrie - Emissionserklärungspflichtige Anlagen -": Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Bericht Nr. 11-1/99, UMEG Karlsruhe, März 1999

UMEG, 99: "UMEG-Jahresbericht 1998" UMEG Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbh, Karlsruhe, im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Karlsruhe Oktober 1999

UMEG, 00: "Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg 1998"; UMEG Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbh, Karlsruhe, Bericht-Nr. 1-1/00, Karlsruhe, Februar 2000

UVM, 00: "Umweltdaten 2000", Hrsg: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Bericht LfU Karlsruhe, September 2000

VAN HALTEREN, 96: Van Halteren, Industrieverband Klebstoffe e.V. Düsseldorf, persönliche Mitteilung 1996

VOC-KOMM, 93: "Konzeption zur Minderung der VOC-Emissionen in Baden-Württemberg" Bericht der VOC-Kommission der Landesregierung von Baden-Württemberg an das Umweltministerium Baden-Württemberg, Institut für Industriebetriebswirtschaftslehre und industrielle Produktion der Universität Karlsruhe in Luft, Boden, Abfall, Heft 21, Januar 1993

WENK, 97: Wenk N., PROGNOSE AG, Basel, persönliche Mitteilung Oktober 1997

WFS, 00: Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf LVVG Wildabschusszahlen Jagdjahr 1998/1999, INTERNET-Abfrage unter <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/LA/LVA/WFS/Fachinformation/Jagdstrk.htm>, September 2000

TABELLENVERZEICHNIS

A:	<i>Luftschadstoff-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	4
2-1:	<i>Statistische Größen der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg 1998</i>	18
4-1:	<i>Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen in Baden-Württemberg 1998</i>	26
5-1:	<i>Kraftstoffverbrauch des Straßen-, Schiff-, Schienen- und Luftverkehrs in Baden-Württemberg 1998</i>	32
5-2:	<i>Jahresemissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugarten in Baden-Württemberg 1998</i>	34
5-3:	<i>Jahresemissionen des Straßenverkehrs differenziert nach Straßenklasse in Baden-Württemberg 1998</i>	36
5-4:	<i>Jahresemissionen des Gesamtverkehrs in Baden-Württemberg 1998</i>	38
6-1:	<i>Jahresemissionen der Quellengruppe Industrie und Gewerbe in Baden-Württemberg 1998</i>	40
7-1:	<i>Zahl der Nutztiere in den Regierungsbezirken von Baden-Württemberg 1998</i>	45
7-2:	<i>Jahresemissionen aus Biogenen Quellen in Baden-Württemberg 1998</i>	48
8-1:	<i>Kraftstoffverbräuche der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 1998</i>	52
8-2:	<i>Jahresemissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 1998</i>	53
9.1-1:	<i>Zahl der Betriebe und Anlagen des Bereiches Industrie 1994 und 1996</i>	57
9.2-1:	<i>Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	59
9.2-2:	<i>Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	61
9.2-3:	<i>Stickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	63
9.2-4:	<i>NM VOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	65
9.2-5:	<i>Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	69
9.2-6:	<i>PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998 in t/a</i>	71
9.2-7:	<i>Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in kt/a</i>	73
9.2-8:	<i>Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	77
9.2-9:	<i>Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	79
9.2-10:	<i>Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	81
9.2-11:	<i>Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 1998 in t/a</i>	83

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

A:	<i>Veränderung der Jahresemissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	6
2-1:	<i>Flächennutzung in Baden-Württemberg 1998</i>	15
4-1:	<i>Endenergieeinsatz in Kleinf Feuerungsanlagen nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1998</i>	24
4-2:	<i>Anteile der einzelnen Energieträger am Endenergieeinsatz aller emissionsrelevanten Brennstoffe in Kleinf Feuerungsanlagen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1998</i>	25
4-3:	<i>Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1998</i>	26
5-1:	<i>Statischer PKW-Bestand nach Schadstoffminderungskonzepten in Baden-Württemberg 1998</i>	30
5-2:	<i>Fahrleistungsgewichteter (dynamischer) Pkw-Bestand auf den Autobahnen in Baden-Württemberg 1998</i>	30
5-3:	<i>Jahresfahrleistungen des KFZ-Verkehrs nach Fahrzeugarten in Baden-Württemberg 1998</i>	31
5-4:	<i>Kraftstoffverbrauch des KFZ-Verkehrs in Baden-Württemberg 1998</i>	31
5-5:	<i>Jahresfahrleistungen des KFZ-Verkehrs auf den verschiedenen Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998</i>	32
5-6:	<i>Kraftstoffverbrauch des KFZ-Verkehrs auf den Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998</i>	32
5-7:	<i>Jahresemissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugarten in Baden-Württemberg 1998</i>	35
5-8:	<i>Jahresemissionen des Straßenverkehrs auf den Straßenklassen in Baden-Württemberg 1998</i>	37
9.1-1:	<i>Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	55
9.1-2:	<i>Entwicklung der Jahresfahrleistungen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs zwischen 1995 (= 0 %) und 1998</i>	59
9.2-1:	<i>Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	59
9.2-2:	<i>Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	61
9.2-3:	<i>Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	61

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

9.2-4:	<i>Entwicklung der Kohlenmonoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	61
9.2-5:	<i>Stickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	63
9.2-6:	<i>Entwicklung der Stickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	63
9.2-7a:	<i>NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	66
9.2-7b:	<i>Anthropogene NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	66
9.2-8:	<i>Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	66
9.2-9:	<i>Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	69
9.2-10:	<i>Entwicklung der Gesamtstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	69
9.2-11:	<i>PM10-Feinstaub-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	71
9.2-12:	<i>PM10-Feinstaubanteil des Gesamtstaubes für jede Quellengruppe 1998</i>	71
9.2-13:	<i>Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	73
9.2-14:	<i>Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	73
9.2-15:	<i>Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	77
9.2-16:	<i>Entwicklung der Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	77
9.2-17:	<i>Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	79
9.2-18:	<i>Entwicklung der Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	79
9.2-19:	<i>Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	81
9.2-20:	<i>Entwicklung der Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	81
9.2-21:	<i>Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1998</i>	83
9.2-22:	<i>Entwicklung der Benzol-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 1998</i>	83

KARTENVERZEICHNIS

2-1:	<i>Untersuchungsgebiet Baden-Württemberg</i>	14
10-1:	<i>Baden-Württemberg, Regierungsbezirke und Kreise</i>	89
10-2:	<i>Verteilung der Schwefeldioxid-Emissionen auf Kreisebene</i>	90
10-3:	<i>Verteilung der Kohlenmonoxid-Emissionen auf Kreisebene</i>	91
10-4:	<i>Verteilung der Stickstoffoxid-Emissionen auf Kreisebene</i>	92
10-5:	<i>Verteilung der Ammoniak-Emissionen auf Kreisebene</i>	93
10-6:	<i>Verteilung der Staub-Emissionen auf Kreisebene</i>	94
10-7:	<i>Verteilung der NMVOC-Emissionen auf Kreisebene</i>	95
10-8:	<i>Verteilung der anthropogenen NMVOC-Emissionen auf Kreisebene</i>	96
10-9:	<i>Verteilung der Methan-Emissionen auf Kreisebene</i>	97
10-10:	<i>Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen auf Kreisebene</i>	98
10-11:	<i>Verteilung der Kohlendioxid-Emissionen auf Kreisebene</i>	99
10-12:	<i>Verteilung der Benzol-Emissionen auf Kreisebene</i>	100
11-1:	<i>Schwefeldioxid-Emissionen in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	105
11-2:	<i>Kohlenmonoxid-Emissionen in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	106
11-3:	<i>Stickstoffoxid-Emissionen in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	107
11-4:	<i>VOC-Emissionen (inkl. Methan) in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	108
11-5:	<i>NMVOC-Emissionen (ohne Methan) in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	109
11-6:	<i>Staub-Emissionen in t/a je 10km x 10 km Rasterfeld</i>	110
11-7:	<i>Benzol-Emissionen in t/a je 10km x 10km Rasterfeld</i>	111
11-8:	<i>Stickstoffoxid-Emissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km</i>	112
11-9:	<i>Staub-Emissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km</i>	113
11-10:	<i>Benzol-Emissionen des Straßenverkehrs auf den Linienquellen in t/a je km</i>	114