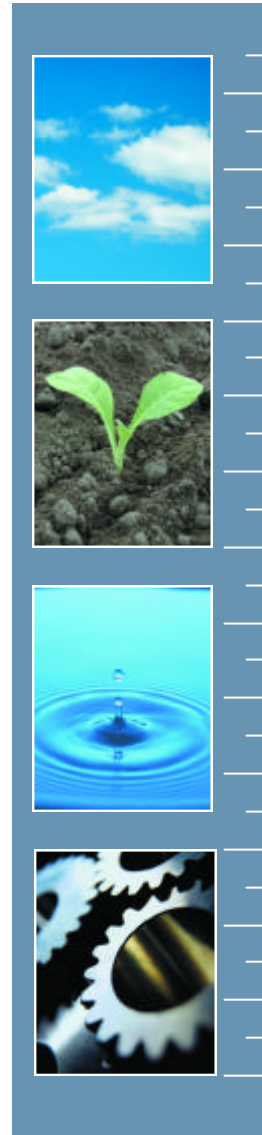


LUFTSCHADSTOFF-
EMISSIONSKATASTER
BADEN-WÜRTTEMBERG 2000
QUELLENGRUPPE
BIOGENE QUELLEN



UMEG

Umweltmessungen
Umwelterhebungen
und Gerätesicherhe

LUFTSCHADSTOFF-
EMISSIONSKATASTER
BADEN-WÜRTTEMBERG 2000
QUELLENGRUPPE
BIOGENE QUELLEN

Auftraggeber:
Ministerium für
Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg

Bearbeitung:
UMEG Zentrum für
Umweltmessungen,
Umwelterhebungen
und Gerätesicherheit
Baden-Württemberg
Großoberfeld 3

76135 Karlsruhe

Fachgebiet
4.1 Emissionskataster

kontakt@umeg.de
www.umeg.de
Bericht-Nr.: 4-01/2003
Berichtsumfang: 82 Seiten

ZUSAMMENFASSUNG

Im Emissionskataster Biogene Quellen Baden-Württemberg 2000 wurden die Emissionen aller nach dem heutigen Kenntnisstand wichtigen relevanten biogenen Quellen im Land Baden-Württemberg für das Bezugsjahr 2000 erfasst. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden im Bereich der Biogenen Quellen die Emissionen der Nadel- und Laubwälder, die Schadstofffreisetzungen bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion und der Nutztierhaltung, die Emissionen aus den natürlichen/naturnahen Böden sowie aus den Pflanzen erfasst. Ebenso wurden die Emissionen durch den Wildtierbestand, die Emissionen aus dem Kanalisationssystemen der Städte und die Schadstofffreisetzungen aus Gewässersedimenten und Feuchtgebieten erhoben. In diesen Bereichen wurden jeweils die klimarelevanten Luftschadstoffe Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O), die für die bodennahe Ozondynamik wichtigen leichtflüchtigen Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) und das für die Eutrophierung terrestrischer und aquatischer Systeme, für die Vergrasung von Heideflächen und für die Bodenversauerung verantwortliche Ammoniak (NH_3) berücksichtigt.

Im vorliegenden Bericht wird zunächst auf die Methodik, die zugrundeliegenden Basisdaten und die Ergebnisse für jede einzelne Emissionsquelle eingegangen. Die Ergebnisse für die einzelnen Emittentengruppen werden graphisch in Form von Diagrammen und Übersichtskarten für jeden Stadt- und Landkreis in Baden-Württemberg dargestellt. Im Anhang werden die Ergebnisse der Berechnungen für jeden Schadstoff kreisbezogen noch einmal zusammenfassend in tabellarischer Form aufgeführt.

Aufgrund unterschiedlicher Erhebungszeiträume bei den Basisdaten, wie z.B. bei der Erfassung der Nutz-

tierzahlen durch das Statistische Landesamt Baden-Württemberg oder bei den Daten aus den Bodennutzungshaupterhebungen der Vermessungsämter etc., musste in Einzelfällen für das Emissionskataster 2000 auch auf Angaben aus dem Jahre 1999 oder 2001 zurückgegriffen werden. Bei den hier betrachteten Quellengruppen sind jedoch innerhalb eines Jahres bezüglich der Emissionen keine relevanten Änderungen zu erwarten, trotzdem wurden wenn möglich die Basisdaten für 1999 oder 2001 auf das Jahr 2000 übertragen.

Die Emissionsverhältnisse in Baden-Württemberg werden beim Ammoniak und beim Distickstoffoxid fast ausschließlich von den Biogenen Quellen geprägt. Bei den flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) sind die Biogenen Quellen zu fast einem Drittel beteiligt, bei den Methan-Emissionen bestimmen die Biogenen Quellen mit einem Anteil von 46 % das Emissionsgeschehen zu einem großen Prozentsatz [UMEG, 1998].

In Tabelle A sind die Jahresemissionen der Luftschadstoffe Ammoniak, Methan, Distickstoffoxid und der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe in Baden-Württemberg für die Quellengruppe Biogene Quellen im Bezugsjahr 2000 dargestellt.

Tabelle A

Luftschadstoff-Emissionen aus Biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000 in t/a

	Nutztierhaltung u. Landwirtschaft ¹⁾	Böden u. Pflanzen	Wildtiere	Vegetation	Bevölkerung/ Abwasserkanäle	Gewässer u. Feuchtgebiete	Summe
NH ₃	62 154	2 022	95	-	2 556	4	66 831
NMVOG	-	-	-	70 317	-	-	70 317
CH ₄	112 353	-	5 126	-	-	2 582	120 061
N ₂ O	26 859	34	-	1 494	-	641	29 028
NO ²⁾	10 734	9	-	5 820	-	-	16 563

- keine Angabe

¹⁾ Wert inkl. der Emissionen aus erklärungs-pflichtigen Betrieben nach 11. BImSchV

²⁾ In Bericht 1998 [UMEG, 1998] nur als Summenwert im Text (7000 t NO/a)

Die Biogenen Quellen lassen sich grob in die Bereiche Vegetation/Böden/Gewässer, also die mehr "naturbe-lassenen" Quellen und in den mehr anthropogen be-einflussten Bereich der Landwirtschaft/Nutztierhalt-ung untergliedern. Bei den erstgenannten eher natürli-chen oder naturnahen Quellen lassen sich in der Regel keine emissionsmindernden Maßnahmen im-plementieren, während in der zweiten Gruppe z.B. durch Reduktion der Tierzahlen oder eine angepasste Düngung etc. eine Rückführung der Emissionen zu-mindest im Prinzip möglich ist.

Die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Pflan-zenproduktion und der Nutztierhaltung dominieren in der Quellengruppe Biogenen Quellen die Methan-, die Ammoniak- und die Distickstoffoxid-Emissionen bei weitem. Maßgebend für die Emissionen des Be-reiches Landwirtschaft/Nutztierhaltung ist vor allem die Nutztierhaltung und im speziellen die Rinder-zucht. Etwa 78 % der Methan-, 57 % der Ammoniak- und etwa 10 % der Distickstoffoxid-Emissionen der Quellengruppe Landwirtschaft/Nutztierhaltung stam-men direkt aus der Rinderzucht, obgleich diese Tier-gruppe nur etwa 13 % der Nutztiere in Baden-Würt-temberg stellt. Darüber hinaus sind in diesem Bereich die Ammoniak-Verluste aus der Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern auf die Acker- und Grünlandflächen zu nennen, die mit einem Anteil von

7 % an den Ammoniak-Emissionen der Biogenen Quellen für das gesamte Emissionsgeschehen eben-falls von größerer Bedeutung sind.

Die naturnahen Böden und Pflanzen, die Wälder, so-wie die Gewässersedimente und Feuchtgebiete haben nur relativ geringe Anteile an den Gesamtemissionen der Biogenen Quellen. Beim Distickstoffoxid weisen diese Emittenten zusammen einen Anteil von knapp 10 % der Emissionen auf, während beim Ammoniak mit 3 % und beim Methan mit etwa 2 % nur ein ver-nachlässigbar geringer Anteil aus diesen Quellen stammt.

Auch die Wildtiere sind im Emissionsgeschehen der Quellengruppe Biogene Quellen nur eine Rander-scheinung. Lediglich bei den Methanemissionen zei-gen vor allem die Wiederkäuer (Rehwild, Rotwild, Gamswild etc.) unter den wildlebenden (bzw. in Re-servaten oder auch in Tiergehegen lebenden) Tieren mit etwas mehr als 4 % der gesamten Methanemissi-onen der Quellengruppe Biogene Quellen einen größe-ren Beitrag.

Das Emissionsniveau der **Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe NMVOC** im Bereich der Biogenen Quellen wird ausschließlich durch die Vegetation bestimmt. Vegetation beschreibt dabei die Summe der Emissionen aus Nadelwäldern, Laubwäldern, Ackerland und Grünland. Untersucht man die Beiträge definierter Einzelquellen an den Emissionen im Detail, so weisen die Nadelwälder zusammen mit den Nadelbäumen der Mischwälder einen Anteil von 91 % an den NMVOC-Emissionen der Biogenen Quellen auf. Die Wälder zeigen darüber hinaus auch einen sehr ausgeprägten tages- und jahreszeitlichen Verlauf der NMVOC-Freisetzung.

Zwischen 1994 und 2000 erhöhten sich bei den Nichtmethan-Kohlenwasserstoffen NMVOC die Jahresemissionen um etwa 3 %. Dies liegt an dem im Vergleich zu 1994 relativ warmen Jahr 2000 mit dadurch bedingt deutlich erhöhten NMVOC-Freisetzungen des Bereichs Vegetation.

Etwa 93 % der gesamten **Ammoniak**-Emissionen im Jahr 2000 lassen sich dem Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft zuordnen. Zwischen 1994 und 2000 verringerten sich die Ammoniakemissionen der Quellengruppe Biogene Quellen um insgesamt etwa 26 %. In diesem Zeitraum wurden die Rückgänge vor allem durch den Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft verursacht. Bei den Nutztierzahlen, die den Emissionskatastern zugrunde liegen, ergaben sich im Zeitraum zwischen 1994 und 2000 erhebungsbedingte Unterschiede in den ausgewiesenen Tierzahlen. Die Datenerhebungen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg unterliegen seit 1998 einer anderen Zählmethodik und auch die Erfassungsgrenzen wurden ab dem Jahr 1998 bei einigen Tierarten angehoben. Die ausgewiesenen Ammoniak-Emissionen für die Jahre 1998 und 2000 sind daher eher als untere Grenze der von der Nutztierhaltung hervorgerufenen Ammoniak-Massenströme anzusehen (siehe Kapitel 4.4). Im Falle der Ammoniak-Emissionen wurde ein Großteil der Minderung allein durch die Verringerung des Rinderbestandes von 1994 bis zum Jahr 2000 eingeleitet. Die Zahl der Rinder ging in diesem Zeitraum um etwa 14 % zurück.

Der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft zeigt sich auch für 94 % der **Methan**emissionen der Biogenen Quellen verantwortlich. Allein die Rinderhaltung bewirkt eine direkte Emission durch die Fermentation (als Wiederkäuer) und die Zersetzung der Exkremente dieser Tierart von fast 94 000 t Methan entsprechend etwa 78 % der Gesamtemissionen.

Durch den deutlichen Rückgang der Tierzahlen gingen die Methan-Emissionen zwischen 1994 und 2000 im Bereich der Biogenen Quellen um etwa 11 % zurück. Auch hier schlagen sich die Einflüsse der geänderten Erhebungscharakteristik in den Nutztierstatistiken ähnlich wie beim Ammoniak in einer leichten Überschätzung der ausgewiesenen Minderungen bei den Methanemissionen aus der Nutztierhaltung im Zeitraum von 1994 und 2000 nieder.

Auch bei den **Distickstoffoxid**-Emissionen dominiert der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft maßgeblich die Emissionen. Etwa 93 % der Distickstoffoxid-Emissionen der Biogenen Quellen werden durch diesen Bereich verursacht. Die direkten Emissionen aus dem Ackerland, verursacht durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und mineralischen Stickstoffdüngemitteln, betragen etwa 36 % der gesamten Distickstoffoxid-Emissionen des Bereiches Nutztierhaltung und Landwirtschaft. Berücksichtigt man die Distickstoffoxid-Emissionen durch die Mineralisation des organisch gebundenen Stickstoffes aus vorangegangener Düngung, erhöht sich der Anteil des Ackerlandes auf 47 % der gesamten N_2O -Emissionen der Quellengruppe Biogene Quellen.

Die in den Emissionskatastern bei der Quellengruppe Biogene Quellen ausgewiesenen Distickstoffoxid-Emissionen verringerten sich zwischen 1994 und 2000 nur um etwa 6 %. Eine Reduktion der Tierzahlen macht sich bei diesem Schadstoff nicht unmittelbar bemerkbar, da die direkten N_2O -Emissionen aus der Tierhaltung selbst nur einen Anteil von etwa 15 % an den Distickstoffoxid-Emissionen aus dem Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft innehaben. Damit sind beim Distickstoffoxid auch die Einflüsse der geänderten Agrarstatistiken nur von untergeordneter Bedeutung. Einen wesentlich größeren Einfluss auf die

N₂O-Emissionen haben die Stickstoffeinträge in die Böden des Landes Baden-Württemberg. Dazu gehören unter anderem der Einsatz von Wirtschaftsdüngemitteln (Fest- und Flüssigmist) und Mineraldüngern, der Eintrag von atmosphärischen Stickstoffverbindungen, die Einträge von Stickstoff aus Ernterückständen oder auch die Mineralisation (Freisetzung) von organisch gebundenen Stickstoff aus vorangegangenem Düngereinsatz. In diesen Bereichen sind im Zeitraum von 1994 bis 2000 nur langsame Verschiebungen in den Stickstoffkreisläufen zu erkennen; dementsprechend sind die Minderungen bei den N₂O-Emissionen nur gering.

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	5
	INHALTSVERZEICHNIS	9
1	EINLEITUNG	11
2	GEBIETSBESCHREIBUNG	13
3	AUSGANGSLAGE UND METHODISCHER ANSATZ	19
4	QUELLENBEZOGENE EMISSIONEN	21
4.1	Emissionen aus der Vegetation (Wälder, Ackerland, Grünland)	21
4.2	Emissionen aus naturnahen und naturbelassenen Böden	25
4.3	Emissionen aus Oberflächengewässern, Feuchtgebieten und Porengrundwasserleitern	25
4.4	Emissionen aus der Nutztierhaltung, aus Land- und Forstwirtschaft	26
4.5	Emissionen aus dem Wildtierbestand	40
4.6	Emissionen durch menschliche Stoffwechselvorgänge	41
4.7	Gesamtemissionen aller biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000	41
5	STOFFBEZOGENE EMISSIONEN UND DEREN ENTWICKLUNG 1995 BIS 2000	43
5.1	Ammoniak	43
5.2	Methan	44
5.3	Distickstoffoxid	44
5.4	Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe	45
5.5	Entwicklung der Emissionen	45
6	EMISSIONEN IN DEN LANDKREISEN UND KREISFREIEN STÄDTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2000	51
7	LITERATURVERZEICHNIS	65
8	TABELLENVERZEICHNIS	69
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	71
10	KARTENVERZEICHNIS	73
	ANHANG	77

1 EINLEITUNG

Landesweite Emissionsbilanzen sind neben kleinräumig aufgelösten, differenzierteren Katastern Voraussetzung für die Entwicklung sachgerechter Maßnahmenpläne zur Reduzierung regional bzw. weiträumig auftretender Immissionsbelastungen. 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 Aussagen über die Immissionsverteilung zwischen einzelnen Messstationen unter Berücksichtigung der Emittentenstruktur zu erhalten. Auch eher kleinräumige Belastungssituationen lassen sich durch diesen Ansatz quellenspezifisch identifizieren und ermöglichen es, risikoproportionale Minderungsstrategien für diese Betrachtungsebenen zu erarbeiten.

Gasförmige Emissionen aus der Quellengruppe Biogene Quellen sind an verschiedenen Umwelteffekten beteiligt. Insbesondere Ammoniak, bei dem die Landwirtschaft bzw. die Tierproduktion Hauptemittent ist, steht aufgrund seiner versauernden und eutrophierenden Wirkung sowie deren Tendenz zur Bildung von Aerosolen in der Diskussion. Methan-Emissionen verändern die Dynamik von bodennahem Ozon und greifen ähnlich wie das Distickstoffoxid in unerwünschter Weise in den Wärmehaushalt der Atmosphäre und damit in den globalen Wärmehaushalt ein (Treibhausgas). Darüber hinaus trägt das Distickstoffoxid auch zur Verringerung der Konzentration des stratosphärischen Ozons bei (Abbau der Ozonschicht).

In den letzten Jahren wurden sowohl auf EU- als auch auf UN-Ebene verschiedene Initiativen zur Verminderung des Eintrags von anthropogen bedingten Spurengasen in die Atmosphäre ergriffen.

Im Rahmen von regionalen Abkommen, wie dem Multikomponentenprotokoll der UN/ECE und der NEC-Richtlinie der EU wurden z.B. unter anderem nationale Emissionsobergrenzen für Ammoniak beschlossen. Deutschland hat sich in diesen Abkommen verpflichtet, seine Ammoniak-Emissionen bis zum Jahr 2010 auf 550 000 t/a zu reduzieren. Des Weiteren werden im Kyoto-Protokoll Höchstmengen an Treibhausgasen festgelegt. Zu den Treibhausgasen Methan und Distickstoffoxid tragen vor allem die Biogenen Quellen und hier vor allem die Landwirtschaft und die Nutztierhaltung in Baden-Württemberg bei.

Für den vorliegenden Bericht wurden die Emissionen der Biogenen Quellen jeweils für die Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg im Bezugsjahr 2000 ermittelt.

Der Bericht stellt einerseits eine Fortschreibung der landesweiten Emissionskataster für die Basisjahre 1995 [UMEG, 1995] und 1998 [UMEG, 1998] für die Quellengruppe Biogene Quellen dar, andererseits zeigt er die Berechnungsgrundlagen und Emissionen der Biogenen Quellen erstmals detailliert in einem eigenständigen Bericht.

Zur Quellengruppe der Biogenen Quellen zählen im Rahmen dieses Berichtes die folgenden Einzelquellen:

- Wälder (Nadelwald, Laubwald)
- Grünland
- Ackerland
- Naturnahe/natürliche Böden
- Oberflächengewässer
- Nutztierhaltung und landwirtschaftliche Pflanzenproduktion
- Forstwirtschaft
- Bevölkerung (Abwasserkanäle)

Die Quellengruppe "Biogene Quellen" zeigt im Vergleich zu den "klassischen" Emittenten wie Straßenverkehr oder Industrieanlagen hauptsächlich bei den Spurengasen Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4) und bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ein größeres Emissionspotential.

Die in diesem Emissionsinventar betrachteten Schadstoffkomponenten sind demzufolge die Stoffe bzw. Stoffgruppen:

- Ammoniak NH_3
- Distickstoffoxid (Lachgas) N_2O
- Methan CH_4
- Flüchtige organische Komponenten (volatile organic compounds) - ohne Methan (NMVOC)

2 GEBIETSBESCHREIBUNG

Das Bundesland Baden-Württemberg liegt zentral im europäischen Wirtschaftsraum, grenzt im Westen an Frankreich, im Süden an die Schweiz und über den Bodensee auch an Österreich. Sowohl mit seiner Fläche, als auch mit seinen Einwohnern ist Baden-Württemberg das drittgrößte der 16 deutschen Bundesländer.

Das Gebiet von Baden-Württemberg umfasst dabei eine Gesamtfläche von 35 752 Quadratkilometern (10 % der Fläche Deutschlands), in dem rund 10,6 Millionen Einwohner (ca. 12,8 % der deutschen Gesamtbevölkerung) leben.

Baden-Württemberg hat eine räumliche Ausdehnung von etwa 200 km in Ost-West-Richtung und von 240 km in Nord-Süd-Richtung.

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.



Karte 2-1
Baden-Württemberg und seine Nachbarn

Das Landschaftsbild von Baden-Württemberg ist sehr vielseitig. Vom Rheintal im Westen erstreckt sich das Land über die Höhenzüge des Schwarzwalds und der Schwäbischen Alb über das Allgäu bis hin zum Bodensee im Süden. Die höchsten Bodenerhebungen sind der Feldberg im Schwarzwald mit 1 493 Metern und der Lemberg auf der Schwäbischen Alb mit 1 015 Metern Höhe. Der Rhein - eine der wichtigsten mitteleuropäischen Wasserstraßen und Hauptverbindung der Binnenschifffahrt zum Überseehafen Rotterdam - durchfließt Baden-Württemberg vom südöstlichen Zipfel nach Nordwest in einer Länge von etwa 437 Kilometern, darunter sind etwa 289 km schiffbar, der zweitgrößte Fluss ist der Neckar mit einer Länge von 367 km und einem schiffbaren Anteil von 201 km [StaLA, 2003b]. Der größte See ist mit 571 Quadratkilometern der Bodensee.

Die Naturparks "Schönbuch", "Stromberg-Heuchelberg", "Neckartal-Odenwald", "Obere Donau" und "Schwäbisch-fränkischer Wald" sind großräumige Landschafts- und Naturschutzgebiete mit einem hohen Erholungswert, die fast 10 % der Landesfläche umfassen und in denen eine vielseitige Flora und Fauna ihr Zuhause gefunden haben.

Seit der Gründung des Bundeslandes im Jahre 1952 hat die Bevölkerung um rund vier Millionen Menschen zugenommen. Auf einem Quadratkilometer leben - statistisch gesehen - 297 Einwohner (Bundesgebiet: 231) [StaBA, 2003], in der Europäischen Union nur etwa 130 Einwohner/km² [StaBA, 2000].

Den 5,2 Millionen männlichen Einwohnern in Baden-Württemberg stehen 5,4 Millionen Frauen gegenüber. Die Bevölkerungszahl in Baden-Württemberg wuchs zwischen 1995 und 2001 um etwa 2,7 %, während sie in Deutschland im gleichen Zeitraum nur um 0,8 % zunahm [StaLA, 2003].

Politisch gliedert sich Baden-Württemberg in die vier Regierungsbezirke Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg und Tübingen, die insgesamt 9 Stadtkreise und 35 Landkreise umfassen (Karte 2-1). Es gibt insgesamt 1 111 Gemeinden, darunter 86 Große Kreisstädte. Die Landeshauptstadt Stuttgart ist mit 584 000 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 307 000 Einwohnern und Karlsruhe mit etwa 279 000 Einwohnern.

Während die südöstlichen Landesteile mit etwa 170 Einwohnern je Quadratkilometer eher dünn besiedelt sind (z.B. die Region Bodensee-Oberschwaben oder Donau-Iller), liegt die Bevölkerungsdichte in verschiedenen Regionen der Mitte und im Nordwesten (Region Stuttgart und unterer Neckar) über 450 Einwohner je Quadratkilometer.

Die Tabelle 2-1 zeigt die Bevölkerung und die Landnutzung für die Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg.

Tabelle 2-1
Landnutzung und Bevölkerung in Baden-Württemberg 2000 [StaLA, 2001]

Stadtkreis/Landkreis	Bodenfläche									Bevölkerung insgesamt zum 31.12.2000
	insgesamt in ha (31.12.2001)	davon Gebäude- u . Freifläche	Betriebs- fläche	Erholungs- fläche	Verkehrs- fläche	Land- wirtschafts- läche	Wald- fläche	Wasser- fläche	Flächen anderer Nutzung	
Stuttgart, Landeshauptstadt	20 736	6 024	38	1 075	2 999	5 039	4 949	270	341	583 874
Böblingen	61 783	6 822	256	1 020	4 723	26 697	21 336	239	689	364 987
Esslingen	64 141	8 756	98	681	5 183	29 641	18 595	619	575	500 666
Göppingen	64 234	5 630	141	489	3 764	32 906	20 507	285	511	256 792
Ludwigsburg	68 682	8 576	159	906	5 707	39 155	12 389	883	902	497 764
Rems-Murr-Kreis	85 812	7 613	153	638	5 550	37 402	33 518	497	440	409 296
Stadtkreis Heilbronn	9 988	2 015	70	223	1 095	4 887	1 390	218	89	119 305
Heilbronn	109 993	8 200	244	767	7 767	63 166	27 903	1 149	794	320 955
Hohenlohekreis	7 7675	3 864	165	387	5 013	45 263	21 629	766	589	107 754
Schwäbisch-Hall	148 401	7 128	348	483	7 777	84 398	46 270	1 183	817	185 728
Main-Tauber-Kreis	130 442	5 066	241	444	7 571	75 958	38 235	1 008	1 917	137 057
Heidenheim	62 712	3 672	184	345	3 109	27 808	27 019	245	330	136 976
Ostalbkreis	151 157	9 187	211	752	7 079	73 454	58 551	1 052	861	314 198
Stadtkreis Baden-Baden	14 018	1 053	115	219	676	3 182	8 617	81	75	52 729
Stadtkreis Karlsruhe	17 346	4 643	123	721	2 133	4 288	4 517	662	258	278 558
Karlsruhe	108 495	10 399	695	845	5 986	51 151	36 608	1 753	1 054	419 562
Rastatt	73 881	5 616	722	513	3 593	23 672	37 291	1 901	580	223 328
Stadtkreis Heidelberg	10 883	1 921	30	238	928	3 002	4 414	252	98	140 259
Stadtkreis Mannheim	14 496	4 790	96	762	2 290	3 676	1 846	727	309	306 729
Neckar-Odenwald-Kreis	112 630	5 492	187	524	4 977	52 586	47 250	702	909	149 424
Rhein-Neckar-Kreis	106 169	11 039	553	970	6 696	46 544	37 945	1 590	843	524 028
Stadtkreis Pforzheim	9 784	1 620	30	186	827	1 824	5 085	74	139	117 156
Calw	79 753	4 126	104	441	3 398	21 340	49 277	314	755	158 959
Enzkreis	57 391	4 593	117	315	3 262	26 284	22 000	306	509	192 852
Freudenstadt	87 065	3 761	166	325	3 754	23 506	54 440	498	615	120 848
Stadtkreis Freiburg i. Breisgau	15 306	2 648	13	459	1 523	3 795	6 505	205	157	205 102
Breisgau-Hochschwarzwald	137 835	6 696	365	611	6 065	55 922	65 039	1 860	1 270	240 545
Emmendingen	67 992	3 677	118	367	2 688	28 295	30 991	906	944	151 414
Ortenaukreis	186 072	11 566	816	840	7 340	73 179	87 303	3 449	1 586	408 125
Rottweil	76 941	4 679	322	296	3 985	34 048	32 620	424	574	140 873
Schwarzwald-Baar-Kreis	102 523	5 715	169	805	4 311	43 557	46 796	628	546	210 347
Tuttlingen	73 433	4 339	101	290	3 190	27 886	36 454	337	830	132 916
Konstanz	81 775	6 147	320	903	4 454	41 375	27 026	888	672	266 183
Lörrach	80 683	5 254	217	444	3 588	28 633	41 299	903	338	217 175
Waldshut	113 118	5 643	223	616	4 410	45 056	55 396	1 412	360	164 944
Reutlingen	109 413	6 675	173	833	5 103	55 544	39 792	262	1 034	277 995
Tübingen	51 915	4 699	183	479	3 325	24 499	17 879	460	395	208 535
Zollernalbkreis	91 774	6 249	264	421	4 683	41 385	37 075	350	1 344	192 891
Stadtkreis Ulm	11 869	1 985	87	299	1 169	5 537	2 247	155	391	117 233
Alb-Donau-Kreis	135 735	6 270	476	559	7 078	79 464	39 955	1 016	920	185 929
Biberach	140 985	7 232	650	481	6 812	84 180	39 636	1 466	522	182 979
Bodenseekreis	66 477	5 178	126	552	3 088	37 836	18 603	686	403	199 181
Ravensburg	163 182	8 366	499	825	5 990	98 275	46 528	2 119	578	268 770
Sigmaringen	120 437	5 394	566	510	5 035	59 624	45 715	969	2 624	133 500
Baden-Württemberg	3 575 132	250 018	10 934	24 859	189 694	1 674 919	1 358 440	35 769	30 487	10 524 421

Die Landwirtschaftsflächen nehmen mit etwa 46 % den größten Anteil an der Gesamtfläche Baden-Württembergs ein. Im Vergleich zu den Verhältnissen im Bundesgebiet mit einem Anteil der Landwirtschaftsfläche von fast 54 % ist diese Nutzungsart in Baden-Württemberg jedoch deutlich geringer. Die Waldflächen haben einen Anteil von 38 % an der Landesfläche; der entsprechende Anteil im Bundesdurchschnitt beträgt hingegen nur etwa 29 %. In Baden-Württemberg ist 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, 2000]. Die Verkehrs-/Betriebs- und Gebäudeflächen machen in Baden-Württemberg zusammen nur etwa 13 % der Landesfläche aus, im Bundesgebiet liegt dieser Wert mit 11 % etwa im gleichen Rahmen.

In Abbildung 2-1 ist die Flächennutzung in Baden-Württemberg 2000 dargestellt.

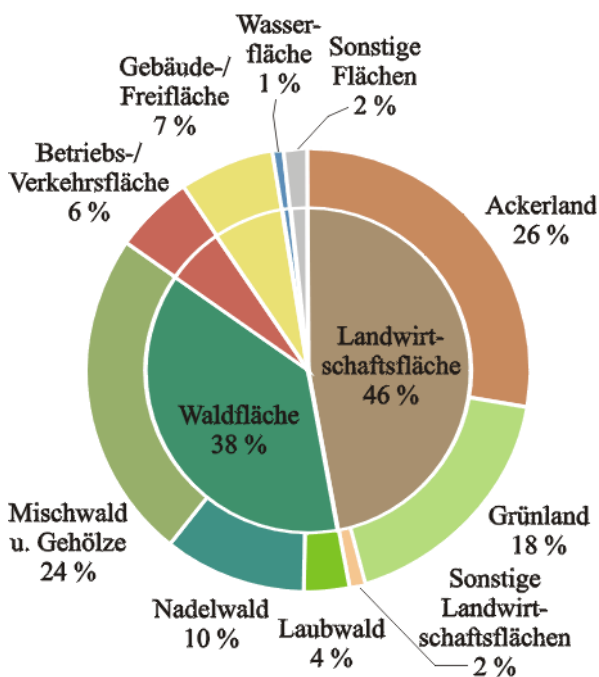


Abbildung 2-1
Flächennutzung in Baden-Württemberg zum 31.12.2001 [StaLA, 2001]

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 das Kraichgau erfreuen sich einer erhöhten Wärmegunst, während das Bauland und das Hohenlohe im Nordosten Baden-Württembergs ein eher gemäßigttes Klima zeigen.

Das Bezugsjahr 2000 war in Deutschland das wärmste Jahr des Jahrhunderts [DWD, 2001]. Außer dem Juli waren alle Monate wärmer als im Referenzzeitraum 1961-1990. Die Niederschläge blieben etwas unter dem langjährigen Mittel. Die Mitteltemperatur für Deutschland betrug 9,9 °C, das sind 1,6 K mehr als im internationalen Referenzzeitraum. Im Vergleich zu den Werten der Referenzperiode lag die Sonnenscheindauer im Jahr 2000 etwa 2 % über dem Mittelwert. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland lag um etwa 4 % über dem Referenzzeitraum. Besonders trocken war es dabei im Osten Deutschlands. Dort wurden gebietsweise unter 500 mm Niederschlag registriert (Mittlere jährliche Niederschlagsmenge für Deutschland im Jahr 2000: 821 mm) [DWD, 2000].

Auch in Baden-Württemberg waren im Jahr 2000 die Temperaturen im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten deutlich höher. Lediglich der Juli fiel deutlich kühler aus als in den Vorjahren und war auch gegenüber dem langjährigen Mittel deutlich zu kalt. Deutlich zu warm waren dagegen in Baden-Württemberg die Monate Februar, April, Mai, Juni, November und Dezember. Die Niederschlagsmengen waren in den Monaten Februar, März, Juli und September höher als im langjährigen Mittel, trockener waren dagegen die Monate Januar, April, August, Oktober, Dezember und vor allem der Juni 2000 [UMEG, 2000].

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 [StaBA, 2002]. Auf den Ackerflächen von Baden-Württemberg wird überwiegend Getreide mit 66 % Anteil angebaut, Silomais und Ölfrüchte werden auf jeweils 8 % der Ackerflächen ausgebracht. Brachliegende Flächen nahmen im Jahr 2000 etwa 6 % der Ackerfläche ein [StaLA, 2003a].

In Abbildung 2-2 sind die Anteile der einzelnen Anbaufrüchte an der Ackerfläche dargestellt.

Im Jahr 2001 (Stichtag Mai 2001) wurden in Baden-Württemberg rund 9 Mio. Nutztiere (Pferde, Rinder, Schweine, Schafe, Hühner, Gänse, Enten und Trutzhühner) gehalten. Der größte Anteil mit etwa 57 % hatte dabei das Geflügel (Hühner, Gänse, Enten, Trutzhühner), gefolgt von Schweinen mit fast 26 % und Rindern mit 13 %. Die Zahl der Schafe und Pferde ergab nur einen Anteil von etwa 4 % an der Gesamtzahl der Nutztiere [StaLA, 2002].

Von 1996 bis zum Jahr 2001 ging die Gesamtzahl der oben genannten Nutztiere um etwa 4 % zurück, wobei jedoch durch Änderungen in den Erfassungskriterien diese Angabe nicht auf einzelne Tierarten z.B. im Hinblick auf den Einfluss der BSE-Krise oder den Auswirkungen der Maul- und Klauenseuche etc. geschlossen werden kann.

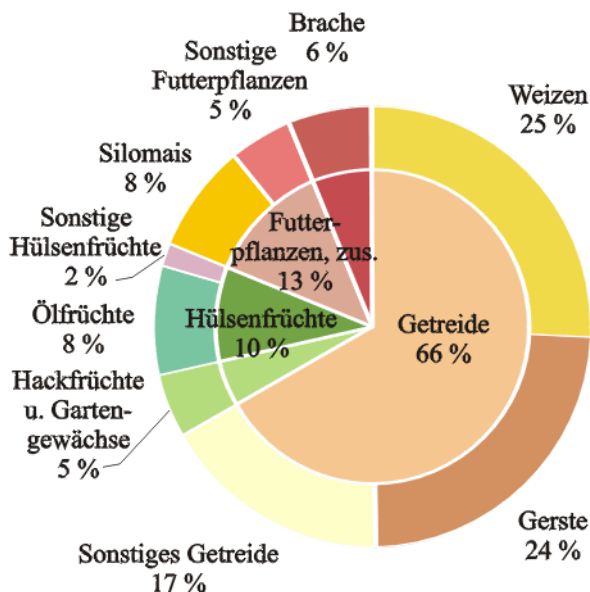


Abbildung 2-2

Feldfrüchte auf den Ackerflächen in Baden-Württemberg 2000 [StaLA, 2003a]

3 AUSGANGSLAGE UND METHODISCHER ANSATZ

Die Quellengruppe "Biogene Quellen" zeigt hauptsächlich bei den Spurengasen Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4) und flüchtige organische Verbindungen (VOC) ein größeres Emissionspotential. Die Biogenen Quellen beinhalten dabei "natürliche" bzw. "naturbelassene" oder naturnahe Emittenten (Böden, Gewässer, Vegetation), sowie die Nutztierhaltung und die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (incl. Einsatz von stickstoffhaltigen 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 sehr kleine Anzahl der damit ausgestatteten Tierställe dieser Effekt vernachlässigt werden kann.

In den folgenden Kapiteln werden die Emissionen der Biogenen Quellen in Baden-Württemberg mit dem Bezugsjahr 2000 im Detail dargestellt. Neben der Erfassungsmethodik und den zugrundeliegenden Basisdaten werden die Emissionen der einzelnen Quellen für jeden Stadt- und Landkreis jeweils in einem eigenen Kapitel ausgewiesen und erörtert.

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

Das Emissionskataster basiert im Wesentlichen auf dem Betrachtungszeitraum 2000/2001. Abhängig von der Basisdaten, die den einzelnen Emittentenquellen zugrunde liegen, kann das Basisjahr etwas differieren, was jedoch im Text bei der Diskussion der einzelnen Quellen vermerkt ist. Da sich in dieser Quellengruppe

jedoch keine sprunghaften Änderungen der Basisdaten ergeben, sind die Ergebnisse auch bei leicht differierenden Bezugsjahren für das Basisjahr 2000 repräsentativ.

Im Kapitel "Stoffbezogene Emissionen und deren Entwicklung" werden die Anteile der Einzelquellen für jeden Schadstoff zusammengefasst ausgewiesen, mit den Daten früherer Erhebungsjahre verglichen und die Entwicklung der Emissionen in diesen Zeiträumen diskutiert. Der Abschnitt "Emissionen in den Landkreisen und kreisfreien Städten in Baden-Württemberg" führt dann quellenbezogen die Emissionen für jeden Stadt- und Landkreis noch einmal zusammen.

Die Luftschadstoff-Emissionen aus den verschiedenen Quellengruppen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs wurden unter Zuhilfenahme landesspezifischer Basisdaten ermittelt. Dazu wurden zunächst verschiedene sozioökonomische Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg angefordert und in Datenbanken abgebildet (Zahlen zur Nutztierhaltung, Flächennutzung, Düngemiteleinsatz, Einwohner etc.).

Die Daten aus dem vorhandenen landesweiten Emissionskataster des Landes Baden-Württemberg für das Jahr 1998 [UMEG, 1998] wurden ebenso zur Analyse herangezogen wie Zahlen aus Veröffentlichungen des Landwirtschaftsministeriums (Waldschadensbericht etc.) oder Daten des Amtes für Landesvermessung (mittlere geodätische Höhe der Gemeinden etc.). Auch die mittleren Temperaturdaten für 2000, die an den Messstationen des von der UMEG betriebenen landesweiten Luftmessnetzes bestimmt wurden, flossen in die Untersuchungen mit ein [UMEG, 2001].

Die Berechnung der Emissionen erfolgte dann aufbauend auf die im Land Baden-Württemberg vorliegenden bzw. zugänglichen statistischen Basisdaten. Die Verfahren zur Ermittlung der Emissionen aus biogenen Quellen wurden für verschiedene landesweite Emissionskataster (Baden-Württemberg 1995 [UMEG, 1995] und 1998 [UMEG, 1998], Oberrhein [Oberrhein, 1998], Sachsen-Anhalt 2000 [Sachsen-Anhalt, 2002]) entwickelt und an die Verhältnisse für das Bezugsjahr 2000 in Baden-Württemberg angepasst.

Die Untersuchungen zu den ackerbaulichen Grundlagen, zur Art der Nutztierhaltung (Aufstallungsart, Festmist- und Flüssigmistlagerung und -ausbringung etc.) und zu den sich daraus ergebenden Berechnungsgrundlagen (Emissionsalgorithmen) zur Erhebung der Emissionen aus der Tierhaltung und aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion sowie der Forstwirtschaft im Land Baden-Württemberg wurden wie schon in den vergangenen Erhebungen durch das Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur in Hanhofen (BNLA) [BNLA, 2002] erstellt.

Das Umweltbundesamt veröffentlichte im Frühjahr 2002 im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft eine Studie mit dem Titel "BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010" [BMVEL/UBA 2002]. Dieser Bericht weist im Anhang u.a. auch für das Land Baden-Württemberg tabellarisch eine Abschätzung der Ammoniak-, Methan- und Distickstoffoxid-Emissionen aus der Landwirtschaft und Viehhaltung aus. Die Ergebnisse der BMVEL/UBA-Studie wurden für die Plausibilisierung der vom BNLA ermittelten Basisdaten und den darauf aufbauenden Aussagen zu den Emissionen dieser Quellengruppe verwendet. Die Unterschiede in den Ergebnissen werden an entsprechender Stelle in dem vorliegenden Bericht im Detail diskutiert.

Bei der Berechnung der Ammoniak-, der Methan- sowie der Distickstoffoxid-Emissionen aus der Nutz-

tierhaltung sind die Beiträge, die aus erklärungs-pflichtigen Betrieben (Intensivtierhaltung, 4.BImSchV Anhang 7.1/a-f) emittiert werden, ebenfalls enthalten. Bei einer Gesamtbilanz aller Quellengruppen (biogene und nicht gefasste Quellen, Industrie, Kleinfeuerungsanlagen, Verkehr etc.) müssen diese Beiträge gesondert berücksichtigt werden, um Doppelerhebungen zu vermeiden.

4 QUELLENBEZOGENE EMISSIONEN

Wie bereits dargelegt, zeigt die Quellengruppe "Biogene Quellen" hauptsächlich bei den klimarelevanten Spurengasen Ammoniak (NH_3), Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4) und flüchtige organische Verbindungen (VOC), hier speziell Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) ein größeres Emissionspotential, welches in einzelnen Fällen die Massenströme aus den klassischen Quellengruppen sogar übertrifft [UMEG, 1998].

Es ist bekannt, dass durch bestimmte, insbesondere historische Kulturmaßnahmen (z.B. Inkulturnahme, Grünlandumbruch, Niedermoorentwässerungen) in früheren Zeiten größere CO_2 -Mengen in die Atmosphäre entlassen wurden. Fraglich ist jedoch, ob die heutige Landwirtschaft, die eher durch zunehmende Flächenstilllegungen, zunehmende Extensivierung, Umsetzung von naturschutzrelevanter Maßnahmen (z.B. Anlage von Hecken) bis hin zum Verbot von Grünlandumbruch geprägt ist, nicht eher zu einer Stabilisierung des Kohlenstoff-Kreislaufs beiträgt. Demgegenüber führen z.B. Sturmereignisse oder forstwirtschaftliche Kahlschläge auch heute immer wieder zu Netto-C-Mineralisierungen auf Forstflächen. Die Kohlenstoff-Quellen und Senken (Pflanzenwachstum) in der Land- und Forstwirtschaft stehen grundsätzlich in einem sich in wenigen Jahren einstellenden (natürlichen) Gleichgewicht und sind daher auch zunehmend für langfristige Bilanzen und Prognosen von Bedeutung. Da die statistischen Grundlagen jedoch für eine flächenhafte Abschätzung der Netto-C-Emissionen derzeit unzureichend sind, wurde hier auf eine Ausweisung eventueller Kohlendioxid-Emissionen verzichtet.

Die Biogenen Quellen beinhalten "natürliche" bzw. "naturbelassene" Emittenten (Böden, Gewässer, Vegetation, Wildtiere), sowie die Nutztierhaltung und

die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (inkl. der Ammoniak-Verluste beim Einsatz von Stickstoff-Mineraldüngemitteln) sowie die "direkten" Emissionen der Bevölkerung (Respiration, Transpiration, Verluste in den Abwasserkanälen etc.).

In den folgenden Kapiteln wird für jede einzelne der in dieser Quellengruppe berücksichtigten Einzulemittenten die den Erhebungen zugrundeliegenden Basisdaten, die angewandte Methodik zur Emissionsermittlung und die sich daraus ergebenden Luftschadstoff-Emissionen beschrieben.

4.1 Emissionen aus der Vegetation (Wälder, Ackerland, Grünland)

Koniferen (Nadelbäume) emittieren vor allem Terpene (typischer Nadelwald-Geruch an warmen Sommertagen), Isopren entsteht vornehmlich bei der Assimilation von Laubbäumen. Diese biogen emittierten relativ kurzkettigen Komponenten zeigen unter troposphärischen Bedingungen eine überdurchschnittliche Reaktivität und haben daher einen wesentlich größeren Einfluss auf die Ozonbildung im Nahbereich der Quellen, als es ihrem Beitrag zu den gesamten VOC-Emissionen entspricht [IER, 1995] [FAL, 2002].

Auch aus Ackerpflanzen und Dauergrünland werden in den Vegetationszeiten verschiedene leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) emittiert.

Die VOC-Emissionen von Pflanzen sind im Wesentlichen abhängig von folgenden Parametern:

- Pflanzenart
- Lufttemperatur
- Tageszeit (Sonneneinstrahlung)
- Jahreszeit (Vegetationsperiode)

Andere Parameter wie Alter der Pflanzen, Wasserangebot etc. sind zwar ebenfalls von Bedeutung für die Pflanzenatmung, jedoch sind diese Daten statistisch nicht zu erfassen und gehen als Mittelwert in die Berechnungsalgorithmen mit ein.

In einer neuen Arbeit [Komenda, 2002] wird bezüglich der VOC-Emissionen aus der Vegetation (v.a. Wälder) auf eine gewisse Variation der "Standard-emissionsrate" hingewiesen, die darauf hindeutet, dass bei der Berechnung der Emissionen neben den bekannten Einflussfaktoren zusätzlich ergänzende Parameter wie z.B. Stress berücksichtigt werden müssen. Belastbare Daten oder Algorithmen zu diesem The-

menkomplex liegen dazu jedoch noch nicht vor.

Aus detaillierten Landnutzungsdaten wurden zunächst 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 2000 berechnet.

Tabelle 4-1 zeigt die Daten der Messstationen für das Jahr 2000.

Tabelle 4-1

Berücksichtigte Messstationen des stationären UMEG-Messnetzes in Baden-Württemberg [UMEG, 2001]

Stationskennung	Stationen	Region	Höhe über NN in m	Lage
MAM	Mannheim-Mitte	Unterer Neckar	95	City/Verkehrseinfluß
KANW	Karlsruhe-Nordwest	Mittlerer Oberrhein	110	Ortsrand/Gewerbe/Ind.
BR	Bruchsal	Mittlerer Oberrhein	113	Gewerbe/Industriegebiet (Verkehrseinfluß)
RA	Rastatt	Mittlerer Oberrhein	117	überwiegend Wohngebiet
KEHS	Kehl-Süd	Südlicher Oberrhein	137	überwiegend Wohngebiet
BAD	Baden-Baden	Mittlerer Oberrhein	150	überwiegend Wohngebiet
WI	Wiesloch	Unterer Neckar	160	überwiegend Wohngebiet/Ortsrand
EM	Emmendingen	Südlicher Oberrhein	200	überwiegend Wohngebiet (Verkehrseinfluß)
NEU	Neuenburg	Hochrhein	227	Ortsrand
SBC	Stuttgart Bad-Cannstadt	Mittlerer Neckarraum	235	überwiegend Wohngebiet
FRM	Freiburg-Mitte	Südlicher Oberrhein	240	überwiegend Wohngebiet
WEIL	Weil am Rhein	Hochrhein	250	überwiegend Wohngebiet/Ortsrand
SHA	Schwäbisch-Hall	Bauland/Hohenlohe (Franken)	300	Gewerbe/Industriegebiet
CW	Calw	Schwarzwald-Nord	332	überwiegend Wohngebiet
FN	Friedrichshafen	Oberschwaben-Bodensee	402	überwiegend Wohngebiet
EDMH	Edelmannhof (Welzheimer Wald)	Mittlerer Neckarraum	500	Wald
BC	Biberach	Donau-Iller	560	überwiegend Wohngebiet
RW	Rottweil	Schwarzwald-Baar-Heuberg	660	überwiegend Wohngebiet
VS	Villingen-Schwenningen	Schwarzwald-Baar-Heuberg	705	überwiegend Wohngebiet
FDS	Freudenstadt	Schwarzwald-Nord	750	überwiegend Wohngebiet
ERPF	Erpfingen (Schwäbische Alb)	Schwäbische Alb	799	Feldlage
KAEL	Kaelbelescheuer (Schwarzwald-Süd)	Schwarzwald-Süd	920	Wald

Der Jahresgang der bodennahen Temperatur in den Vegetationsflächen der 44 Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg lässt sich aufgrund der eingeschränkten Zahl der Messpunkte des Überwachungsnetzes nur ungenügend aus Daten der Messstationen ermitteln. In Gebieten, bei denen die mittleren stündlichen Temperaturen für jeden Monat des Bezugsjahres 2000 nicht durch Temperaturdaten ansässiger oder direkt angrenzender UMEG-Messstationen repräsentiert werden konnten, mussten die stündlich aufgelösten Monatsmittel der bodennahen Lufttemperatur durch Interpolation von Werten benachbarter Stationen erzeugt werden.

Im ersten Ansatz wurden die Städte bzw. Gemeinden zunächst nach klimatologischen und meteorologischen Gesichtspunkten einer Messstation des UMEG-Messnetzes zugeordnet. Dabei ist neben der räumlichen Entfernung auch die Differenz in der geodätischen Höhe zwischen Messstation und Untersuchungsregion zu berücksichtigen. Bei größeren Abweichungen der mittleren geodätischen Höhe der Stadt/Gemeinde von der Höhe der Bezugsstation oder bei Gemeinden, deren topographische Lage sich sehr stark von den Verhältnissen an den angrenzenden Messstationen unterscheiden (z.B. Tallage der Messstation gegenüber Hanglage der Gemeinde, höhenabhängige Variation der Lufttemperatur, Tallagen, windexponierte Gebiete etc.) wurden mehrere umliegende Messstationen zur Berechnung herangezogen. In Gemeinden, bei denen die geodätische Höhe selbst innerhalb der Gemarkungsfläche eine sehr große Spannweite zeigt (vor allem in den Schwarzwald-Randgebieten und in den Gemeinden der Schwäbischen Alb), müssen die Emissionen aus der Vegetation durch Berücksichtigung der Höhendifferenz in den Gemeinden selbst modifiziert werden. Realisiert wurde diese Modifizierung durch Anpassungen der ausgewiesenen Waldanteile auf verschiedene Höhenklassen aus topographischen Karten der betroffenen Gebiete. Danach wurde für jede Messstation mittels vegetationspezifischer Emissionsalgorithmen aus den Temperaturdaten am Messort eine höhenabhängige Funktion zur Berechnung der VOC-Emissionen für jede Vegetationsart erstellt. Mit diesen Funktionen in Verbindung mit spezifischen Angaben

zur Sonnenscheindauer wurden dann die Jahresemissionen an leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC) der zugeordneten Städte bzw. Gemeinden unter Berücksichtigung der modifizierten Landnutzungsdaten berechnet [LÜBKERT, 1989], [HLFU, 1992], [Hahn, 1994], [HLFU, 1999].

In Abbildung 4-1 ist die prozentuale Aufteilung der NMVOC-Emissionen dieser Quelle auf die einzelnen Vegetationsarten dargestellt.

Die Nadelwälder in Baden-Württemberg emittieren dabei 91 % der NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe, während das landwirtschaftlich genutzte Acker- und Grünland zusammen nur einen Anteil von etwa 2 % aufweisen.

Die Gesamtemissionen belaufen sich für das Erhebungsjahr 2000 auf rund 70 317 t NMVOC.

Die Abbildung 4-2 zeigt die NMVOC-Emissionen aus der Vegetation für das Jahr 2000 differenziert nach den einzelnen Vegetationsarten (Nadelwald, Laubwald, Ackerland, Grünland) in den Stadt- und Landkreisen als Funktion der Gesamtbodenfläche.

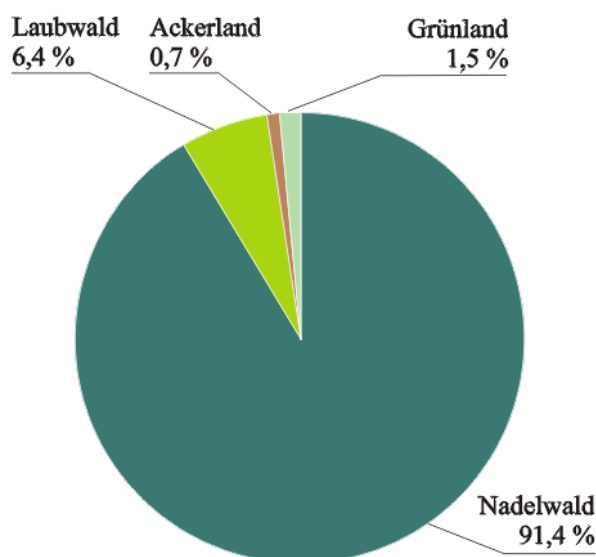


Abbildung 4-1
Aufteilung der NMVOC-Emissionen auf die Vegetationsarten

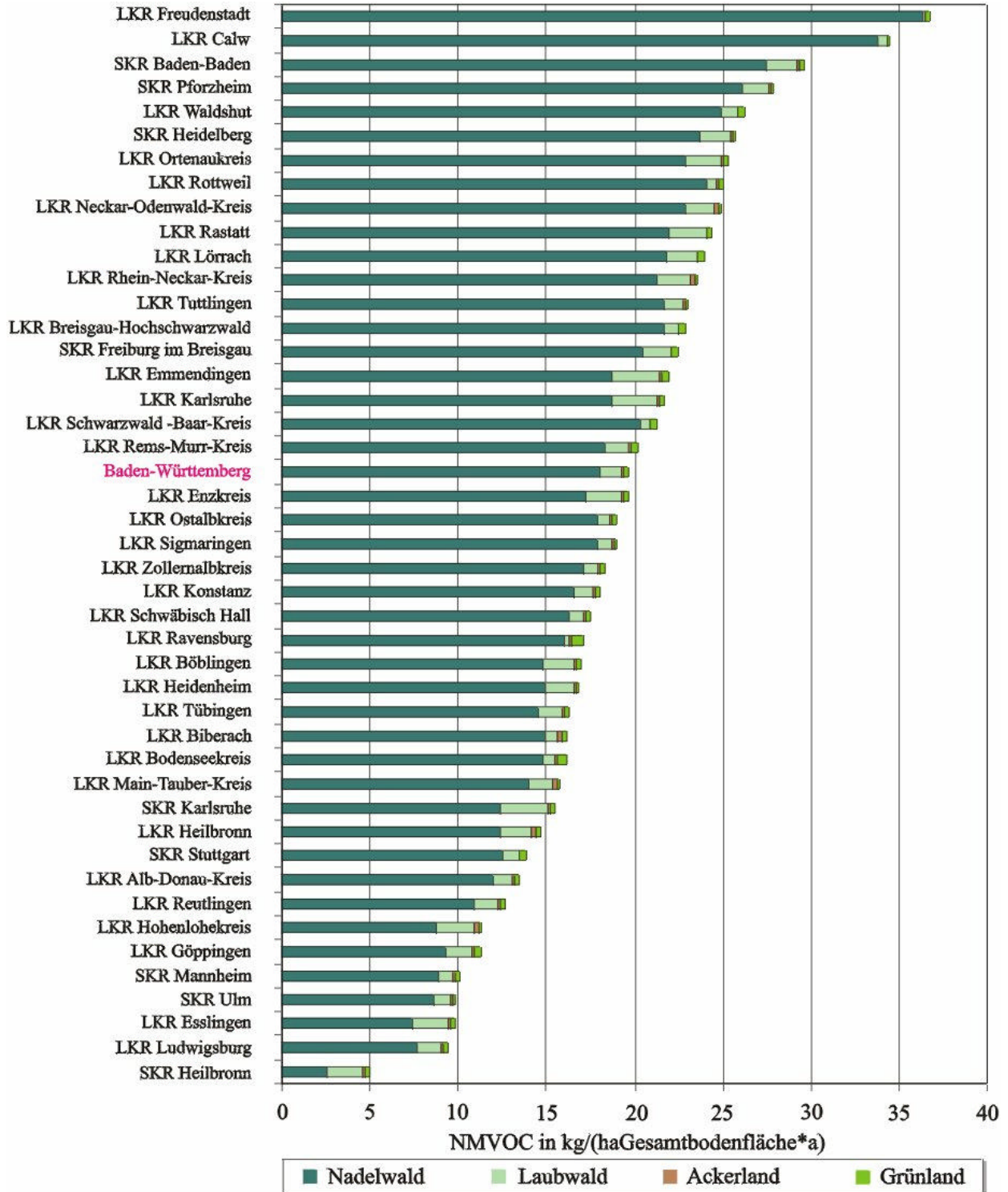


Abbildung 4-2

NMVOC-Emissionen aus der Vegetation als Emissionsdichte bezogen auf die Gesamtbodenfläche für das Jahr 2000

Die höchsten Emissionsdichten weisen dabei die Landkreise mit großen Waldflächen, bzw. mit großen Waldanteilen an der Gesamtfläche auf. Vor allem die Nadelwälder oder auch Gebiete mit einer hohen Wärmegunst und entsprechender Vegetation zeigen bei diesem Schadstoff überdurchschnittliche Emissionsraten.

Die Tabelle A1 im Anhang zeigt die NMVOC-Emissionen für jeden Stadt- und Landkreis in Baden-Württemberg noch einmal im Detail auf.

4.2 Emissionen aus naturnahen und naturbelassenen Böden

Die Ammoniak-Emissionen aus naturnahen und naturbelassenen Böden entstehen bei der Zersetzung von pflanzlichem Material, Distickstoffoxid bildet sich als Nebenprodukt bei der aeroben Umsetzung des Ammonium-Stickstoffes (NH_4^+) im Boden über verschiedene Zwischenstufen zum Nitrat- NO_3 (Nitrifikation) und auch bei der im anaeroben Milieu ablaufenden sogenannten Denitrifikations-Reaktion vom Nitrat zum Stickstoff (N_2) im Oberboden.

Diese Emissionen treten in dieser Quellengruppe vor allem bei jüngst stillgelegten Brachflächen nach vorangegangener intensiver landwirtschaftlicher Nutzung auf. Der über die Jahre eingebrachte organische Düngestickstoff (Wirtschaftsdünger) auf den vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen wird nur langsam mineralisiert (d.h. in eine für Pflanzen verfügbare ionische Form umgesetzt) und gibt Ammoniak und Distickstoffoxid noch über Jahre hinweg an die Atmosphäre ab.

Die Ammoniak-Emissionen werden mittels länderspezifischer Emissionsfaktoren über die Bodennutzungsdaten auf Stadt- und Landkreisebene ausgewiesen [BNLA, 2000].

Zur Berechnung der Distickstoffoxid-Emissionen (Lachgas-Emissionen) aus naturnahen und naturbelassenen Böden sowie aus Wäldern wurden zunächst für die Stadt- und Landkreise Baden-Württembergs die atmosphärischen Stickstoffeinträge (Gesamtstickstoff-Deposition) aus Depositionsmessungen bestimmt

[HORLACHER, 1997]. Daraus lassen sich dann die Lachgasemissionen über eine Stickstoffbilanzierung für die naturbelassenen Böden und die Waldböden berechnen [BNLA, 1997] [BNLA, 2000].

Die Ammoniak-Emissionen der naturnahen und naturbelassenen Böden sowie der Wälder in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs betragen im Jahr 2000 insgesamt 2 022 t. Die Distickstoffoxid-Emissionen beliefen sich auf zusammen 34 t.

4.3 Emissionen aus Oberflächengewässern, Feuchtgebieten und Porengrundwasserleitern

Beim anaeroben Abbau von Kohlenstoff- oder stickstoffhaltigem organischen Material durch Mikroorganismen in Gewässern, Sümpfen, Mooren und sonstigen Feuchtgebieten entstehen u.a. als Stoffwechselprodukte auch Ammoniak und Methan, welche teilweise an die Atmosphäre abgegeben werden. Da die Gewässer in Deutschland und auch in Baden-Württemberg relativ nährstoffreich sind und deshalb hohe organische Produktionsraten aufweisen, fallen auch relativ große Mengen an organisch belastetem Sediment (Detritus) an.

Als Emittenten kommen vor allem folgende Gewässerformationen in Frage:

- Feuchtgebiete wie Moore und Sümpfe
- Sedimente stehender Oberflächengewässer (Altwater, 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, 1992], [TNO, 1992], [HLFU, 1999]. 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.

Insgesamt wurden aus den Sedimenten von Gewässern und Feuchtgebieten in Baden-Württemberg etwa 2 582 t Methan und 641 t Distickstoffoxid emittiert. Die Ammoniak-Emissionen sind in dieser Quellengruppe mit etwa 4 t nur von untergeordneter Bedeutung.

Das Grundwasser kann durch anthropogene Eingriffe (Überdüngung) und in geringerem Umfang durch geogene Bedingungen mit C,N-Verbindungen verschmutzt werden. Die grundwasserführenden Schichten des Bodens weisen in der Regel anaerobe/reduzierende Verhältnisse auf und erlauben den mikrobiellen Abbau des organischen Kohlenstoffs sowie der stickstoffhaltigen Verbindungen. Dabei können als Abfallprodukte unter Umständen Methan und Distickstoffoxid gebildet werden. Bei einer Bilanzierung aus dem Methanbildungspotential eines potentiellen Emittenten muss dabei berücksichtigt werden, dass ein Teil des Methans beim Passieren von aeroben Bodenschichten zu Kohlendioxid oxidiert wird. Auch das Distickstoffoxid kann in den ungesättigten Bodenzone über dem Porengrundwasserleiter weiteren umformenden Prozessen unterliegen.

Da die Emissionsstärke dieser Quellen in der Literatur sehr unterschiedlich bewertet wird, werden in dieser Untersuchung die Emissionen aus den Porengrundwasserleitern nicht berücksichtigt [Eiswirth 1996], [HLFU, 1992], [UBA, 1993], [LAU, 2002], [UMEG, 1995], [UMEG, 1998].

Das potenziell im Grundwasser/Quellwasser und in geringerem Umfang im Uferfiltrat gelöste Methan wird bei der Förderung (Entspannung) des Grundwassers freigesetzt und lokalisiert an den entsprechenden Wassergewinnungsanlagen an die Atmosphäre abgegeben. Aus der geförderten Wassermenge (Grundwasser für den öffentlichen und industriellen Verbrauch) und einer mittleren Methankonzentration des Grundwassers (aus Literaturwerten) lassen sich dann die Methanemission berechnen; jedoch wird das Methan in einem gesonderten Bericht über die Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg ausgewiesen [UMEG, 2003].

4.4 Emissionen aus der Nutztierhaltung, aus Land- und Forstwirtschaft

Direkte (stoffwechselbezogene) Methan-Emissionen entstehen bei der Fermentation von Cellulose, Pektinen oder Hemicellulosen in den Verdauungsorganen (Pansen) von Wiederkäuern (Rinder, Ziegen, Schafe). Aus den Exkrementen aller Nutztiere (Wiederkäuer und Nicht-Wiederkäuer) bildet sich beim anaeroben Abbau der organischen Substanz ebenso Methan und auch Ammoniak in erheblichen Mengen.

Die Emissionen von Ammoniak bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion entstehen durch Stickstoffüberangebote im Boden (Überdüngung), Einwirkung hoher atmosphärischer NO_x -Konzentrationen (z.B. aus dem Verkehr oder aus Feuerungsanlagen) sowie während der Seneszenz der Pflanzen infolge des Proteinabbaus.

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.

Ausgangspunkt für die Ermittlung der Emissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft sind vor allem Daten zur Nutztierhaltung (Viehzahlen, Art der Viehhaltung) und Daten zur landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (Anbauflächen, Ackerfrüchte, Bewirtschaftungsart, Hektarerträge, Düngung etc.).

Die Daten zur Viehhaltung in den Gemeinden Baden-Württembergs wurden durch das statistische Landesamt für das Jahr 2001 bereitgestellt [StaLA, 2002], [StaLA, 2001a]. Diese beinhalten die Zahl der Nutztiere in den Gemeinden Baden-Württembergs (differenziert nach Tierarten und Alters-/Größenklassen) zur Zeit der Viehzählung im Mai 2001. Näherungsweise wurde angenommen, dass der Stichtagbestand auch repräsentativ für den jahresmittleren Bestand im Jahr 2000 ist.

Mit den neuen Rechtsvorschriften des 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. Dabei 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 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, 1998].

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 aus diesem Grunde mit den Ergebnissen des landesweiten Luftschadstoff-Emissionskatasters 1995 [UMEG., 1995] und den Daten aus dem INTERREG-II-Projekt [Oberrhein, 1998] nur bedingt vergleichbar; die Ergebnisse für 1998 [UMEG, 1998] und für 2000 in diesem Bericht stellen demnach im Vergleich zu den früheren Katastern einen unteren Massenstrom der Ammoniak- und Distickstoffoxid- Schadstoffemissionen aus der Landwirtschaft und der Nutztierhaltung dar.

Die Tabelle 4-2 zeigt die Anzahl der Nutztiere in Baden-Württemberg zum Stichtag Mai 2001.

Tabelle 4-2
Nutztierhaltung in Baden-Württemberg im Mai 2001 [StaLA, 2002]

Stadt/Landkreis	Rinder insges.	davon Milchkühe	Schweine insges.	davon Zuchtsauen	Hühner insges.	Gänse	Enten	Trut- hühner	Schafe insges.	Pferde insges.
SKR Stuttgart	1 028	492	475	.	1 894	170	.	–	.	211
LKR Böblingen	10 506	3 554	22 683	2 625	64 600	399	153	391	5 726	2 382
LKR Esslingen	12 514	3 546	9 347	509	73 749	249	100	310	15 697	2 139
LKR Göppingen	34 558	12 025	27 833	2 216	211 807	196	225	153	12 758	1 676
LKR Ludwigsburg	18 283	5 741	45 040	4 033	161 393	745	204	5 620	3 162	1 876
LKR Rems-Murr-Kreis	26 788	8 502	24 013	2 121	150 697	697	256	23 816	8 135	1 843
SKR Heilbronn	638	232	1 871	.	46 529	64	.	–	.	33
LKR Heilbronn	18 462	6 244	46 074	5 004	227 130	847	723	3 475	8 187	1 445
LKR Hohenlohekreis	26 291	8 815	204 629	32 949	354 518	310	366	78 873	7 083	982
LKR Schwäbisch Hall	77 119	24 592	475 716	76 117	85 747	802	2 783	497 645	10 870	1 686
LKR Main-Tauber-Kreis	29 645	9 365	150 023	26 570	30 752	522	350	18 398	6 269	989
LKR Heidenheim	26 077	8 738	54 222	5 864	52 475	143	318	22	10 312	849
LKR Ostalbkreis	87 620	28 746	130 510	21 942	313 856	339	429	702	11 183	3 205
SKR Baden-Baden	221	9	16	.	662	–	.	–	1 989	62
SKR Karlsruhe	379	94	1 484	164	11 959	33	61	–	196	205
LKR Karlsruhe	7 609	1 927	14 957	1 744	101 408	969	736	1 204	4 614	2 147
LKR Rastatt	3 341	718	9 381	701	15 492	292	562	289	4 056	687
SKR Heidelberg	857	249	1 487	.	10 682	180	.	.	47	174
SKR Mannheim	94	39	2 000	.	2 474	.	–	.	–	444
LKR Neckar-Odenwald-Kreis	31 835	9 713	44 848	4 532	118 162	75	168	17 776	5 499	1 724
LKR Rhein-Neckar-Kreis	17 331	4 846	36 434	4 230	213 549	1 887	1 969	39 670	7 421	2 386
SKR Pforzheim	358	106	697	.	1 922	.	.	.	1 460	170
LKR Calw	14 241	4 447	7 801	643	31 540	353	248	176	9 725	1 219
LKR Enzkreis	11 890	3 227	7 810	389	34 385	357	285	329	2 152	1 443
LKR Freudenstadt	15 289	4 742	16 387	1 929	34 110	480	446	423	9 549	1 027
SKR Freiburg im Breisgau	781	145	793	.	2 050	20	17	–	3 900	274
LKR Breisgau-Hochschwarzwald	35 944	12 388	14 312	1 356	66 336	438	147	1 160	8 846	2 358
LKR Emmendingen	18 741	4 542	9 551	813	40 431	656	90	1 489	5 165	826
LKR Ortenaukreis	38 769	11 179	43 874	4 744	126 467	493	669	1 373	10 078	1 947
LKR Rottweil	24 668	6 827	41 477	4 596	75 374	138	180	629	9 302	1 124
LKR Schwarzwald -Baar-Kreis	38 892	13 715	26 900	2 508	64 043	399	242	348	7 651	1 309
LKR Tuttlingen	18 487	5 658	14 725	992	35 462	405	94	102	7 095	841
LKR Konstanz	31 156	10 347	25 543	1 779	70 424	651	1 143	17 175	7 820	1 544
LKR Lörrach	20 109	4 989	8 106	.	36 824	75	94	326	6 112	1 597
LKR Waldshut	43 404	11 821	23 108	2 239	51 432	175	277	637	6 471	2 141
LKR Reutlingen	33 471	10 364	39 185	5 434	81 791	336	89	5 161	26 301	2 635
LKR Tübingen	7 261	2 187	13 693	1 204	78 085	284	131	1 647	6 548	1 248
LKR Zollernalbkreis	14 908	3 685	14 489	568	36 322	84	67	.	17 941	1 692
SKR Ulm	2 984	995	19 402	1 387	6 123	313	319	.	613	225
LKR Alb-Donau-Kreis	61 882	21 973	288 765	36 730	581 018	1 490	953	42 122	14 141	1 926
LKR Biberach	108 899	39 896	180 601	23 787	273 741	221	228	1 145	5 577	1 902
LKR Bodenseekreis	30 818	13 123	26 480	2 068	56 582	3 190	494	149	4 747	1 881
LKR Ravensburg	161 200	77 839	69 892	10 243	120 370	451	690	8 850	5 444	3 991
LKR Sigmaringen	46 318	15 843	117 850	15 203	188 532	128	342	27 842	7 292	1 706
Baden-Württemberg	1 211 666	418 225	2 314 484	310 866	4 342 899	20 518	16 709	805 447	307 775	62 171

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Allg. Viehzählung Mai 2001

Zeichenerklärung: - = kein Zahlenwert vorhanden . = Nachweis aus Gründen der Geheimhaltung nicht möglich

LKR = Landkreis

SKR = Stadtkreis

Die landwirtschaftlichen Betriebe in Baden-Württemberg, die die Abscheidekriterien der allgemeinen Viehzählungen des Statistischen Landesamtes erfüllten, hielten im Mai 2001 insgesamt etwa 4,3 Millionen Hühner, 2,3 Mio. Schweine, 1,2 Mio. Rinder, 805 000 Truthühner und 62 000 Pferde.

In der Abbildung 4-3 sind die Anteile der Tierarten noch einmal graphisch dargestellt.

Betrachtet man sich die absoluten Tierzahlen in Baden-Württemberg so fällt auf, dass die Hühnervögel mit einem Anteil von fast 48 % an den Gesamt-tierzahlen die größte Gruppe darstellen. Die nach den Hühnern zahlenmäßig zweitwichtigste Gruppe sind die Schweine mit annähernd 25 % Anteil, während die anderen Nutztiere wie Schafe, Rinder, sonstiges Geflügel (Gänse, Enten, Truthühner etc.) nur relativ kleine Tierpopulationen aufweisen.

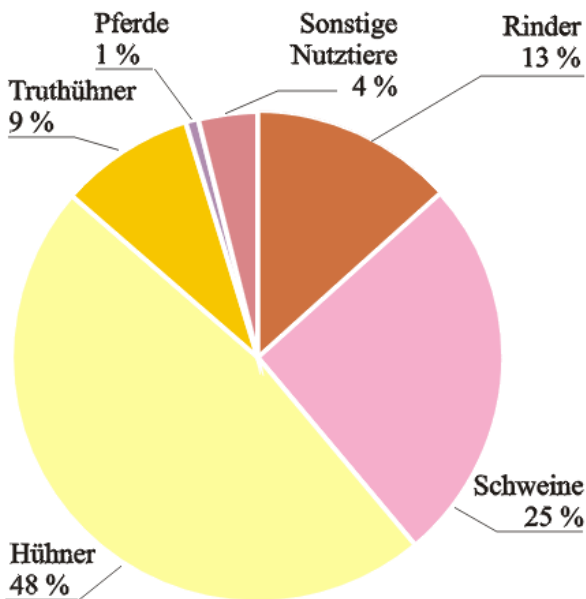


Abbildung 4-3
Viehzahlen in Baden-Württemberg im Mai 2001

Für Vergleiche zur Klima- und Schadstoffrelevanz der Nutztiere sind jedoch die absoluten Tierzahlen ungeeignet. In der Praxis wird für diesbezügliche Fragestellungen die Großvieheinheit verwendet. Eine Großvieheinheit (GVE) entspricht dabei einem 2-jährigen, 500 kg schweren Rind mit dessen üblichen mittleren Stoffwechselprodukten, Ausscheidungen oder auch Emissionen.

Belegt man nun jede Tierart mit den dazugehörigen Großvieheinheiten, ergibt sich für die Tierhaltung in Baden-Württemberg eine Verteilung der Nutztierarten gemäß der Abbildung 4-4.

Hier erkennt man die deutliche Dominanz der Rinder. Während diese absolut gesehen nur einen Anteil von etwa 13 % an den Tierzahlen aufweisen, sind die Rinder zu etwa 67 % an den Gesamt-Großvieheinheiten beteiligt, während die Hühner nur noch einen Anteil von lediglich 1 % innehaben. Die Schweine haben in diesem Vergleich mit 23 % Anteil an den Großvieheinheiten einen ähnlich hohen Anteil wie beim Individuenvergleich.

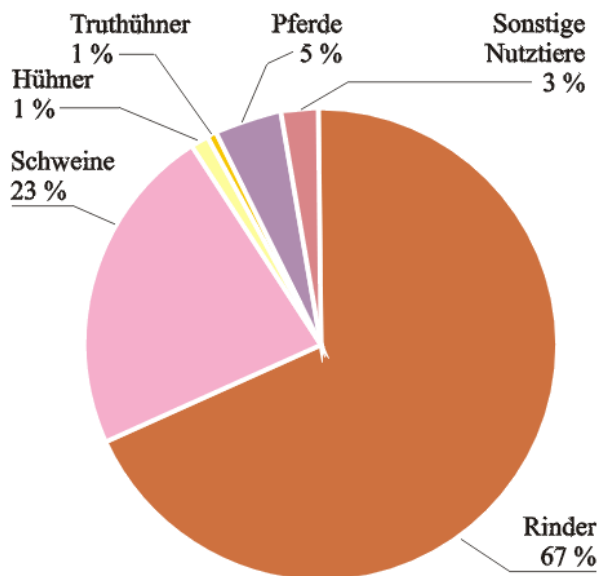


Abbildung 4-4
Viehzahlen in Baden-Württemberg in Großvieheinheiten für 2001

Sowohl die Methanemissionen (direkte Emissionen aus der Fermentation und indirekte Emissionen aus der Exkrementzersetzung) als auch die Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung wurden anhand von tierartsspezifischen Emissionsfaktoren errechnet [UBA, 1993], [ASMAN, 1992], [AEIG, 1996], [BNLA, 2002].

Die Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung werden dabei für folgende emissionsrelevante Vorgänge getrennt bilanziert:

I. Wirtschaftsdüngermanagement

- Stallemissionen,
- Emissionen aus der Lagerung der Exkremente (im Stall oder auch auf externen Lagerplätzen),
- Emissionen aus der Ausbringung des Wirtschaftsdüngers auf die Landwirtschaftsfläche.

II. Weidewirtschaft (Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen).

Die Ammoniak-Emissionen beinhalten dabei auch mögliche NH_3 -Freisetzungen aus Böden und aus Pflanzenmaterial (vorwiegend aus der Wirtschaftsfuttermittelproduktion) sowie zusätzlich die Emissionen an Methylaminen bei der Schweinehaltung.

Die Emissionen von Ammoniak aus der Anwendung von mineralischen Stickstoffdüngern wurden aus dem ausgebrachten Mineraldünger-Stickstoff (kg Dünger-Stickstoff pro Flächeneinheit) und einem düngerspezifischen Verlustfaktor berechnet [BNLA, 1997], [BNLA, 2000], [HORLACHER, 1997], [BNLA, 2002].

Die Ammoniak-Emission aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern (aus der Nutztierhaltung auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebrachter Festmist und Flüssigmist) dominiert die Gesamt- NH_3 -Emissionen dieser Quellengruppe bei weitem. Die Emissionen aus den Böden und Pflanzen sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung und werden bei den Berechnungen der Ammoniak-Freisetzungen aus der Ausbringung des Wirtschaftsdüngers durch einen Summenfaktor eingerechnet.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits dargestellt, entsteht beim aeroben oder anaeroben Abbau von stickstoffhaltigem, organischen Material durch

Mikroorganismen sowohl durch Oxidation des Ammoniums zum Nitrat (Nitrifikation) als auch bei der anaeroben Reduktion des Nitrats zum elementaren Stickstoff (Denitrifikation) als Nebenprodukt Distickstoffoxid (N_2O).

Man unterscheidet und berücksichtigt dabei hauptsächlich folgende Basisprozesse:

I. Direkte Distickstoffoxid-Emissionen aus der Landwirtschaft:

- Hintergrund- bzw. Basisemissionen
- Emissionen aus Niedermoorböden
- aus Stickstoff-Einträgen (Anwendung stickstoffhaltiger Mineraldünger, Wirtschaftsdüngerausbringung, biologische Stickstoff-Fixierung (Leguminosen), Pflanzenrückstände, Abwasser-/Klärschlamm, Biokomposte)
- Wirtschaftsdünger in der Tierproduktion (Stall, Lagerung, Weide)

II. Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen durch:

- atmosphärische Stickstoff-Deposition
- Stickstoff-Einträge in die Hydrosphäre

Zur Berechnung der Distickstoffoxid-Emissionen aus der Nutztierhaltung und der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion wurden die verschiedenen Eintrags- und Austragspfade im Stickstoffkreislauf bilanziert und die daraus resultierenden Lachgas-Emissionen aufsummiert. Auch die N_2O -Hintergrund- oder Basisemissionen aus den landwirtschaftlich genutzten Böden nach einer oft langjährigen Anreicherung des Oberbodens an Stickstoff mit Wirtschaftsdüngern (Festmist und Flüssigmist) und Sekundärrohstoffdüngern (Klärschlamm, Kompost) wurden in dieser Bilanz betrachtet. Die Berechnungsgrundlagen für die Ammoniak- und Distickstoffoxid-Emissionen aus der Nutztierhaltung wurden vom BNLA (Büro für nachhaltige Land-(wirt)schaft und Agrikultur), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG ermittelt [BNLA, 1997], [BNLA, 2000], [BNLA, 2002].

Die Erhebungsgrundlagen und die darauf aufbauenden Emissionsfaktoren wurden dabei an die Verhältnisse im Land Baden-Württemberg angepasst bzw. an diesen ausgerichtet.

Die Methan-Gesamtemissionen aus der Nutztierhaltung setzen sich zusammen aus der direkten Emission durch die Fermentation (im wesentlichen durch die Wiederkäuer) und der indirekten Emission durch die mikrobiologische Zersetzung der Exkreme bei allen Nutztieren [UBA, 1995].

Die Abbildung 4-5 (Seite 32) zeigt die Methanemissionen aus der Nutztierhaltung in Baden-Württemberg für das Jahr 2000 differenziert nach den einzelnen Tierarten.

Im Kreisdiagramm sind die Anteile der einzelnen Tierarten an den Gesamtemissionen in ganz Baden-Württemberg dargestellt, während das Balkendiagramm die Stadt- und Landkreise nach der Emissionsstärke sortiert und für jeden Kreis die entsprechenden Anteile der Nutztierarten an den Methanemissionen wiedergibt. Insgesamt wurden im Jahr 2000 von der Quellengruppe Landwirtschaft und Nutztierhaltung 112 353 t Methan emittiert.

Die Methanemissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft teilen sich auf in direkte Verluste aus der Fermentation der Wiederkäuer (v.a. der Rinder) mit einem Anteil von 78 % und den indirekten Methan-Verlusten aus der Zersetzung der tierischen Exkreme mit einem Anteil von 22 % der Methanemissionen. Die Rinderhaltung erweist sich bei näherer Betrachtung als Hauptverursacher der Methanemissionen. Diese Tiergruppe weist alleine einen Anteil von ca. 84 % der Methanemissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft auf.

Um die einzelnen Stadt- und Landkreise mit ihrer Emissionsstärke besser vergleichen zu können, sind in Abbildung 4-6 (Seite 33) die Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung für jeden Stadt- und Landkreis noch einmal bezogen auf die jeweilige Gesamtbodenfläche dargestellt. Man erhält mit dieser Art der Darstellung eine Aussage über den Viehbesatz pro Bodenfläche mit dem Klimagas Methan als differenzierendem Parameter.

Die Landkreise mit einem relativ hohen Rinderbestand treten hier deutlich in den Vordergrund, während die Stadtkreise ob des geringen Tierbesatzes sowohl absolut (Abbildung 4-5) als auch relativ zur Bodenfläche (Abbildung 4-6) die niedrigsten Emissionen und Emissionsdichten aufweisen.

In der Tabelle A 2 im Anhang sind die Methan-Emissionen der Landwirtschaft für die Stadt- und Landkreise noch einmal differenziert dargestellt.

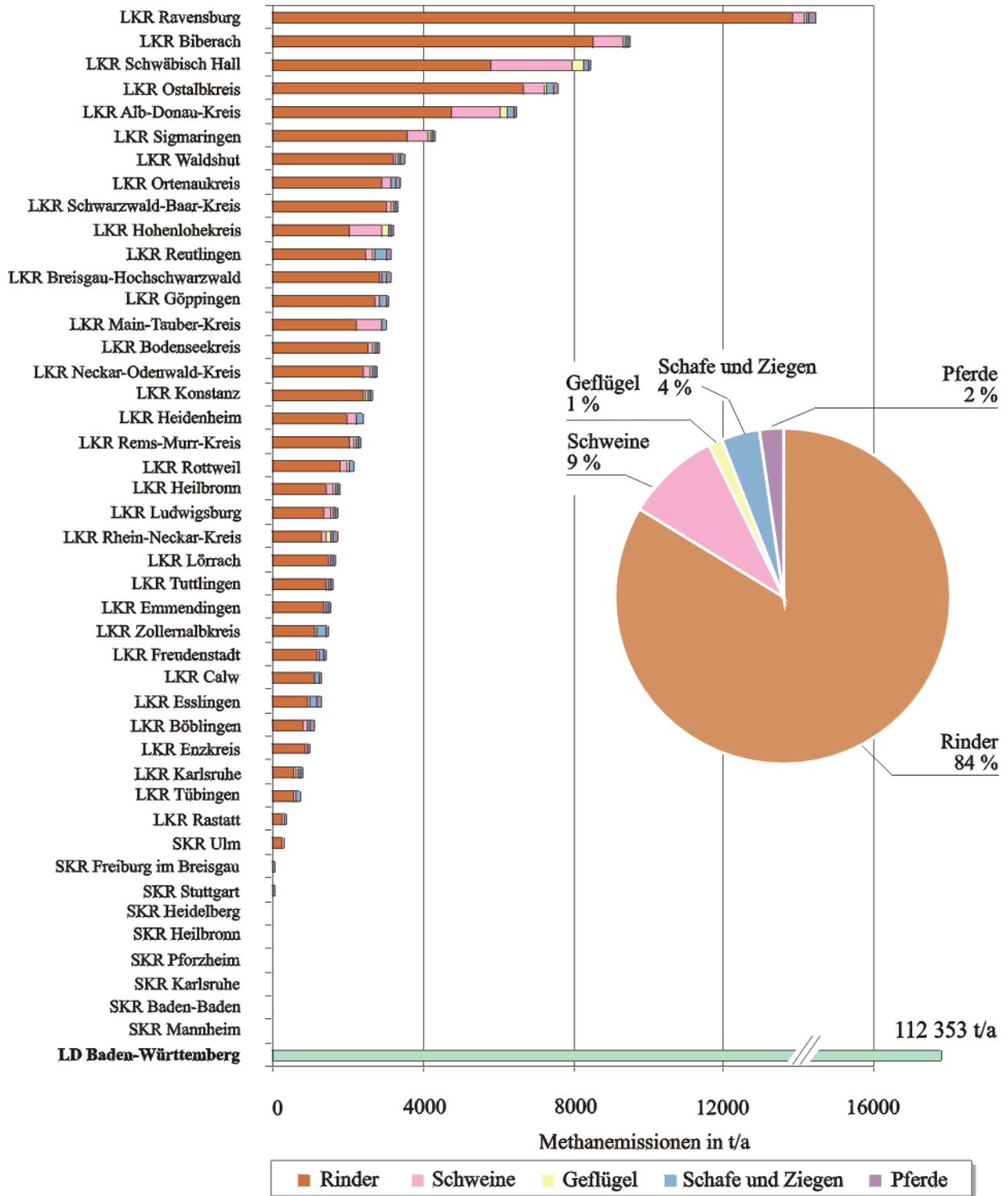


Abbildung 4-5

Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung in Baden-Württemberg 2000

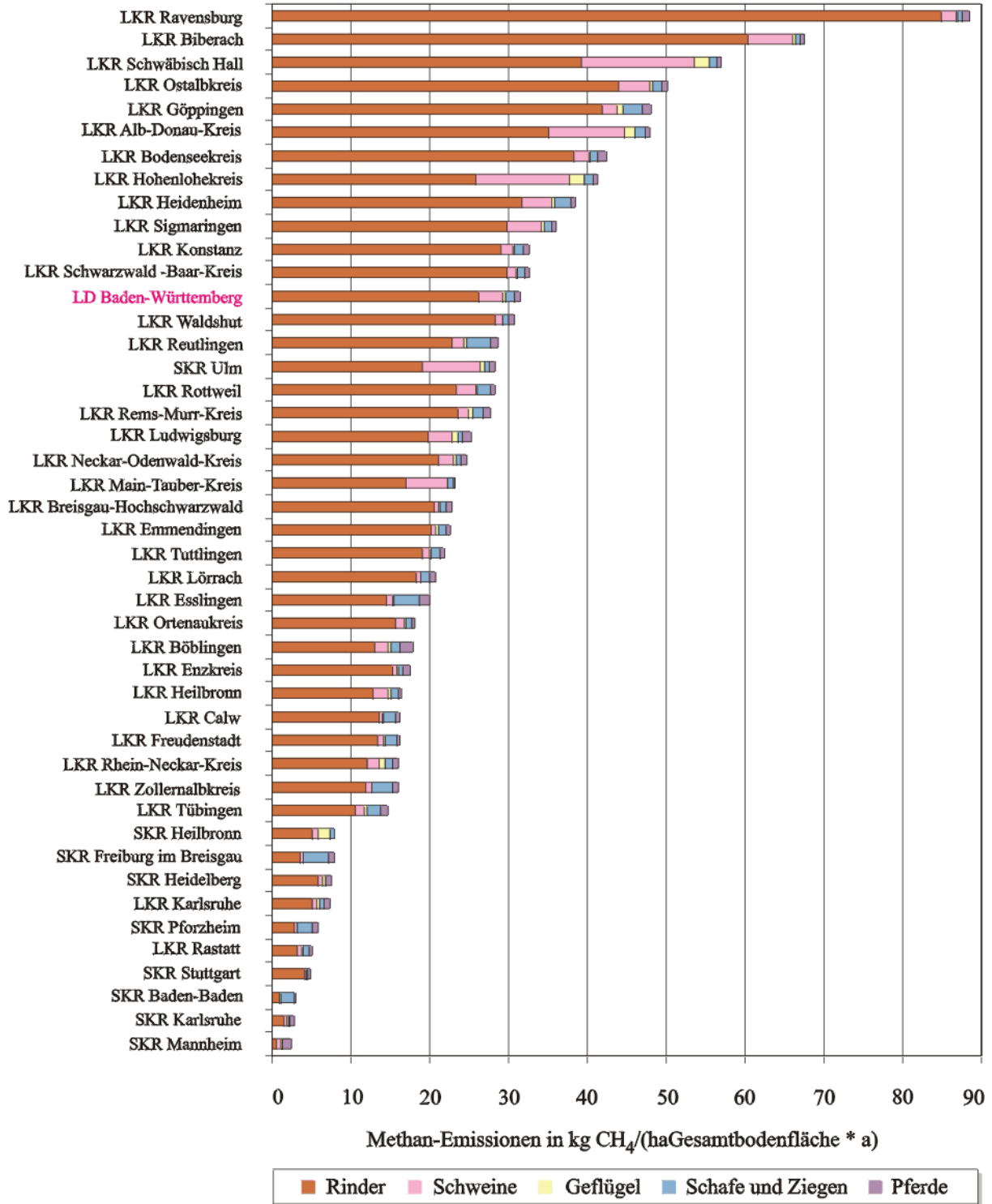


Abbildung 4-6

Methanemissionen aus dem Nutzviehbestand in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche

Die Distickstoffoxid-Emissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft, Böden und Vegetation summieren sich im Bezugsjahr 2000 auf insgesamt 28 387 t in Baden-Württemberg.

Während die N_2O -Emissionen der Nutztiere aus den Ställen (sogenannte direkte Stallemissionen), aus der Lagerung des Wirtschaftsdüngers (Festmist, Flüssigmist) und aus dem Weidebetrieb (Exkrementersetzung auf den Weidegründen) mit 1365 t N_2O pro Jahr schon einen relativ hohen Wert aufweisen, sind die N_2O -Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche verursacht durch die gesamten Stickstoffeinträge mit 3410 t N_2O pro Jahr und vor allem die indirekten Emissionen durch die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers auf die Acker- und Grünlandflächen mit 4452 t N_2O pro Jahr, noch wesentlich höher. Letztere zeigen sich allein für 25 % der gesamten N_2O -Emissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft verantwortlich.

In Abbildung 4-7 (Seite 35) ist die prozentuale Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen nach den einzelnen Tierarten (direkte Verluste der Rinder, Schweine und sonstige Nutztiere) nach den Verlusten durch die Stickstoff-Einträge in die landwirtschaftlichen Böden, nach den Emissionen aus Böden und Wäldern (nach Kapitel 4.2) und nach den landwirtschaftlichen Hintergrundemissionen differenziert abgebildet.

Das dazugehörige Balkendiagramm zeigt die absoluten Distickstoffoxid-Emissionen noch einmal für jeden Stadt- und Landkreis in Baden-Württemberg für das Bezugsjahr 2000 in derselben Differenzierung. Die Landkreise mit den meisten Rindern und ausgedehnten landwirtschaftlichen Nutzflächen finden sich bei dieser Art der Abbildung am oberen Ende der Distickstoffoxid-Emittenten, während die Stadtkreise durch die dort eher vernachlässigbare Landwirtschaftsfläche und die geringen Nutztierzahlen auch die geringsten N_2O -Emissionen aufweisen.

Ähnlich wie bei den Ausführungen zu den Methan-Emissionen wurden die Distickstoffoxid-Emissionen

in der Abbildung 4-8 (Seite 36) auf die jeweilige Gesamtbodenfläche der Stadt- und Landkreise bezogen.

Bei dieser Art der Darstellung sind Stadt- und Landkreise mit verhältnismäßig kleinen Gesamtbodenflächen bei gleichzeitig hohem Nutztierbestand oder bei einem hohen Anteil der Landwirtschaftsfläche an der Bodenfläche mit entsprechendem hohen Beitrag der Düngung (hohe Stickstoff-Eintragsraten) am oberen Ende des Diagramms zu finden.

In Tabelle A 3 im Anhang sind die Distickstoffoxid-Emissionen aus der Landwirtschaft für die Stadt- und Landkreise dargestellt.

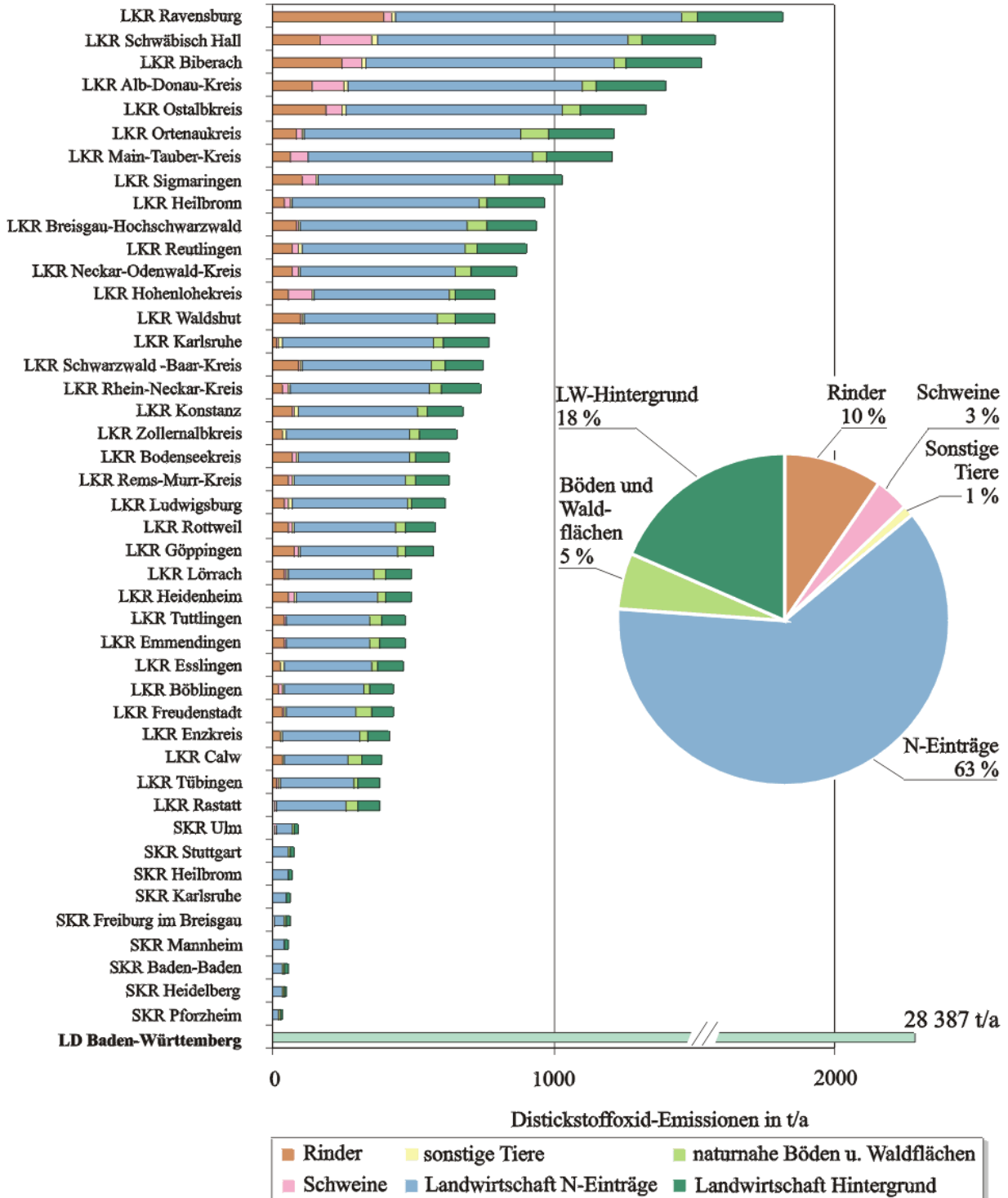


Abbildung 4-7

Distickstoffoxid-Emissionen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg 2000

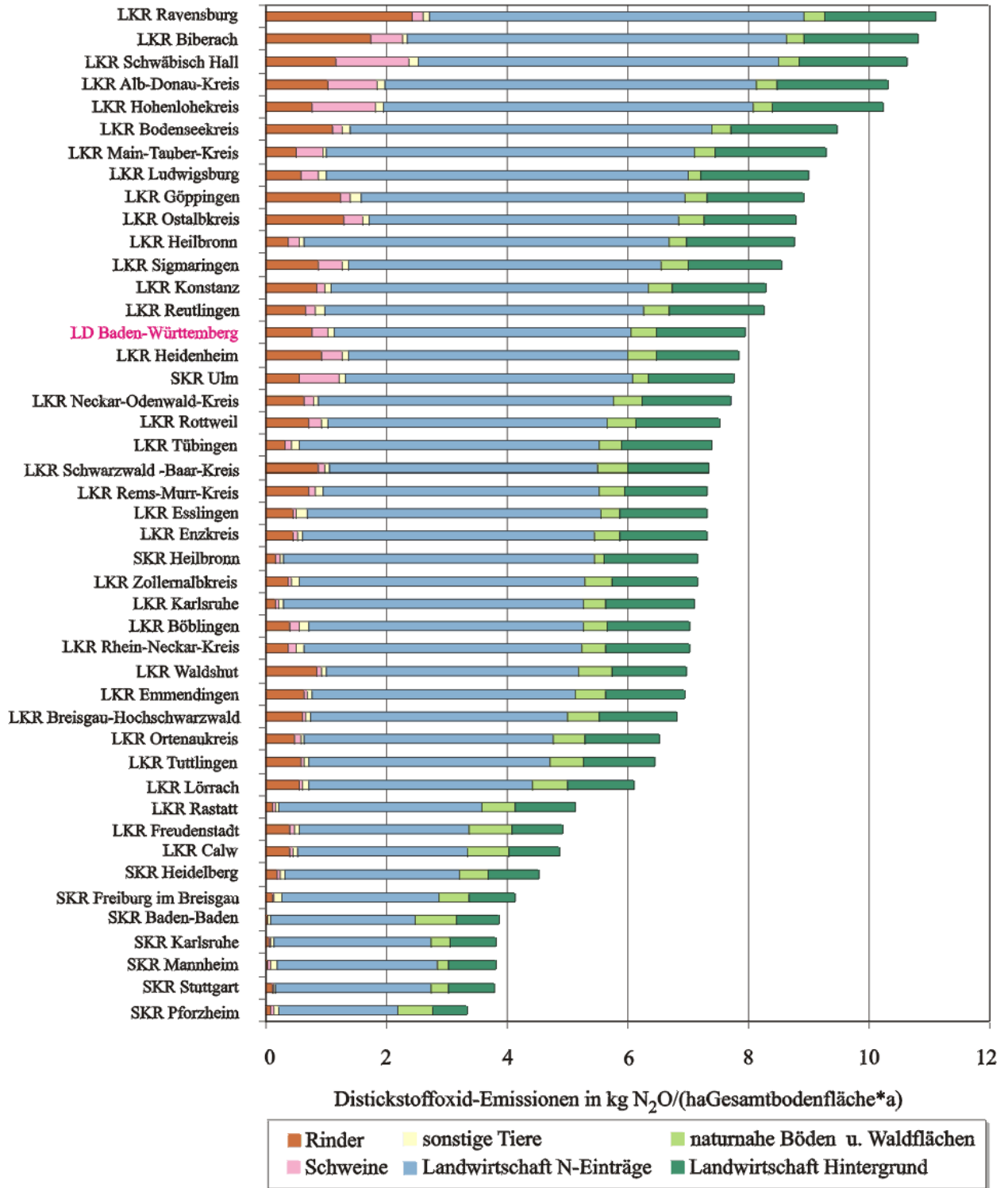


Abbildung 4-8
 Distickstoffoxid-Emissionen aus dem Nutzviehbestand in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche

Die Ammoniak-Emissionen der Quellengruppe Landwirtschaft und Nutztierhaltung, Böden und Pflanzen in Baden-Württemberg belaufen sich für das Jahr 2000 auf insgesamt 64 176 t.

Auch beim Ammoniak trägt die Rinderhaltung mit einem Anteil von etwa 60 % zur NH_3 -Emission aus der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft bei (Emissionen bei der Stallhaltung, Lagerung und Ausbringung). Im Vergleich dazu ist der Anteil der N-Verluste aus der Mineraldüngerausbringung mit nur 8 % der NH_3 -Emissionen vergleichsweise gering.

Abbildung 4-9 (Seite 38) zeigt die NH_3 -Emissionen aus der Landwirtschaft differenziert nach den einzelnen Tierarten, nach dem Anteil aus den Verlusten beim Ausbringen stickstoffhaltiger Mineraldünger und für die Ammoniak-Emissionen aus den Böden und Pflanzen.

Die Landkreise mit den höchsten Ammoniak-Emissionen, die in dem dazugehörigen Balkendiagramm am oberen Ende der Skala liegen, zeigen in den Anteilen der Einzelemittenten an den Gesamtemissionen deutliche Unterschiede. Während in den Landkreisen Ravensburg, Biberach und Ostalbkreis hauptsächlich die Rinderhaltung die Ammoniak-Emissionen verursacht, hat in den Landkreisen Schwäbisch Hall, Alb-Donau-Kreis und im Hohenlohekreis die Schweinehaltung den größten Einfluss auf die Ammoniak-Freisetzung. Die Stadtkreise treten bezüglich der Ammoniak-Emissionen in den Hintergrund, da dort die Nutztierzahlen nur sehr gering sind.

In der Abbildung 4-10 (Seite 39) sind die Ammoniak-Emissionen für jeden Stadt- und Landkreis noch einmal bezogen auf die Gesamtbodenfläche dargestellt. Größere Verschiebungen in der Reihenfolge ergeben sich bei dieser Art der Darstellung gegenüber der Abbildung 4-9 jedoch nicht.

In Tabelle A4 im Anhang sind die Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft für die Stadt- und Landkreise dargestellt.

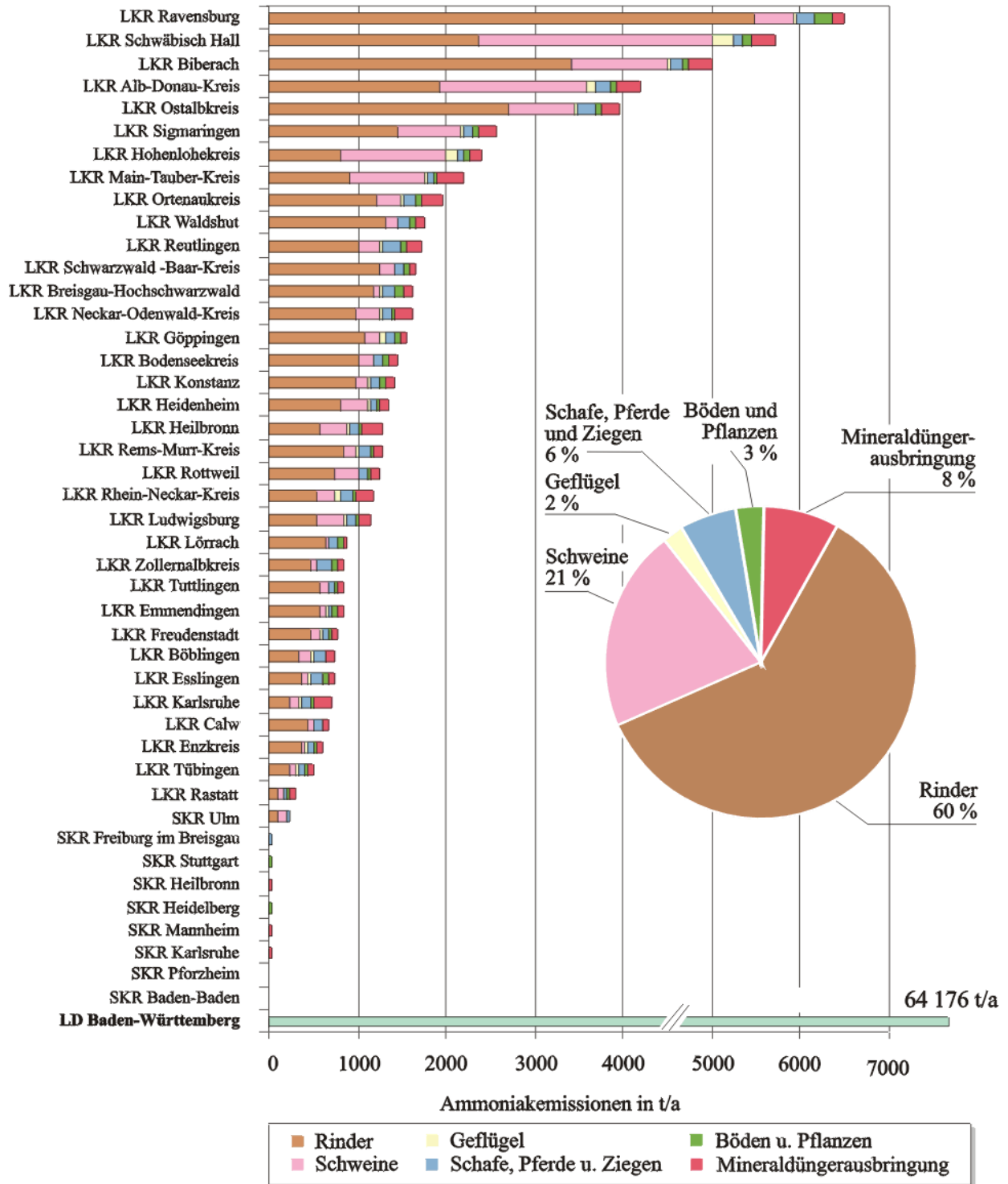


Abbildung 4-9
Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft in Baden-Württemberg 2000

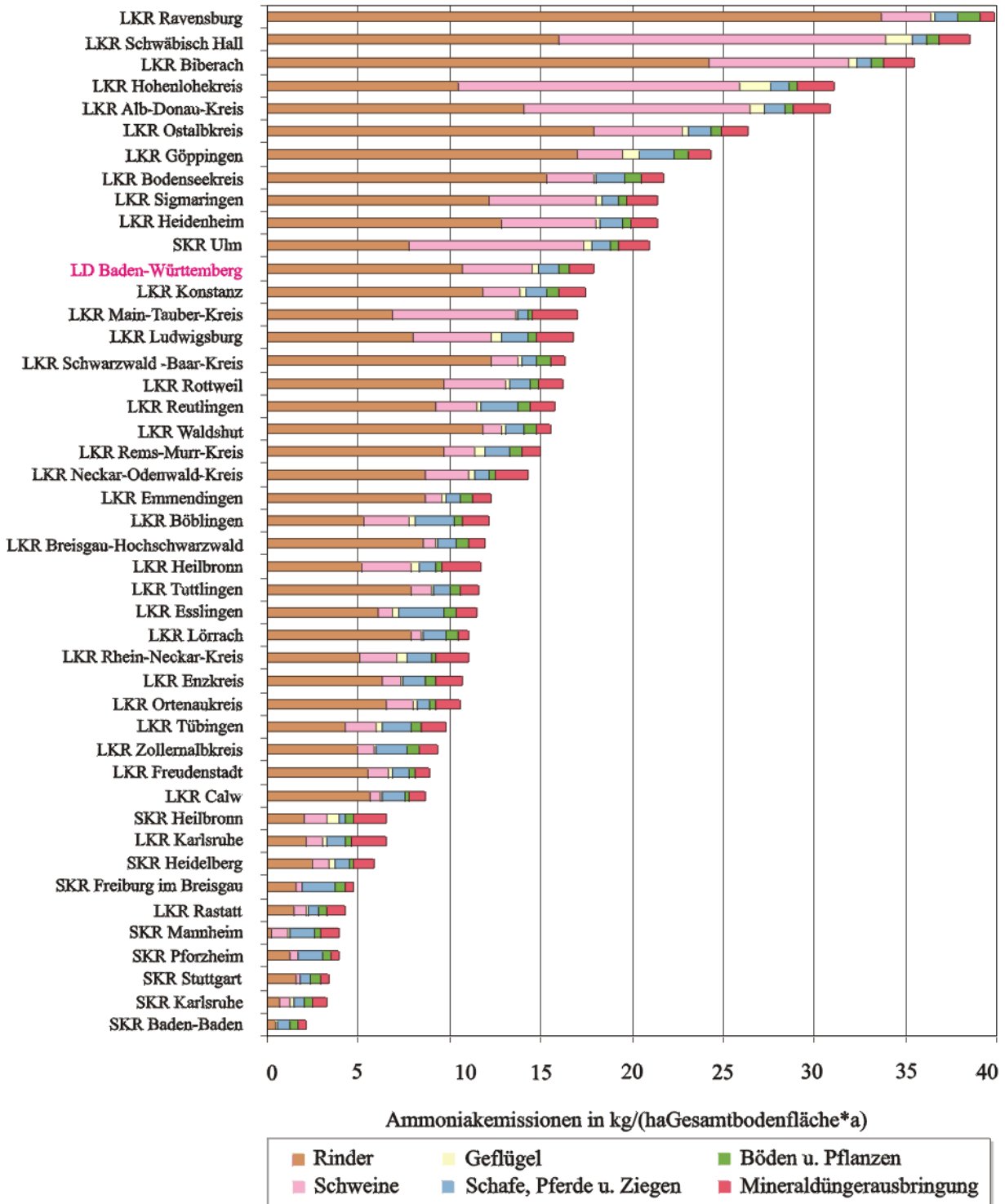


Abbildung 4-10

Ammoniak-Emissionen aus dem Nutzviehbestand in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche

Die landwirtschaftlich genutzten Böden emittieren neben Ammoniak und Distickstoffoxid nach neueren Untersuchungen auch Stickstoffmonoxid (NO) als Stickstoffkomponente [BNLA 2000], [BNLA 2002], [BNLA, 2003].

Für Baden-Württemberg ergibt sich daraus in einer ersten Abschätzung eine Gesamtemission für diese Böden von etwa 16500 t NO/a.

Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft BMVEL hat in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt im Februar diesen Jahres (2002) eine Studie mit dem Titel "Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010" veröffentlicht [BMVEL/UBA 2002].

Dieser Bericht weist im Anhang u.a. auch für das Land Baden-Württemberg tabellarisch Methan-, Ammoniak- und Distickstoffoxid-Emissionen aus der Landwirtschaft und Viehhaltung aus.

Die Ergebnisse dieser Studie beziehen sich auf das Jahr 1996 (da nur für dieses Basisjahr detaillierte Basisdaten vorhanden waren). Die Emissionen wurden nach dem EMEP-CORINAIR Verfahren errechnet, die notwendigen Basiszahlen (notwendige Verteilungsparameter für Fütterung, Haltung und Lagerung/Ausbringung des Wirtschaftsdüngers) wurden für ganz Deutschland aus 11 kleinräumigen Modellgebieten extrapoliert.

Während das BMVEL/UBA bei der Berechnung der NH_3 - und CH_4 -Emissionen auch aktuelle, u.a. auch für Deutschland spezifische Emissionsfaktoren heranziehen (Imported / Detailed Methodology) ist dies bei der Ermittlung der N_2O - (und NO-Emissionen) im Gegensatz zu BNLA, wo auch dort spezifische Emissionsfaktoren zur Anwendung kommen, nicht der Fall (Simpler Methodology).

Die Differenz zwischen den vom BMVEL/UBA erhobenen Daten und den Ergebnissen aus dieser Studie

sind systembedingt. Die Unterschiede in den berechneten Methan-Emissionen liegen dabei in der tolerierbaren Erfassungsbreite. Bei den ausgewiesenen Ammoniak- und Distickstoffoxid-Emissionen treten hingegen große Abweichungen auf. Dies liegt generell an den unterschiedlichen Abschneidekriterien, speziell an der Fragestellung, welche Quellen oder Stoffströme man in die Betrachtung einer "Gesamt-" oder Netto-Emission mit einbezieht. Die in den Studien berücksichtigten Ein- und Austragspfade der Stickstoff-Verbindungen sind nicht direkt miteinander vergleichbar und auch die Abgrenzung "Landwirtschaft/ Nutztierhaltung" von anderen Quellen oder Senken sind unterschiedlich.

Die Ammoniak-Emissionen in dieser Studie sind höher als beim BMVEL/UBA, da hier z.B. auch Emissionen aus den Pflanzen und Böden der Futtermittelproduktion sowie zusätzlich die Methylaminemissionen aus der Schweinehaltung mitberücksichtigt sind.

Die wesentlich größeren Differenzen bei den berechneten Distickstoffoxid-Emissionen ergeben sich in erster Linie durch Nichtberücksichtigung der indirekten Emissionen der Landwirtschaft durch das BMVEL/UBA. Die Stickstoffmonoxid-Emissionen haben beim BMVEL/UBA-Bericht eher orientierenden Charakter, wobei die Datenlage bei diesem Schadstoff generell nur sehr lückenhaft ist [BNLA, 2002], [BNLA, 2003].

4.5 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, 2001], [WFS, 2003] wurden mit Hilfe tierartspezifischer Umrechnungsfaktoren [ELLIGER, 1996] die Wildtierpopulation in den Stadt- und Landkreisen ermittelt.

Aus diesen Tierzahlen wurden dann mittels spezifischer Emissionsfaktoren die Ammoniak- [HORLACHER, 1997] und Methanemissionen [ORTHOFFER, 1991] berechnet.

Der Wildtierbestand in den Wäldern und Auen von Baden-Württemberg verursacht Methan-Emissionen von insgesamt 5 126 t und Ammoniak-Emissionen von 95 t.

4.6 Emissionen durch menschliche Stoffwechselfvorgänge

Die Ammoniak-Emissionen, die dem Menschen zugeordnet werden, entstehen im wesentlichen über die kommunalen Abwässer (Exkrememente) 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 2000 und geeigneten Pro-Kopf-Emissionsfaktoren wurden die Ammoniak-Emissionen aus menschlichen Stoffwechselfvorgängen berechnet [HLFU, 1992], [BATTYE, 1994].

Die Ammoniak-Emissionen aus der Bevölkerung und aus den Abwasserkanälen in Baden-Württemberg summieren sich für das Jahr 2000 auf 2 556 t.

4.7 Gesamtemissionen aller biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000

Bei den biogenen Quellen sind 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 und beim Distickstoffoxid etwa 88 % und beim Methan sogar 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 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 80 % der Methanemissionen der Quellengruppe Nutztierhaltung und Landwirtschaft auf.

Auch beim Ammoniak trägt die Rinderhaltung mit einem Anteil von etwa 50 % 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 6 % der gesamten Ammoniakemission gering.

Die Emissionen von Distickstoffoxid aus der Nutztierhaltung und der Landwirtschaft stammen zu 47 % aus der Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern und zu 53 % aus dem Wirtschaftsdünger (Mist, Jauche).

In der Tabelle 4-3 (Seite 42) sind die Emissionen des Jahres 2000 aller berücksichtigten "biogenen" Quellen für Baden-Württemberg aufgelistet.

Im Anhang, Tabelle A1 bis A4 sind die Emissionen der biogenen Quellen für jeden Stadt- und Landkreis in Baden-Württemberg differenziert aufgeführt.

Tabelle 4-3

Emissionen aus biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000

Quelle	Ammoniak	Methan	Distickstoffoxid	NMVOG
Rinder	38 266	93 902	2 748	
Schweine	13 636	10 410	927	
Geflügel, Schafe, Pferde u. Ziegen	5 331	8 041	357	
sonstige Böden u. Pflanzen	2 022		664	
Ackerland	4 921		13 507	488
Grünland			8 690	1 037
Wildtiere	95	5 126		
Gewässer, Feuchtgebiete	4	2 582	641	
Waldfläche			1 494	68 792
Bevölkerung	2 556			
Summe	66 831	120 061	29 028	70 317

5. STOFFBEZOGENE EMISSIONEN UND DEREN ENTWICKLUNG 1995 BIS 2000

In diesem Kapitel werden die Emissionen für jeden Schadstoff getrennt quellenbezogen dargestellt. Die folgenden Abbildungen zeigen für die Schadstoffe Ammoniak, Methan, Distickstoffoxid und für die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) jeweils die Emissionen mit den prozentualen Anteilen der Einzelmitteln als Landeswert für Baden-Württemberg im Jahr 2000.

Die Kreisdiagramme bilden die Anteile der einzelnen Quellen an den Gesamtemissionen im Land Baden-Württemberg im Bezugsjahr 2000 ab. Der innere Kreis gibt zum Beispiel die Anteile der Quellengruppe Landwirtschaft und Tierzucht zusammen und die der anderen relevanten Quellen im Ganzen an, während die äußeren Segmente die Anteile der Landwirtschaft und Tierzucht in Baden-Württemberg weiter aufschlüsseln.

Die im Rahmen dieser Untersuchung erhobenen Emissionen sind darüber hinaus in Tabellenform für die einzelnen Quellen und für jeden Stadt- und Landkreis im Anhang zu diesem Bericht explizit aufgeführt.

5.1 Ammoniak

Das erste Kreisdiagramm Abbildung 5-1 zeigt quellenbezogen die prozentuale Verteilung der Ammoniak-Emissionen auf.

Dieser unter anderem für die Eutrophierung terrestrischer und aquatischer Systeme und für die Bodenversauerung verantwortliche Schadstoff wird hauptsächlich im Bereich der Biogenen Quellen ausgewiesen. Weitere Ammoniak-Emittenten mit größerem Emissionspotenzial lassen sich nach derzeitigem Kenntnis-

stand für Baden-Württemberg nicht identifizieren. Die Quellengruppen Industrie, Gewerbe, Kleinf Feuerungsanlagen, Verkehr oder auch die sonstigen Quellen treten beim Ammoniak kaum in Erscheinung [UMEG, 1998].

Insgesamt wurde im Bezugsjahr 2000 von allen hier betrachteten Quellen 66 831 t Ammoniak freigesetzt.

Den größten Anteil an den Ammoniak-Emissionen weist die Viehhaltung auf. Die Nutztiere, allen voran die Rinderhaltung, zeigen sich zusammen für annähernd 86 % der Ammoniak-Emissionen verantwortlich. Daneben sind lediglich noch die Ammoniak-Verluste

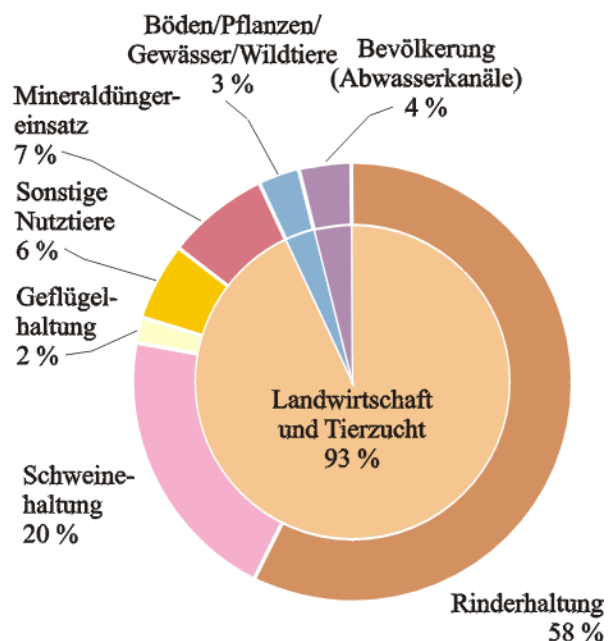


Abbildung 5-1
Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 2000

bei der Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern von Bedeutung, die bei diesem Schadstoff zu etwa 7 % an den Gesamtemissionen beteiligt sind.

5.2 Methan

In Abbildung 5-2 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Quellen für die Emissionen der klimarelevanten Komponente Methan in Baden-Württemberg dargestellt.

Im Jahre 2000 wurden in Baden-Württemberg insgesamt 120 061 t Methan durch die Biogenen Quellen emittiert. Diese Methanmenge entspricht bei einem Klimapotenzial bezogen auf CO₂ (für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren) vom 21-fachen einem Kohlendioxid-Äquivalent von 2,5 Mio. t CO₂ [IPCC, 1995]. Betrachtet man alle Quellengruppen in Baden-Württemberg, so zeigen sich die Biogenen Quellen mit einem Anteil von etwa 46 % an den Gesamtemissionen an Methan als eine der bedeutendsten Emittenten (Daten von 1998) [UMEG, 1998].

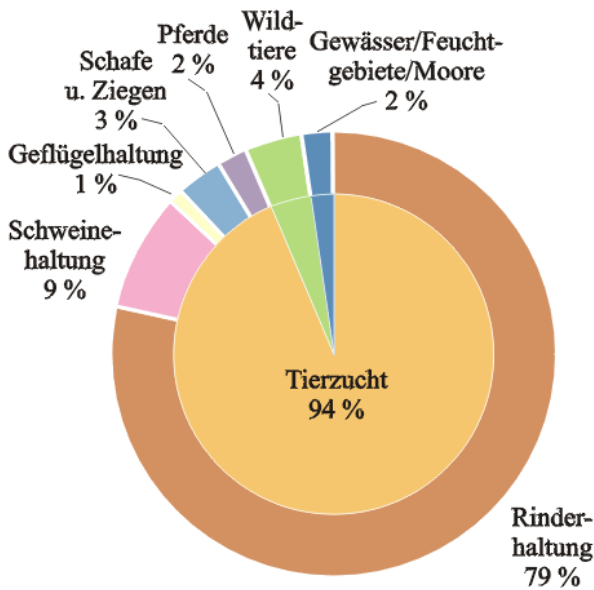


Abbildung 5-2
Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 2000

Die Nutztierhaltung hat mit fast 94 % Anteil an den Methanemissionen in Baden-Württemberg im Jahr 2000 in der Quellengruppe Biogene Quellen den größten Anteil inne. Bei der Nutztierhaltung dominieren die direkten Methanemissionen der Wiederkäuer das Emissionsgeschehen. Die Rinderhaltung hat einen Anteil von fast 79 % an den gesamten biogenen Methanemissionen im Land, obgleich diese Tierart nur etwa 13 % der Nutztiere in Baden-Württemberg stellt.

5.3 Distickstoffoxid

Die Abbildung 5-3 zeigt die prozentuale Verteilung der einzelnen Quellen bezüglich des Klimagases Distickstoffoxid (Lachgas) in Baden-Württemberg.

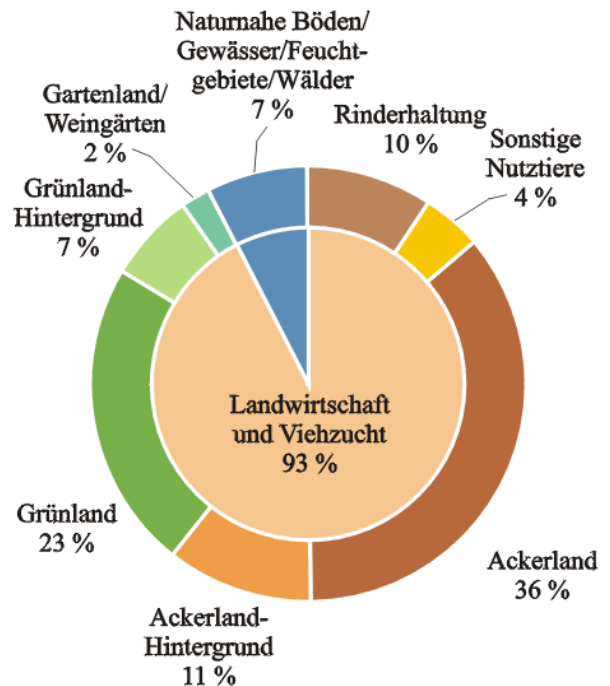


Abbildung 5-3
Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 2000

Die Gesamtemissionen an Distickstoffoxid der Biogenen Quellen weisen im Bezugsjahr 2000 eine Höhe von 29 028 t aus. Berücksichtigt man das Klimapotenzial dieses Schadstoffes, welches bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren bei dem 310-fachen des Kohlendioxids liegt [IPCC, 1995], bedeutet diese Menge ein CO₂-Äquivalent von fast 9 Mio. t CO₂.

Ähnlich wie beim Ammoniak werden auch die Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg fast ausschließlich von den Emittenten der Gruppe Biogene Quellen verursacht [UMEG, 1998]. Innerhalb der Biogenen Quellen ist es im wesentlichen die Nutztierhaltung sowie die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (Wirtschaftsdüngerausbringung, Stickstoffeinträge in die Landwirtschaftsflächen), die für 93 % der N₂O-Emissionen verantwortlich ist. Die naturnahen Böden, Wälder und auch die Gewässersedimente haben nur einen Anteil von zusammen etwa 7 % an den gesamten biogenen Distickstoffoxid-Emissionen des Landes.

5.4 Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe

Vergleicht man die Anteile aller bekannten Quellengruppen in Baden-Württemberg, so zeigt es sich, dass bei den Nichtmethan-Kohlenwasserstoffen (NMVOC) die Biogenen Quellen (speziell die Vegetation) einen Anteil von fast 31 % an den Gesamtemissionen in Baden-Württemberg haben.

Die anderen Quellengruppen wie Industrie und Gewerbe, Verkehr, Kleinf Feuerungsanlagen oder auch die Sonstigen Quellen tragen zusammen zu etwa 69 % zu den NMVOC-Emissionen bei (Daten von 1998) [UMEG, 1998].

Insgesamt wurde im Jahr 2000 in Baden-Württemberg 70 317 t der für die bodennahe Ozonbildung wichtige Vorläufersubstanzgruppe NMVOC durch die biogenen Quellen freigesetzt.

Die Abbildung 5-4 zeigt die NMVOC-Emissionen der Biogenen Quellen in Baden-Württemberg im Jahr 2000.

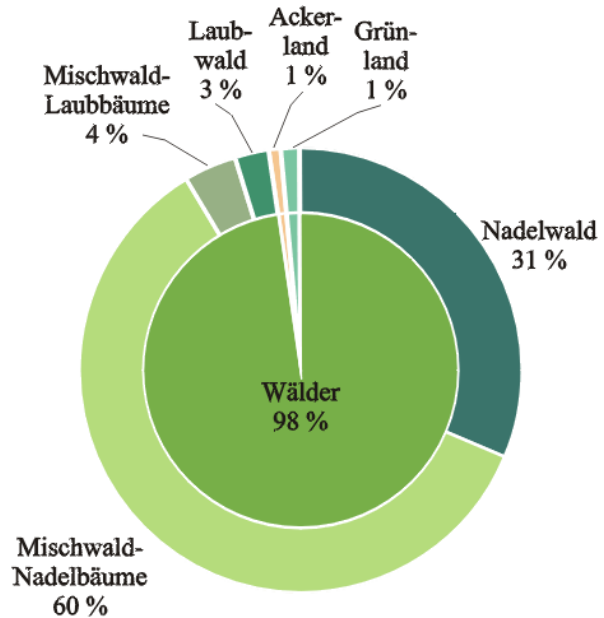


Abbildung 5-4
NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 2000

Bei den Biogenen Quellen dominieren die Emissionen aus den Wäldern die NMVOC-Emissionen sehr deutlich. Die Emissionen aus dem Ackerland und dem Grünland (also der Landwirtschaft) mit einem Anteil von zusammen etwa 2 % an dem Landeswert sind hingegen vernachlässigbar.

5.5 Entwicklung der Emissionen

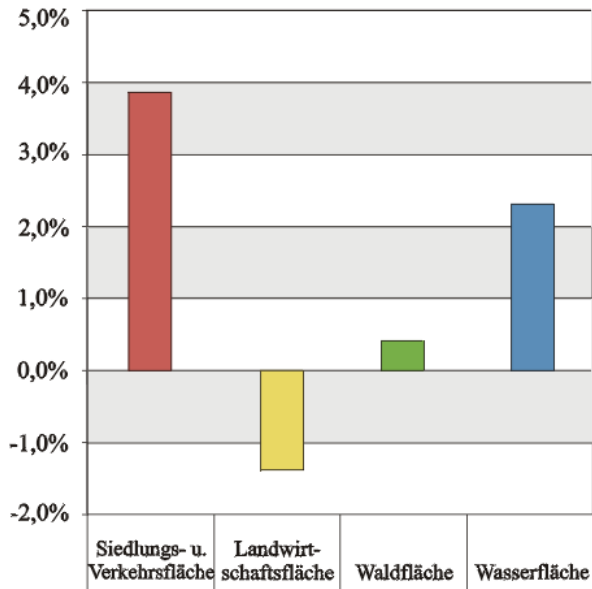
Die der Erhebung der biogenen Quellen zugrundeliegenden Daten, die sich vor allem aus der Bodennutzung in den Stadt- und Landkreisen und den Tierzahlen zusammensetzen, weisen zum Teil erhebliche Veränderungen auf. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass sich die Erhebungen für die Jahre 1998 und 2000 auf neuen Basisdaten, einer Landnutzungshaupterhebung im Jahr 1997 mit Stichtag 31.12.1997 sowie für das Jahr 2001 mit Stichtag 31.12.2001 beziehen.

Die Daten zum landesweiten Emissionskataster 1995 bezogen sich auf ältere Satellitendaten, bei deren Erhebung durch die Fernerkundung lediglich 16 Boden-

nutzungsklassen unterschieden werden konnten, während die Landnutzungsenerhebung 1997 und 2001 die Bodenfläche in 50 Kategorien einteilt und damit eine sehr viel detailliertere Berechnung möglich war.

In Abbildung 5-5 sind die Veränderungen der Bodennutzung in Baden-Württemberg von 1997 bis 2001 dargestellt.

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nahm zwischen 1997 und 2001 kontinuierlich um fast 4 % bezogen auf 1997 zu, gleichzeitig reduzierte sich die Landwirtschaftsfläche um etwa 1,5 %. Die Waldflächen nahmen im gleichen Zeitraum um etwa 0,4 %, die Wasserflächen um 2,3 % zu, jedoch ist der absolute Anteil dieser letztgenannten Bodennutzungskategorie vergleichsweise gering.



Veränderung der Bodennutzung von 1997 bis 2001
Basisjahr 1997 = 0 %

Abbildung 5-5

Veränderung der Bodennutzung in Baden-Württemberg von 1997 bis 2001

Bei den den Emissionskatastern zugrundeliegenden Tierzahlen ergaben sich im Einzelfall deutliche erhebungsbedingte Unterschiede, da die Basisdaten seit 1998 einer anderen Zählmethodik unterliegen (vgl. Kapitel 4.4).

In Abbildung 5-6 sind die Veränderungen in den ausgewiesenen Tierzahlen zwischen 1994 und 2001, wie sie für die Erhebungen in den Emissionskatastern 1995, 1998 und 2000 benutzt wurden, dargestellt.

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg führte in den Jahren 1993, 1995 und 1997 repräsentative Nutzviehzählungen (Hochrechnungen gestützt auf den Zählungen in ausgesuchten Gebieten) jeweils mit Stichtag 3. Dezember durch; im Jahr 1998 erfolgte die repräsentative Zählung mit Stichtag 3. November. In den Jahren 1994 und 1996 erfolgte eine allgemeine Erhebung (Totalerhebung) mit Stichtag 3. November.

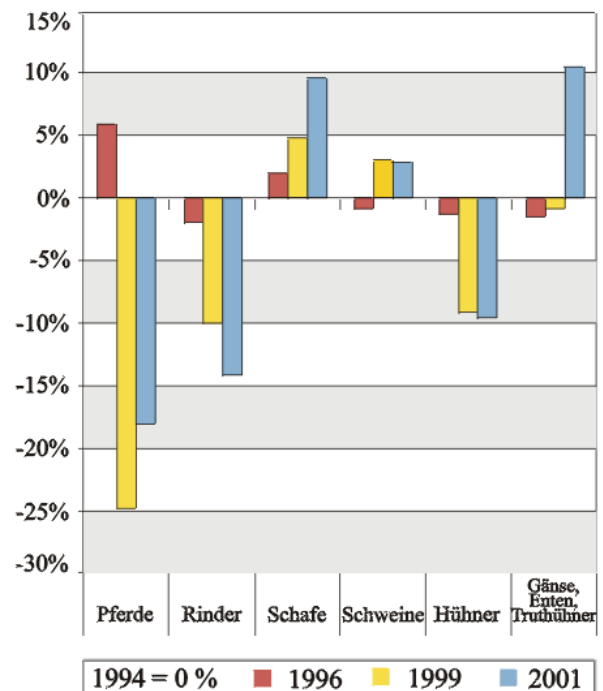


Abbildung 5-6

Veränderung der Viehbestände in Baden-Württemberg seit 1994

Danach wurde die Erfassungsmethodik und die Erfassungszeiträume/Stichtage für die Viehzählungen durch das Statistische Landesamt Baden-Württemberg umgestellt [StaLA, 1998]. Die Stichtage wurden auf den 3. Mai gelegt, allgemeine Erhebungen (Totalerhebungen) erfolgten in den Jahren 1999, 2001 ff, repräsentative Erhebungen (Hochrechnungen gestützt auf ausgesuchte Gebiete) in den Jahren 2000, 2002 etc. Durch Anhebung der Erfassungsgrenze sowie methodische Veränderungen sind die Angaben ab 1999 mit denen der Vorjahre nur eingeschränkt vergleichbar. Kleinbetriebe mit landwirtschaftlichen Nutzflächen von weniger als 1 ha ohne Rinder, Pferde, Schafe und Zuchtschweine, weniger als 20 Hühnern und weniger als 20 Stück einer anderen Geflügelart treten in den Statistiken nun nicht mehr auf [StaLA, 2001a] (Kapitel 4.4).

Die Zahl der Pferde ging von 1994 bis 2001 um etwa 18 % zurück, die Zahl der Rinder im gleichen Zeitraum um 14 %. Gleichzeitig erhöhte sich die Zahl der Schafe zwischen 1994 und 2001 um 9 % und die Zahl der Schweine um etwa 3 %. Die registrierte Hühnerzahl sank im gleichen Zeitraum um 10 %, während gleichzeitig die Zahl der Gänse, Enten und vor allem die der Truthühner um zusammen etwa 11 % zunahm. In den folgenden Tabellen sind die Luftschadstoff-Emissionen der Biogenen Quellen in Baden-Württemberg für die Jahre 1994, 1996, 1998 und 2000 dargestellt.

Durch die Änderungen in den Berechnungsgrundlagen war es im Rahmen der Vergleichbarkeit der Daten als Zeitreihe erforderlich, teilweise die Emissionswerte für das Bezugsjahr 1998 im Vergleich zum Bericht [UMEG, 1998] zu revidieren und die Daten für 1994 und 1996 unabhängig von den Ergebnissen im Luftschadstoff-Emissionskataster 1995 [UMEG, 1995] auf der Basis der Methodiken, die für die Erhebungen im Jahre 2000 herangezogen wurden, neu zu berechnen. Ein direkter Vergleich der in den älteren Katastern 1998 [UMEG, 1998] und vor allem 1995 [UMEG, 1995] erhobenen Daten zu den Ergebnissen im Jahr 2000 ist deshalb nicht zulässig.

Ammoniak

In Tabelle 5-1 (Seite 50) sind die Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 1994, 1996, 1998 und 2000 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Mit einem Anteil von 93 % werden die Ammoniak-Emissionen der Biogenen Quellen fast ausschließlich vom Bereich Landwirtschaft und Tierzucht bestimmt. Die Rinderhaltung zeigt sich bei näherer Betrachtung als Hauptverursacher für die Ammoniak-Emissionen. Diese Tierart trägt allein zu etwa 58 % der Ammoniak-Freisetzungen aus den Biogenen Quellen bei. Neben der Rindermast sind zudem die Schweine- und Hühnerhaltung für die Emissionen maßgebend verantwortlich. Die Ausbringung mineralischer stickstoffhaltiger Düngemittel trägt nur zu rund 7 % zu den biogenen Ammoniakemissionen bei.

Die Ammoniak-Emissionen verringerten sich zwischen 1994 und 2000 um etwa 26 %. In diesem Zeitraum wurden die Rückgänge vor allem durch den Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft und hier im Wesentlichen durch die Verringerung der Rindertierzahlen zwischen 1994 und 2000 um etwa 14 % verursacht. Durch eine Anpassung der Abgrenzung des Bereichs naturbelassene Böden zum Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft sind die Daten aus dem UMEG-Bericht 1998 [UMEG, 1998] nur eingeschränkt mit den Zahlen für das Basisjahr 2000 vergleichbar.

Durch eine Nachberechnung der Daten für 1998 wurden die Unterschiede in der Abgrenzung einzelner Emittentenbereiche im Sinne einer besseren Vergleichbarkeit der verschiedenen Basisjahre vereinheitlicht.

Methan

In Tabelle 5-2 (Seite 50) sind die Methan-Emissionen der Biogenen Quellen in Baden-Württemberg 1994, 1996, 1998 und 2000 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Bei den Biogenen Quellen werden (wie beim Ammoniak auch) die Methan-Emissionen hauptsächlich durch den Bereich Nutztierhaltung/Landwirtschaft verursacht. Dieser Bereich zeigt sich für 94 % der Methanemissionen der Biogenen Quellen verantwortlich. Allein die Rinderhaltung bewirkt dabei eine Emission von fast 94 000 t Methan entsprechend etwa 79 % der Gesamtemissionen der Quellengruppe Biogene Quellen.

Durch den deutlichen Rückgang der Tierzahlen gingen die Methan-Emissionen zwischen 1994 und 2000 um etwa 11 % zurück. Da die Rinder als Wiederkäuer durch die Fermentation den Löwenanteil zu den biogenen Methanemissionen beisteuern, folgte der Trend in der Methan-Gesamtemission der Biogenen Quellen zwischen 1994 und 2000 direkt der Reduktion des Rinderbestandes im Betrachtungszeitraum.

Distickstoffoxid

In Tabelle 5-3 (Seite 50) sind die Distickstoffoxid-(Lachgas-) Emissionen in Baden-Württemberg 1994, 1996, 1998 und 2000 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Auch bei den Distickstoffoxid-Emissionen dominiert der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft maßgeblich die Emissionen. Etwa 93 % der Distickstoffoxid-Emissionen der Biogenen Quellen werden durch diesen Bereich verursacht. Die direkten Emissionen aus dem Ackerland, verursacht durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und mineralischen Stickstoffdüngemitteln, betragen etwa 36 % der gesamten Distickstoffoxid-Emissionen des Bereiches Nutztierhaltung und Landwirtschaft. Berücksichtigt man die Distickstoffoxid-Emissionen durch die Mineralisation des organisch gebundenen Stickstoffes aus vorangegangener Düngung, erhöht sich der Anteil des Ackerlandes auf 47 % der gesamten N_2O -Emissionen der Quellengruppe Biogene Quellen.

Die in den Emissionskatastern ausgewiesenen Distickstoffoxid-Emissionen verringerten sich zwischen 1994 und 2000 nur um etwa 6 %.

Eine Reduktion der Tierzahlen macht sich bei diesem Schadstoff nicht unmittelbar bemerkbar, da die direkten N_2O -Emissionen aus der Tierhaltung selbst nur einen Anteil von etwa 15 % an den Distickstoffoxid-Emissionen aus dem Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft innehaben.

Damit sind beim Distickstoffoxid auch die Einflüsse der geänderten Agrarstatistiken nur von untergeordneter Bedeutung. Einen wesentlich größeren Einfluss auf die N_2O -Emissionen haben die Stickstoffeinträge in die Böden des Landes Baden-Württemberg. Dazu gehören unter anderem der Einsatz von Wirtschaftsdüngemitteln (Fest- und Flüssigmist) und Mineraldüngern, der Eintrag von atmosphärischen Stickstoffverbindungen, die Einträge von Stickstoff aus Ernterückständen oder auch die Mineralisation (Freisetzung) von organisch gebundenem Stickstoff aus vorangegangenem Düngereinsatz. In diesen Bereichen sind im Zeitraum von 1994 bis 2000 nur langsame Verschiebungen in den Stickstoffkreisläufen zu erkennen; dementsprechend sind die Minderungen bei den N_2O -Emissionen nur gering.

Die Distickstoffoxid-Emissionen aus der Netto-Mineralisation in den Böden werden zu ca. 90 % durch Stickstoffumsetzungen in den Böden (Mineralisation, Nitrifikation, Denitrifikation, Nitratammonifikation) aus zeitlich oft Jahre zurückliegender Stickstoffdüngung, durch atmosphärische N-Einträge (NO/NO_2 aus der Verbrennung fossiler Energieträger etc.) sowie durch den Stickstoff in Ernterückständen und in der organischen Bodensubstanz verursacht. Diese Hintergrundemission kann so stark ausgeprägt sein, dass die N_2O -Emissionen aus der aktuellen Düngung im Bezugsjahr dagegen von untergeordneter Bedeutung ist [BNLA, 2000]. Kurzfristige Änderungen der Düngepraxis oder Schwankungen bei den Tierzahlen wirken sich demnach direkt nur wenig auf die Distickstoffoxid-Emissionen aus.

Im Vergleich zu den Angaben im Luftschadstoff-Emissionskataster 1998 [UMEG, 1998] sind die deutlichen Unterschiede bei den ausgewiesenen Distickstoffoxid-Emissionen der Biogenen Quellen bei den revidierten Werten für 1998 in Tabelle 5-3 (vor allem im Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft) auf differenziertere Landnutzungsdaten und vor allem auf die Einarbeitung neuer Erkenntnisse zur Problematik der Distickstoffoxid-Emissionen aus stickstoffgedüngten Böden (N-Einträge aus Mineral- und Wirtschaftsdüngern sowie Berücksichtigung zusätzlicher atmosphärischer Stickstoffoxid-Einträge) zurückzuführen.

Die scheinbare Zunahme der Distickstoffoxid-Emissionen beim Vergleich der Emissionswerte der beiden Erhebungen für 1998 in [UMEG, 1998] und für 2000 spiegelt deshalb nicht den tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Lachgasfreisetzung wider. Auch die hohen Distickstoffoxid-Emissionen aus der Netto-Mineralisation des Stickstoffes in gedüngten Böden (langsamer Abbau des organisch gebundenen Stickstoffes aus jahrelanger Fest- oder Flüssigmistdüngung) wurden in den früheren Erhebungen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt [BNLA, 2000], [BNLA, 2002].

Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe NMVOC

In Tabelle 5-4 (Seite 50) sind die Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff-Emissionen in Baden-Württemberg 1994, 1996, 1998 und 2000 differenziert nach den einzelnen Quellengruppen dargestellt.

Das Emissionsniveau der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe NMVOC im Bereich der Biogenen Quellen wird ausschließlich durch die Vegetation bestimmt. Untersucht man die Beiträge der einzelnen Vegetationsarten an den Emissionen im Detail, so weisen die Nadelwälder zusammen mit den Nadelbäumen der Mischwälder einen Anteil von zusammen etwa 91 % an den NMVOC-Emissionen der Biogenen Quellen auf. Die Wälder zeigen darüber hinaus auch einen sehr ausgeprägten tages- und jahreszeitlichen Verlauf der NMVOC-Freisetzung mit deutlichen Emissionsspitzen zur Mittagszeit im Hochsommer.

Zwischen 1994 und 2000 erhöhten sich bei den nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen NMVOC die Jahresemissionen um etwa 3 %. Dies liegt an dem im Vergleich zu 1994 und vor allem zum Jahr 1996 relativ warmen Jahr 2000 mit dadurch bedingt deutlich erhöhten NMVOC-Freisetzungen des Bereichs Vegetation.

Die Veränderungen in der Bodennutzung (Verringerung der Landwirtschaftsfläche, Ausweitung der bewaldeten Flächen) zeigen demgegenüber nur einen geringen Einfluss auf die Entwicklung der NMVOC-Emissionen in diesem Zeitabschnitt.

Tabelle 5-1 Entwicklung der Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg

NH₃	Nutztierhaltung und Landwirtschaft	Naturbelassene Böden	Wildtiere	Vegetation	Menschlicher Stoffwechsel/ Abwasserkanäle	Gewässer und Feuchtgebiete	Summe
2000	62 154	2 022	95	-	2 556	4	66 831
1998 ¹⁾	67 260	2 045	89	-	2 532	4	71 930
1996	84 461	2 045	100	-	2 520	4	89 130
1994	85 391	2 045	91	-	2 495	4	90 026

- : keine Angabe ¹⁾: revidierte Werte

Tabelle 5-2 Entwicklung der Methan-Emissionen in Baden-Württemberg

CH₄	Nutztierhaltung und Landwirtschaft	Naturbelassene Böden	Wildtiere	Vegetation	Menschlicher Stoffwechsel/ Abwasserkanäle	Gewässer und Feuchtgebiete	Summe
2000	112 353	-	5 126	-	-	2 582	120 061
1998 ¹⁾	116 858	-	5 237	-	-	2 541	124 636
1996	124 654	-	5 451	-	-	2 520	132 625
1994	126 693	-	5 397	-	-	2 473	134 563

- : keine Angabe ¹⁾: revidierte Werte

Tabelle 5-3 Entwicklung der Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg

N₂O	Nutztierhaltung und Landwirtschaft	Naturbelassene Böden	Wildtiere	Vegetation	Menschlicher Stoffwechsel/ Abwasserkanäle	Gewässer und Feuchtgebiete	Summe
2000	26 859	34	-	1 494	-	641	29 028
1998 ¹⁾	27 536	34	-	1 488	-	626	29 684
1996	28 721	34	-	1 488	-	625	30 868
1994	28 786	34	-	1 488	-	614	30 922

- : keine Angabe ¹⁾: revidierte Werte

Tabelle 5-4 Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg

NMVOC	Nutztierhaltung und Landwirtschaft	Naturbelassene Böden	Wildtiere	Vegetation	Menschlicher Stoffwechsel/ Abwasserkanäle	Gewässer und Feuchtgebiete	Summe
2000	-	-	-	70 317	-	-	70 317
1998 ¹⁾	-	-	-	65 543	-	-	65 543
1996	-	-	-	60 607	-	-	60 607
1994	-	-	-	68 060	-	-	68 060

- : keine Angabe

6. EMISSIONEN IN DEN LANDKREISEN UND KREIS-FREIEN STÄDTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2000

In den folgenden Darstellungen werden die Emissionen der einzelnen Quellen in Baden-Württemberg auf der Verwaltungsebene Stadtkreis bzw. Landkreis mit Hilfe von Kreiskarten und die prozentualen Anteile der Einzelquellen in zugeordneten Kreisdiagrammen dargestellt. Die Karten zeigen für die Schadstoffe Ammoniak, Methan, Distickstoffoxid und die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) jeweils die Absolutemissionen sowie die auf die gesamte Bodenfläche bezogenen Emissionsdichten für jeden der 44 Stadt- und Landkreise an.

Der Farbton der Stadt- und Landkreise gibt einerseits die Höhe der Gesamtemissionen für den gesamten Kreis in t pro Jahr an bzw. bei den auf die Bodenfläche bezogenen Darstellungen die Emissionsdichte in den Kreisen in kg pro ha und Jahr an. Die Anteile der einzelnen Quellen an den Gesamtemissionen sind an den zugehörigen Kreisdiagrammen ablesbar.

Die **Karte 6-1** zeigt die Verteilung der **Ammoniak-Emissionen** auf die einzelnen Stadt- und Landkreise an. Im Land Baden-Württemberg wurden im Jahr 2000 von allen untersuchten biogenen Quellen insgesamt 66 832 t Ammoniak freigesetzt. Bei den Biogenen Quellen wird das Ammoniak fast ausschließlich (zu etwa 93 %) der Emittentengruppe Nutztierhaltung und landwirtschaftliche Pflanzenproduktion zugeordnet. Die Hauptmenge des Ammoniaks kommt vor allem aus dem Bereich der Nutztierhaltung und an zweiter Stelle aus der Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern, weshalb auch die Landkreise mit einem hohen Viehbesatz und intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen wie die Landkreise Ravensburg und Biberach im baden-württembergischen Allgäu sowie der Landkreis Alb-Donau-Kreis im

Osten sowie die Landkreise Schwäbisch-Hall und der Ostalbkreis im Nord-Osten von Baden-Württemberg die höchsten Ammoniak-Emissionen aufweisen. In diesen Regionen speziell im Allgäu werden die Emissionen durch die Rinderhaltung dominiert, wie man an den überdurchschnittlich hohen Anteilen der Rinderhaltung (bis zu 84 % der gesamten NH₃-Emissionen im Landkreis Ravensburg) an den dortigen Kreisdiagrammen ablesen kann. Im Landesdurchschnitt hat die Rinderhaltung einen Anteil von etwa 57 % an den gesamten Ammoniak-Emissionen aller in diesem Kataster betrachteten Quellen. In den Landkreisen Schwäbisch-Hall und im Hohenlohekreis sind es neben der Rinderhaltung vor allem die Schweinezucht, die in diesen Regionen mit 46 bzw. sogar 49 % Anteil einen erheblichen Beitrag zu den Ammoniak-Emissionen beisteuert.

Ein weiterer wichtiger Eintragspfad für Ammoniak in die Atmosphäre stellt die Ausbringung von mineralischen Stickstoffdüngern auf die landwirtschaftliche Nutzfläche dar. Im Landesdurchschnitt weist diese Quelle einen Anteil von 7 % an den Ammoniakemissionen auf. In einzelnen Landkreisen wie in Karlsruhe und Rastatt und im Stadt- und im Landkreis Heilbronn ist diese Quellengruppe mit Anteilen von über 25 % einer der Hauptverursacher der Ammoniak-Emissionen, wobei dies jedoch letztlich durch die untergeordnete Rolle der Nutztierhaltung in diesen Regionen bedingt ist.

In den dicht bevölkerten Stadtkreisen von Baden-Württemberg treten zwar die Emissionen aus der Nutztierhaltung und der Landwirtschaft ob des geringen Viehbesatzes und der relativ kleinen Anteile der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den Hintergrund, jedoch sind demgegenüber in diesen Regionen die

Ammoniak-Emissionen zu einem großen Teil durch die Freisetzungen in den Abwasserkanälen und Kanalisationen (Sammelleitungen) bestimmt. Im Stadtkreis Stuttgart etwa hat die Quelle Bevölkerung einen Anteil von fast 67 % an den gesamten Ammoniak-Emissionen der biogenen Quellen.

In der **Karte 6-2** wurden die Ammoniak-Emissionen in den Landkreisen und kreisfreien Städten auf die jeweilige Gesamtbodenfläche der Kreise bezogen. Man erhält mit dieser Art der Darstellung eine Ammoniak-Emissionsdichtekarte, wobei jedoch nur die Werte in den einzelnen Stadt- und Landkreisen differieren, die prozentualen Anteile der Einzelmitteln innerhalb des Stadt- und Landkreises bleiben in dieser Art der Darstellung gleich wie bei der Karte 6-1 mit den absoluten Emissionswerten.

Die durchschnittliche Ammoniak-Emissionsdichte in Baden-Württemberg im Jahr 2000 beträgt etwa 18,7 kg NH₃ pro Hektar Gesamtbodenfläche, die höchsten Emissionsdichten wurden mit etwa 40,3 kg NH₃ pro ha Gesamtfläche und Jahr für den Landkreis Ravensburg bestimmt.

Da die Ammoniak-Emissionen vom Sektor Landwirtschaft dominiert wird, unterscheidet sich die auf die Bodenfläche bezogene Karte 6-2 nur unwesentlich von der Karte 6-1 mit den absoluten Emissionen pro Landkreis bzw. pro kreisfreier Stadt. Die Kreise mit vermehrter Rinderhaltung oder mit großen Anteilen landwirtschaftlicher Nutzfläche an der Gesamtbodenfläche treten hier ebenso deutlich hervor wie die Stadtkreise "mangels" Nutztieren in den Hintergrund treten.

In **Karte 6-3** sind die **Methanemissionen** in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs dargestellt.

Im Jahr 2000 wurde in Baden-Württemberg von den untersuchten biogenen Einzelquellen insgesamt 120061 t Methan freigesetzt. Die höchsten Emissionswerte findet man wie beim Ammoniak in den Landkreisen Ravensburg und Biberach im Süd-Osten, im Landkreis Alb-Donau-Kreis und in den Landkreisen Schwäbisch-Hall und Ostalbkreis. Diese Gebiete

zeichnen sich wie schon bei den Ammoniak-Emissionen ausgeführt durch einen hohen Nutztierbesatz aus.

Die **Karte 6-4** zeigt die Emissionsdichte an Methan in bezug auf die Gesamtbodenfläche in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2000.

Die Methan-Emissionen werden ähnlich wie die Ammoniak-Emissionen durch die Nutztierhaltung bestimmt. Das Verteilungsmuster zwischen den Landkreisen bei den Methan-Emissionen spiegelt in Etwa auch das Muster in Karte 6-2 für die Ammoniak-Emissionen wider. Auch beim Methan erweist sich die Rinderhaltung als die potenteste biogene Quelle mit einem Anteil von über 78 % an den gesamten CH₄-Emissionen. Beim Ammoniak weist dies Tierart demgegenüber "nur" einen Anteil von etwa 57 % an den gesamten NH₃-Emissionen der Biogenen Quellen auf. Die Methan-Emissionsdichte im Landesdurchschnitt verursacht durch die biogenen Quellen betrug im Jahr 2000 etwa 33,6 kg CH₄ pro Hektar Gesamtbodenfläche.

Die Kreise mit hohem Rinderbesatz wie die Landkreise Ravensburg, Biberach, Göppingen und der Ostalbkreis treten hier deutlich in den Vordergrund. Hier werden Emissionsdichten von 49 bis hin zu 93 kg CH₄ pro Hektar Gesamtbodenfläche und Jahr ausgewiesen. Auch im Landkreis Schwäbisch-Hall und im Ostalbkreis sind höhere Emissionsdichten von mehr als 49 kg CH₄/(ha*a) berechnet, jedoch treten in diesen Regionen auch die Auswirkungen einer intensiveren Schweinezucht mit Anteilen von 25 - 27 % an den CH₄-Emissionsdichten deutlich zu Tage.

Die anderen Tierarten tragen zu den Methan-Emissionen kaum bei, da Methan hauptsächlich bei Wiederkäuern (also v.a. bei den Rindern) durch die direkte Fermentation des Futters gebildet wird. Der Methanverlust aus der Exkrementzersetzung, der sich demgegenüber bei allen Tierarten beobachten lässt, ist nur zu einem geringen Teil an den Methan-Emissionen der Nutztierhaltung beteiligt.

Lediglich in den Stadtkreisen Freiburg, Pforzheim und Baden-Baden ist die Schaf- und Ziegenhaltung, im Stadtkreis Mannheim die Pferdehaltung und im

Stadtkreis Heilbronn die Geflügelhaltung mit einem größeren Anteil an den CH_4 -Emissionen aus der Nutztierhaltung beteiligt, wobei jedoch die Emissionsdichte in diesen Regionen mit weniger als 10 kg CH_4 pro Hektar Gesamtfläche im Jahr 2000 nur etwa 10 % des Höchstwertes und nur etwa 1/3 des Landesdurchschnitts aufweist.

Die **Distickstoffoxid-** (oder Lachgas-) Emissionen aller bekannten Quellengruppen in Baden-Württemberg werden wie die Ammoniak-Emissionen (mit 94 % Anteil) auch zum überwiegenden Teil (beim N_2O mit 82 %) von der Quellengruppe Biogene Quellen verursacht (Daten von 1998) [UMEG, 1998]. Innerhalb dieser Quellengruppe ist es vor allem der Bereich Nutztierhaltung und Landwirtschaft, der im Jahr 2000 zu fast 93% zu den Distickstoffoxid-Emissionen der biogenen Quellen in Baden-Württemberg beiträgt. In **Karte 6-5** sind die Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg für das Jahr 2000 dargestellt. Wie bei den Ammoniak- und bei den Methan-Emissionen zeigen auch beim N_2O die Stadt- und Landkreise mit einem hohen Viehbesatz und vornehmlich landwirtschaftlich geprägtem Charakter die höchsten Verlustraten. Insgesamt lagen die Distickstoffoxid-Emissionen der betrachteten biogenen Quellen in Baden-Württemberg bei $29\,028 \text{ t N}_2\text{O}$ im Jahr 2000.

Die Nutztiere per se tragen beim N_2O nur zu etwa 14 % zu den Gesamtemissionen der biogenen Quellen bei. Der Löwenanteil der N_2O -Emissionen wird durch die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion, vor allem durch die Düngung mit Mineraldüngern und Wirtschaftsdüngern (Festmist, Flüssigmist) auf den Acker- und Grünlandflächen verursacht. Auch die Freisetzung von Distickstoffoxid aus (Brach-)Flächen nach vorangegangener jahre- oder jahrzehntelanger Düngung durch die langsame Mineralisation des organisch gebundenen Stickstoffs trägt zu einem erheblichen Teil zu den N_2O -Emissionen bei.

Die Landkreise mit dem höchsten Viehbesatz wie Ravensburg, Biberach, Alb-Donau-Kreis, Ostalbkreis und der Landkreis Schwäbisch-Hall sind zwar über

die Wirtschaftsdüngerausbringung (Fest- und Flüssigmist) bei den Kreisen mit den höchsten N_2O -Emissionen mit dabei, jedoch zusätzlich treten auch die Landkreise mit einer intensiven Bodenbewirtschaftung wie der Ortenaukreis oder der Main-Tauber-Kreis aus dem Kollektiv deutlich hervor.

Karte 6-6 relativiert die Emissionen durch Bezug auf die Gesamtbodenfläche und zeigt wie schon bei den Ammoniak- und bei den Methanemissionen die höchsten Emissionsdichten von bis zu $11,5 \text{ kg N}_2\text{O}$ pro Hektar Gesamtfläche und Jahr in den Landkreisen Ravensburg, Biberach, im Alb-Donau-Kreis und im Landkreis Schwäbisch-Hall. Im Landesdurchschnitt werden etwa $8 \text{ kg N}_2\text{O}$ pro Hektar Gesamtfläche und Jahr aus den biogenen Quellen freigesetzt.

Gegenüber Karte 6-5 fallen die Landkreise Main-Tauber-Kreis mit $9,4 \text{ kg N}_2\text{O}$ und vor allem der Ortenaukreis mit nur $6,8 \text{ kg N}_2\text{O}$ pro Hektar und Jahr ob der relativ großen Gesamtbodenfläche aus den Kategorien mit den höchsten Emissionsdichten heraus. Der Hohenlohekreis schließt demgegenüber mit $10,4 \text{ kg N}_2\text{O}$ pro Hektar Gesamtbodenfläche und Jahr zur Kategorie mit den höchsten Emissionsdichten auf.

Betrachtet man sich die Verteilung der N_2O -Emissionen auf die einzelnen Quellengruppen in den Landkreisen, so zeigen sich bei diesem Schadstoff im Vergleich zu den eher ähnlichen Verhältnissen beim NH_3 oder beim CH_4 im Kreisvergleich beim Distickstoffoxid erhebliche Unterschiede. Im Landkreis Ravensburg mit einer Dichte von $11,5 \text{ kg N}_2\text{O}$ pro Hektar Gesamtbodenfläche und Jahr weist die N_2O -Emission aus der Nutztierhaltung (Stallhaltung, Lagerung des Fest/Flüssigmist, Weidebetrieb) mit etwa 23 % Anteil einen deutlichen Beitrag auf, die höchsten Beiträge liefert jedoch der Grünlandbereich mit etwa 51 % Anteil an den Biogenen Quellen, während das Ackerland nur zu etwa 18 % an den Gesamtemissionen beteiligt ist. Im benachbarten Landkreis Biberach mit ähnlicher Emissionsdichte ($11,0 \text{ kg N}_2\text{O/ha}^*\text{a}$) ist demgegenüber das Ackerland mit einem Anteil von fast 45 % an den Gesamtemissionen die dominierende Quelle,

während das Grünland nur etwa 29 % Anteil aufweist. Die gedüngten Ackerflächen weisen in den Landkreisen Main-Tauber, Karlsruhe und Rhein-Neckar sowie im Stadt- und Landkreis Heilbronn mit Anteilen von 65 % bis 70 % die höchsten Beiträge auf. Grünlandbeeinflusst sind die N₂O-Emissionen neben dem Landkreis Ravensburg auch im Landkreis Lörrach, im Schwarzwald-Baar-Kreis und im Zollernalbkreis mit Anteilen von 45 % bis 52 %.

Die Stadtkreise zeigen im Gegensatz zu den Landkreisen bei den Emissionen aus den sonstigen Nutzflächen höhere Anteile von 21 bis zu 51 %. Der Stadtkreis Stuttgart weist mit 51 % den höchsten Anteil der Quellengruppe "Sonstige Nutzflächen" auf. 32 % kommen dabei aus dem Gartenland (Parks, Gärten, sonstige gedüngte Böden). Im Stadtkreis Freiburg im Breisgau hat die Quellengruppe Sonstige Nutzflächen einen Anteil von 36 %. Die in dieser Quellengruppe auch enthaltenen Rebflächen haben im Stadtkreis Freiburg einen Anteil von 14 % an den N₂O-Emissionen der biogenen Quellen.

Die Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) in Baden-Württemberg im Jahre 2000 zeigt **Karte 6-7**.

Die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Biogene Quellen werden zum überwiegenden Teil von den Wäldern und hier mit Abstand von den Nadelwäldern emittiert. Die Emissionen der Vegetation (Wälder, Ackerland, Grünland etc.) weisen einen ausgesprochenen Tages- und Jahresgang auf. Während die NMVOC-Emissionen im Winter (nur Nadelbäume) oder auch in den Nachtstunden nur gering sind, steigen die Emissionen mit steigender Temperatur und intensiverem Sonnenlicht exponentiell an, was vor allem im Hochsommer zu erhöhten Ozonwerten führen kann, da die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe als Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung in der unteren Atmosphäre wirken. Emissionsmindernde Maßnahmen lassen sich gerade in diesem Bereich jedoch nicht implementieren.

Auch andere Quellen wie der Verkehr, die Industrie und das Gewerbe, die Feuerungsanlagen in den Haus-

halten und bei den Kleinverbrauchern und auch diverse sonstige Quellen zeigen beim den NMVOC größere Emissionspotentiale. Die Quellengruppe Biogene Quellen hatte im Jahr 1998 einen Anteil von 31 % an den Gesamt-NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg inne [UMEG, 1998].

Die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Biogene Quellen beliefen sich im Jahr 2000 in Baden-Württemberg auf insgesamt 70 317 t. Die höchsten NMVOC-Emissionen wiesen die Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald, der Ortenaukreis und der Landkreis Freudenstadt mit ihren ausgedehnten Nadelwäldern auf. Die Emissionen summieren sich in diesen Regionen auf 3000 bis 4700 t NMVOC pro Landkreis im Jahr 2000. Die Stadtkreise finden sich ob ihrer geringeren Gemarkungsfläche und der höheren Anteile der (versiegelten) Verkehrs-, Gebäude- und Betriebsflächen am unteren Ende der Skala mit Werten von 50 bis 414 t NMVOC wieder. Die Landkreise Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg, Tübingen und der Hohenlohekreis sind ebenfalls durch geringere Wald- bzw. Nadelbaumanteile in der Kategorie mit den niedrigsten NMVOC-Emissionen eingestuft.

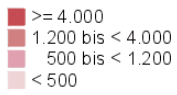
In **Karte 6-8** sind die NMVOC-Emissionsdichten für die Stadt- und Landkreise dargestellt. Bei dieser Art der Darstellung ergeben sich große Unterschiede in der Zuordnung der Stadt- und Landkreise zu den vier Wertebereichen.

Der Mittelwert für die NMVOC-Emissionen aus der Vegetation für das ganze Land Baden-Württemberg im Jahre 2000 beträgt etwa 19,7 kg NMVOC pro Hektar Gesamtbodenfläche. Die Regionen mit den höchsten Emissionsdichten sind die Landkreise Freudenstadt mit 36,7 kg, der Landkreis Calw mit 34,5 kg, der Stadtkreis Pforzheim mit 27,9 kg und der Stadtkreis Baden-Baden mit 29,6 kg NMVOC pro Hektar Gesamtbodenfläche und Jahr. In diesen Regionen weisen die Emissionen aus den Nadelwäldern und aus den Nadelbäumen der Mischwälder Anteile von 93 % bis 99 % an den NMVOC-Gesamtemissionen der hier betrachteten Biogenen Quellen auf.

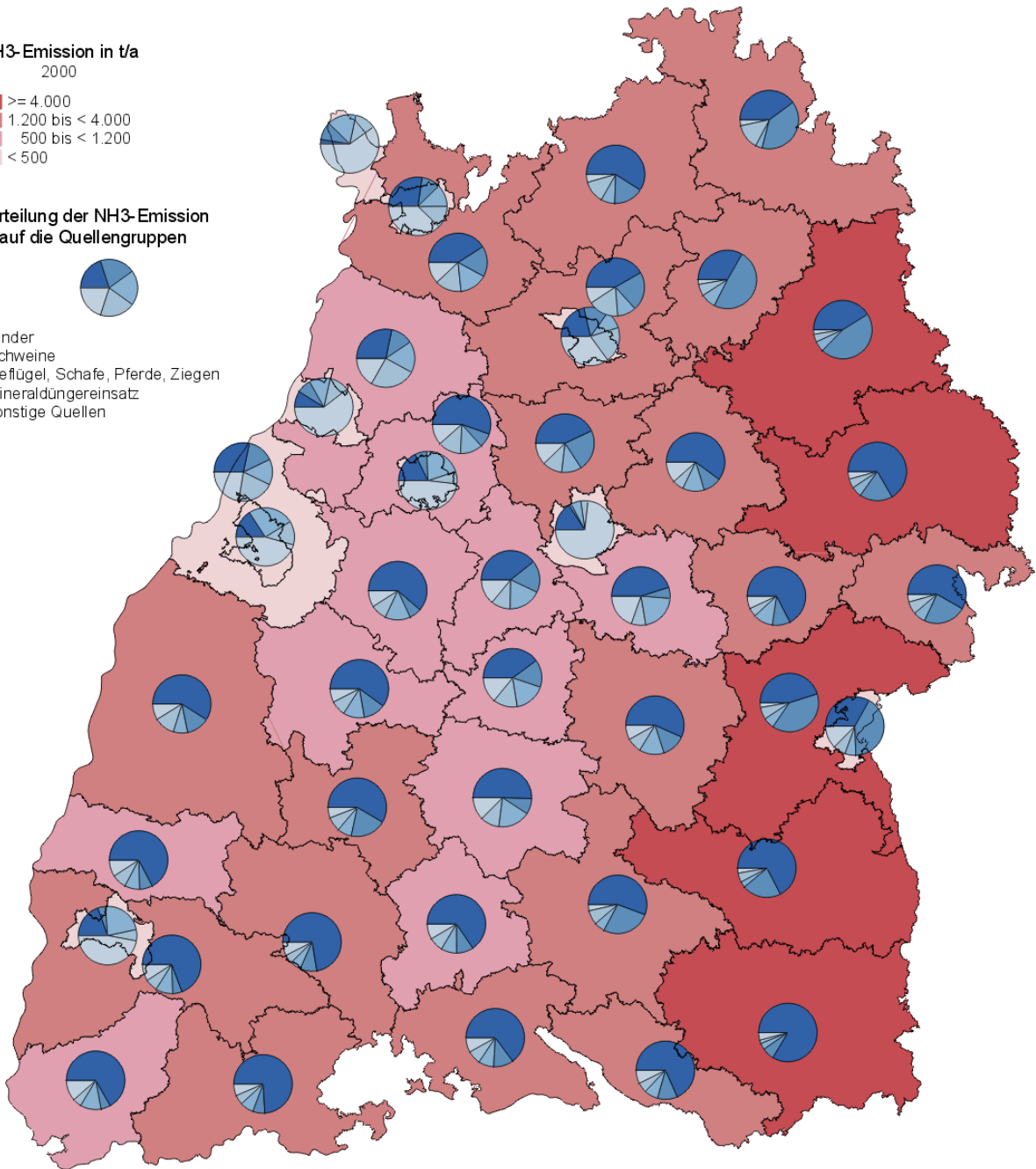
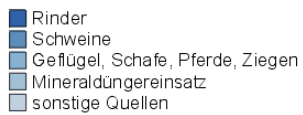
Da die NMVOC-Emissionen der Vegetation stark temperaturabhängig sind, weisen die Hochlagen des Schwarzwaldes trotz sehr hoher Nadelwaldanteile an den Gesamtbodenflächen nicht die höchsten Emissionsdichten im Land auf.

Gebiete mit geringem Nadelbaumbestand oder auch Stadt- und Landkreise in kühleren Regionen Baden-Württembergs finden sich in den Kategorien mit den niedrigsten Emissionsdichten. Die Landkreise Hohenlohe, Ludwigsburg, Esslingen, Göppingen, Reutlingen und der Alb-Donau-Kreis sowie die Stadtkreise Ulm, Stuttgart und Heilbronn weisen bei Emissionsdichten von weniger als 14 kg NMVOC pro Hektar Gesamtbodenfläche pro Jahr höhere Laubwaldanteile an den NMVOC-Emissionen auf. Die Laubwälder des Stadtkreises Heilbronn haben mit 41 % Anteil an den NMVOC-Emissionen den landesweit mit Abstand höchsten Wert, gefolgt vom Landkreis Esslingen mit 20 % und dem Hohenlohekreis mit 19 %.

NH₃-Emission in t/a
2000

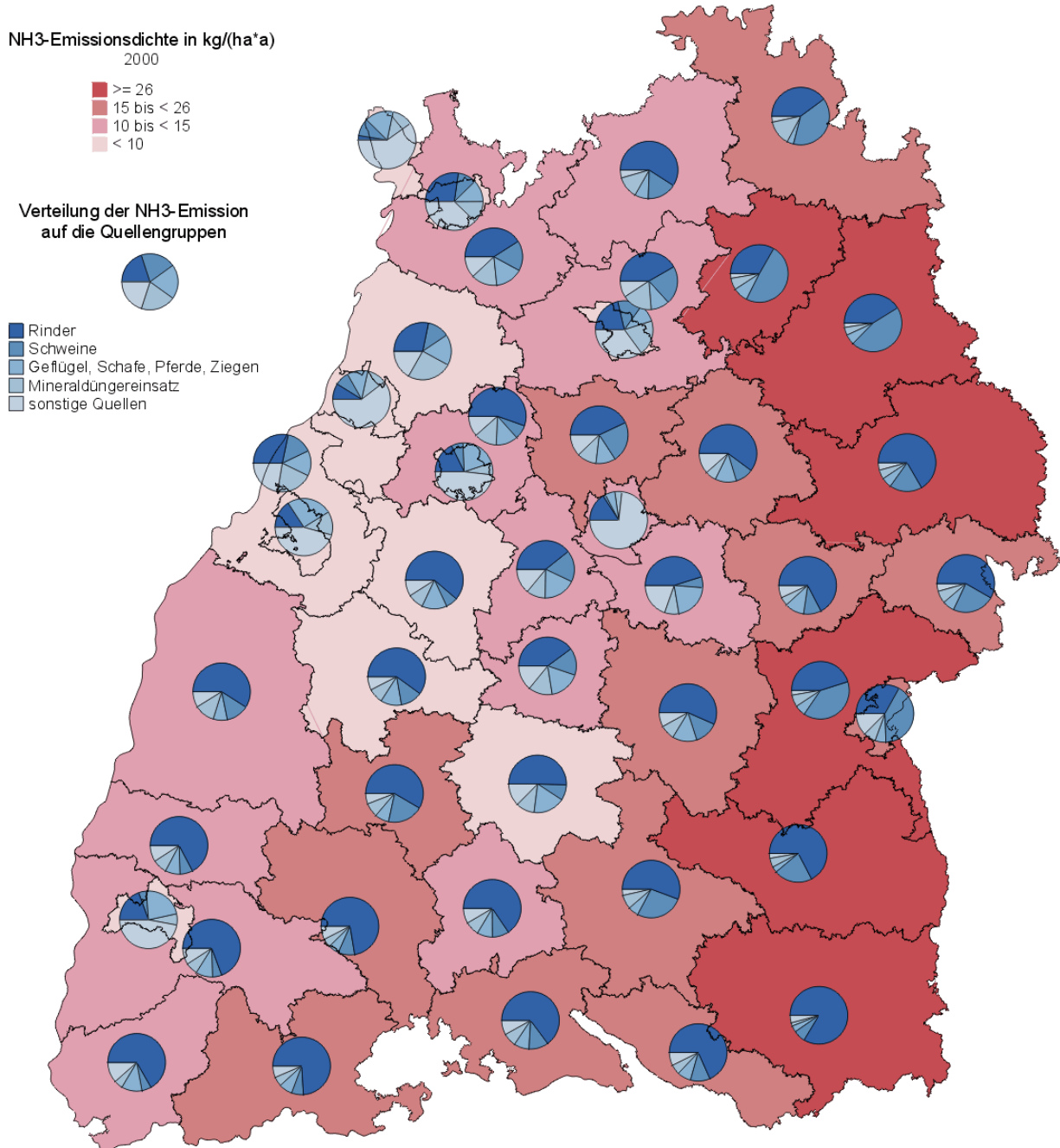


Verteilung der NH₃-Emission
auf die Quellengruppen



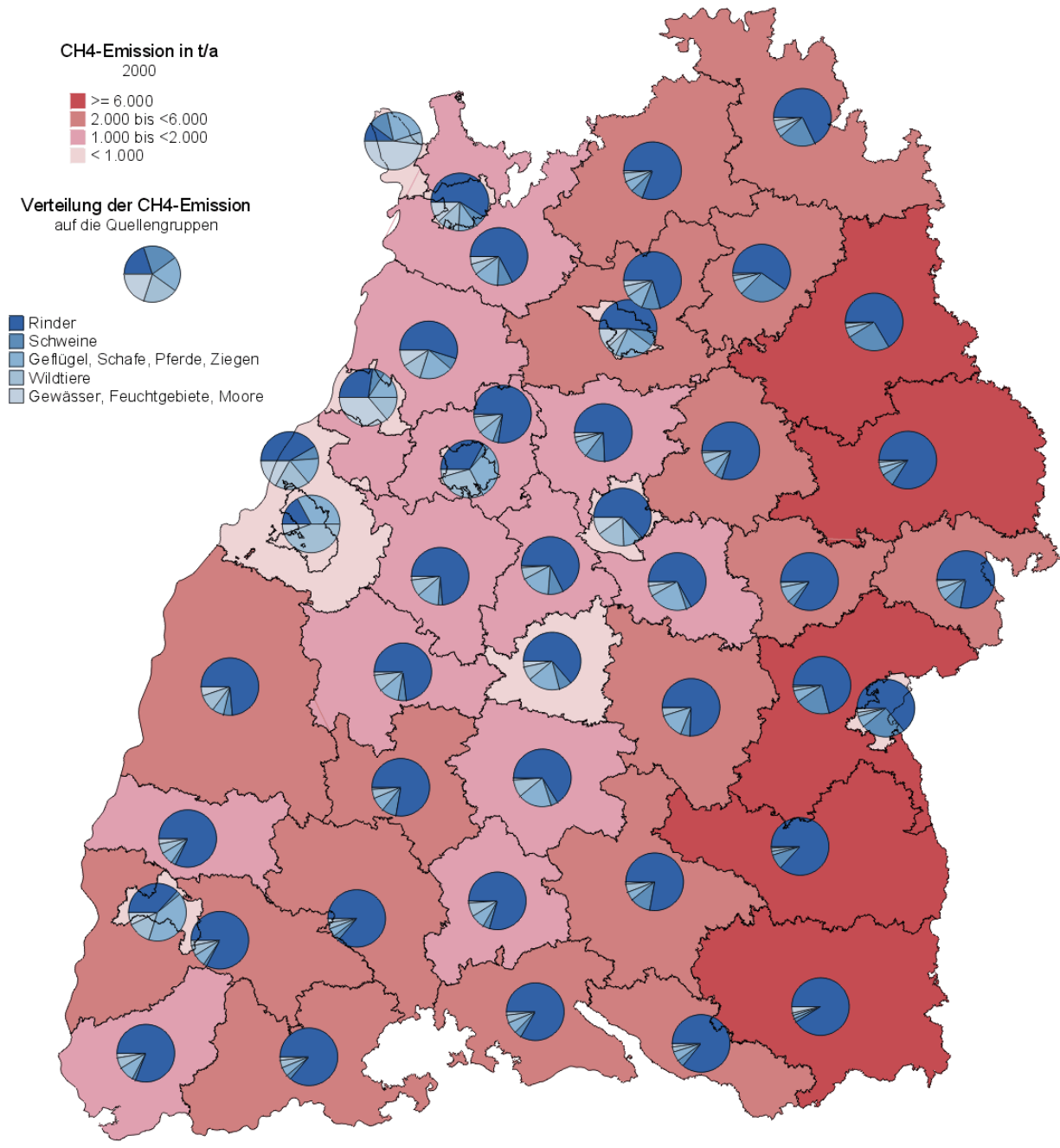
Karte 6-1

Verteilung der Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000



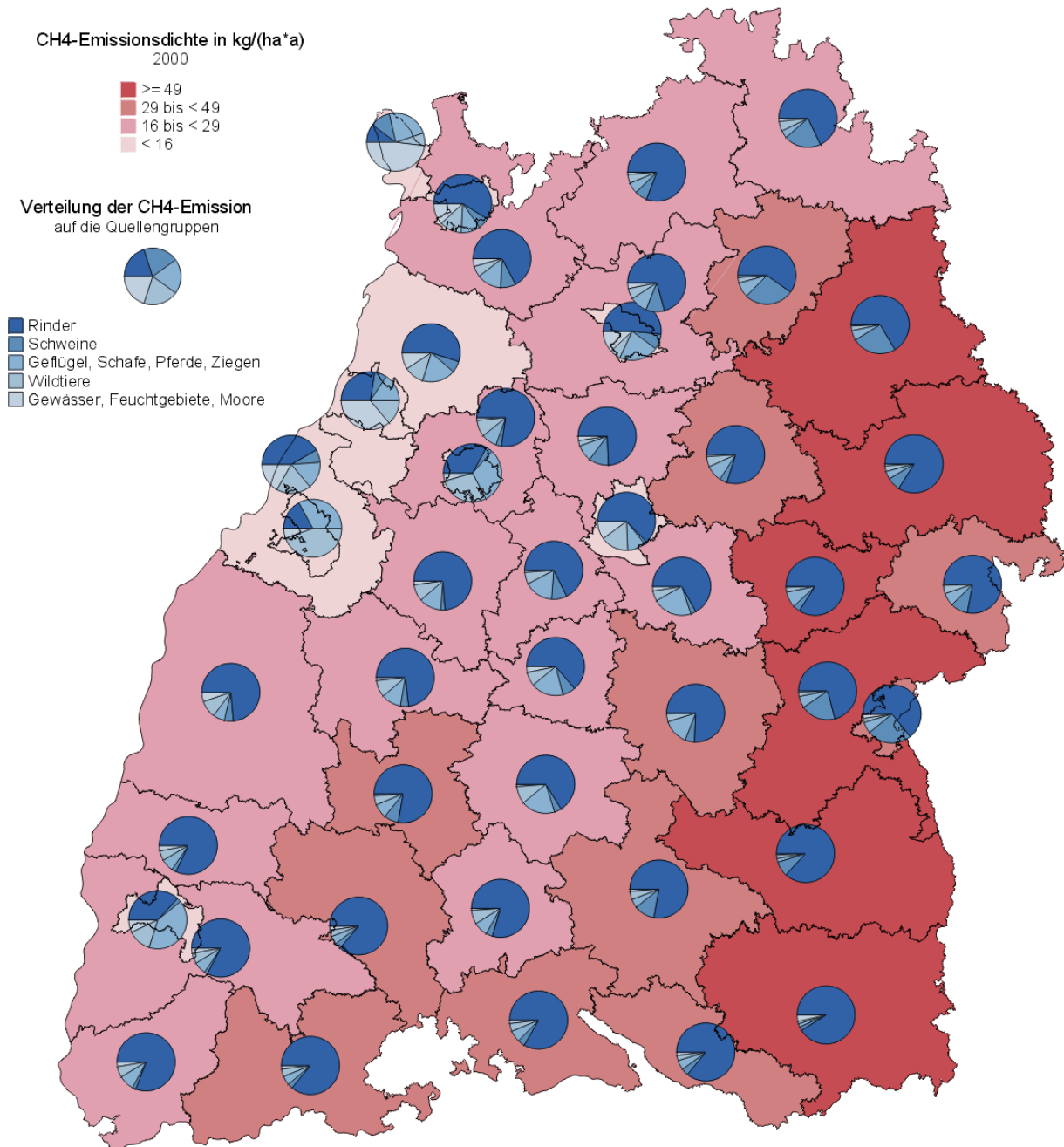
Karte 6-2

Verteilung der Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche



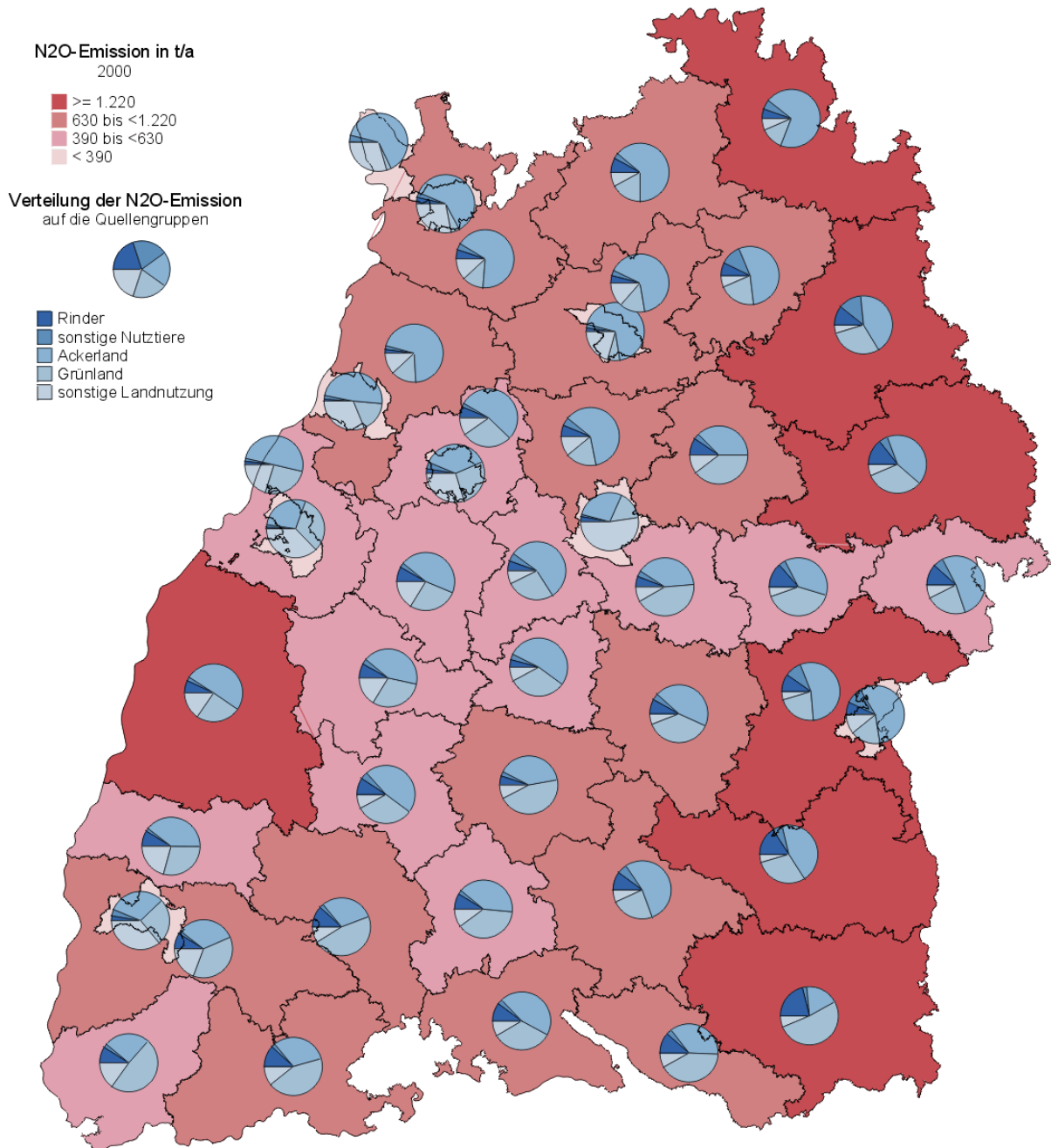
Karte 6-3

Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000



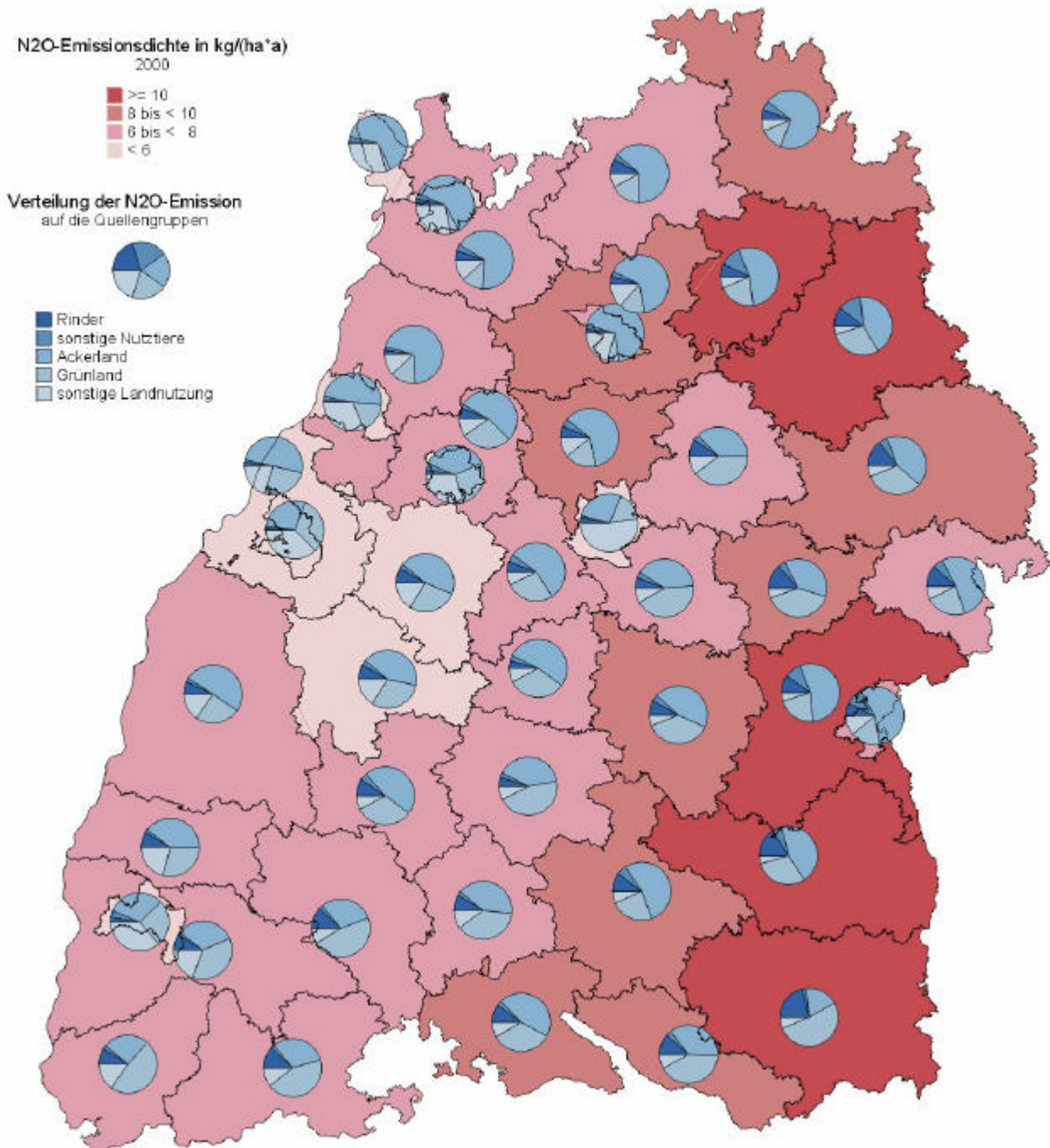
Karte 6-4

Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche



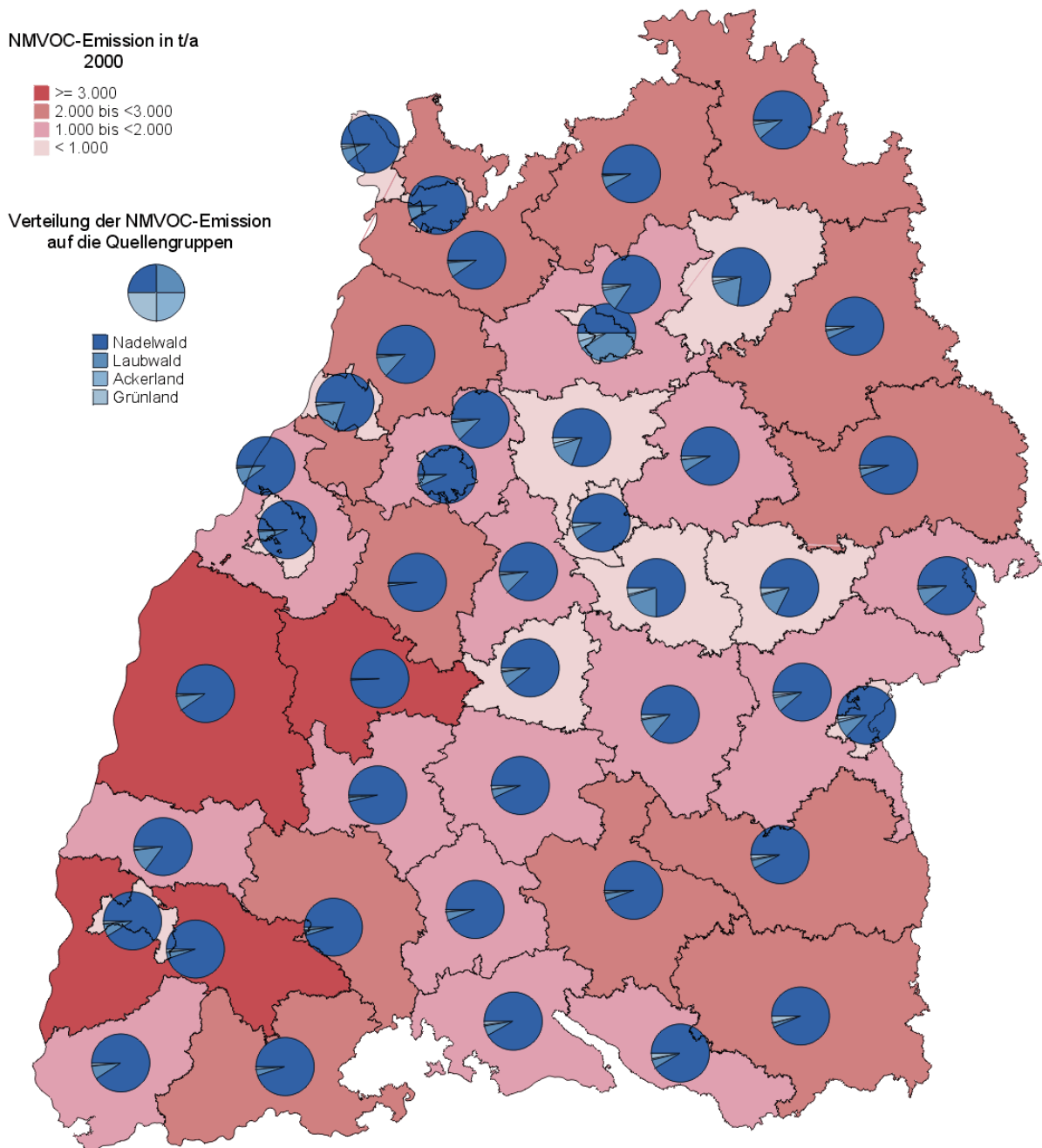
Karte 6-5

Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000



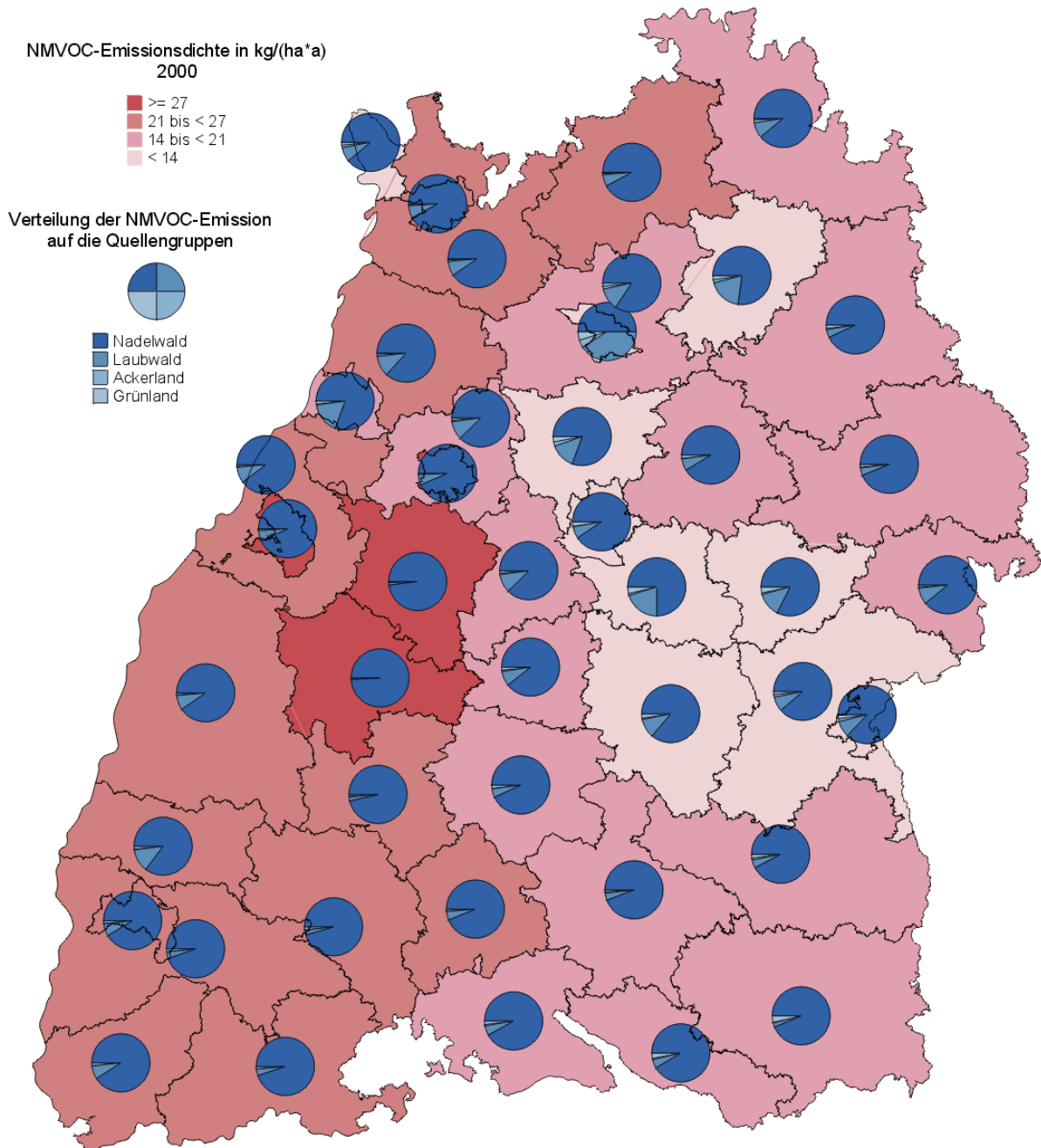
Karte 6-6

Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche



Karte 6-7

Verteilung der NM VOC-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000



Karte 6-8

Verteilung der NMVOC-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche

7. LITERATURVERZEICHNIS

Im Anschluss sind die wichtigsten Datenquellen aufgelistet. Die zahlreichen und informativen Ergebnisse aus den Fachgesprächen und auch die Datenquellen aus umfangreichen Online-Recherchen im Internet werden hier nicht aufgeführt.

[AEIG, 1996]: "Atmospheric Emission Inventory Guidebook - First Edition"
EMEP Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe; CORINAIR "The Atmospheric Emission Inventory for Europe"
Prepared by the EMEP Task Force on Emission Inventories; Edited by Gordon McInnes, European Environment Agency, February 1996; EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition
October 2002 UPDATE Technical report No 30
http://reports.eea.eu.int/technical_report_2001_3/en

[ASMAN, 1992]: Asman, Willem A.H. "Ammonia Emissions in Europe: Updated Emission and Emission Variations", National Institute of Public Health and Environmental Protection. Bilthoven, The Netherlands, May 1992 zitiert in: Battye R., Battye W., Overcash C., Fuge S. "Development and Selection of Ammonia Emission Factors - Final Report" 1995

[BATTYE, 1994]: 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)

[BNLA, 1997]: Studie "Bewertung/Ergänzung/Aktualisierung des UMEG-Arbeitspapieres "Landesweites

Emissionskataster - Luftschadstoff-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion und aus naturbelassenen Böden Baden-Württemberg 1995/96"
Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (K. Isermann), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG, Oktober 1997

[BNLA, 2000]: "Ergänzungen/Aktualisierung des Arbeitspapieres Luftschadstoff-Emissionen der Landwirtschaft vom Oktober 1997 zur Berechnung der Emissionen an CH₄, NMVOC, NH₃, N₂O und NO aus der Landwirtschaft/Viehhaltung und aus naturbelassenen Böden", Studie des Büros für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (K. Isermann), Hanhofen nach Vorgaben der UMEG, - Fortschreibung -, Januar 2000

[BNLA, 2002]: Studie "Ermittlung der landesspezifischen Grundlagen zur Nutztierhaltung, zur landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion und zu den bodenphysikalischen Gegebenheiten in Sachsen-Anhalt für das Bezugsjahr 2000 im Vergleich zu Baden-Württemberg und den daraus resultierenden Berechnungsgrundlagen und Emissionsfaktoren für die Ermittlung der Emissionen an Methan, Distickstoffoxid, Ammoniak und NMVOC", Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (BNLA), Hanhofen, April 2002

[BNLA, 2003]: Stellungnahme Büro für nachhaltige Land(wirt)schaft und Agrikultur (BNLA), Hanhofen, März 2003

[BMVEL/UBA, 2002]: Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W. und Reiner Brunsch: "BM-

VEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Hrsg.: Umweltbundesamt / Berlin, UBA-Texte 05/02, 192 S.

[DWD, 2000]: Klimastatusbericht 2000, Deutscher Wetterdienst,
<http://www.dwd.de/de/Funde/Klima/KLIS/prod/KSB/ksb00/index.htm>

[DWD, 2001]: G. Müller-Westermeier "Das Jahr 2000 als wärmstes Jahr des Jahrhunderts in Deutschland" 09.02.2001
http://www.dwd.de/de/Funde/Klima/KLIS/prod/spezial/temp/09022001_waermstes_jahrhundert.pdf

[EISWIRTH, 1996]: Eiswirth M., Lehrstuhl für Angewandte Geologie der Universität Karlsruhe, persönliche Mitteilung, Oktober 1996

[ELLIGER, 1996]: Elliger, Wildforschungsstelle Aulendorf, persönliche Mitteilung 1996

[FAL, 2002]: C. Spirig, A. Nefel "Biogene VOC und Aerosole - Bedeutung der biogenen flüchtigen organischen Verbindungen für die Aerosolbildung", Schriftenreihe der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Zürich-Reckenholz, FAL Nr. 42, 2002

[HLfU, 1992]: "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

[HLfU, 1999]: "Emissionskataster in Hessen Sachstand 1999" Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 270, Hessische Landesanstalt für Umwelt HLfU Wiesbaden, Oktober 1999 und "Emissionskataster Hessen - Landesweite Abschätzung der Emissionen aus biogenen und nicht gefassten Quellen, Bearbeitungszeitraum 1991 bis 1993" des Instituts für

Pflanzenökologie der Justus-von-Liebig-Universität Gießen, Wiesbaden im Februar 1996

[Hahn, 1994]: J. Hahn, M. Steinbrecher, R. Steinbrecher "Emissionen von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen aus der Landwirtschaft", Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hrsg.), Studienprogramm Landwirtschaft, Band 1 Landwirtschaft, Teilband I, Studie F, Bonn 1993

[HORLACHER, 1997]: 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

[IER, 1995]: Ermittlung und Analyse von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen in Baden-Württemberg, A. Obermeier, IER Stuttgart 1995

[IPCC, 1995]: Global warming potential - GWP-Faktoren aus dem 2. Sachstandsbericht des IPCC; AG I; Dezember 1995 und auch Umweltbundesamt GWP-Werte Stand 27.03.2002, Faktoren jeweils auf einen Zeithorizont von 100 Jahren bezogen.

[Komenda, 2002]: Komenda, M., Koppmann, R. und J. Wildt (2002): "Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Wäldern". Poster-Beitrag bei der FAL-Tagung "Umweltrelevante Spurengase in der Land- und Forstwirtschaft" in Braunschweig am 11./12. Oktober 2001

[LAU, 2002]: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Abteilung Wasserwirtschaft, Stellungnahme vom November 2002

[LÜBKERT, 1989]: 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 IIASA 1989

[Oberrhein, 1998]: Grenzübergreifende Luftqualitätsanalyse am Oberrhein - Analyse transfrontalière de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur, Arbeitsgemeinschaft ASPA/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

[ORTHOFFER, 1991]: 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

[Sachsen-Anhalt, 2002]: "Emissionskataster Biogene und nicht gefasste Quellen sowie klimarelevante Gase für das Land Sachsen-Anhalt", UMEG - Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt, UMEG-Bericht-Nr. 4-4/2002, Oktober 2002

[StaBA, 2000]: Mittlere Einwohnerdichte in Deutschland und Einwohnerdichte in der EU 2000, INTERNET-Abfrage unter <http://www.statistik-bund.de/basis/d/bevoe/bevoetabl.htm>

[StaBA, 2002]: Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden, 16.01.2002 zur Hofgröße in den alten Bundesländern im Vergleich zur Hofgröße in den neuen Bundesländern

[StaBA, 2003]: "Fläche, Bevölkerung und Verwaltungsgliederung" (Einwohnerdichte) <http://www.destatis.de/jahrbuch/jahrta1.htm>, Abfrage vom 03.04.2003,
"Bodenfläche in Deutschland 2001 nach Art der tatsächlichen Nutzung"
<http://www.destatis.de/basis/d/umw/ugrtab7.htm>, Abfrage vom 11.04.2003,

[StaLA, 1998]: "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 Nutztviehbestände", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.) in Baden-Württemberg in Wort und Zahl 9/98

[StaLA, 2001]: Bodenfläche in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs nach Art der tatsächlichen Nutzung zum 31.12.2001 Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Februar 2003

[StaLA, 2001a]: Statistischer Berichte "Viehbestände und -halter in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2001 - Endgültige Ergebnisse der allgemeinen Viehzählung im Mai 2001", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, C III 1-2j/01 (3);
"Viehbestände und -halter in den Gemeinden Baden-Württembergs 2001 - Endgültige Ergebnisse der allgemeinen Viehzählung im Mai 2001", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, C III 1-2j/01 (4);
"Viehbestände in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2001 nach Bestandsgrößenklassen - Endgültige Ergebnisse der allgemeinen Viehzählung im Mai 2001", Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, C III 1-2j/01 (2);

[StaLA, 2002]: Nutztierzahlen in den Städten und Gemeinden Baden-Württembergs im Mai 2001 - Sonderauswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG. Stuttgart, Februar 2003

[StaLA, 2003]: Bevölkerung in Baden-Württemberg am 31.12.2001 (GVBW2001), Sonderauswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG. Stuttgart, Januar 2003

[StaLA, 2003a]: "Anbau auf dem Ackerland in Baden-Württemberg seit 1979 nach Pflanzengruppen und -arten" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Landwirtschaft/Landesdaten/LRt0704.asp> vom 19.03.2003

[StaLA, 2003b]: "Wasserläufe in Baden-Württemberg" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/geb02.asp> und "Bodenerhebungen in Baden-Württemberg" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/geb01.asp>

[TNO, 1992]: 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, 1993]: M. Schön, R. Walz et al. "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, 1995]: Schön M., Angerer G., T. Hillenbrand 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)

[UMEG, 1995]: "Emissionskataster Baden-Württemberg 1995", Hrsg. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe, Dezember 1998

[UMEG, 1998]: "Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 1998", Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG-Bericht Nr. 1-5/00, Karlsruhe, Dezember 2000

[UMEG, 2000]: Jahresbericht 2000, Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg, Karlsruhe

[UMEG, 2001]: H. Scheu-Hachtel "Sonderauswertung mittlere stündliche Monatstemperaturen für das

Jahr 2000 - Daten aus dem landesweiten Messnetz Baden-Württemberg", UMEG 2001

[UMEG, 2003]: "Emissionskataster Sonstige Quellen Baden-Württemberg 2000", Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG-Bericht, Karlsruhe, in Vorbereitung

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

[WFS, 2001]: Wildforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg bei der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf LVVG Wildabschusszahlen Jagdjahr 2000/2001 WFS-Mitteilungen 5/2001 INTERNET-Abfrage unter <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/LA/LVA/WFS/Fachinformation/Jagdstrk.htm> Februar 2003

[WFS, 2003]: Wildforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg bei der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf, <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/start> Info-Dienst Landesanstalten LVVG Fachinformationen Wild, Wildtiere in Baden-Württemberg - Verbreitungsgebiete, Februar 2003

8. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle A	Luftschadstoff-Emissionen aus Biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000	6
Tabelle 2-1	Landnutzung und Bevölkerung in Baden-Württemberg 2000	16
Tabelle 4-1	Berücksichtigte Messstationen des stationären UMEG-Messnetzes in Baden-Württemberg	22
Tabelle 4-2	Nutztierhaltung in Baden-Württemberg im Mai 2001 [StaLA, 2002]	28
Tabelle 4-3	Emissionen aus biogenen Quellen in Baden-Württemberg 2000	42
Tabelle 5-1	Entwicklung der Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg	50
Tabelle 5-2	Entwicklung der Methan-Emissionen in Baden-Württemberg	50
Tabelle 5-3	Entwicklung der Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg	50
Tabelle 5-4	Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg	50

9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1	Flächennutzung in Baden-Württemberg zum 31.12.2000	17
Abb. 2-2	Feldfrüchte auf den Ackerflächen in Baden-Württemberg 2000	18
Abb. 4-1	Aufteilung der NMVOC-Emissionen auf die Vegetationsarten	23
Abb. 4-2	NMVOC-Emissionen aus der Vegetation als Emissionsdichte bezogen auf die Gesamtbodenfläche für das Jahr 2000	24
Abb. 4-3	Viehzahlen in Baden-Württemberg im Mai 2001	29
Abb. 4-4	Viehzahlen in Baden-Württemberg in Großvieheinheiten 2001	29
Abb. 4-5	Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung in Baden-Württemberg 2000	32
Abb. 4-6	Methan Emissionen aus dem Nutztviehbestand in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	33
Abb. 4-7	Distickstoffoxid-Emissionen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg 2000	35
Abb. 4-8	Distickstoffoxid-Emissionen der Landwirtschaft in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	36
Abb. 4-9	Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft in Baden-Württemberg 2000	38
Abb. 4-10	Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	39
Abb. 5-1	Ammoniak-Emissionen in Baden-Württemberg 2000	43
Abb. 5-2	Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 2000	44
Abb. 5-3	Distickstoffoxid-Emissionen in Baden-Württemberg 2000	45
Abb. 5-4	NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg 2000	45
Abb. 5-5	Veränderung der Bodennutzung in Baden-Württemberg von 1997 bis 2001	46
Abb. 5-6	Veränderung der Viehbestände in Baden-Württemberg seit 1994	46

10. KARTENVERZEICHNIS

Karte 2-1	Baden-Württemberg und seine Nachbarn	14
Karte 6-1	Verteilung der Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000	56
Karte 6-2	Verteilung der Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	57
Karte 6-3	Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000	58
Karte 6-4	Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	59
Karte 6-5	Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000	60
Karte 6-6	Verteilung der Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	61
Karte 6-7	Verteilung der NMVOC-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000	62
Karte 6-8	Verteilung der NMVOC-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 bezogen auf die Gesamtbodenfläche	63

ANHANG

In den Tabellen A1 bis A4 werden die Emissionen für jeden Schadstoff für die Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg für das Bezugsjahr 2000 ausgewiesen. Die Genauigkeit der angegebenen Zahlenwerte (auf eine Nachkommastelle in der Form “0,1 t/a”) wurde wegen den teilweise sehr kleinen Werten und den damit eventuell verbundenen Rundungsfehlern bei der Aufsummierung der Daten für z.B. Landeswerte gewählt und entspricht nicht der Genauigkeit der Emissionsangabe.

Tabelle A1	NM VOC-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000	77
Tabelle A2	Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000	78
Tabelle A3	Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000	79
Tabelle A4	Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000	80

ANHANG

Tabelle A1

NMVOE-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in t NH₃/a

Regionalname	Nadelwald	Laubwald	Ackerland	Grünland	Summe
SKR Stuttgart	259,4	18,8	0,9	7,2	286,3
LKR Böblingen	915,0	106,7	8,5	14,5	1 044,7
LKR Esslingen	475,1	128,3	6,7	23,8	633,9
LKR Göppingen	599,0	96,9	7,0	24,3	727,2
LKR Ludwigsburg	524,2	92,5	15,1	19,5	651,3
LKR Rems-Murr-Kreis	1 576,0	112,9	8,5	30,9	1 728,3
SKR Heilbronn	25,0	20,4	2,2	2,4	50,0
LKR Heilbronn	1 365,2	196,8	26,6	29,3	1 617,9
LKR Hohenlohekreis	681,7	166,0	15,7	20,2	883,6
LKR Schwäbisch Hall	2 415,4	115,1	23,0	48,4	2 601,9
LKR Main-Tauber-Kreis	1 823,0	175,0	31,1	19,8	2 048,9
LKR Heidenheim	937,9	97,2	8,0	11,4	1 054,5
LKR Ostalbkreis	2 699,8	117,9	17,9	43,4	2 879,0
SKR Baden-Baden	385,7	24,7	0,6	3,7	414,7
SKR Karlsruhe	216,0	45,9	1,7	4,3	267,9
LKR Karlsruhe	2 037,7	266,3	24,1	19,4	2 347,5
LKR Rastatt	1 617,3	158,9	8,7	15,4	1 800,3
SKR Heidelberg	257,5	19,5	1,4	1,6	280,0
SKR Mannheim	129,6	11,6	2,0	2,4	145,6
LKR Neckar-Odenwald-Kreis	2 585,3	181,4	21,4	18,9	2 807,0
LKR Rhein-Neckar-Kreis	2 262,4	200,0	22,7	16,9	2 502,0
SKR Pforzheim	255,0	15,7	0,5	1,7	272,9
LKR Calw	2 699,0	37,1	6,0	12,1	2 754,2
LKR Enzkreis	985,9	116,2	8,4	15,4	1 125,9
LKR Freudenstadt	3 170,4	4,7	6,5	14,6	3 196,2
SKR Freiburg im Breisgau	313,9	23,9	1,0	5,2	344,0
LKR Breisgau-Hochschwarzwald	2 986,8	110,9	9,6	47,9	3 155,2
LKR Emmendingen	1 268,5	188,2	8,2	24,2	1 489,1
LKR Ortenaukreis	4 265,7	379,0	27,1	47,1	4 719,9
LKR Rottweil	1 859,9	40,7	9,5	20,1	1 930,2
LKR Schwarzwald -Baar-Kreis	2 078,4	58,9	7,1	33,6	2 178,0
LKR Tuttlingen	1 591,4	79,3	6,1	17,8	1 694,6
LKR Konstanz	1 358,8	80,8	11,2	28,5	1 479,3
LKR Lörrach	1 759,6	142,3	5,1	29,5	1 936,5
LKR Waldshut	2 818,4	103,0	9,6	40,4	2 971,4
LKR Reutlingen	1 197,6	146,7	12,4	33,1	1 389,8
LKR Tübingen	755,3	68,7	7,0	14,0	845,0
LKR Zollernalbkreis	1 568,4	79,2	8,5	29,7	1 685,8
SKR Ulm	102,2	10,6	1,9	2,7	117,4
LKR Alb-Donau-Kreis	1 618,3	149,5	25,8	32,3	1 825,9
LKR Biberach	2 105,2	103,4	24,2	49,3	2 282,1
LKR Bodenseekreis	982,3	51,4	8,3	32,6	1 074,6
LKR Ravensburg	2 607,1	62,4	12,2	102,2	2 783,9
LKR Sigmaringen	2 158,5	91,4	18,0	25,4	2 293,3
Baden-Württemberg	64 294,8	4 496,8	488,0	1 037,1	70 316,7

Tabelle A2

Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in CH₄/a

Stadtkreis/Landkreis	Rinder	Schweine	Geflügel, Schafe, Pferde u. Ziegen	Wildtiere	Gewässer/Feucht- gebiete/Moore	Summe
SKR Stuttgart	86,5	2,1	13,9	21,5	13,9	137,9
LKR Böblingen	808,8	102,1	191,7	78,9	14,3	1 195,8
LKR Esslingen	933,0	42,1	304,3	80,8	35,5	1 395,7
LKR Göppingen	2 686,6	125,2	279,3	89,1	14,6	3 194,8
LKR Ludwigsburg	1 365,8	202,7	169,7	53,8	46,8	1 838,8
LKR Rems-Murr-Kreis	2 031,4	108,1	233,4	145,6	27,8	2 546,3
SKR Heilbronn	50,4	8,4	21,0	6,0	11,7	97,5
LKR Heilbronn	1 413,7	207,3	194,6	121,2	64,6	2 001,4
LKR Hohenlohekreis	2 009,4	920,8	278,5	102,5	45,4	3 356,6
LKR Schwäbisch Hall	5 824,2	2140,7	487,3	217,8	82,0	8 752,0
LKR Main-Tauber-Kreis	2 218,1	675,1	140,4	178,8	57,1	3 269,5
LKR Heidenheim	1 982,9	244,0	185,7	117,7	14,1	2 544,4
LKR Ostalbkreis	6 652,7	587,3	347,7	254,3	85,2	7 927,2
SKR Baden-Baden	14,4	0,1	28,1	37,4	4,8	84,8
SKR Karlsruhe	26,8	6,7	15,4	13,6	35,4	97,9
LKR Karlsruhe	550,5	64,6	184,9	111,0	92,9	1 003,9
LKR Rastatt	242,2	42,2	86,5	112,1	98,0	581,0
SKR Heidelberg	63,7	6,7	11,5	13,3	12,8	108,0
SKR Mannheim	8,1	9,0	18,9	5,6	38,6	80,2
LKR Neckar-Odenwald-Kreis	2 389,8	201,8	182,4	143,6	39,5	2 957,1
LKR Rhein-Neckar-Kreis	1 285,2	164,0	261,4	114,1	84,9	1 909,6
SKR Pforzheim	28,0	3,1	26,1	23,8	3,9	84,9
LKR Calw	1 081,4	35,1	183,9	135,4	31,8	1 467,6
LKR Enzkreis	876,2	35,1	98,6	102,9	19,2	1 132,0
LKR Freudenstadt	1 165,5	73,7	175,6	149,2	29,3	1 593,3
SKR Freiburg im Breisgau	55,7	3,6	61,3	19,6	10,8	151,0
LKR Breisgau-Hochschwarzwald	2 839,2	64,4	231,6	197,1	105,4	3 437,7
LKR Emmendingen	1 374,4	43,0	115,6	93,2	50,7	1 676,9
LKR Ortenaukreis	2 922,6	197,4	255,3	382,8	206,9	3 965,0
LKR Rottweil	1 806,1	186,6	183,8	119,9	26,3	2 322,7
LKR Schwarzwald -Baar-Kreis	3 054,8	119,0	163,1	125,1	83,9	3 545,9
LKR Tuttlingen	1 399,9	66,3	138,1	135,8	21,4	1 761,5
LKR Konstanz	2 378,2	114,9	177,7	127,5	55,1	2 853,4
LKR Lörrach	1 479,8	36,5	156,7	110,4	48,4	1 831,8
LKR Waldshut	3 195,6	104,0	188,5	152,0	77,2	3 717,3
LKR Reutlingen	2 495,0	176,3	469,4	146,2	13,7	3 300,6
LKR Tübingen	546,4	61,6	155,6	65,7	28,2	857,5
LKR Zollernalbkreis	1 087,6	65,2	311,2	161,0	20,4	1 645,4
SKR Ulm	227,0	87,3	22,0	8,3	8,4	353,0
LKR Alb-Donau-Kreis	4 766,7	1 299,4	433,8	146,8	64,7	6 711,4
LKR Biberach	8 499,8	812,7	203,8	185,4	93,6	9 795,3
LKR Bodenseekreis	2547,2	119,2	157,2	87,0	57,2	2 967,8
LKR Ravensburg	13 846,5	314,5	278,1	217,9	544,2	15 201,2
LKR Sigmaringen	3 584,4	530,3	217,1	213,8	61,8	4 607,4
Baden-Württemberg	93 902,2	10 410,2	8 040,7	5 125,5	2 582,4	120 061,0

Tabelle A3

 Distickstoffoxid-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in t N₂O/a

Regionalname	Rinderhaltung	sonstige Nutztiere	Ackerland	Grünland	Gärten/Weingärten/ naturnahe Böden/Gewässer/ Feuchtgebiete/Wälder	Summe
SKR Stuttgart	2,4	1,0	23,0	13,2	43,5	83,1
LKR Böblingen	23,7	20,5	244,4	116,5	32,3	437,4
LKR Esslingen	27,9	16,0	190,3	206,0	40,1	480,3
LKR Göppingen	78,6	22,1	215,0	230,9	31,3	577,9
LKR Ludwigsburg	39,5	28,8	386,2	109,0	69,1	632,6
LKR Rems-Murr-Kreis	59,9	20,3	238,0	252,0	66,7	636,9
SKR Heilbronn	1,5	1,5	51,5	5,1	15,6	75,2
LKR Heilbronn	41,1	29,3	640,7	139,5	133,6	984,2
LKR Hohenlohekreis	58,6	93,0	438,3	164,7	52,6	807,2
LKR Schwäbisch Hall	170,6	204,3	684,7	464,6	74,4	1 598,6
LKR Main-Tauber-Kreis	64,6	65,5	862,6	154,2	80,4	1 227,3
LKR Heidenheim	57,7	28,5	260,1	112,6	37,5	496,4
LKR Ostalbkreis	194,3	65,9	567,4	432,3	86,6	1 346,5
SKR Baden-Baden	0,5	0,8	15,7	18,0	20,8	55,8
SKR Karlsruhe	0,8	1,6	37,6	13,4	24,2	77,6
LKR Karlsruhe	16,5	16,1	560,8	112,4	95,3	801,1
LKR Rastatt	7,5	7,4	206,5	107,5	83,2	412,1
SKR Heidelberg	1,9	1,4	32,7	2,6	15,1	53,7
SKR Mannheim	0,2	2,4	43,3	1,8	20,0	67,7
LKR Neckar-Odenwald-Kreis	70,3	27,1	562,8	150,0	70,2	880,4
LKR Rhein-Neckar-Kreis	38,3	28,6	521,0	91,3	92,5	771,7
SKR Pforzheim	0,9	1,3	12,7	9,1	10,2	34,2
LKR Calw	32,2	10,4	179,3	108,4	64,3	394,6
LKR Enzkreis	26,2	9,2	228,4	119,1	41,4	424,3
LKR Freudenstadt	34,7	13,2	185,3	131,9	71,2	436,3
SKR Freiburg im Breisgau	1,7	2,4	21,2	17,5	24,0	66,8
LKR Breisgau-Hochschwarzwald	84,9	17,0	319,8	361,0	187,6	970,3
LKR Emmendingen	42,2	9,1	193,3	141,7	101,6	487,9
LKR Ortenaukreis	87,7	28,7	642,1	316,9	196,9	1 272,3
LKR Rottweil	53,8	24,4	274,6	187,3	46,5	586,6
LKR Schwarzwald -Baar-Kreis	90,0	17,8	231,7	357,4	69,0	765,9
LKR Tuttlingen	41,7	10,8	194,8	184,0	48,6	479,9
LKR Konstanz	69,5	19,6	312,5	233,6	58,8	694,0
LKR Lörrach	45,5	10,9	129,5	245,6	77,2	508,7
LKR Waldshut	95,9	17,6	258,3	354,8	87,8	814,4
LKR Reutlingen	73,0	33,3	409,9	337,3	54,4	907,9
LKR Tübingen	16,1	12,5	206,1	125,5	30,8	391,0
LKR Zollernalbkreis	33,0	16,7	262,6	298,9	50,9	662,1
SKR Ulm	6,6	8,9	53,2	15,7	10,3	94,7
LKR Alb-Donau-Kreis	137,8	130,9	773,9	307,0	66,7	1 416,3
LKR Biberach	244,9	84,6	691,8	456,4	71,0	1 548,7
LKR Bodenseekreis	73,4	19,2	232,1	265,2	52,3	642,2
LKR Ravensburg	394,8	46,0	348,1	968,9	120,6	1 878,4
LKR Sigmaringen	104,8	58,5	562,7	249,5	71,4	1 046,9
Baden-Württemberg	2 747,7	1 285,1	13 506,5	8 690,3	2 798,5	29 028,1

Tabelle A4

 Ammoniak-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in t NH₃/a

Regionalname	Rinder	Schweine	Geflügel, Schafe, Pferde u. Ziegen	Mineraldünger- einsatz	Böden/Pflanzen, Gewässer/Feuchtgebiete, Bevölkerung, Wildtiere	Summe
SKR Stuttgart	33,9	3,1	11,5	8,4	155,4	212,3
LKR Böblingen	329,7	149,4	152,1	89,1	118,4	838,7
LKR Esslingen	387,9	53,8	179,3	69,3	169,5	859,8
LKR Göppingen	1 095,1	160,4	177,1	78,3	113,5	1 624,4
LKR Ludwigsburg	550,2	291,1	140,7	140,7	155,9	1 278,6
LKR Rems-Murr-Kreis	834,4	140,8	163,9	86,7	160,0	1 385,8
SKR Heilbronn	20,2	12,8	9,7	18,8	33,2	94,7
LKR Heilbronn	572,7	295,7	142,4	233,4	128,2	1 372,4
LKR Hohenlohekreis	815,9	1197,8	205,0	159,7	66,3	2 444,7
LKR Schwäbisch Hall	2 376,3	2657,1	334,8	249,5	146,8	5 764,5
LKR Main-Tauber-Kreis	899,6	878,1	84,4	314,3	75,5	2 251,9
LKR Heidenheim	803,9	325,9	93,5	94,7	61,2	1 379,2
LKR Ostalbkreis	2 705,4	738,7	234,8	206,7	173,3	4 058,9
SKR Baden-Baden	6,8	0,1	11,0	5,7	19,8	43,4
SKR Karlsruhe	10,9	10,0	14,4	13,7	74,7	123,7
LKR Karlsruhe	229,4	100,2	140,6	204,3	136,6	811,1
LKR Rastatt	105,1	54,0	53,2	75,2	83,3	370,8
SKR Heidelberg	26,7	10,1	11,9	11,9	37,0	97,6
SKR Mannheim	3,3	13,2	21,1	15,8	79,3	132,7
LKR Neckar-Odenwald-Kreis	978,3	270,4	127,5	205,0	74,0	1 655,2
LKR Rhein-Neckar-Kreis	533,6	222,0	200,7	189,8	157,4	1 303,5
SKR Pforzheim	11,9	4,5	13,9	4,6	32,5	67,4
LKR Calw	448,0	49,8	101,7	65,3	66,3	731,1
LKR Enzkreis	365,1	52,7	82,2	83,2	76,8	660,0
LKR Freudenstadt	483,9	98,8	94,7	67,5	61,3	806,2
SKR Freiburg im Breisgau	24,0	5,4	28,1	7,7	58,0	123,2
LKR Breisgau-Hochschwarzwald	1 182,0	89,0	160,9	116,5	156,7	1 705,1
LKR Emmendingen	588,2	62,6	72,1	70,4	80,4	873,7
LKR Ortenaukreis	1 220,8	262,7	165,7	233,9	183,6	2 066,7
LKR Rottweil	749,6	255,5	102,3	100,0	76,6	1 284,0
LKR Schwarzwald -Baar-Kreis	1 253,4	159,0	104,1	84,4	130,5	1 731,4
LKR Tuttlingen	580,7	82,8	76,8	71,0	75,0	886,3
LKR Konstanz	967,7	164,1	124,1	113,8	121,5	1 491,2
LKR Lörrach	633,3	50,3	108,2	47,2	109,8	948,8
LKR Waldshut	1 336,0	122,1	135,2	94,1	118,2	1 805,6
LKR Reutlingen	1 016,8	240,0	245,0	149,3	144,5	1 795,6
LKR Tübingen	224,8	86,2	97,3	75,1	79,9	563,3
LKR Zollernalbkreis	459,9	80,5	160,9	95,7	114,8	911,8
SKR Ulm	91,9	114,7	16,5	19,4	34,8	277,3
LKR Alb-Donau-Kreis	1 919,1	1 669,1	261,6	282,0	113,8	4 245,6
LKR Biberach	3 410,3	1 082,7	170,5	252,1	142,7	5 058,3
LKR Bodenseekreis	1 022,4	165,3	115,0	84,6	109,8	1 497,1
LKR Ravensburg	5 498,1	445,6	231,6	126,8	276,6	6 578,7
LKR Sigmaringen	1 459,2	707,8	153,0	205,0	93,8	2 618,8
Baden-Württemberg	38 266,4	13 635,9	5 331,0	4 920,6	4 677,2	66 831,1