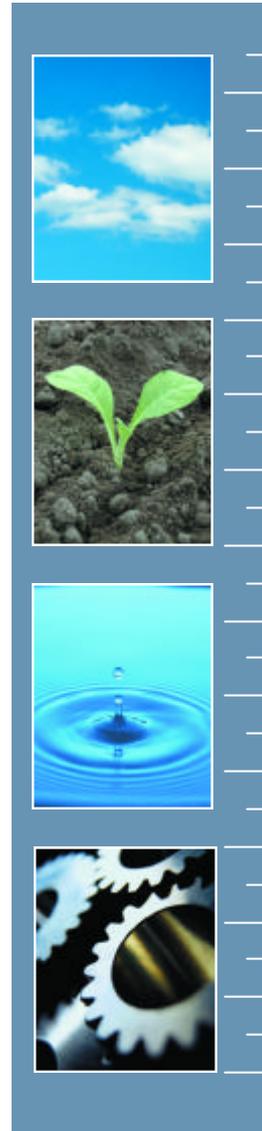


LUFTSCHADSTOFF-
EMISSIONSKATASTER
BADEN-WÜRTTEMBERG 2000
QUELLENGRUPPE SONSTIGE NICHT
GEFASSTE QUELLEN



UMEG

Umweltmessungen
Umwelterhebungen
und Gerätesicherhe

LUFTSCHADSTOFF-
EMISSIONSKATASTER
BADEN-WÜRTTEMBERG 2000
QUELLENGRUPPE SONSTIGE
NICHT GEFASSTE QUELLEN

Bearbeitung:

UMEG Zentrum für
Umweltmessungen,
Umwelterhebungen und
Gerätesicherheit Baden-
Württemberg

Großoberfeld 3
76135 Karlsruhe
0721-7505-0
kontakt@umeg.de
www.umeg.de

*Fachgebiet 4.1
Katasterwesen*

Bericht-Nr.: 4-04/2003
Berichtsumfang 70 Seiten

ZUSAMMENFASSUNG

Im Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000, Quellengruppe "Sonstige nicht gefasste Quellen" wurden die Emissionen aller nach dem heutigen Kenntnisstand relevanten anthropogenen Quellen im Land Baden-Württemberg für das Bezugsjahr 2000 erfasst, welche nicht bereits in den klassischen Emissionskatastern Industrie und Gewerbe, Kleinf Feuerungsanlagen sowie Verkehr oder im Emissionskataster Biogene Quellen bereits behandelt wurden. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Emissionen der **AbfalldPONien** und **Altablagerungen**, die Schadstofffreisetzungen bei der **Abwasserbehandlung in Klärwerken**, die Emissionen aus der **Anwendung lösemittelhaltiger Produkte** im häuslichen Bereich und im Vor-Ort-Gewerbe, die Emissionen verursacht durch Leckagen bei der **Verteilung und Speicherung von Erdgas und Flüssiggasen** und die Emissionen bei der **Grundwasserförderung** berücksichtigt. Ein besonderes Augenmerk galt vor allem dem klimarelevanten Gas Methan (CH_4) und der für die bodennahe Ozondynamik wichtigen Stoffgruppe der leichtflüchtigen Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC).

Als weitere Quelle wurden zusätzlich die Schadstofffreisetzungen aus dem Bereich **Geräte/Maschinen/Fahrzeuge** mit den Einzelemittenten land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge und Geräte, Baumaschinen, Militär, Geräte im Bereich Hobby und Garten sowie Industriemaschinen und Industriefahrzeuge erhoben. Diese Gruppe zeichnet sich neben den NMVOC- und Methan-Emissionen vor allem durch die Freisetzung von typischen verbrennungsbedingten Emissionen aus.

Neben diesen Emissionsquellen wurden noch eine Vielzahl weiterer potentieller Emittenten wie Motorsportveranstaltungen, die Verdunstung von Frost-

schutzmitteln (Scheibenwaschwasser, Defrostersprays, Flugzeug- und Bodenenteisung auf Flugplätzen) und die Emissionen aus mobilen und stationären Klimageräten und Kälteanlagen untersucht.

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 dann tabellarisch und graphisch in Form von Diagrammen und Übersichtskarten für Baden-Württemberg dargestellt. Im Anhang werden für jeden Schadstoff die im Jahr 2000 emittierten Mengen noch einmal zusammenfassend in tabellarischer Form für die Stadt- und Landkreise aufgeführt.

Aufgrund unterschiedlicher Erhebungszeiträume bei den Basisdaten musste in Einzelfällen für das Emissionskataster 2000 auch auf Angaben aus den Jahren 1998, 1999 oder auch 2001 zurückgegriffen werden. Bei den hier betrachteten Quellen sind jedoch innerhalb eines Jahres bezüglich der Emissionen keine gravierenden Änderungen zu erwarten, trotzdem wurden wenn möglich die relevanten Basisdaten auf das Jahr 2000 übertragen.

Die in dieser Arbeit betrachtete Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen hat in Baden-Württemberg vor allem bei den flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds - VOC) im Vergleich zu den "klassischen" Emittenten wie Verkehr oder Feuerungsanlagen ein größeres Emissionspotential. Sie sind zu fast einem Drittel an den NMVOC-Emissionen aller Quellengruppen in Baden-Württemberg beteiligt und bei den Methan-Emissionen bestimmen sie mit einem Anteil von etwa 50 % das Emissionsgeschehen.

Auch beim Kohlenmonoxid weisen die Sonstigen nicht gefassten Quellen und hier ausschließlich der Bereich Geräte/ Maschinen/Fahrzeuge mit insgesamt fast 35 % Anteil an den Gesamtemissionen aller bekannten Quellengruppen in Baden-Württemberg einen sehr hohen Anteil auf [UMEG, BW 2000], [UMEG, 1998].

In Tabelle A sind die Jahresemissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg für das Bezugsjahr 2000 dargestellt.

Die von den Massenströmen her betrachtet wichtigste Quellengruppe ist hier der Bereich Abfall- und Abwasserwirtschaft, also die Quellen Abfalldeponien, Altablagerungen und Abwasserbehandlungsanlagen. Der zweite wichtige Bereich lässt sich mit dem Begriff Gas- bzw. Energieversorgung umschreiben und umfasst die Quellen Erdgasverteilung, Erdgasspeicherung sowie die Emissionen aus Flüssiggasanlagen. Der dritte Bereich ist sowohl direkt als auch indirekt über das Vor-Ort-Gewerbe (Maler, Hausbau etc.) mit der Bevölkerung korreliert und umfasst den Bereich der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und in Vor-Ort-Gewerbebetrieben (Emissionen außerhalb der Gewerbebetriebe selbst; anlagenbezogen innerhalb der Gewerbebetriebe sind die Emissionen dem Emissionskataster Industrie und Gewerbe zugeordnet). Letztgenannter Sektor berücksichtigt die Verwendung von Körperpflegemitteln und Kosmetika, den Einsatz von Wasch-, Reinigungs- und Pflegemitteln, das Verarbeiten von Lacken und Farben sowie die Anwendung von Klebstoffen, Schädlingsbekämpfungsmitteln und Autopflegemitteln. Der Bereich Geräte/ Maschinen/ Fahrzeuge nimmt in diesem Umfeld eine Sonderstellung ein. In dieser Gruppe werden beispielsweise die Kleingeräte und Maschinen sowie die Off-road-Fahrzeuge der Industrie, Land- und Forstwirtschaft und Militär zusammengefasst. Die Emissionen werden durch die Verbrennung fossiler Energieträger in deren Motoren verursacht und die Schadstoffpalette spiegelt auch typische verbrennungsbedingte Komponenten wider.

Der erste Bereich, die Abfall/Abwasserbeseitigung in Baden-Württemberg, zeigt sich im Wesentlichen für

die Methanemissionen verantwortlich. Hier haben die Hausmülldeponien mit etwa 47 % und die Altablagerungen mit knapp 41 % an den gesamten Methanemissionen der Quellengruppe Nicht gefasste Quellen den Löwenanteil inne. Durch die bei vielen Deponien anstehenden Umbauten und planmäßigen Stilllegungen von Hausmülldeponien als Folge der Umsetzung der TA-Siedlungsabfall mit der damit verbundenen Vorgabe zur Ablagerung von bereits inertisierten Abfällen [TA-Si, 1993] werden sich gerade im Bereich der Hausmülldeponien die Emissionen in den nächsten Jahren jedoch deutlich vermindern. Auch bei den Altablagerungen nehmen die Emissionen mit zunehmendem Alter der abgelagerten Abfälle exponentiell weiter ab und erreichen asymptotisch in einigen Jahren vernachlässigbare Emissionswerte.

Die Abwasserbehandlungs- bzw. aufbereitungsanlagen treten nur bei den Methanemissionen und hier in untergeordneter Form mit etwa 3 % Anteil in Erscheinung. Lediglich beim Distickstoffoxid zeigen sich die Kläranlagen in dieser Quellengruppe mit einem Anteil von etwa 52 % neben den Geräten/Maschinen/Fahrzeugen als Hauptverursacher, wobei der absolute Emissionsbeitrag der Abwasserbehandlungsanlagen gemessen an den N_2O -Emissionen z.B. der Biogenen Quellen jedoch vernachlässigbar ist.

Der zweite Bereich Erdgasspeicherung, Flüssiggasanlagen sowie die Verluste aus Leckagen der Gasverteilungsnetze und der Hausanschlüsse haben mit einem Anteil von zusammen 8 % an den Methanemissionen in der Quellengruppe Nicht gefasste Quellen eine größere Bedeutung für das Emissionsgeschehen, die NMVOC-Emissionen dieses Quellenbereichs sind mit nur etwa 2 % demgegenüber von untergeordneter Bedeutung.

Als einer der Hauptverursacher für die NMVOC-Emissionen in der Quellengruppe Nicht gefasste Quellen lässt sich mit einem Anteil von 47 % der dritte Bereich, die Verwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe identifizieren. In dieser Gruppe sind es vor allem die Emissionen aus der Anwendung von Körperpflegemitteln und Kosmetika, die etwa 39 % der NMVOC-Emissionen der untersuchten Produkte auf sich vereinen.

Die Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel sind zu etwa 15 % an den NMVOC-Emissionen beteiligt, während die Emissionen aus der Verwendung von lösemittelhaltigen Lacken und Farben einen Anteil von ca. 39 % in dieser Quellengruppe ausmachen. Die restlichen 7 % werden durch Autopflegemittel, Klebstoffanwendungen oder auch Schädlingsbekämpfungsmitteln im häuslichen Bereich verursacht. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen an NMVOC aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe betragen für Baden-Württemberg etwa 3,3 kg pro Jahr.

Der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge ist bei den NMVOC-Emissionen mit einem Anteil von 51 % und bei den Distickstoffoxid-Emissionen mit einem Anteil von etwa 48 % die bedeutendste Quelle. Jedoch ist die ausgestoßene Menge an Distickstoffoxid der Sonstigen nicht gefassten Quellen absolut gesehen im Vergleich zu anderen Emittenten in Baden-Württemberg (z.B. Nutztierhaltung/Landwirtschaft) von untergeordneter Bedeutung. Die verbrennungsbedingten Schadstoff-Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen werden ausschließlich durch die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge verursacht. Andere Quellen mit einem größeren Emissionspotential in Bezug auf diese Schadstoffe wurden nicht identifiziert bzw. werden in anderen Emissionskatastern subsumiert.

Das Emissionsniveau der **Methan-Emissionen** im Bereich der Sonstigen nicht gefassten Quellen wird fast ausschließlich durch den Bereich Abfall/Abwasserbeseitigung bestimmt. Zwischen 1994 und 2000 verringerten sich die Methan-Jahresemissionen um etwa 18 %. In diesem Zeitraum ergaben sich Rückgänge vor allem im Bereich Altablagerungen aus der fortschreitenden Verarmung der längst geschlossenen Deponien an organisch abbaubarem Material. Auch die Abfalldeponien verringerten die Methan-Emissionen in diesem Zeitraum geringfügig um etwa 4 %. Im Falle der Gasverteilungsnetze als weiterem wichtigen Emittenten wurde ein Großteil der Minderung in Höhe von 22 % bezogen auf 1994 durch eine Erneuerung der Gasverteilungsnetze (Rohrleitungen) eingeleitet, obwohl der Gasverbrauch in diesem Zeitraum deutlich

anstieg und verbrauchsabhängig eigentlich eher einen Anstieg der Emissionen zu erwarten wäre.

Etwa 51 % der **Nichtmethan-Kohlenwasserstoff-**(NMVOC-) Emissionen lassen sich dem Bereich der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zuordnen, 47 % werden durch den Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe verursacht. Die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen zeigen zwischen 1994 und 2000 nur einen geringen Rückgang um etwa 8 %. Lediglich die Gasverteilungsnetze konnten ihre Emissionen durch Erneuerung der Rohrnetze etc. ähnlich wie bei den Methanemissionen um 30 % erniedrigen. Die Lösemittelemissionen aus dem Produkteinsatz in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe konnten dagegen mit einer Minderung von etwa 8 % bezogen auf 1994 nur einen vergleichsweise geringen Rückgang vorweisen, der bevorzugt auf die Verwendung lösemittelarmer Systeme zurückzuführen ist. Vor allem im privaten Bereich bei der Anwendung von Kosmetika und von Reinigungs- und Pflegemitteln zeigen sich nur geringe Veränderungen bei den NMVOC-Emissionen. Die Untergruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge weist mit einem Rückgang der NMVOC-Emissionen zwischen 1994 und 2000 von lediglich etwa 5 % den geringsten Effekt auf. Im Gegensatz zu den Straßenverkehrsemissionen mit deutlichen Rückgängen der NMVOC-Freisetzung in den letzten Jahren [UMEG, Ver 2000] machen sich regulatorische Eingriffe des Gesetzgebers oder technische Weiterentwicklungen bei den Geräten/Maschinen/Fahrzeugen nicht so schnell bemerkbar.

Betrachtet man sich die Emissionsverhältnisse in Bezug auf die gesamten flüchtigen Kohlenwasserstoffe (**VOC volatile organic compounds**), so zeigen die Anteile der Einzelemittenten der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen an den VOC-Emissionen ein eher einheitliches Bild. Die Abfalldeponien weisen z.B. Anteile von etwa 30 % auf, die Altablagerungen zeigen sich für etwa 26 % an den VOC-Emissionen verantwortlich, die Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte sind für 17 % und die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zu 19 % für die VOC-

Emissionen zuständig. Gasverteilungsnetze, Abwasserbehandlungsanlagen und die Grundwasserförderung sind hier nur von untergeordneter Bedeutung und zusammen zu etwa 8 % an den VOC-Emissionen beteiligt.

Bei den **Distickstoffoxid-Emissionen** lässt sich im Vergleich zu 1994 im Jahr 2000 ein leichter Zuwachs um etwa 5 % feststellen. Dieser geht allein auf das Konto der Quellengruppe Abwasserbehandlung. Hier spiegelt sich die zunehmende Tendenz der Kläranlagen zur Installation weitergehender Abwasserreinigungsstufen wider. Vor allem Nitrifikations- und Denitrifikationsstufen sind für die Distickstoffoxid-Emission verantwortlich, wobei jedoch auf die absolut gesehen geringe Emissionsstärke der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Bezug auf diesen Schadstoff hingewiesen werden muss.

Die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge verringerten ihren Distickstoffoxid-Ausstoß von 1994 bis 2000 um etwa 3 %. Bei den verbrennungsbedingten Schadstoffen des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zeigen sich in der Regel zwischen 1994 und 2000 nur geringe Veränderungen. Die Emissionen aller hier betrachteten Schadstoffe verringert sich von etwa 1 % beim Ammoniak, 3 % bei den Stickstoffoxiden und beim Kohlendioxid bis maximal 7 % beim Gesamtstaub. Lediglich die Schwefeldioxid-Emissionen spiegeln mit einem Rückgang von über 30 % die drastische Reduktion des Schwefelgehaltes bei den Kraftstoffen in diesem Zeitraum (vor allem in den Jahren 1999/2000) deutlich wider.

Tabelle A

Luftschadstoff-Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000 in t/a

Schadstoff	Abfall- deponien	Altab- lagerungen	Abwasser ⁴⁾	Produkt- einsatz ⁴⁾	Gas- verteilung ¹⁾	Grund- wasser- förderung	Geräte/ Maschinen/ Fahrzeuge ²⁾	Gesamt
SO ₂	-	-	-	-	-	-	508	508
CO	-	-	-	-	-	-	235 375	235 375
NO _X als NO ₂	-	-	-	-	-	-	39 431	39 431
NH ₃	-	-	-	-	-	-	13	13
NMVOC ³⁾	-	-	-	34 731	1 524	-	37 837	74 092
CO ₂	-	-	-	-	-	-	3 073 174	3 073 174
CH ₄	60 485	52 000	3 528	-	10 629	634	751	128 027
N ₂ O	-	-	1 021	-	-	-	946	1 967
Staub	-	-	-	-	-	-	4 108	4 108
PM10-Feinstaub	-	-	-	-	-	-	3 704	3 704
Pb in kg/a	-	-	-	-	-	-	70	70
As in kg/a	-	-	-	-	-	-	10,2	10,2
Cd in kg/a	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
BaP in kg/a	-	-	-	-	-	-	425	425
PCDD/F in mg ITE/a	-	-	-	-	-	-	32,6	32,6

- keine Angabe

1) Erdgas- und Flüssiggasnetze, Gasspeicherung

2) Baumaschinen, land- und forstwirtschaftliche Maschinen, Militär, Hobby/Garten, Industriemaschinen

3) zusätzlich etwa 9 150 t NMVOC aus Frostschutzmitteln und Enteisungsanlagen, 276 t NMVOC aus stationären und mobilen Kälte- und Klimageräten und etwa 18 t NMVOC (sowie 122 t CO und 6 t NO_X) aus Motorsportveranstaltungen

4) Abwasser = Emissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen

Produkteinsatz = Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
INHALTSVERZEICHNIS	9
1 EINLEITUNG	11
2 GEBIETSBESCHREIBUNG	13
3 AUSGANGSLAGE UND METHODISCHER ANSATZ	21
4 DATENGRUNDLAGEN UND QUELLENBEZOGENE EMISSIONEN	23
4.1 Emissionen aus den Abfalldeponien (Hausmüldeponien)	24
4.2 Emissionen der Altablagerungen	31
4.3 Emissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen	31
4.4 Grundwasserförderung	34
4.5 Emissionen aus dem Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe	35
4.6 Emissionen aus den Gasverteilungsnetzen	38
4.7 Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge	42
4.8 Emissionen weiterer Einzelquellen im Bereich der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000	44
4.9 Gesamtemissionen aller Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000	46
5 STOFFBEZOGENE EMISSIONEN UND DEREN ENTWICKLUNG 1994 BIS 2000	47
5.1 Methan	47
5.2 NMVOC	48
5.3 Anorganische Gase	48
5.4 VOC Gesamt	49
5.5 Entwicklungen bei den Einzelemittenten	49
5.5.1 Abfallwirtschaft	49
5.5.2 Abwasserreinigungsanlagen	50
5.5.3 Grundwasserförderung	50
5.5.4 Produktanwendung	50
5.5.5 Gasverteilung	50
5.5.6 Geräte/Maschinen/Fahrzeuge	51
5.6 Entwicklung der Emissionen	51

6	EMISSIONEN IN DEN LANDKREISEN UND KREISFREIEN STÄDTEN IN BADEN- WÜRTTEMBERG 2000	55
7	LITERATURVERZEICHNIS	61
8	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	66
9	TABELLENVERZEICHNIS	68
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	69
11	KARTENVERZEICHNIS	70
	ANHANG	
	Methan und Nichtmethan- (NMVOC-) Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden- Württemberg 2000	71

1 EINLEITUNG

Landesweite Emissionsbilanzen sind neben kleinräumigen und dafür höher differenzierten Katastern Voraussetzung für die Entwicklung sachgerechter Maßnahmenpläne zur Reduzierung regional bzw. weiträumig auftretender Immissionsbelastungen. Außer für emittentenbezogene Ursachenanalysen und als Entscheidungshilfe für verschiedene Planungsfragen 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 Schadstoffverteilung zwischen einzelnen Immissions-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 Sonstige nicht gefasste Quellen sind an ganz verschiedenen Umwelteffekten beteiligt. Methan-Freisetzungen verändern die Dynamik von bodennahem Ozon und greifen in den globalen Wärmehaushalt der Erde ein; Methan ist ein sehr potentes Treibhausgas [IPCC, 1995]. Die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe sind ebenfalls an der bodennahen Ozonbildung beteiligt und beinhalten im Extremfall eine Reihe toxischer Stoffe; die halogenierten Kohlenwasserstoffe bewirken bzw. beschleunigen im Übrigen auch den Abbau der stratosphärischen Ozonschicht.

In den letzten Jahren wurden sowohl auf europäischer (EU-) als auch auf internationaler (UN-ECE) Ebene verschiedene Initiativen zur Verminderung des Eintrags von anthropogen bedingten Spurengasen in die Atmosphäre ergriffen. Im Rahmen von regionalen (europaweiten) und internationalen Abkommen, wie

dem Multikomponentenprotokoll der UN/ECE [UN, 2003] und der NEC-Richtlinie der EU [NEC, 2001] wurden z.B. unter anderem nationale Emissionsobergrenzen für verschiedene Schadgase wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak und flüchtige organische Verbindungen (VOC) beschlossen. Des Weiteren werden z.B. auch im Kyoto-Protokoll [KYOTO, 1997] definierte Höchstmengen an Treibhausgasemissionen sowie Minderungsziele, unter anderem auch für das Gas Methan, festgelegt.

Auch die Landesregierung Baden-Württemberg hat mit dem 1995 verabschiedeten Luftqualitätskonzept [UM, 1995] bzw. zuletzt mit dem Umweltplan Baden-Württemberg, der im Dezember 2000 vom Ministerrat beschlossen wurde, diesen Entwicklungen Rechnung getragen. Der Umweltplan setzt dabei einen auf das Jahr 2010 ausgerichteten Orientierungsrahmen zu einer dauerhaft umweltgerechten und zukunftsfähigen Entwicklung Baden-Württembergs [UVM, 2000].

Die Emissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen beschränken sich im Wesentlichen auf die Schadstoffe Methan und auf die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe. Darüber hinaus werden noch typische verbrennungsbedingte Schadgase aus dem Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge durch die dort eingesetzten Motoren emittiert. Zur Freisetzung des Treibhausgases Methan tragen in Baden-Württemberg zu etwa gleichen Teilen die Biogenen Quellen [UMEG, 1998], [UMEG, Bio 2000] sowie die Sonstigen Nicht gefassten Quellen bei. In der letzteren Quellengruppe ist es vor allem der Bereich Abfall/Abwasserbehandlung und die Verluste aus der Gasversorgung. Auch bei der Schadstoffgruppe leichtflüchtige Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) sind die Sonstigen nicht gefassten Quellen zu einem größeren Anteil beteiligt [UMEG, 1998].

Bei den verbrennungsbedingten Luftschadstoffen sind in Baden-Württemberg als Hauptverursacher der Verkehr und die Feuerungsanlagen in der Industrie (Kraftwerke und Prozesswärme) sowie die Kleinfeuerungsanlagen zu nennen. Jedoch haben auch die Sonstigen nicht gefassten Quellen und hier der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge je nach Schadstoff einen mehr oder weniger großen Anteil an den Emissionen inne [UMEG, 1998].

Für den vorliegenden Bericht wurden die Emissionen der Sonstigen nicht gefassten 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 diese Quellen dar, andererseits zeigt er die Berechnungsgrundlagen und Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen erstmals detailliert in einer eigenständigen Untersuchung.

Zur Quellengruppe der Sonstigen nicht gefassten Quellen zählen im Rahmen dieser Erhebung die folgenden Einzelquellen:

- Hausmülldeponien
- Altablagerungen (mit Ablagerungen von Hausmüll- und hausmüllähnlichen Abfällen)
- Abwasserbehandlungsanlagen
- Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und in Vor-Ort-Gewerbebetrieben
- Gasverteilung (Erdgasnetze, Flüssiggasanlagen, Gasspeicherung)
- Grundwasserförderung
- Geräte/Maschinen/Fahrzeuge

Daneben wurden im Verlauf der Untersuchungen noch eine Vielzahl weiterer Einzelquellen betrachtet, die jedoch aufgrund der Erhebungsmethodik nicht unmittelbar in die tabellarische Darstellung sowie in die Karten übernommen wurden, jedoch in Kapitel 4.8 im Text mit ihrer jeweiligen Emissionsstärke vorgestellt werden. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um die Quellen Motorsportveranstaltungen, Verdunstung von Frostschutzmitteln (Scheibenwaschwasser, Defrostersprays, Flugzeug- und Bodenenteisung auf Flugplätzen) und die Emissionen aus mobilen und stationären Klima-

geräten und Kälteanlagen. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Untersuchungen zu dieser Quellengruppe noch weitere Quellen identifiziert, deren Emissionspotentiale im Laufe der Ermittlungen jedoch nach gegenwärtigem Wissensstand als nicht relevant eingestuft wurden bzw. sich als nicht quantifizierbar herausstellten und deshalb in dieser Arbeit nicht ausgewiesen wurden. Dazu gehören insbesondere die Emissionen aus der Kompostierung organischer Abfälle, Emissionen aus der Biomasseverbrennung, Emissionen aus Treib- und Aufschäummitteln (soweit sie nicht in der Quellengruppe Produktanwendung auftreten), Stäube aus Bautätigkeiten und Bergbau, Stör- und Unfälle mit luftgefährdenden Stoffen, illegale Luftverunreinigungen (offene Verbrennung etc.).

Die Quellengruppe "Sonstige nicht gefasste Quellen" zeigt hauptsächlich bei den Spurengasen Methan (CH_4) und bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ein größeres Emissionspotential. Die Verbrennungsmotoren in der Kategorie Geräte/Maschinen/Fahrzeuge setzen darüber hinaus auch die eher klassischen Schadgase aus Verbrennungsprozessen wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Staub etc. frei.

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

- Methan CH_4
- Distickstoffoxid N_2O
- Flüchtige organische Komponenten (volatile organic compounds - VOC)

und für den Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zusätzlich noch die Komponenten:

- Schwefeldioxid SO_2
- Kohlenmonoxid CO
- Stickstoffoxide NO_x (Summe NO und NO_2)
- Kohlendioxid CO_2
- Staub
- PM10-Feinstaub
- Ammoniak

sowie die Staubinhaltsstoffe Blei (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Benzo(a)pyren (BaP) und die polychlorierten Dibenzo-p-dioxine und die polychlorierten Dibenzofurane (PCDD/F).

2 GEBIETSBESCHREIBUNG

Das 1952 geschaffene 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 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.

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 und dem 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, 2003]. 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 hat.

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

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, 2000].

Politisch gliedert sich Baden-Württemberg in die vier Regierungsbezirke Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg und Tübingen, die insgesamt 9 Stadtkreise und 35 Landkreise umfassen. Es gibt insgesamt 1 111 Gemeinden, darunter 86 Große Kreisstädte.

In Karte 2-1 (Seite 14) ist Baden-Württemberg mit den Grenzen zu seinen nächsten Nachbarn dargestellt.



Karte 2-1
Baden-Württemberg und seine Nachbarn

Die Landeshauptstadt Stuttgart ist mit 582 000 Einwohnern (Stadtkreis Stuttgart) und einer Fläche von 207 m³ die größte Stadt Baden-Württembergs. Bezieht man noch das nähere Umfeld der Landeshauptstadt mit ein, leben in diesem Verdichtungsraum, z.B. im Verband Region Stuttgart (seit 1994, vormals Regionalverband Stuttgart bzw. Regionalverband Mittlerer Neckar), der neben dem Stadtkreis Stuttgart auch die angrenzenden Landkreise Böblingen, Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg sowie den Rems-Murr-Kreis beinhaltet, etwa 2,6 Millionen Menschen [REGION-STUTT GART]. Weitere Großstädte sind Mannheim mit 307 000 Einwohnern und Karlsruhe mit 277 000 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 Bodenfläche, die Bevölkerung, die Wohnungen und Wohngebäude und das Abfallaufkommen für die Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg.

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 %. Die Verkehrs- und Gebäudeflächen machen in Baden-Württemberg zusammen nur etwa 13 % der Landesfläche aus [StaLA, 2001], im Bundesgebiet liegt dieser Wert mit 11 % etwa im gleichen Rahmen.

Die Infrastruktur ist in den letzten Jahren verstärkt ausgebaut und verbessert worden. Durch seine relativ zentrale Lage innerhalb Europas liegt Baden-Württemberg im Schnittpunkt wichtiger Verkehrsverbindungen.

Ein enges Verkehrsnetz verbindet das Land mit seinen Nachbarländern Schweiz und Frankreich. Durch Baden-Württemberg führen die Autobahnen A5 in Nord-Süd-Richtung (Basel-Frankfurt), die A8 in Ost-West-Richtung (Karlsruhe-Stuttgart-Ulm-München) und die A81 (Stuttgart-Heilbronn). Wichtigster Flughafen ist der Flughafen Stuttgart und der Flughafen in Söllingen südlich von Karlsruhe (Baden-Airpark); ein weiterer wichtiger Regionalflughafen ist der Bodensee-Airport Friedrichshafen am Bodensee. Darüber hinaus verfügt Baden-Württemberg auch über bedeutende Schifffahrtswege (Rhein und Neckar) und mehrere wichtige Eisenbahntrassen verlaufen durch das Landesgebiet.

Der Bestand an Wohngebäuden betrug im Jahr 2000 in Baden-Württemberg etwa 2,14 Mio. Gebäude mit zusammen 4,66 Mio. Wohnungen. Die durchschnittliche Einwohnerzahl je Wohnung liegt im Mittel bei etwa 2,2 Personen, in den Stadtkreisen liegt die Belegung bei 1,7 bis 2,1, in den Landkreisen liegt die Einwohnerzahl pro Wohneinheit mit 2,1 bis 2,5 Personen deutlich höher [StaLA, 2000].

Baden-Württemberg verfügt über ein gut ausgebautes, annähernd flächendeckendes Erdgasnetz. Die Erdgasversorgung der Haushalte, der öffentlichen Gebäude sowie der Industrie- und Gewerbebetriebe erfolgte im Jahr 2000 durch insgesamt 112 Gasversorgungsunternehmen. Diese betreiben ein Versorgungsnetz von etwa 30 667 km Länge, davon ca. 15 135 km im Niederdruckbereich (bis 100 mbar über Atmosphärendruck) in den Ortsnetzen. Insgesamt etwa 726 Gemeinden (Anschlussgrad von 65 % der Städte und Gemeinden) wurden im Jahr 2000 mit Erdgas versorgt (Industriekunden, Haushalte etc). Die Gasabgabe der Gasversorgungsunternehmen (GVU) an die Verbraucher in Baden-Württemberg betrug im Jahr 2000 insgesamt 75,1 Mrd. kWh, davon gingen knapp 41 % an die Industrie und etwa 35 % an die privaten Haushalte [BGW, 2000].

Tabelle 2-1

Strukturdaten der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg 2000 [StaLA, 2000]

	Bodenfläche- insgesamt in ha	Ein- wohner	Wohnungen	Wohn- gebäude	Siedlungsabfälle ¹⁾			
					insgesamt	davon Haus u. Sperrmüll	Wertstoffe u. Wertstoffgemische	Sonstige Abfälle
						in kg/Einwohner		
Skr Stuttgart	20 734	582 443	288 150	70 183	687	247	146	294
Lkr Böblingen	61 783	362 048	157 926	70 255	503	142	152	209
Lkr Esslingen	64 146	497 826	226 552	100 722	459	124	152	183
Lkr Göppingen	64 231	256 136	111 769	55 353	517	209	119	189
Lkr Ludwigsburg	68 735	495 443	222 700	97 583	542	168	147	227
Lkr Rems-Murr Kreis	85 818	407 213	181 727	82 126	453	148	137	168
Skr Heilbronn	9 987	119 526	55 469	20 336	756	199	216	341
Lkr Heilbronn	109 956	317 578	133 997	78 153	794	140	184	470
Lkr Hohenlohekreis	77 671	106 930	43 720	25 546	642	268	154	220
Lkr Schwäbisch Hall	148 412	184 819	76 470	43 869	458	172	120	166
Lkr Main-Tauber-Kreis	130 457	137 135	57 329	33 742	454	77	195	182
Lkr Heidenheim	62 723	136 890	59 769	32 820	702	108	158	436
Lkr Ostalbkreis	151 150	313 318	131 480	71 825	657	114	164	379
Skr Baden-Baden	14 018	52 627	30 522	10 454	899	148	211	540
Skr Karlsruhe	17 347	277 204	138 770	37 510	629	242	180	207
Lkr Karlsruhe	108 490	416 429	175 387	98 742	572	165	168	239
Lkr Rastatt	73 880	223 529	96 412	48 290	508	103	155	250
Skr Heidelberg	10 883	139 672	67 136	18 336	625	185	200	240
Skr Mannheim	14 497	307 730	161 746	38 561	790	287	124	379
Lkr Neckar-Odenwald-Kreis	112 630	148 938	61 011	38 010	602	144	164	294
Lkr Rhein-Neckar-Kreis	106 180	521 954	234 557	115 828	442	103	191	148
Skr Pforzheim	9 784	117 227	56 575	16 615	504	201	145	158
Lkr Calw	79 753	158 294	68 539	34 665	631	94	186	351
Lkr Enzkreis	57 388	191 590	82 201	48 177	477	141	161	175
Lkr Freudenstadt	87 075	121 063	52 528	27 699	481	75	178	228
Skr Freiburg	15 306	202 455	95 889	23 411	571	190	179	202
Lkr Breisgau-Hochschwarzwald	137 833	238 770	100 505	47 967	534	141	168	225
Lkr Emmendingen	67 992	150 406	63 933	30 723	471	195	150	126
Lkr Ortenaukreis	186 072	405 607	173 226	87 631	529	210	156	163
Lkr Rottweil	76 943	140 628	60 360	35 170	496	85	154	257
Lkr Schwarzwald-Baar-Kreis	102 514	209 605	95 232	41 720	664	134	169	361
Lkr Tuttlingen	73 435	132 274	55 747	32 452	571	140	169	262
Lkr Konstanz	81 799	264 540	122 983	48 443	476	134	159	183
Lkr Lörrach	80 682	216 111	96 650	41 733	564	214	149	201
Lkr Waldshut	113 118	164 968	72 590	34 465	537	195	168	174
Lkr Reutlingen	109 412	276 671	118 323	63 214	502	129	165	208
Lkr Tübingen	51 916	207 030	88 642	42 607	381	109	164	108
Lkr Zollernalbkreis	91 772	192 920	80 816	53 649	480	110	172	198
Skr Ulm	11 869	116 103	54 380	18 177	553	111	191	251
Lkr Alb-Donau-Kreis	135 733	184 803	73 430	46 387	438	128	135	175
Lkr Biberach	140 984	181 409	74 554	46 409	415	152	184	79
Lkr Bodenseekreis	66 471	198 024	91 495	40 296	492	97	193	202
Lkr Ravensburg	163 179	267 147	110 225	56 519	363	122	144	97
Lkr Sigmaringen	120 428	132 899	54 904	32 463	553	97	179	277
Baden-Württemberg	3 575 188	10 475 932	4 656 326	2 138 836	548	157	161	230

Skr: Stadtkreis; Lkr: Landkreis; Stand 31.12.1999, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Abfalldaten für 1999 [StaLA, 2001a]

¹⁾ Ohne nicht verunreinigten Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch sowie Problemstoffe.

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg betrug im Jahr 2000 insgesamt 1 559 316 TJ; der Brutto-Gasverbrauch in Baden-Württemberg betrug 7 834 Mio. m³, das entspricht etwa einem Anteil von knapp 16 %. Der Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg betrug im Jahr 2000 insgesamt 1 061 416 TJ, hier hat Erdgas und Erdöl zusammen einen Anteil von 20,3 % am Verbrauch [StaLA, 2002].

Das gesamte Abfall- und Wertstoffaufkommen, bestehend aus Haus- und Sperrmüll, Wertstoffen, Grün- und Bioabfällen, Gewerbeabfällen, Baustellenabfällen und sonstigen Abfällen betrug in Baden-Württemberg im Jahr 2000 insgesamt 16 Mio. t/a [UVM, 2001]. Den größten Anteil stellt dabei der Bereich Baumassenabfälle (nicht verunreinigter Bodenaushub, Bauschutt, Abbruchmaterial und Straßenaufbruch) mit einem An-

teil von 62 % dar. Haus- und Sperrmüll haben zusammen einen Anteil von etwa 10 % an dem gesamten Siedlungsabfallaufkommen in Baden-Württemberg im Jahr 2000. Von den 1,67 Mio. t/a Haus- und Sperrmüll im Jahr 2000 wurden insgesamt 975 000 t auf Hausmülldeponien abgelagert.

Die Abfallfraktionen Haus- und Sperrmüll entsprechen einem statistischen Pro-Kopf-Aufkommen von etwa 159 kg pro Einwohner und Jahr (Gesamtdeutschland 249 kg pro Einwohner und Jahr) [UVM, 2001].

In Abbildung 2-1 ist das gesamte Abfall- und Wertstoffaufkommen in Baden-Württemberg 1999 dargestellt. Die Abbildung 2-2 zeigt die auf den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg abgelagerten Abfallmengen seit 1990.

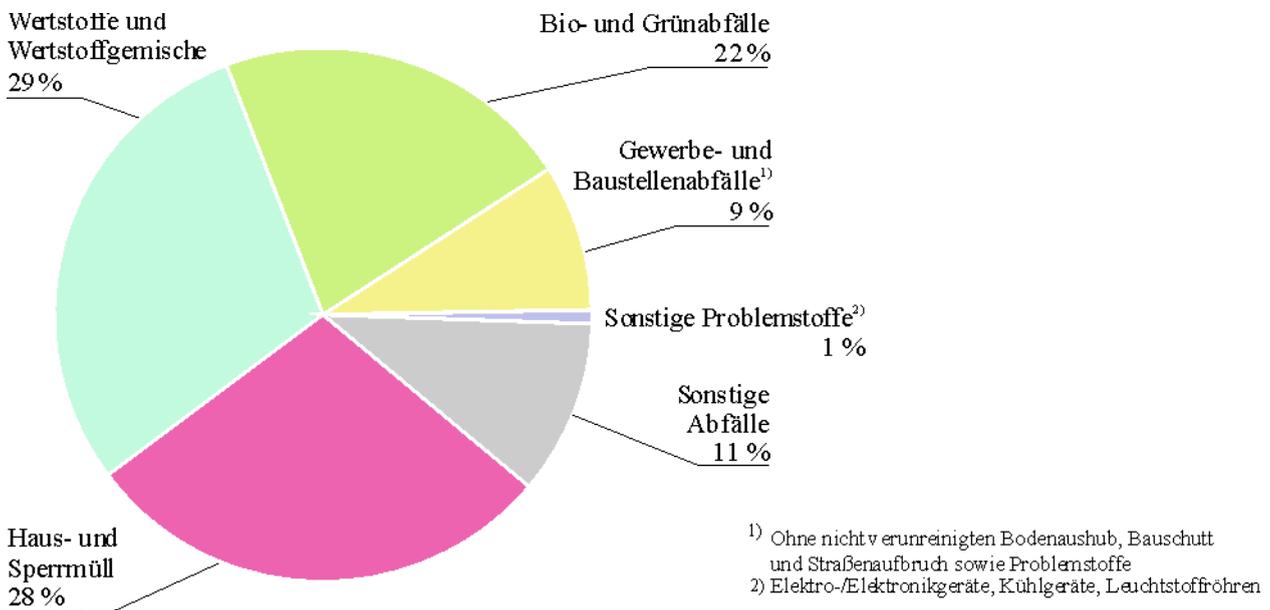


Abbildung 2-1

Abfall- und Wertstoffaufkommen in Baden-Württemberg 1999 [StaLA, 2001a] ¹⁾

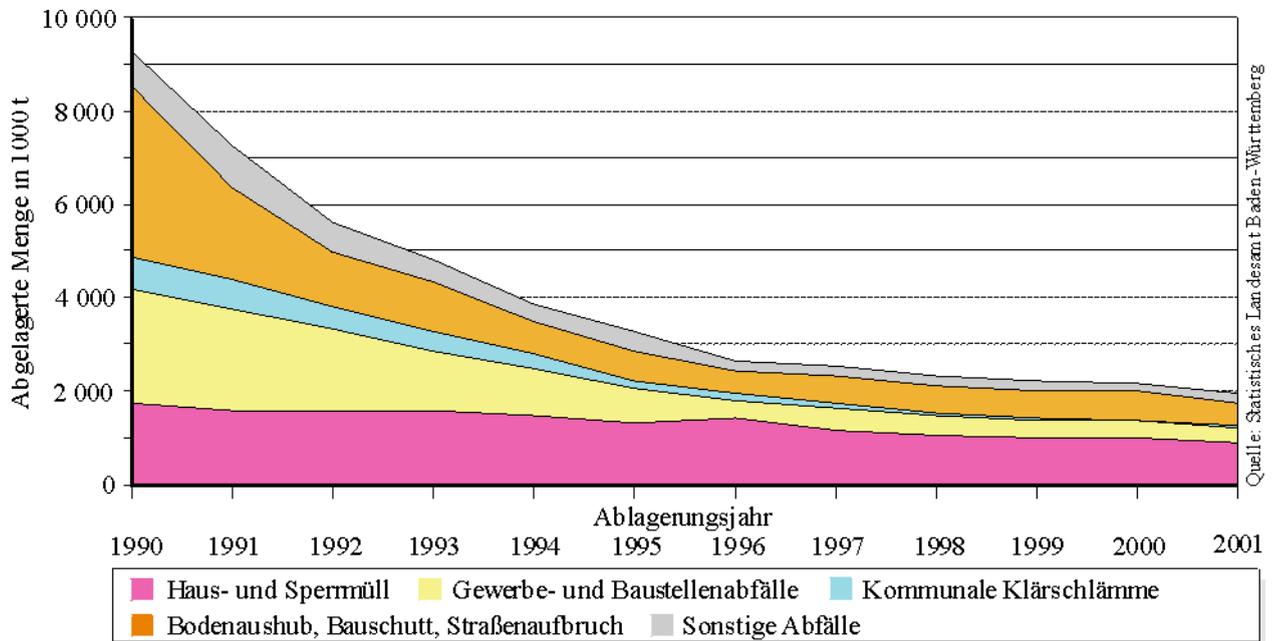


Abbildung 2-2

Auf den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg abgelagerte Abfallmengen 1990 bis 2001 [UVM, 2001], [StaLA, 2001a]

Die Zahl der kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg betrug im Jahr 1998 landesweit 1 164 Anlagen mit einer Leistung von zusammen 21,5 Mio. EW (Einwohnergleichwerte) [StaLA, 2001b]. Insgesamt 994 Anlagen wiesen weitergehende Abwasserreinigungsstufen zur Nährstoffelimination auf, 279 Anlagen führten eine Nitrifikation/Denitrifikation zur Stickstoffelimination und zusätzlich eine Phosphatelimination durch [StaLA, 2001b] (vgl. auch [ATV, 2001]). In diesen Anlagen wurden im Jahr 1998 (letzte Landeserhebung) insgesamt 1,57 Mrd. m³ Abwasser behandelt. Dazu kommen noch Abwasserbehandlungsanlagen in der Industrie, in denen 1998 insgesamt 106,3 Mio. m³ Abwasser behandelt wurden [StaLA, 2001b].

Der Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg betrug im Jahr 2000 etwa 98,2 %, darunter waren 62,1 % der Einwohner an biologische Anlagen angeschlossen, die auf Nitrifikation, Denitrifikation und

Phosphatelimination ausgelegt sind [StaLA, 2001b]. Im Jahr 1998 fielen in Baden-Württemberg rund 322 000 t Klärschlamm-trockensubstanz (t TS) aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen zur Entsorgung an. 56,5 % des Klärschlammaufkommens wurden im Land selbst beseitigt oder verwertet, während 43,5 % (ca. 140 000 t TS) in andere Bundesländer und das Ausland transportiert wurden [StaLA, 2001b].

Im Jahr 2000 wurden in Deutschland etwa 1 000 Gg NMVOC (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan) aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in der Industrie, im Gewerbe und in den privaten Haushalten in die Atmosphäre emittiert. Dieser Emittentenbereich weist damit einen Anteil von über 60 % an den gesamten NMVOC-Emissionen Deutschlands auf, welcher etwa 1 600 Gg im Jahr 2000 betrug [UBA, 2002]. Die mit Unterzeichnung des UNECE-Protokolls [UN, 2000] über die Emissionsbegrenzungen für flüchtige organische Verbindungen

bzw. deren grenzüberschreitender Stoffströme eingegangene Verpflichtung zur Verminderung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen um 30 % bis 1999 (gegenüber dem Stand von 1988) wurde zwar erfüllt, jedoch wurde der Rückgang dieser Emissionen seit 1990 hauptsächlich im Bereich des Straßenverkehrs durch schrittweise Umsetzung gesetzlicher Abgasregelungen verursacht.

Ebenfalls emissionsmindernd wirkten die gesetzlichen Regelungen zur Begrenzung der Emissionen aus der Kraftstoffverteilung (Gaspending, Gasrückführungssysteme, etc.). Im Bereich Lösemittelanwendung in den Haushalten, im Gewerbe und in der Industrie wurden demgegenüber jedoch nur geringe Minderungen realisiert. Vor allem der Bereich der privaten Haushalte zeigt vergleichsweise nur eine geringe Tendenz zur Vermeidung und Minderung von NMVOC-Emissionen (Lösemittel, Duftstoffe, etc.).

Im Rahmen der EU-Richtlinie zu nationalen Emissionsobergrenzen (NEC-Richtlinie 2001/81/EG) besteht

demgegenüber die Verpflichtung, u.a. die NMVOC-Emissionen bis 2010 auf 995 Gg zu vermindern [UBA, 2003], [NEC, 2001].

Die Abbildung 2-3 zeigt die Änderungen bei den Nichtmethan-Kohlenwasserstoffemissionen in Deutschland zwischen 1990 und dem Jahr 2000. Insgesamt verminderten sich die NMVOC-Emissionen in diesen zehn Jahren um etwa 50 %. Die Abbildung 2-4 zeigt demgegenüber die NMVOC-Emissionen im Jahr 1990 und im Jahr 2000 mit den Anteilen der Hauptemittenten an.

Während die Emissionsanteile des Verkehrs in diesem Zeitraum deutlich abnahmen (Reduktion der NMVOC-Emissionen aus dem Verkehr um etwa 79 %) zeigten die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte nur einen Rückgang um knapp 14 %, damit erhöhen sich die Anteile der Emittentengruppe "Lösemittelverwendung" von 36 % im Jahr 1990 auf über 62 % im Jahr 2000.

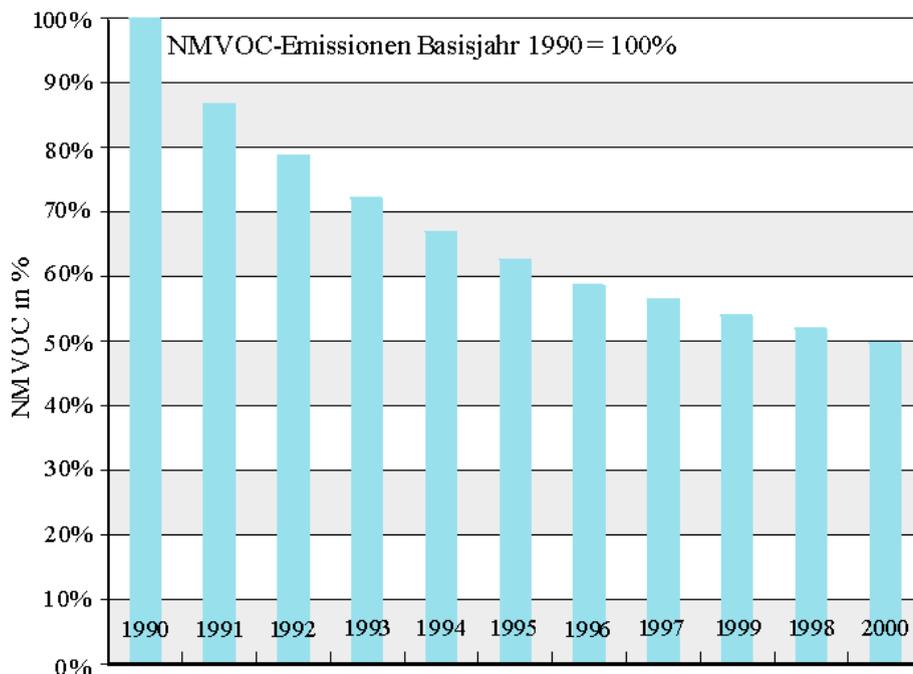
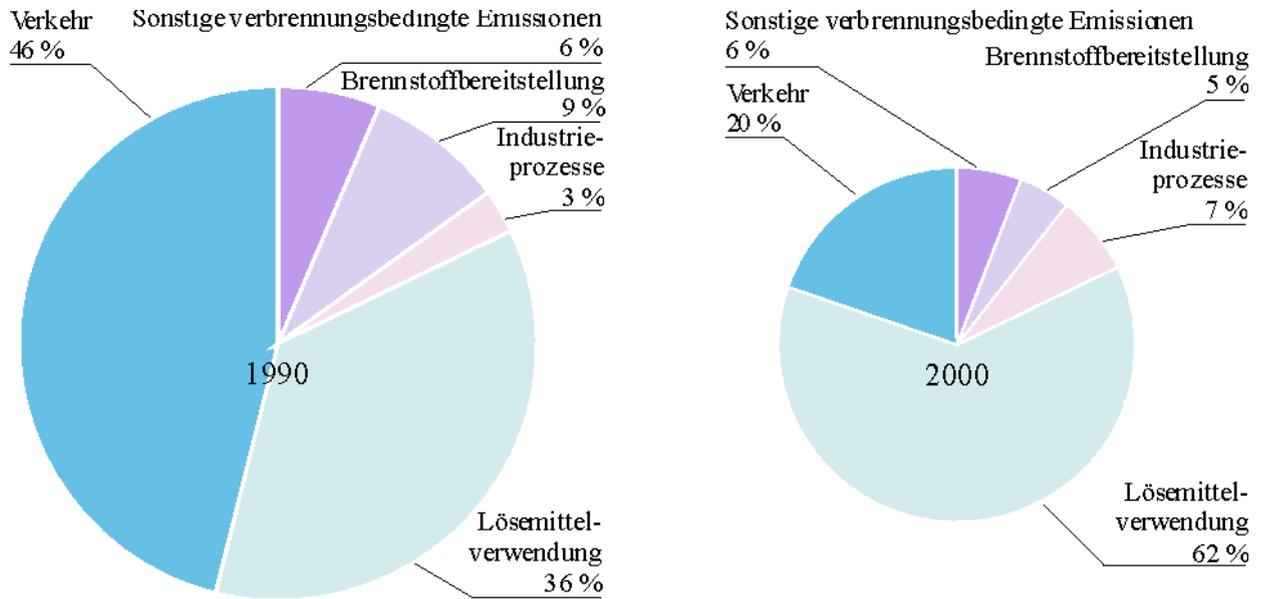


Abbildung 2-3

Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Deutschland zwischen 1990 und 2000 [UBA, 2002]



Brennstoffbereitstellung: Verluste bei Gewinnung/Umwandlung/Verteilung von Brennstoffen

Abbildung 2-4

Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den NMVOC-Emissionen in Deutschland 1990 und 2000 [UBA, 2002]

3 AUSGANGSLAGE UND METHODISCHER ANSATZ

Die Quellengruppe "Sonstige nicht gefasste Quellen" zeigt hauptsächlich bei den Spurengasen Methan (CH_4), bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC bzw. NMVOC) und bei den verbrennungsbedingten Schadstoffen aus den Motoren der Geräte/Maschinen und Fahrzeuge ein größeres Emissionspotential. Die Sonstigen nicht gefassten Quellen beinhalten dabei die Luftschadstoff-Freisetzen aus den Mülldeponien und den Altablagerungen sowie den Abwasserbehandlungsanlagen (kommunale und industrielle Kläranlagen), die Emissionen aus dem Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und in den Vor-Ort-tätigen Gewerbebetrieben (Maler etc.), die Leckagen aus der Gasversorgung (Erdgasverteilung, Flüssiggasanlagen, Hausanschlüsse und Verluste bei den Industrie- und Gewerbekunden), die Emissionen aus dem Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge mit den Einzelemitenten land- und forstwirtschaftliche Geräte und Fahrzeuge, Militär, Hobby- und Gartengeräte, Industriemaschinen und Industriefahrzeuge sowie Baumaschinen.

Als letzte Gruppe wurden zusätzlich noch die Emissionen aus der Grundwasserförderung betrachtet, obwohl diese Quelle von der Emissionsstärke eher vernachlässigbar ist.

In dieser Quellengruppe kommen in der Regel keine end-of-Pipe Emissionsminderungsmaßnahmen zum Tragen. Lediglich bei den Hausmülldeponien werden in Baden-Württemberg Absaugeinrichtungen betrieben (Gasbrunnen), um das entstehende Deponiegas zu fassen und einer geordneten Beseitigung (Hochtemperaturfackel) oder Verwertung (Gasmotoren, BHKW) zuzuführen. In den anderen Bereichen der Sonstigen nicht gefassten Quellen werden eher primärseitige Maßnahmen zur Reduktion der Schadstoffausträge in die Atmosphäre implementiert. Im Bereich der Verwendung lösemittelhaltiger Produkte in den privaten

Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe werden als emissionsmindernde Maßnahmen beispielsweise die organischen Treibmittel und auch das Lachgas zunehmend durch Druckluft ersetzt und die organischen Komponenten in den Farben und Lacken werden in steigendem Maße durch wasserbasierte Produkte ersetzt bzw. ergänzt. Die Erdgasverteilungsnetze und Hausanschlussleitungen sowie die gasbetriebenen Endgeräte in Haushalten und in den Industrie- und Gewerbebetrieben werden modernisiert; alte Rohrleitungen und Muffen durch moderne Kunststoffleitungen mit wesentlich geringeren Gasverlusten ersetzt.

Im Bereich der Abwasserbehandlungsanlagen werden durch Optimierung der Klärschlammbehandlungsstufen die entstehenden Klärschlammengen reduziert, die energetische Verwertung der Klärschlämme innerhalb der Anlagen wird weiter ausgebaut.

Die Entwicklung des Kraftstoffverbrauches im Bereich der Quellengruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge (Fahrzeuge der Land- und Forstwirtschaft, Baumaschinen, Militär, Industrie, Verbrennungsmotoren im Bereich Garten/Hobby) wies in den vergangenen Jahren keine gravierenden Änderungen auf. Die Veränderung der spezifischen Verbräuche und der Emissionen verläuft bei dieser Quellengruppe im Vergleich zum Beispiel zum Straßenverkehr wesentlich langsamer. Man geht deshalb davon aus, dass sich die Emissionssituation zwischen 1995 und 2000 nicht wesentlich geändert hat (Ausgenommen sind dabei die Schwefeldioxid-Emissionen, die nur von der Kraftstoffqualität, also dem Schwefelgehalt abhängen). Abgasseitige Verfahren zur Schadstoffreduktion wie etwa Katalysatoren oder Rußfilter etc. wie z.B. beim Straßenverkehr lassen sich bei diesen Fahrzeugen und Maschinen in der Regel nicht oder nur schwer durchsetzen bzw. nachrüsten.

In den folgenden Kapiteln werden die Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg mit dem Bezugsjahr 2000 im Detail für jede Einzelquelle dargestellt. Quellen sind dabei definiert als Teile der Quellengruppe mit einheitlichem Erfassungsverhalten und damit in der Regel auch einheitlicher Erfassungsweise.

Zunächst wird auf die Methodik und auf die zugrundeliegenden Basisdaten sowie auf die Ergebnisse für jede Einzelquellen eingegangen. Die quellenbezogenen Emissionen werden dann tabellarisch und graphisch in Form von Diagrammen und Übersichtskarten für Baden-Württemberg dargestellt.

Das Emissionskataster basiert im Wesentlichen auf dem Betrachtungszeitraum des Jahres 2000. Abhängig von den Basisdaten, die den einzelnen Emittentenquellen zugrunde liegen, kann das Bezugsjahr aufgrund unterschiedlicher Erhebungszeiträume etwas differieren, in Einzelfällen musste deshalb auf Daten aus den Jahren 1998, 1999 oder 2001 zurückgegriffen werden. In den meisten Fällen konnten die relevanten Basisdaten dann auf das Bezugsjahr 2000 übertragen werden. Da sich in dieser Quellengruppe in der Regel keine sprunghaften Änderungen der Basisdaten ergeben, sind die Ergebnisse auch bei leicht differierenden Bezugsjahren für das Jahr 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 in Form von Emissionskarten noch einmal zusammen.

Die Luftschadstoff-Emissionen aus den verschiedenen Quellen und Quellengruppen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs wurden wie bereits

dargelegt unter Zuhilfenahme landesspezifischer Basisdaten ermittelt. Dazu wurden zunächst verschiedene sozioökonomische Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg angefordert und in Datenbanken abgebildet (Zahlen zur Flächennutzung, Einwohnern, Abfallaufkommen, Deponien, Abwasserreinigungsanlagen etc.).

Die Daten aus den vorhandenen landesweiten Emissionskatastern des Landes Baden-Württemberg für die Jahre 1995, 1998 und 2000 [UMEG, 1995], [UMEG, 1998], [UMEG, IuG 2000], [UMEG, Bio 2000], [UMEG, Kfa 2000] wurden ebenso zur Analyse herangezogen wie Zahlen aus Veröffentlichungen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg oder verschiedener Bundesstatistiken. Für den Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge wurde auf Daten aus einer im Auftrag der UMEG durchgeführten Erhebung für das Land Baden-Württemberg zurückgegriffen [AVISO, 2000].

Die Berechnung der Emissionen erfolgte dann aufbauend auf die im Land Baden-Württemberg vorliegenden bzw. zugänglichen Basisdaten unter Verwendung von Methoden und Algorithmen, die an die Struktur und Differenzierung dieser Daten angepasst wurden. Diese Verfahren zur Ermittlung der Basisdaten und der Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen wurden für verschiedene landesweite Emissionskataster (Baden-Württemberg 1995 und 1998 [UMEG, 1995], [UMEG, 1998], Oberrhein [Oberrhein, 1998], Sachsen-Anhalt 2002 [Sachsen-Anhalt, 2002]) entwickelt, fortgeschrieben und an die Verhältnisse für das Bezugsjahr 2000 in Baden-Württemberg angepasst.

Die Eingangsdaten und Berechnungsgrundlagen sowie die daraus resultierenden Emissionen für die Sonstigen nicht gefassten Quellen sind fortschreibbar auf EDV abgelegt. Auf diese Weise ist es möglich, den Datenbestand laufend zu aktualisieren und damit auch die Emissionen für jedes Basisjahr im Hinblick auf aktuelle Fragestellungen der Luftreinhaltung zu erneuern.

4 DATENGRUNDLAGEN UND QUELLENBEZOGENE EMISSIONEN

Die Sonstigen nicht gefassten Quellen beinhalten einerseits eher anthropogen beeinflusste Emittenten, die direkt mit der Bevölkerungszahl korreliert sind wie die Abfall- und Abwasserwirtschaft, die Gasverteilung und die Anwendung lösemittelhaltiger Produkte, andererseits werden unter dem Dach der Sonstigen nicht gefassten Quellen auch Emittenten subsumiert, die sich nicht direkt anderen Quellengruppen zuordnen lassen wie z.B. der Bereich der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge.

In vielen Fällen kommen in diesem Emittentenbereich bereits primäre Emissionsminderungsmaßnahmen (lösemittelarme Lacke, Ersatz von Treibgasen etc.), oder auch sekundärseitige Systeme zur Emissionsminderung (Gasfassungssysteme) zum Tragen, die bei der Bilanzierung auch gesondert betrachtet werden müssen.

Wie bereits dargelegt, zeigt die Quellengruppe "Sonstige nicht gefasste Quellen" hauptsächlich bei den Spurengasen Methan (CH_4) und bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), hier speziell bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMVOC) ein größeres Emissionspotential, welches in einzelnen Fällen die Massenströme aus den "klassischen" Quellengruppen Industrie/Gewerbe oder Verkehr erreicht oder sogar übertrifft.

In dieser Untersuchung werden die Schadstofffreisetzung der Einzelemittenten

- Abfalldeponien (Deponien, auf denen Hausmüll oder hausmüllähnliche Abfälle zwischen 1983 und 2000 abgelagert wurden)
- Altablagerungen
- Abwasserbehandlungsanlagen
- Grundwasserförderung
- Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe

- Gasverteilung (Erdgasnetze, Flüssiggasanlagen, Hausanschlüsse)
 - Geräte/Maschinen/Fahrzeuge
- detailliert untersucht.

Der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge beinhaltet dabei die Emissionen aus dem Einsatz von Verbrennungsmaschinen/motoren in den Kategorien:

- Maschinen und Fahrzeuge der Land- und Forstwirtschaft
- Baumaschinen
- Militär (Standortverkehr und Truppenübungsplätze, bodennaher Flugverkehr)
- Geräte für Garten und Hobby (Rasenmäher, Häcksler etc.)
- In industriellen Anlagen oder Arealen eingesetzte Maschinen, Geräte und Fahrzeuge (Gabelstapler etc.) zur Beförderung von Stoffen/Produkten innerhalb der betriebsinternen Prozessabläufe

Dieser letztgenannte Bereich emittiert dabei zusätzlich zu den bereits erwähnten Methan- und NMVOC-Emissionen auch die klassischen Luftschadstoffe, die aus der Verbrennung fossiler Energieträger zu erwarten sind, wie z.B. Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Staub etc.

Auch bei diesen Schadstoffen weisen die Sonstigen nicht gefassten Quellen trotz des im Bereich der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge eher geringen Verbrauchs an fossilen Energieträgern (Kraftstoffen) im Vergleich zu den "klassischen" Quellengruppen wie Kraftwerke oder Verkehr überproportional hohe Anteile an den Gesamtemissionen bei einzelnen verbrennungsbedingten Schadstoffen auf. Vor allem an den Kohlenmonoxid- und den Staub- bzw. PM10- Emissionen sind die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zu einem hohen

Prozentsatz im Land Baden-Württemberg beteiligt. Erschwerend kommt hinzu, dass im Bereich der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge gezielte Emissionsminderungsmaßnahmen technisch nur schwer durchsetzbar sind. Der prozentuale Anteil der Sonstigen nicht gefassten Quellen an den Emissionen dieser Schadstoffe in Baden-Württemberg wird deshalb aller Voraussicht nach in Zukunft eher noch zunehmen.

4.1 Emissionen aus den Abfalldeponien (Hausmülldeponien)

Biochemisch abbaubare Kohlenstoff-Verbindungen werden durch methanbildende Mikroorganismen in anaeroben Milieu zu Methan und Kohlendioxid abgebaut. Ein Teil des Kohlenstoffs wird für den Aufbau von bakterieller Biomasse verwendet oder über das Sickerwasser ausgetragen. Das gebildete Methan diffundiert durch den Deponiekörper, wird beim Passieren von aeroben Schichten mikrobiell teilweise zu Kohlendioxid oxidiert und der nichtumgesetzte Rest des Methans gelangt schließlich in die Atmosphäre. Bei "gefassten" Deponien wird ein Großteil der gebildeten Gase durch Gasbrunnen erfasst (abgesaugt) und einer geordneten Verwertung oder Entsorgung (Fackeln, Blockheizkraftwerke/Heizkraftwerke o.ä.) zugeführt.

Die methanbildenden Prozesse finden v.a. in Hausmülldeponien und in Deponien, auf denen hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehricht, kompostierbare Abfälle, Klärschlamm sowie Rückstände aus der Kanalisation (Fäkalien aus Sickergruben und Hauskläranlagen etc.) abgelagert sind, statt. Auch in bereits seit Jahren geschlossenen Altablagerungsstätten und an Altstandorten mit Ablagerungen von organischen Abfällen laufen diese Prozesse ab, da sich der Abbau der biologisch abbaubaren organischen Substanz in den Deponiekörpern über viele Jahre bzw. Jahrzehnte erstreckt.

Für die Bildung von Deponiegas sind bestimmte Milieubedingungen für die Mikroorganismen erforderlich, die in der Regel auch in den Hausmülldeponien und in den Altablagerungen (bei Ablagerung von

organischem Material) von Baden-Württemberg vorhanden sind.

Im Einzelnen sind das u.a. die Parameter:

- hinreichendes Nährstoffangebot (biologisch abbaubare Kohlenstoffverbindungen).
- ausreichendes Wasserangebot (Feuchte im Deponiekörper)
- geeignete Temperatur und Temperaturkonstanz
- geeigneter pH-Wert, Pufferkapazität
- keine bzw. nur geringe Konzentrationen an für die Mikroorganismen toxisch wirkenden Verbindungen (Schwermetalle, halogenierte Kohlenwasserstoffe etc.)

Die Konzentrationen der in den Poren und Hohlräumen des Deponiekörpers vorhandenen Gase verändern sich im Zeitverlauf bzw. im Zeitraum seit der Ablagerung des Abfalls. Man unterscheidet hierbei neun Entwicklungsphasen [VDI, 3790], [LfU, 1995].

Die Abbildung 4-1 zeigt die Konzentration der Deponiegase im Deponiekörper vom Tag der Ablagerung (Kompaktierung) des Abfalls an bis zur Phase der stabilen Methangärung, die in der Regel nach etwa einem Jahr beginnt. In der Abbildung 4-2 sind die Konzentrationsverläufe dann für die restlichen Phasen bis hin zur Luftphase, bei der der gesamte durch den Abfall eingetragene organisch abbaubare Kohlenstoff bereits umgewandelt wurde, dargestellt.

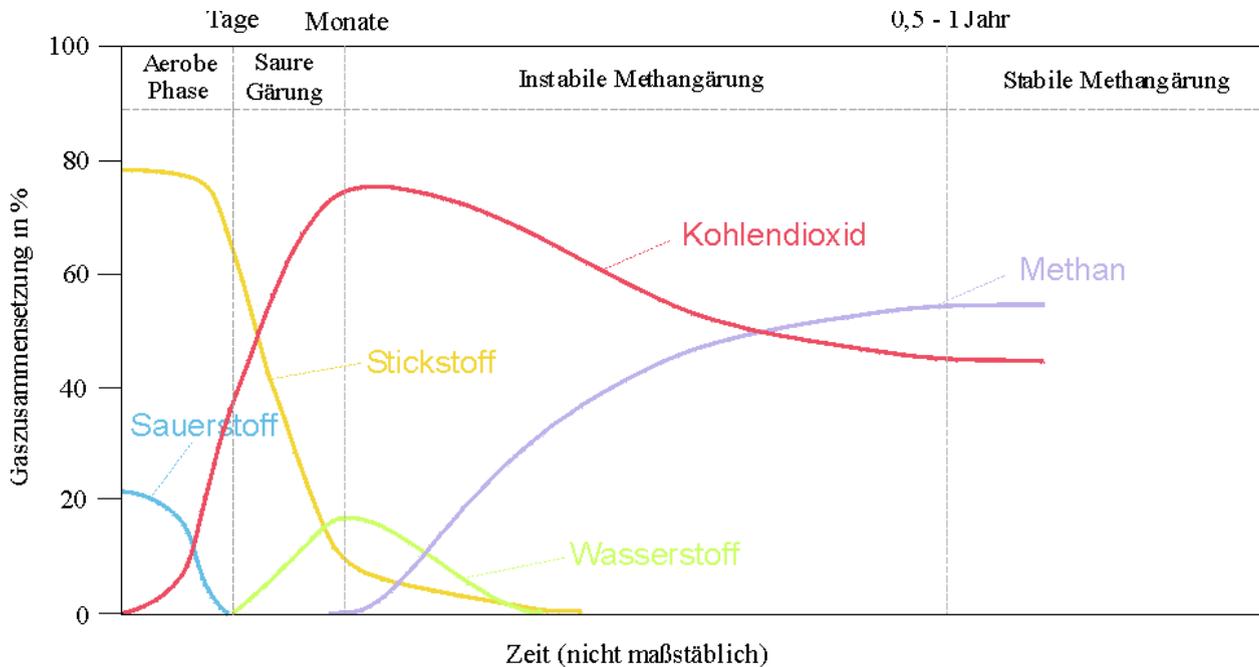


Abbildung 4-1
Gaskonzentration im Deponiekörper, Phase I bis IV

Phase I: Aerobe Phase

Der (organische) Müll wurde frisch auf den Deponiekörper aufgebracht und kompaktiert. Atmosphärische Sauerstoff ist noch ausreichend vorhanden, die Sauerstoffkonzentration sinkt langsam. Es beginnt die aerobe Umsetzung von Biomasse in Kohlendioxid.

Phase II: Saure Gärung

Der Sauerstoffgehalt im Deponiekörper geht gegen Null, im anaeroben Milieu werden Fette, Kohlenhydrate und Proteine in niedermolekulare Fett- und Aminosäuren, Glucose und diese dann in Carbonsäuren, Alkohole, Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt.

Phase III: Instabile Methangärung

Mit Abschluss der sauren Gärung setzt die Methanbildung ein. Die methanbildenden Bakterien setzen die in Phase II gebildeten niedermolekularen Produkte in Kohlendioxid und Methan um.

Die Phasen I bis III dauern je nach Art des Deponiebetriebs einige Tage bis Monate nach Ablagerung des Abfalls.

Phase IV: Stabile Methangärung

Sie ist im Normalfall nach ca. 6 Monaten bis zu drei Jahren nach Ablagerung erreicht. Die Gasproduktion befindet sich im Maximum, die Methankonzentration beträgt etwa 60 Vol.-%, die Kohlendioxidkonzentration des Deponiegases 40 Vol.-%.

Phase V: Langzeitphase

Der Methangehalt beträgt etwas mehr als 60 Vol.-%, während die Kohlendioxidkonzentration zurückgeht. Das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid erreicht Werte von bis zu 4.

Die Phasen IV und V sind die Betriebsphasen einer Deponie (verdichteter Einbau der Abfälle ohne weitere Vorbehandlung, Gasgewinnung etc.).

Phase VI: Luft eindringphase

Die Gasbildung hat im Deponiekörper stark abgenommen (fehlende Substrate), sodass zeitweilig und lokal begrenzt Luft in die tieferen Schichten der Deponie eindringen kann. Die Methankonzentration

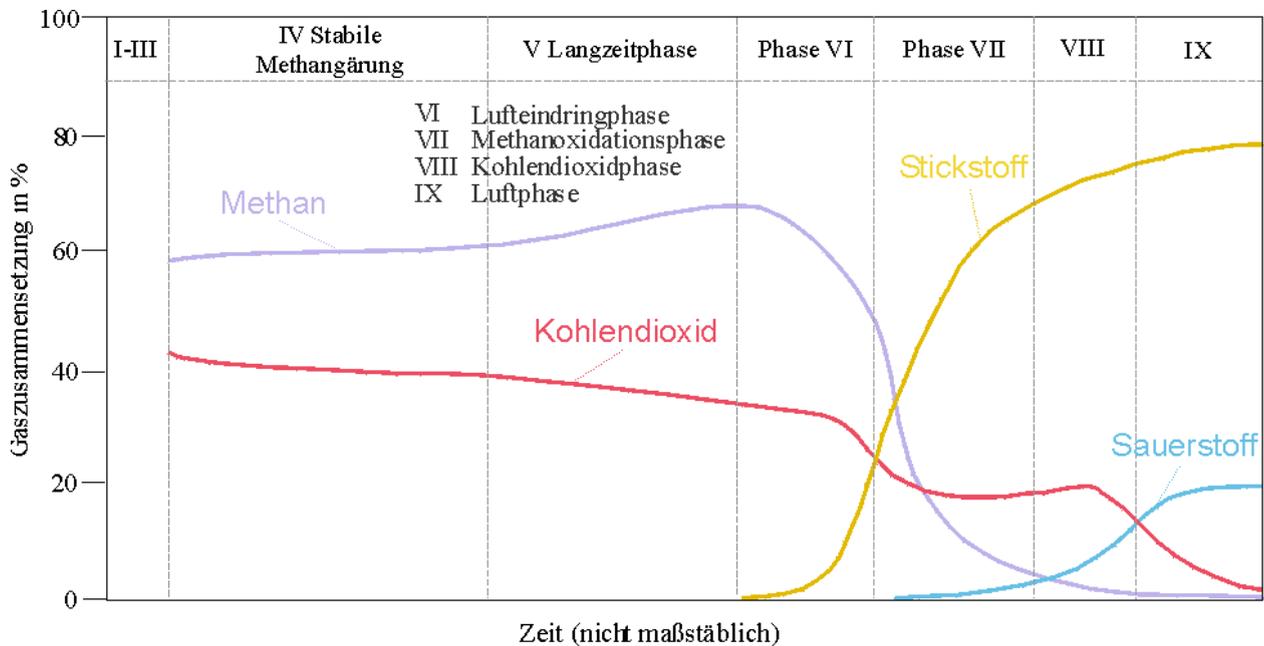


Abbildung 4-2
Gaskonzentration im Deponiekörper, Phase IV bis IX

sinkt auf Werte zwischen 10 bis 40 Vol.-%, während die (Luft-)Stickstoff-Konzentration auf Werte von 10 bis 30 Vol.-% ansteigt. Noch ist kein Sauerstoff messbar.

Phase VII: Methanoxidationsphase

Vermehrt dringt nun Luft in den Deponiekörper ein, das gebildete Methan wird bereits im Deponieinneren zu Kohlendioxid oxidiert. Das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid verschiebt sich auf Werte deutlich unter 1. Ab jetzt ist auch Sauerstoff (< 5 Vol. %) im Deponiegas nachweisbar.

Phase VIII: Kohlendioxidphase

Die Methankonzentration geht gegen Null, die Kohlendioxid-Konzentration liegt zwischen 5 und 20 Vol.-%. Die Stickstoffkonzentration erreicht Werte, wie sie in normaler Bodenluft vorkommen, die Sauerstoffkonzentration erreicht 5 bis 15 Vol.-%.

Phase IX: Luftphase

Die Kohlendioxidkonzentration geht auf Werte unter 4 Vol.-% zurück. Methan ist nur noch in Spuren vorhanden. Die Sauerstoff- und Stickstoffkonzentrationen erreichen die für Bodenluft normalen Werte.

Die Phasen VI bis IX sind überwiegend bei schon längere Zeit stillgelegten Hausmülldeponien und bei Altablagerungen erreicht. Die Endphase IX wird allgemein frühestens etwa 11 bis 15 Jahre nach Ablagerungsende und spätestens nach 30 Jahren erreicht. Es gibt jedoch auch Altablagerungen, die sich nach 30 Jahren noch in Phase VII (Methanoxidationsphase) befinden [VDI, 3790].

Die einzelnen Phasen sind von sehr unterschiedlicher Dauer und die Phasendauer hängt ab von der Art und Menge der gasbildenden Bestandteile, von der Art des Einbaus, dem Gesamtvolumen der Deponie, der Ablagerungshöhe, Milieubedingungen (Feuchte, pH-Werte etc.) und eventuell vorhandener Oberflächenabdichtung. Entsprechend Alter, Aufbau und Zusammensetzung der Deponie befinden sich einzelne Teilabschnitte eines Deponiekörpers in verschiedenen Phasen der Entwicklung. Da sich die Ablagerung des Abfalls in der Regel über mehrere Jahre hinzieht, werden aus den Abfällen der verschiedenen Ablagerungsjahre Gase unterschiedlicher Zusammensetzung emittiert und bei gefassten Deponien an den Gasbrunnen auch festgestellt.

In dieser Studie wurde die Ablagerung ab dem Jahr 1982/83 betrachtet, damals waren in Baden-Württemberg noch etwa 85 Hausmülldeponien in Betrieb. Von diesen Deponien existieren standortbezogen lückenlose Dokumentationen der abgelagerten Abfallarten und Abfallmengen.

Die Emissionen von Hausmülldeponien, die vor dem Jahr 1982 geschlossen wurden, erscheinen in der Quellengruppe Altdeponierungen im Kapitel 4.2.

Zur Berechnung des Methananfalls im Bezugsjahr 2000 wurde für jede Deponie die abgelagerte Menge an Abfällen mit Anteilen an biologisch abbaubarem Kohlenstoff der Jahre 1982 bis 1999 berücksichtigt [StaLA, 2001c]. Die im Bezugsjahr 2000 abgelagerten Abfälle befinden sich in der Regel noch nicht in der stabilen Methanbildungsphase (Phase IV, siehe Abbildung 4-1) und die Anlieferungen des Jahres 2000 werden deshalb nicht in den Berechnungen berücksichtigt.

Aus dem Gasbildungspotential des Mülls, der erfassten Menge an Deponiegas [StaLA, 2001c] und aus der mittleren Zusammensetzung des Gases (gemessen an den Gasbrunnen) wurden die Methanemissionen unter Berücksichtigung einer geschätzten Methanoxidationsrate im Deponiekörper (in den aeroben oberflächennahen Schichten) berechnet [UBA, 1995], [LfU, 1995], [Butz, 1997]. Im Jahr 1994 wurde von der deutec-Ingenieursgesellschaft für Deponie-, Energie- und Umwelttechnik in Magdeburg eine Studie zu dem Themenkomplex "Mülldeponien" angefertigt [deutec, 1994]. Das dort vorgestellte "Modell des zeitlichen Verlaufs der abgelagerten Müllmengen" wurde neben den bereits in den Emissionskatastern 1995 und 1998 angewandten Verfahren [UBA, 1995], [LfU, 1995] ebenfalls zur Berechnung der erwarteten Methanemissionen genutzt. Die mit diesem neuen Modellansatz gewonnenen Ergebnisse wurden eingesetzt, um die Berechnungen der Methanfreisetzungen aus den Mülldeponien mit den anderen beiden Verfahren zu plausibilisieren bzw. deren Ergebnisse zu untermauern.

Laut den Angaben des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg wurden im Jahr 1980 an 94 Hausmülldeponien insgesamt 8,6 Mio.t Abfälle abgelagert.

Im Jahre 1990 waren es nur noch 68 in Betrieb befindliche Hausmülldeponien, wobei die abgelagerten Mengen an Abfällen sich im Gegensatz dazu nur unwesentlich veränderten bzw. sogar leicht auf etwa 9,2 Mio.t zunahm. Im Jahr 2000 sank die deponierte Hausmüllmenge auf den nur noch 48 Deponien drastisch auf etwa 2,16 Mio. t [StaLA, 2000], das genehmigte Resteinbauvolumen dieser Hausmülldeponien betrug 2000 noch etwa 46 Mio. m³ [StaLA, 2000]. Diese im Jahr 2000 noch aktiv genutzten Deponien sowie zusätzlich 15 bereits geschlossene Hausmülldeponien (insgesamt 63 Hausmülldeponien) verfügen über ein Gaserfassungssystem mit anschließender energetischer Nutzung oder Abfackelung des anfallenden Deponiegases. Mit diesen Systemen wurde im Jahr 2000 eine Deponiegasmenge von insgesamt 137,8 Mio. m³ gewonnen [StaLA, 2001c].

Die folgende Tabelle 4-1 zeigt den Stand der Gasfassung und die Namen und Standorte der in Betrieb befindlichen Hausmülldeponien in Baden-Württemberg (Stand 2000):

Tabelle 4.1

Hausmülldeponien in Baden-Württemberg 2000 und Stand der Gasfassung [StaLA, 2001c]

Stadtkreis/Landkreis	Name der Hausmülldeponie	Abgelagerte organische Abfälle insgesamt	davon Haus- u. Sperrmüll	Sonstige organische Abfälle ¹⁾	gefasste Menge an Deponiegas	davon zur Abfackelung
Tonnen im Jahr 2000					m ³ im Jahr 2000	
Skr Stuttgart	Hedelfingen	1 233	–	1 233	981 072	292 418
Lkr Esslingen	Blumentobel	17 656	16 291	1 365	1 251 320	891 320
Lkr Esslingen	Katzenbühl	21 524	10 729	10 795	2 466 017	1 513 937
Lkr Ludwigsburg	Burghof - Vaihingen	136 958	119 444	17 514	6 301 460	1 971 221
Lkr Rems-Murr-Kreis	Backnang Steinbach Neu	23 193	10 869	12 324	1 269 015	19 849
Lkr Rems-Murr-Kreis	Kaisersbach	6 920	4 428	2 492	178 796	178 796
Lkr Rems-Murr-Kreis	Winnenden Eichholz	65 212	43 608	21 604	10 036 491	39 322
Skr Heilbronn	Vogelsang	43 425	21 505	21 920	5 980 533	17 313
Lkr Heilbronn	Eberstadt	40 132	26 613	13 519	1 700 000	300 000
Lkr Heilbronn	Schwaigern Stetten	30 021	18 942	11 079	800 000	–
Lkr Schwäbisch-Hall	Hessental	77 251	59 354	17 897	1 700 000	840 000
Lkr Main-Tauber-Kreis	Wertheim - Dörlesberg	3 649	872	2 777	546 500	–
Lkr Heidenheim	Nattheim	72	–	72	973 218	–
Lkr Ostalbkreis	Reutehau	31 593	15 028	16 565	1 790 000	–
Lkr Ostalbkreis	Essingen Ellert	42 858	20 367	22 491	2 060 000	–
Skr Baden-Baden	Tiefloch	2 993	743	2 250	2 146 200	2 146 200
Skr Karlsruhe	West	77 879	59 269	18 610	7 316 622	4 046 876
Lkr Karlsruhe	Bruchsal	78 680	50 413	28 267	7 066 113	1 752 000
Lkr Rastatt	Hintere Dollert	498	–	498	4 697 378	516 782
Skr Mannheim	Friesenheimer Insel	18 748	–	18 748	–	–
Lkr Neckar-Odenwald-Kreis	Sansenecken	36 164	20 836	15 328	1 300 000	300 000
Lkr Rhein-Neckar-Kreis	Saugrund	1 371	–	1 371	1 575 103	1 575 103
Lkr Calw	Altensteig Walddorf	29 290	22 890	6 400	631 052	–
Lkr Enzkreis	Maulbronn Zaisersweiher	976	–	976	775 828	–
Lkr Enzkreis	Hohberg	6 237	2 068	4 169	3 077 374	77 374
Lkr Freudenstadt	Baiersbronn Bengelbruck	12 853	6 790	6 063	1 032 000	1 032 000
Lkr Freudenstadt	Horb Rexingen	158	110	48	541 524	541 524
Skr Freiburg	Freiburg - Eichelbuckstr.	70 887	55 647	15 240	8 721 791	3 345 950
Lkr Breisgau-Hochschww.	Titisee - Neustadt	15 877	9 202	6 675	450 000	–
Lkr Ortenaukreis	Haslach	38 416	25 974	12 442	1 025 080	1 025 080
Lkr Ortenaukreis	Ringsheim	129 075	90 487	38 588	14 744 480	170 000
Lkr Rottweil	Bochingen	2 837	2 464	373	555 138	99 829
Lkr Schwarzwald-Baar-Kreis	Hüfingen	17 262	7 232	10 030	693 418	283 811
Lkr Tuttlingen	Talheim	59 312	39 765	19 547	80 000	20 000
Lkr Konstanz	Konstanz - Dorfweiher	40 031	34 713	5 318	2 433 000	–
Lkr Lörrach	Wieslet	43 177	37 478	5 699	4 800 000	2 300 000
Lkr Waldshut	Lachengraben	9 777	5 102	4 675	1 700 000	–
Lkr Waldshut	Wutach Münchingen	1 286	596	690	300 000	300 000
Lkr Reutlingen	Reutlingen Schinderteich	38 685	32 208	6 477	2 251 000	58 000
Lkr Tübingen	Restedeponie Dusslingen	32 316	28 153	4 163	2 850 000	1 290 000
Lkr Zollernalbkreis	Hechingen Gewann Sauloch	36 817	22 317	14 500	2 542 600	607 200
Lkr Alb-Donau-Kreis	Litzholz Ehingen-Sonth.	1 035	–	1 035	1 955 112	–
Lkr Biberach	Ochsenh. Reinstetten	42 653	28 339	14 314	1 583 360	–
Lkr Bodenseekreis	Weiberberg Raderach	30 325	19 753	10 572	1 447 987	–
Lkr Ravensburg	Gutenfurt	36 193	30 972	5 221	1 189 086	450 137
Lkr Ravensburg	Obermooweiler	2 334	–	2 334	146 322	146 322
Lkr Sigmaringen	Messkirch - Ringgenbach	61	–	61	857 518	159 516
zwischen 1985 und 1999 geschlossene Hausmülldeponien					11 790 823	2 038 093
nicht geschlossene Hausmülldeponien jedoch ohne Ablagerung org. Abfälle 2000					7 489 578	243 041
Baden-Württemberg					137 799 909	30 589 014

¹⁾ Grün- und Bioabfälle, Gewerbeabfälle, kommunaler Klärschlamm (Naßschlamm), Straßenkehrriecht, Sortierreste

Die Einrichtungen zur Gaserfassung der Deponien wurden anhand von Angaben des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg sowie durch weiterführenden Literaturrecherchen und aus Angaben im Internet der verschiedenen Trägersgesellschaften oder auch auf der deponie-online-Seite (<http://www.deponie-stief.de/>) ermittelt.

Insgesamt wurden im Jahr 2000 137,8 Mio. m³ Deponiegas an den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg gefasst. Davon wurden 30,6 Mio. m³ (ca. 22 %) direkt abgefackelt, 25 % wurden an das Gasnetz abgegeben und 53 % wurden innerbetrieblich zur Strom- und Wärmeerzeugung verbraucht [StaLA, 2001c].

Für die Berechnungen der Methanemissionen aus den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg wurden wie bereits dargelegt, verschiedene Modelle zur Bestimmung der Deponiegasbildung verwendet (Modell der LfU Baden-Württemberg [LfU, 1995], Modell der deutec-Studie [deutec, 1994] und die Berechnungen nach dem Fraunhofer-Institut für Systemforschung FhISI [UBA, 1993], [UBA, 1995]). Durch Variation der Deponieparameter (Kerntemperatur von 20 bis 40 °C, Halbwertszeit des Abbaus der organischen Substanz zwischen 7 und 15 Jahren etc.) wurde für jede Deponie eine Bandbreite der Methanemissionen berechnet.

Die Tabelle 4-2 zeigt die Methanemissionen für die in dieser Erhebung berücksichtigten 85 Hausmülldeponien in den Regierungsbezirken in Baden-Württemberg im Jahr 2000, auf denen ab dem Jahr 1982/83 Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle abgelagert wurden. Insgesamt emittierte diese Quelle im Jahr 2000 etwa 60 485 t Methan.

In der Abbildung 4-3 sind die nicht gefassten Deponiegas-Emissionen sowie die gefassten Mengen an Deponiegas für die Deponien in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs in Form eines Diagramms dargestellt. Insgesamt wurden in den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg im Jahr 2000 etwa 348 Mio m³ Deponiegas gebildet, knapp 40 % dieser Gasmenge wurde gefasst und einer geordneten Entsorgung oder Verwertung zugeführt.

Im Anhang in Tabelle B sind die Emissionen der Hausmülldeponien für die Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg detailliert aufgelistet.

Tabelle 4-2
Methanemissionen aus den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg im Jahr 2000

	CH₄ in t/a
Regierungsbezirk Stuttgart	23 533
Regierungsbezirk Karlsruhe	13 352
Regierungsbezirk Freiburg	12 181
Regierungsbezirk Tübingen	11 419
Land	
Baden-Württemberg	60 485

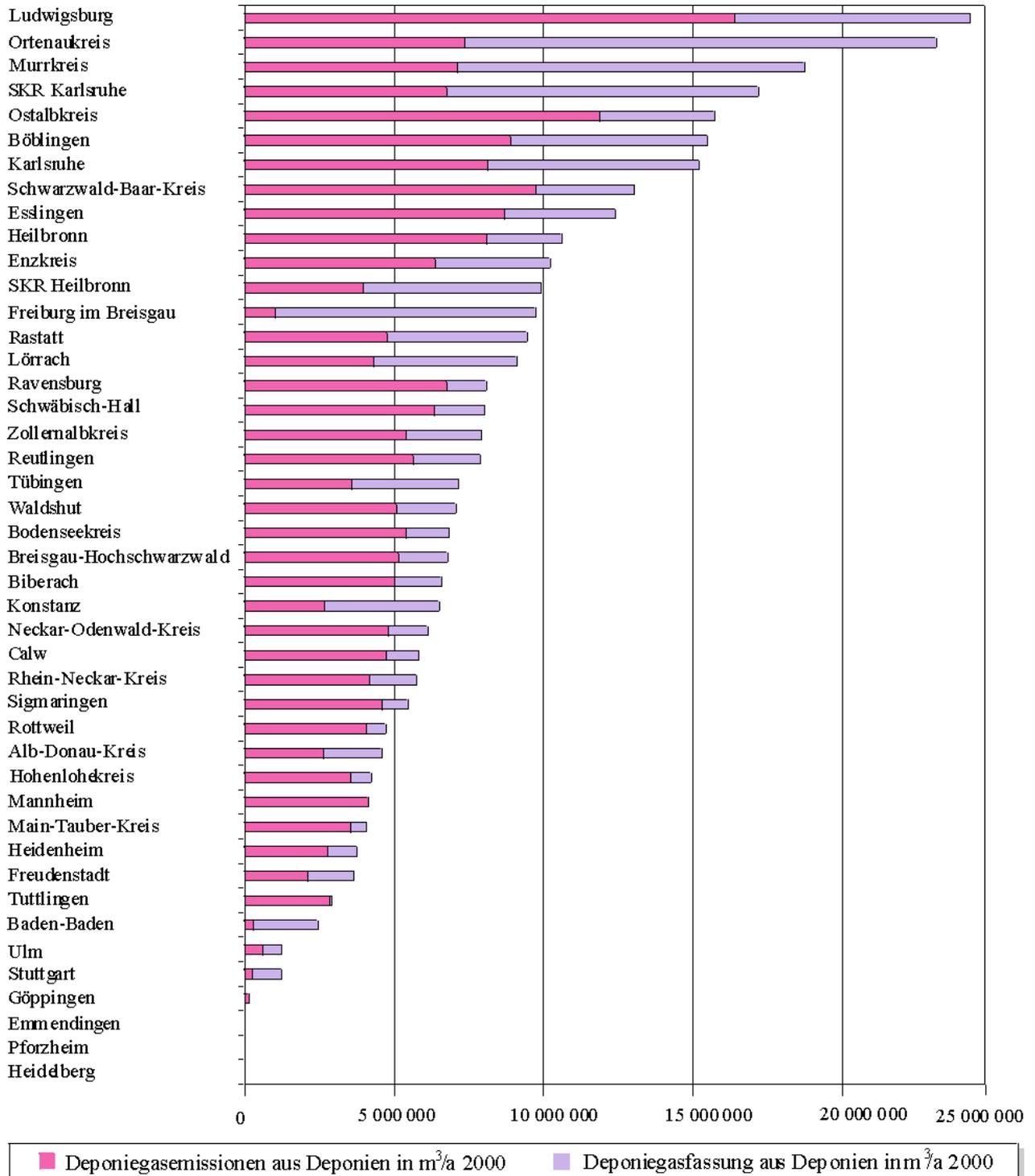


Abbildung 4-3

Deponiegasfreisetzung und gefasste Menge an Deponiegas in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in m³/a

4.2 Emissionen der Altablagerungen

In dieser Quellengruppe werden ausschließlich Alt-ablagerungen (keine Altlastverdachtsflächen oder Alt-standorte) mit Hausmüll oder hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen berücksichtigt. Darüber hinaus um-fasst diese Gruppe auch Übergangsdeponien, die vor 1982 geschlossen wurden. Die zugrundeliegenden bio-chemischen Prozesse entsprechen den Erläuterungen bei den (aktiven) Abfalldeponien im vorigen Abschnitt und auch die Emissionen werden über ähnliche Algo-rithmen berechnet.

Zur Abschätzung der Emissionen im Jahr 2000 aus dieser Quelle wurden die Methanverluste über die mittlere abgelagerte Menge an Hausmüll in den 70iger Jahren [LFU, 1979] für das ganze Land Baden-Württemberg hochgerechnet. Die Berechnung der Emissionen erfolgt dabei über ähnliche Ansätze wie bei den Abfalldeponien in Kapitel 4.1. Eine Anpassung wird im Vergleich zu den Untersuchungen bei den Abfalldeponien vor allem bei den Anteilen an orga-nisch abbaubarem Kohlenstoff in der Altablagerung, bei der Kerntemperatur im Deponiekörper und bei der Methanbildungsphase, in der sich die Altablagerung befindet, durchgeführt.

Leider liegen Angaben zur Art und Menge des abge-lagerten Abfalls, zu Deponieeigenschaften, Standorten oder Aussagen zu Gasfassungen, Oberflächenabdich-tungen etc. nur in Einzelfällen und dann auch nur als Näherungswert bzw. Schätzung vor. Eine standort-spezifische Angabe ist für die Emittentengruppe Alt-ablagerungen deshalb nicht möglich, die hier gemach-ten Angaben haben eher den Charakter einer orientie-renden Schätzung.

Nach einer bundesweiten Untersuchung zum Stand der Bewertung altlastverdächtiger Flächen aus dem Jahr 2000 [UBA, 2000], [ALTLASTENFORUM] sind in Baden-Württemberg 6 229 Altablagerungen und 11 567 Altstandorte erfasst worden. Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung sind bei 5 339 Alt-ablagerungen und 2 660 Altstandorten eingeleitet und in Einzelfällen auch abgeschlossen worden. Zusammen wurden etwa 500 Altstandorte und Altablagerungen

bis zum Jahr 2000 saniert. Die Methan-Emissionen der Altablagerungen in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs betragen im Jahr 2000 insge-samt 52 000 t.

4.3 Emissionen aus Abwasserbehandlungs-anlagen

Beim anaeroben Abbau von Kohlenstoff- oder stick-stoffhaltigem organischen Material durch Mikro-organismen in Abwasserbehandlungsanlagen bilden sich bei entsprechenden Milieubedingungen u.a. als Stoffwechselprodukte Ammoniak, Distickstoffoxid und Methan, welche im Verfahrensablauf auch teil-weise an die Atmosphäre abgegeben werden.

Bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen (mecha-nisch und biologisch) bildet sich **Methan** bei folgen-den Verfahrensschritten:

- direkte Emissionen (Verluste) durch anaerobe Schlammbehandlung in geschlossenen Faul-türmen bei der energetischer Verwertung oder beim Abfackeln von Methan (Klärgasver-brennung),
- indirekte Emissionen durch im Schlammwasser gelöstes Methan (wird im Vorfluter freigesetzt),
- Emissionen bei der Klärschlammdeponierung (erfasst im Abschnitt Abfalldeponien Kapitel 4.1).

Distickstoffoxid bildet sich aus der Stickstoffzulauf-fracht des Schmutzwassers durch die N-Elimination in biologischen Klärstufen (zur Reduktion der Nitrat-bildung) als Nebenprodukt bei den Nitrifikations- und Denitrifikationsschritten [UBA, 1993], [UBA, 1995].

Die **Ammoniak**-Emissionen werden hauptsächlich bereits in den Abwasserleitungen und Schacht- bzw. Sammelanlagen großflächig freigesetzt und detailliert im Emissionskataster Biogene Quellen 2000 in der Quellengruppe "Biogene Quellen - Emissionen durch menschliche Stoffwechselfvorgänge" bilanziert [UMEG, Bio 2000].

Die Daten zur kommunalen und gewerblichen Abwasserreinigung in Baden-Württemberg (behandelte Abwassermenge, Stickstofffrachten, Klärschlammbehandlungsanlagen, Klärgaserfassungssysteme und Klärgasverwertungssysteme) wurden mit dem Bezugsjahr 1998 zur Berechnung herangezogen [StaLA, 2001b]. Darüber hinaus gingen noch Angaben der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) zu den Klärgasverlusten und der Anzahl der Kläranlagen mit Klärgaserfassung (beheizte und unbeheizte Faultürme) bzw. zu Kläranlagen mit einer nachfolgenden Reinigungsstufe (Stickstoffelimination) in die Berechnungen mit ein [WENK, 1997], [ATV, 2001]. Die Emissionen an Methan und Distickstoffoxid wurden über spezifische Emissionsfaktoren aus diesen Angaben berechnet [UBA, 1993], [UBA, 1995].

Die abwassertechnischen Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (z.B. die Klärgasverbräuche) liegen nur als Länderwert bzw. auf Landkreisebene extrahiert aus einer Bundesstatistik vor. Nach Aussagen des Statistischen Bundesamtes betrug im Jahr 2000 die in Baden-Württemberg gewonnene Rohklärgasmenge 88,6 Mio. m³, die resultierende Klärgasmenge addierte sich zu 2,3 Mio. GJ (berücksichtigt wurde dabei für jeden Einzelfall der Methan-gehalt/Heizwert des Rohgases [StaBA, 2001]).

In Tabelle 4-3 sind die Kläranlagen mit Schlammbehandlung Typ Fb (Faulturm beheizt) für die Nachbarschaft Nummer 1, Flussgebiete Neckar und Nachbarschaft Nummer 2, Donau als Beispiele im Detail dargestellt [ATV, 2001].

Tabelle 4-3

Kläranlagen in Baden-Württemberg 2000, die über einen beheizten Faulturm (Fb) verfügen [ATV, 2001] (Auszug)

Lfd. Nr.	Betreiber Kläranlage	Name der KA	Ver-fahren	Ausbau EW	Weitergehende Reinigung	Schlamm-behandlung	RP, Flussgebiet und Nachbarschaft
2	Stadtverwaltung Bietigheim-Bissingen	KA Nesselwörth	B	160 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
3	Stadtverwaltung Fellbach	KA Erbach	T+B	50 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
4	Stadt Heilbronn	KA Heilbronn	B	500 000	P	Fb+Z	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
5	Stadtwerke Kornwestheim	KA Kornwestheim	B	41 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
8	Zweckverband GKW Haldenmühle	KA Haldenmühle	B	80 000	N+D+P	Fb+K+Bf	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
9	Abwasserzweckverband GKW Talhausen	KA Talhausen	B	75 000	P	S+Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
10	Zweckverband Abwasserbe-seitigung Unteres Sulmtal	KA Neckarsulm	B	140 000	N+D+P	Fb+Bf	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
11	Stadtverwaltung Schwäbisch Hall	KA Schwäbisch Hall	B	100 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
12	Zweckverband Kläranlage Böblingen-Sindelfingen	KA KW 1 Sindelfingen	T	250 000	N+D+P	Fb+K+Z	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
13	Landeshauptstadt Stuttgart	KA Ditzingen	B	120 000	N+D+P	Fb+Bf	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nummer 1: Mitte
14	Landeshauptstadt Stuttgart	KA Möhringen	B	160 000	P	Fb+K+Z	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr 1:Mitte

Tabelle 4-3

Kläranlagen in Baden-Württemberg, die über einen beheizten Faulturn (Fb) verfügen [ATV, 2001] (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Betreiber Kläranlage	Name der KA	Verfahren	Ausbau EW	Weitergehende Reinigung	Schlammbehandlung	RP, Flussgebiet und Nachbarschaft
15	Landeshauptstadt Stuttgart	KA Mühlhausen	B	1 200 000	N+D+ P+Fi	Fb+Z+ Tr+V	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
16	Landeshauptstadt Stuttgart	KA Plieningen	B	133 000	P	Fb+Bf	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
17	Zweckverband AKW Buchenbachtal	KA Weiler zum Stein	B	35 300	N+D+P	Fb	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Nachbarschaft Nr. 1: Mitte
1	Stadtwerke Aalen	KA Aalen	B	80 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
3	Stadtentwässerung Göppingen (SEG)	KA Göppingen	B	330 000	N+D+P	K+Fb+ Tr (L)	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
4	Stadtverwaltung Heidenheim	KA Mergelstetten	T	160 000		Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
5	Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen am Neckar	KA Wendlingen	B	170 000	N+D+P	Fb+K+L	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
6	Stadtverwaltung Nürtingen	KA Nürtingen	T	50 000		Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
7	Gemeindeverwaltungsverband Plüderhausen-Urbach	KA Urbach	B	40 000	N+D+P	Fb+Tr+Z	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
8	Stadtverwaltung Schorndorf	KA Schorndorf	B	58 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
9	Stadtverwaltung Schwäbisch-Gmünd	KA Schwäbisch Gmünd	B	90 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
10	Stadtverwaltung Waiblingen	KA Waiblingen	B	70 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost
11	Stadtverwaltung Weinstadt	KA Weinstadt	B	95 000	N+D+P	Fb+K	RP Stuttgart, Flußgebiet Neckar, Donau Nachbarschaft Nr. 2: Nordost

Gesamt Baden-Württemberg

alle Nachbarschaften (77 Stück)

27 259 965

In Tabelle 4-3 verwendete Abkürzungen (Nach ATV-DVWK), [ATV, 2001]

Verfahren (einstufig):
B Belebung
T Tropfkörper

Weitergehende Reinigung:
D Denitrifikation
N Nitrifikation
P Phosphateliminiierung
Fi Filtration

Schlammbehandlung:

 Stabilisierungsverfahren:
Fb Faulturn beheizt

Entwässerungsverfahren:

K Kammerfilterpresse
Z Zentrifuge

Bf Bandfilterpresse

Tr Trocknung

Entsorgungswege:

S Schlammsilo
L landwirtschaftliche Verwertung

V Verbrennung

EW Einwohnergleichwert

KA Kläranlage

Bei einer Gesamtzahl von 1 135 Kläranlagen in Baden-Württemberg verfügen im Basisjahr 2000 etwa 414 Kläranlagen über beheizte (Fb) oder unbeheizte Faultürme (Fu) [ATV, 2001].

Diese Kläranlagen produzieren aus dem Klärschlamm in den Faultürmen unter anaeroben Bedingungen Klär- gas (60-80 Vol.% Methangehalt) zur energetischen Verwertung. Dabei entstehen durch Leckagen an den Anlagen, durch im Abwasser gelöstes und bei der Einleitung in den Vorfluter ausgestripptes Methan und auch aus dem stabilisierten Klärschlamm selbst teils erhebliche Mengen an Methan (und an anderen gas- förmigen Komponenten), welche in die Atmosphäre entlassen werden. Kläranlagen, die über eine biologi- sche Ausbaustufe verfügen (Kennbuchstabe B - Bele- bung) und eine nachfolgende Nitrifikations- (N) oder Denitrifikationseinrichtung (D) zur Stickstoff-Elimi- nation nachgeschaltet haben, sind potentielle Distick- stoffoxid-Emittenten und werden zur Berechnung der Distickstoffoxid-Emissionen aus der Abwasserbeseiti- gung herangezogen.

In der Tabelle 4-4 sind die Methan- und Distickstoff- oxid-Emissionen aus der Abwasserreinigung in Baden-Württemberg im Jahr 2000 für die einzelnen Regierungsbezirke aufgelistet.

Tabelle 4-4
Emissionen aus der Abwasserreinigung (Kläranlagen) in Baden-Württemberg im Jahr 2000

	N₂O in t/a	CH₄ in t/a
Regierungsbezirk Stuttgart	386	1 335
Regierungsbezirk Karlsruhe	250	864
Regierungsbezirk Freiburg	198	685
Regierungsbezirk Tübingen	187	644
Land		
Baden-Württemberg	1 021	3 528

Die Methan-Emissionen aus der Klärgasgewinnung übersteigen dabei die Emissionen aus der Klärschlamm- stabilisierung bei weitem. Distickstoffoxid-Emissionen der kommunalen Abwasserreinigungsanlagen sind im übrigen auch höher als bei den industriellen Klär- anlagen.

Im Anhang, Tabelle B sind die Emissionen der Ab- wasserreinigung für die einzelnen Stadt- und Land- kreise in Baden-Württemberg noch einmal summa- risch dargestellt.

4.4 Grundwasserförderung

Das Grundwasser kann durch anthropogene Eingriffe (Überdüngung) und in geringerem Umfang durch geogene Bedingungen mit C-,N-Verbindungen ver- schmutzt werden. Die grundwasserführenden Schichten des Bodens weisen in der Regel anaerobe/reduzierende Verhältnisse auf und erlauben den mikrobiellen Abbau des organischen Kohlenstoffs sowie der stick- stoffhaltigen Verbindungen. Dabei können als Abfall- produkte unter Umständen Methan und Distickstoff- oxid 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 Bodenzonen über dem Porengrundwasserleiter weiteren umformenden Prozessen unterliegen. Da die Emissions- stärke dieser Quelle in der Literatur sehr unterschied- lich bewertet wird, werden in dieser Untersuchung die direkten Emissionen aus den Porengrundwasser- leitern wie schon bei den landesweiten Emissions- katastern für 1995 und 1998 nicht berücksichtigt [Eiswirth, 1996], [HLfU, 1992], [HLfU, 1999], [UBA, 1993], [UBA, 1995], [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 [StaLa, 2000]) und einer mittleren Methankonzentration des Grundwassers (aus Literaturwerten [UBA, 1993], [UBA, 1995]) wurden für das Bezugsjahr 2000 die Methanemissionen zu insgesamt 634 t berechnet.

4.5 Emissionen aus dem Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe

In diese Gruppe fallen Emissionen aus dem Umgang mit Produkten, die flüchtige organische Verbindungen (in der Regel als Treib- oder Lösemittel oder als Hilfsstoffe) enthalten. Diese Produkte werden u.a. in den privaten Haushalten (Reinigungs- und Pflegemittel, Do-it-yourself-Handwerkern u.a.), in Industrie- und Gewerbebetrieben sowie in der Körperpflege und im Kosmetikbereich eingesetzt.

Die in dieser Quellengruppe betrachteten Hauptanwendungsgebiete gliedern sich wie folgt:

- Lack- und Farbenverarbeitung in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe (Maler etc.)
- Oberflächenbehandlung (Entfettung, Reinigung, Abbeizen, KFZ-Pflege) in privaten Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe
- Klebstoffanwendungen im privaten Bereich
- Konsumgüterverbrauch (Wasch-, Reinigungs- u. Pflegemittel, Kosmetika)
- Schädlingsbekämpfungsmiteinsatz im privaten Bereich

Das Hauptaugenmerk ist also auf den Umgang mit Produkten gerichtet, die flüchtige organische Verbindungen enthalten. Dabei dienen diese Verbindungen vor allem als Lösemittel, teilweise aber auch als Treibmittel, Kältemittel, Feuerlöschmittel und ähnliches. In einigen Fällen erfüllen sie auch mehrere

Funktionen, z.B. als Löse- und gleichzeitig Treibmittel in Sprays. So vielfältig sich die Produktpalette darstellt, so weitläufig sind auch die Anwendungsgebiete. Die obige Auflistung erhebt dabei nicht den Anspruch einer vollständigen Erfassung aller lösemittelhaltigen Produkte bzw. Produktgruppen im häuslichen Bereich sowie bei den Vor-Ort-Gewerbebetrieben. Letztere lassen eine exakte Unterscheidung in Vor-Ort eingesetzte lösemittelhaltige Produkte, wie sie im Bereich Sonstige nicht gefasste Quellen auftreten und die im anlagenbezogenen Bereich gehandhabten Stoffe (Anwendung von Produkten am Betriebsstandort selbst, z.B. vorbereitende Arbeiten etc.), welche im Luftschadstoff-Emissionskataster Industrie- und Gewerbe enthalten sind [UMEG, IuG 2000], nicht in allen Fällen zu.

Die Lösemittelemissionen werden aus den verbrauchten Einsatzmengen (Pro-Kopf-Verbräuche) und den mittleren Lösemittelgehalten sowie unter Berücksichtigung des in die Atmosphäre freigesetzten Anteils an den flüchtigen organischen Verbindungen der Produkte berechnet. Zur Ermittlung der Verbräuche wurde eine Verbraucherumfrage an 12 000 Haushalten (Haushaltspanel) und an 20 000 Einzelpersonen (Individualpanel) für das Jahr 2000 von der Gesellschaft für Konsumforschung, Nürnberg nach Vorgaben der UMEG ausgewertet [GfK, 2001]. Auswerteperiode war der 1.1.2000 bis 31.12.2000.

Darüber hinaus wurden auch Daten zum Lackverbrauch und zu den Zusammensetzungen der eingesetzten Farben und Lacke (Lösemittelgehalte) von verschiedenen Verbänden abgefragt (z.B. Deutsches Lackinstitut [DLI, 2001] nach Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes). Auch eine aktuelle Untersuchung im Land Sachsen zu den Lösemittelemissionen aus Haushalten wurde zu Vergleichszwecken und zur Plausibilisierung der Daten herangezogen [Sachsen, 1999].

Weitere Daten zu Verbrauchszahlen und Lösemittelgehalten wurden aus einem Bericht der VOC-Kommission [VOC, 1993], aus Berichten des Umweltbundesamtes [UBA, 2001], über umfangreiche Internet-Recherchen bei verschiedenen Stellen, aus Angaben

anderer Institute (z.B.[IER, 1995]), und Publikationen bzw. Stellungnahmen verschiedener Verbände [VAN HALTEREN, 1996], [DLI, 2000], [VCI, 2001] entnommen. Zu Vergleichszwecken wurden auch Daten aus einer Untersuchung für das Bundesland Nordrhein-Westfalen herangezogen [PROGNOS, 2000].

Für die Plausibilisierung der Daten wurde auch auf Ergebnisse der Erhebungen im Rahmen des Emissionskatasters Industrie und Gewerbe [UMEG, IuG 2000], aus Angaben in einem BW-PLUS- Forschungsvorhaben [BWPLUS, 2002], sowie auf Landes- und Bundesstatistiken bezüglich einzelner Verbrauchszahlen zurückgegriffen.

Durch die Annahme eines mittleren Pro-Kopf-Verbrauchs wurden die Emissionen dann auf die Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg regionalisiert.

In Abbildung 4-4 sind die Anteile der wichtigsten lösemittelhaltigen Produkte dargestellt, die laut der genannten Umfrage der Gesellschaft für Konsumforschung in Nürnberg [GfK, 2001] gewonnen wurden. Rein statistisch gesehen wurden insgesamt pro Käufer etwa 21 Liter dieser Produkte im Jahr 2000 verbraucht.

In der Tabelle 4-5 sind die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung von lösemittelhaltigen Produkten in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg für das Jahr 2000 dargestellt.

Die Abbildung 4-5 zeigt die Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte als Kreisdiagramm.

Insgesamt wurden in Baden-Württemberg im Jahr 2000 etwa 34 731 t NMVOC aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und Vor-Ort-Gewerbebetrieben freigesetzt.

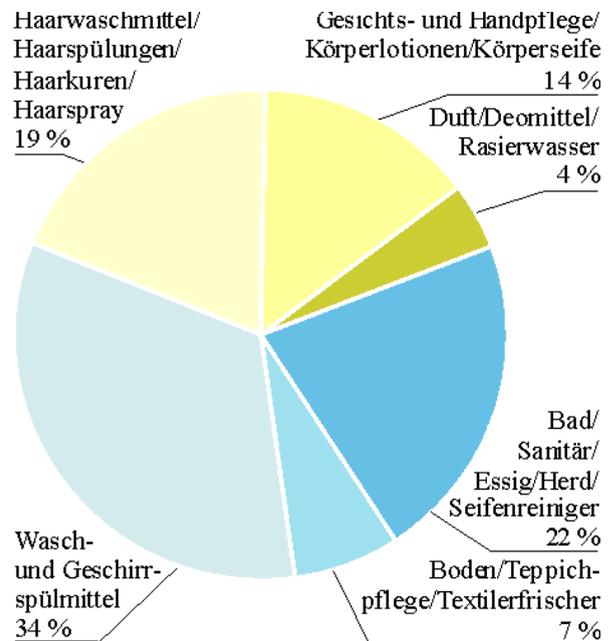


Abbildung 4-4
Verbrauchsanteile an lösemittelhaltigen Produkten in den privaten Haushalten in Baden-Württemberg 2000

Tabelle 4-5

NMVOC-Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe 2000 in den Regierungsbezirken von Baden-Württemberg

Regierungsbezirk	NMVOC-Emissionen in t/a				
	Lacke/ Farben	Wasch-/ Reinigungs-/ Pflege- mittel	Körper- pflege-/ mittel Kosmetika	Klebstoffe/ Autopflege/ Schädlings- bekämpfung	Anwendung lösemittel- haltiger Produkte
Regierungsbezirk Stuttgart	5 011	1 894	5 103	980	12 988
Regierungsbezirk Karlsruhe	3 419	1 292	3 481	669	8 861
Regierungsbezirk Freiburg	2 721	1 029	2 773	532	7 055
Regierungsbezirk Tübingen	2 248	850	2 289	440	5 827
Land					
Baden-Württemberg	13 399	5 065	13 646	2 621	34 731

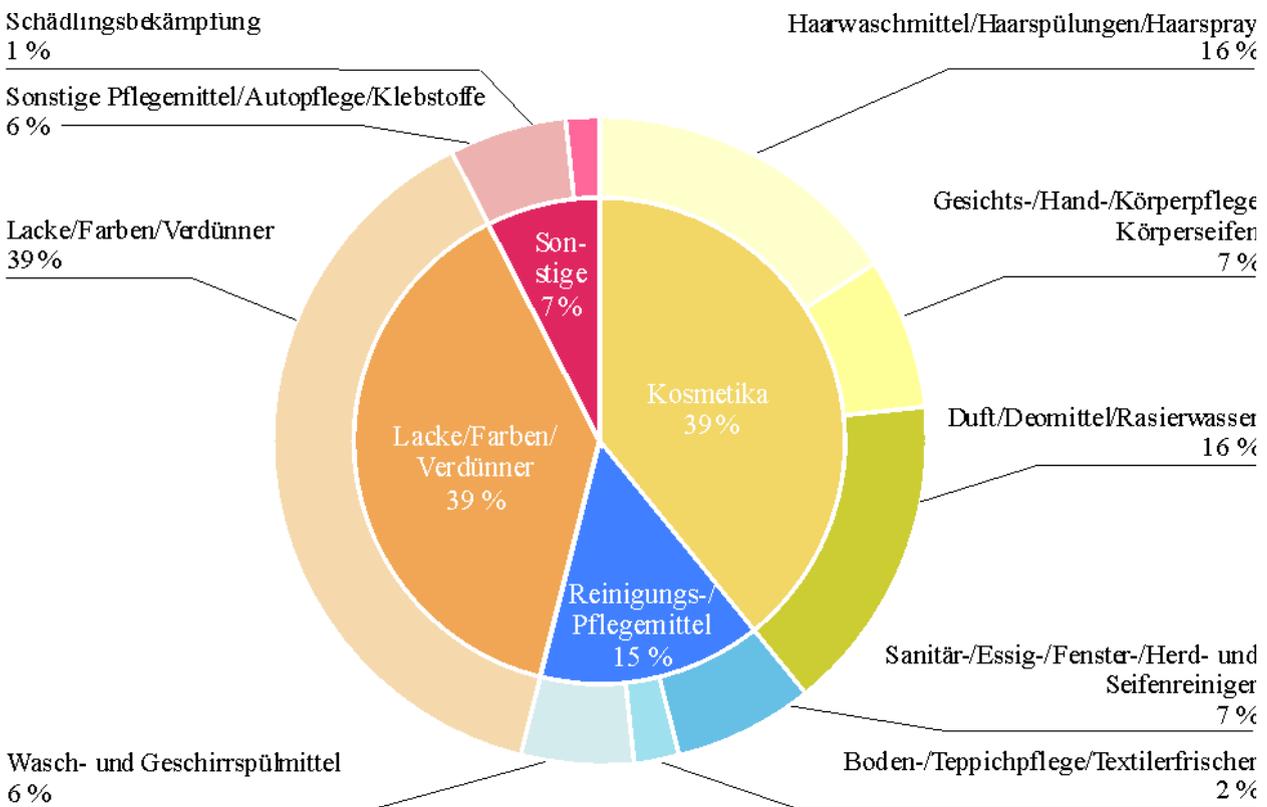


Abbildung 4-5

NMVOC-Emissionsanteile aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Baden-Württemberg 2000

4.6 Emissionen aus den Gasverteilungsnetzen

Bei Leckagen und Reparaturarbeiten an den Gasversorgungsnetzen, an den Verdichterstellen und an den Endgeräten treten zum Teil erhebliche Gasverluste auf [FhIsI, 1997]. Die Verluste von Transitleitungen und Großverbrauchern (Kraftwerke, Großindustrie) sind im Vergleich dazu von untergeordneter Bedeutung. In Baden-Württemberg werden zwei Aquifer-Untertagespeicher betrieben, deren Emissionen jedoch ebenfalls vernachlässigbar sind [ALTFELD, 1997], [BGW, 2000], [Sedlacek, 2000].

Die NMVOC-Emissionen aus dem Betrieb von Flüssiggasanlagen (Befüllen, Lagerung, Verluste an den Endgeräten) flossen ebenfalls in die Untersuchungen mit ein.

Die Emissionen in den verschiedenen Versorgungsnetzen (Hoch-, Mittel- und Niederdrucknetze) hängen im Wesentlichen vom Alter der Netze und von den verwendeten Rohrmaterialien ab. Sie werden zum überwiegenden Teil in den Ortsnetzen (Niederdruck) und an den Endgeräten in den Haushalten und bei kleingewerblichen Verbrauchern verursacht. Die Emissionen an Methan und Nichtmethan-Kohlenwasserstoffen aus der Erdgasverteilung wurden aus den Verbrauchsdaten und aus den Materialien der Rohrnetze (Stahl, Kunststoff, Grauguß etc.), [BGW, 2000] mittels material- und verbrauchsspezifischer Emissionsfaktoren für jedes Versorgungsunternehmen, welches in Baden-Württemberg ein Gasnetz betreibt, berechnet [REICHERT, 1997], [FhIsI, 2000].

Den gasversorgten Städten und Gemeinden Baden-Württembergs wurden dann verbrauchsabhängig die mittleren Verluste des jeweiligen Gasversorgungsunternehmens als Emission angerechnet.

Durch die Liberalisierung des Gasmarktes, durch verschiedene, auch kürzlich vollzogene Umfirmierungen, Unternehmenszusammenschlüsse oder out-sourcing von Aufgaben der Stadtwerke etc. gestaltete es sich als sehr schwierig, die Gasversorgungsunternehmen, die Gemeinden in Baden-Württemberg mit Erdgas versorgen und die z.T. auch überregional tätig sind oder ihren Sitz in anderen Bundesländern haben, zu

identifizieren. Umfangreiche Recherchen im Internet und bei verschiedenen Verbänden erlaubten die Identifizierung von insgesamt 110 Gasversorgungsunternehmen, die Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2000 mit Erdgas versorgten.

Da die damit erhobenen Daten für eine belastbare landesweite Aussage zu den Rohrnetzmaterialien zu unvollständig waren, wurden darüber hinaus noch Angaben aus den (letztmalig 1995 bzw. 1996 aufgelegten) länderspezifischen BGW-Gasstatistiken 1995 (Rohrnetzmaterialien in Baden-Württemberg [BGW, 1995], [BGW, 1995a]) und der BGW-Gasstatistik 1996 (gasversorgte Gemeinden in Baden-Württemberg, Gasversorgungsunternehmen, letztmalige Statistik [BGW, 1996]) auf das Bezugsjahr 2000 extrapoliert. In der BGW-Gasstatistik 2000 [BGW, 2000], die nur noch als Bundesstatistik aufgelegt wird, lassen sich die abgegebenen Gasmengen für jedes Gasversorgungsunternehmen sowie Daten zu den Untertagespeichern gewinnen.

Auch Daten aus dem Kleinf Feuerungskataster Baden-Württemberg 2000 [UMEG, Kfa 2000] sowie Gasverbräuche des Bereichs Industrie- und Gewerbe [UMEG, IuG 2000] flossen in die Untersuchungen mit ein.

Die Tabelle 4-6 zeigt die Gasversorgungsunternehmen, die im Jahr 2000 Gemeinden in Baden-Württemberg mit Erdgas versorgten.

Tabelle 4-6

Gasversorgungsunternehmen, die Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2000 mit Erdgas belieferten (Auswahl) [BGW, 2000]

Name des Gasversorgungsunternehmens	Abgabe an Verbraucher in 1000 kWh	Rohrnetz insgesamt in km	Niederdrucknetz in km	Mitteldrucknetz in km	Hochdrucknetz in km	Hausanschlüsse insgesamt
Neckarwerke						
Stuttgart AG (NWS AG, jetzt EnBW)	10 607 423	3 714	1 742	981	991	107 892
MVV Energie Mannheim AG (MVV Mannheim GmbH)	7 244 325	1.312	965	0	347	36 642
Stadtwerke Karlsruhe (Karlsruher Versorgung-Verkehrs- und Hafen GmbH)	3 344 032	650	517	9	124	26 699
Badische Gas AG						
Lörrach/Baden ¹⁾	3 190 695	929	725	0	204	24 060
Gasbetriebe						
Emmendingen ¹⁾	3 173 718	1 397	0	1 000	397	27 061
Energie- u. Wasserversorgungs-AG Freiburg ¹⁾	3 164 399	676	315	263	98	22 574
Gasfernvers. Mittelbaden GmbH Offenburg ¹⁾	2 171 146	829	361	242	226	16 172
Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH Ulm	1 950 046	562	184	300	78	15 182
Gas-Versorgung Filstal GmbH Göppingen	1 894 413	863	676	33	154	23 788
Stadtwerke AG Heidelberg	1 645 508	753	600	19	134	26 372
Gas- u. Elt.-Werk der CONTIGAS AG Singen	1 613 375	993	214	556	223	22 820
Badenwerk						
AG Karlsruhe (EnBW)	1 573 528	1 872	75	1 448	349	36 204
Stadtwerke Reutlingen (Fair Energie GmbH)	1 464 446	798	280	49	469	20 149
Stadtwerke Aalen	1 331 379	239	178	23	38	9 490
Stadtwerke Heilbronn	1 248 830	686	467	30	189	26 126
Energieversorg. Oberbaden GmbH Breisach ¹⁾	1 246 046	743	558	0	185	16 033
Stadtwerke AG Heidenheim	1 061 041	480	396	18	66	14 437
EVS-Gasversorg. Süd GmbH Munderkingen (Stuttgart)	1 051 148	701	0	506	195	9 653
Stadtwerke GmbH Ludwigsburg	1 004 507	377	315	0	62	10 642
Stadtwerke Weingarten	965 019	198	75	109	14	4 605

¹⁾ seit 23. August 2001 Zusammenschluss zur Badenova AG & Co. KG, Sitz Freiburg im Breisgau

Tabelle 4-6

 Gasversorgungsunternehmen, die Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2000 mit Erdgas belieferten (Auswahl)
 (Fortsetzung)

Name des Gasversorgungsunternehmens	Abgabe an Verbraucher in 1000 kWh	Rohrnetz insgesamt in km	Niederdrucknetz in km	Mitteldrucknetz in km	Hochdrucknetz in km	Hausanschlüsse insgesamt
Stadtwerke Esslingen	910 162	409	302	101	6	12 900
Stadtwerke Pforzheim	843 375	363	250	17	96	10 359
Stadtwerke Tübingen	818 613	215	175	20	20	7 989
Gasversorgung Hochrhein Waldshut-Tiengen ¹⁾	818 063	546	401	17	128	11 130
Stadtwerke Weinheim	810 645	197	169	0	28	7 828
Stadtwerke Villingen-Schwenningen	764 275	330	202	128	0	9 250
Technische Werke Friedrichshafen GmbH	708 509	331	257	1	73	8 640
Stadtwerke Rottweil (ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG)	707 742	400	276	99	25	8 750
Stadtwerke Ravensburg	660 584	255	105	26	124	6 664
Kraftwerk Altwürttemberg AG Ludwigsburg	650 791	474	0	401	73	12 111
Stadtwerke Schwäbisch Hall	592 388	239	171	30	38	6 100
Stadtwerke Konstanz	551 407	262	209	0	53	8 041
Stadtwerke Biberach	550 415	224	59	141	24	4 650
Stadtwerke Bietigheim-Bissingen	514 030	133	103	30	0	5 138

Überregionale Gasverteiler

Gasversorgung Süddeutschl. GmbH Stuttgart	74 182 400	1 880			1 880	
Gasversorgung Oberschwaben Ravensburg	3 049 532	113			113	

Gasversorger mit Sitz außerhalb von Baden-Württemberg

Gasversorgung Thüringen GmbH GVT Erfurt	5 969 773	4 664	735	1 989	1 940	94 707
Mittelfränkische Erdgas GmbH Ansbach	1 378 371	1 070	0	922	148	25 936

¹⁾ seit 23. August 2001 Zusammenschluss zur Badenova AG & Co. KG, Sitz Freiburg im Breisgau

BADENOVA: Badische Gas- und Elektrizitätsversorgung (BE) Lörrach, Gasversorgung Hochrhein (GVH) Waldshut-Tiengen, Energieversorgung Oberbaden (EVO) Breisach, Freiburger Energie- und Wasserversorgung (FEW) Freiburg, Gasbetriebe GmbH (GBG) Emmendingen, Gasfernversorgung Mittelbaden (MIBA) Offenburg und Stadtwerke Lahr GmbH (SWL) Lahr

Die wichtigsten Gasversorgungsunternehmen, d.h. die Gasversorger, die die meisten Gemeinden in Baden-Württemberg mit Erdgas versorgen und die damit auch über die längsten Rohrnetze verfügen, sind die *Neckarwerke Stuttgart AG (NWS, jetzt EnBW)*, das *Badenwerk AG Karlsruhe (jetzt EnBW)*, die *MVV Energie Mannheim AG* und die *Badenova* in Freiburg. Zunächst wurden die Emissionen aus den Rohrnetzen der von den Versorgungsunternehmen angegebenen Netzmaterialien berechnet. In den Fällen, in denen keine Angabe der Gasversorger zu den Rohrnetzlängen und Rohrnetzmaterialien vorlagen, wurden die Rohrnetzverluste aus den Daten von 1995 und 1996 auf das Basisjahr 2000 hochgerechnet und für jedes Gasversorgungsunternehmen ein rohrnetzabhängiger Verlustfaktor berechnet. Bei neu an die Gasversorgungsnetze angeschlossenen Gemeinden (zwischen 1996 und 2000) wurde von einem optimierten Netz mit niedrigen spezifischen Emissionen ausgegangen. Mit der Angabe zu den Gasverbräuchen bei den Haushalten und Kleinverbrauchern im Kleinf Feuerungs-Emissionskataster Baden-Württemberg [UMEG, KfA 2000] in Verbindung mit den Rohrnetz-Verlustfaktoren des jeweiligen Gasversorgers wurden dann für jede gasversorgte Stadt oder Gemeinde die Rohrnetzverluste ermittelt. Aus den Angaben zur Anzahl der Hausanschlüsse oder zur Zahl der gasversorgten Haushalte wurden ebenfalls für jede gasversorgte Stadt bzw. Gemeinde die Erdgasverluste aus den Hausanschlussleitungen, den Gaszählern und den Endgeräten ermittelt. Im letzten Schritt wurden dann aus den Angaben zu den industriellen Abnehmern [UMEG, IuG 2000] die Erdgasverluste dieser Kunden (BHKW, Heizkraftwerke, Prozessfeuerungen) über einen verbrauchsabhängigen Emissionsfaktor berechnet, soweit Angaben zu den Gasverbräuchen vorhanden waren. Diese letztgenannte Teilgruppe "Industrieanlagen" spiegelt nur eine untere Abschätzung der Erdgasverluste wider, da die Verbrauchsangaben nur unvollständig vorlagen. Die Industrieverluste werden jedoch schon aus ökonomischen Gründen durch eine sehr gute Wartung der Anlagen niedrig gehalten, die Emissionen sind daher im Vergleich zu den Rohrnetzverlusten in den Ortsnetzen oder bei den Endgeräten gering.

Aus den mittleren Methan- und NMVOC-Gehalten des Erdgases wurden dann die Methan-Emissionen und die NMVOC-Emissionen berechnet. Zu den NMVOC-Emissionen wurden dann noch die Verluste beim Betrieb von Flüssiggasanlagen hinzugezählt.

Tabelle 4-7 zeigt die Methan- und Nichtmethan-Emissionen aus den Erdgasverteilernetzen und aus den Hausanschlüssen/Hausanschlussleitungen in den Regierungsbezirken in Baden-Württemberg 2000.

Tabelle 4-7

Methan- und Nichtmethan-Emissionen aus der Gasverteilung in Baden-Württemberg 2000

	CH ₄ in t/a	NMVOC in t/a
Regierungsbezirk Stuttgart	3 619	518
Regierungsbezirk Karlsruhe	2 977	400
Regierungsbezirk Freiburg	2 599	373
Regierungsbezirk Tübingen	1 296	213
übergeordnete Gasversorgungsunternehmen (Fernverteiler)	138	20
Land		
Baden-Württemberg	10 629	1 524

Auch aus der Gasspeicherung in Untertagespeichern (Poren-, Kavernen- oder Aquiferspeicher) und aus der Gasgewinnung und Gasförderung wird Erdgas unkontrolliert an die Umgebung abgegeben.

In Baden-Württemberg waren im Jahr 1999 insgesamt 2 Untertage-Kavernenspeicher in Betrieb. Für die größten Gasspeichereinheiten, zu denen detaillierte Angaben zu den Arbeitsgasmengen bzw. zu den Gasvolumina vorlagen, wurden die Emissionen dieser Quellengruppe berechnet. Etwa 36 t Methan pro Jahr und ca. 4 t NMVOC lassen sich der Quelle Erdgasspeicherung zuordnen, wobei diese Emissionen bereits in der Tabelle 4-7 bei den entsprechenden Regierungsbezirken berücksichtigt wurden.

4.7 Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge

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

- Maschinen der Land- und Forstwirtschaft,
- Baumaschinen,
- Militär,
- Geräte für Gartenpflege und Hobby,
- industrielle Geräte,

wurden aus den landesweiten Emissionskatastern 1995 [UMEG, 1995] und 1998 [UMEG, 1998] über dort detailliert untersuchte Entwicklungsprognosen und über eine Studie der AVISO GmbH im Auftrag der UMEG [AVISO, 2000] für das Basisjahr 2000 aktualisiert.

Als Datengrundlage für die Ermittlung der Emissionen der Kategorien Geräte/Maschinen/Fahrzeuge dienten die Kraftstoffverbräuche. Die Berechnung der Kraftstoffverbräuche und Emissionen für Baden-Württemberg wurde an die jeweilige unterschiedliche Datenverfügbarkeit angepasst. Zum Teil ließen sich die Verbräuche direkt aus vorhandenen Statistiken übernehmen. Bei Vorliegen von Fahrzeug- oder Motorbestandsdaten wurde anhand eines Schweizer Verfahrens die Werte berechnet [BUWAL, 1996], bei gänzlich fehlender Datengrundlage wurden die Verbräuche über analoge sekundärstatistische Größen aus den Schweizer Werten abgeleitet.

Die Abbildung 4-6 zeigt die Verteilung der Kraftstoffverbräuche der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge für das Land Baden-Württemberg 2000. In der Abbildung 4-7 ist beispielhaft die Kohlenmonoxid-Emission der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge dargestellt, Abbildung 4-8 zeigt zum Vergleich die NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe.

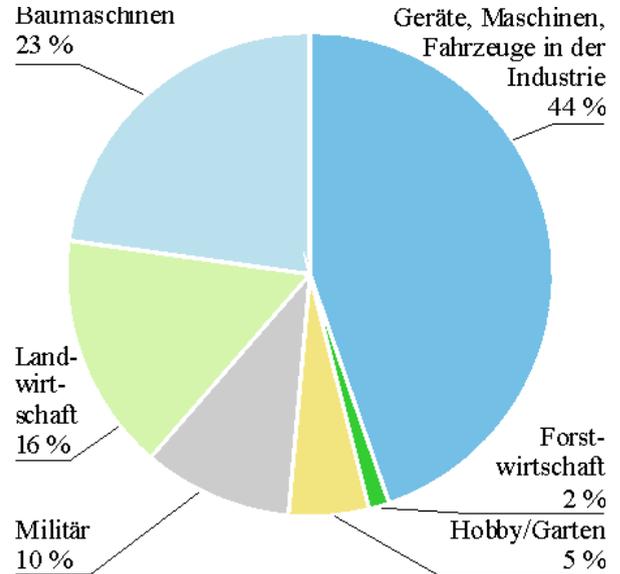


Abbildung 4-6

Verteilung der Kraftstoffverbräuche der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge im Land Baden-Württemberg 2000

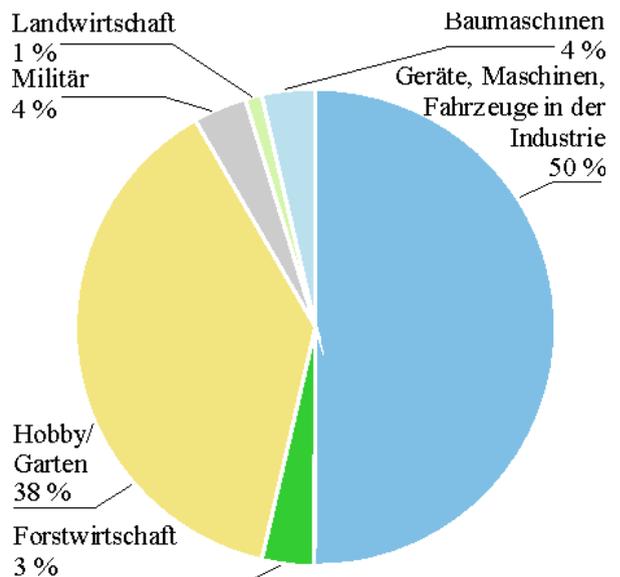


Abbildung 4-7

Anteile der Kohlenmonoxid-Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000

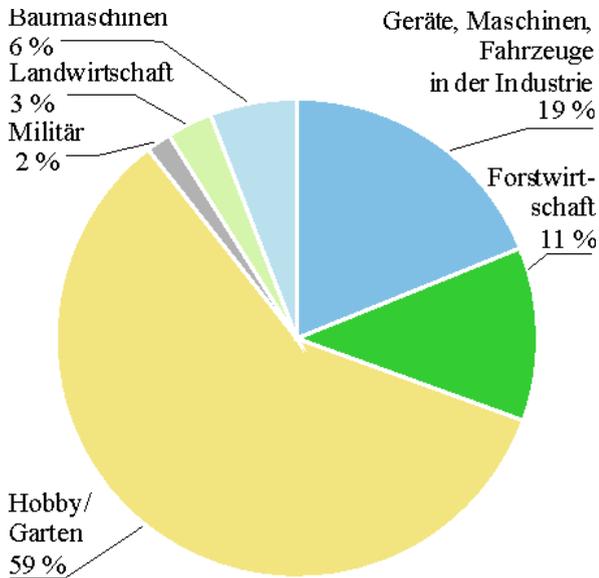


Abbildung 4-8
Anteile der NMVOC-Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000

Den größten Kraftstoffverbrauch und demzufolge die höchsten Kohlenmonoxid-Emissionen sowie die höchsten Emissionen an Stickstoffoxiden (NO_x), Partikeln, Schwefeldioxid (SO₂) und Lachgas (Distickstoffoxid - N₂O) ist in den Kategorien Industrie, Bauwirtschaft/Baumaschinen und Landwirtschaft zu finden.

Der überproportionale Anteil des Bereichs Garten/Hobby bei den Kohlenmonoxid - (CO) - und vor allem bei den NMVOC-Emissionen im Vergleich zum Kraftstoffverbrauch (Abbildung 4-8) ist durch die große Anzahl von 2-Takt-Motoren in dieser Kategorie zu erklären.

Auch die Forstwirtschaft weist aus diesem Grunde vor allem bei den NMVOC-Emissionen deutlich höhere Anteile an den Gesamtemissionen des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge auf, als es dem Kraftstoffanteil dieser Gruppe entspräche.

In Tabelle 4-8 sind die Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg noch einmal im Detail aufgeführt.

Tabelle 4-8

Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000 in t/a

Kategorie	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	Partikel/ Staub	PM10 ²⁾	NMVOC ³⁾	CO ₂	CH ₄	NH ₃	N ₂ O
Bau	8 240	11 986	136	1 201	1 081	2 174	697 477	53	1,7	292
Industrie	118 512	18 216	208	1 875	1 689	7 133	1 376 471	239	3,4	421
Forst	8 137	482	7	52	47	4 439	47 910	45	0,1	13
Hobby/Garten	89 343	348	7	29	28	22 287	158 335	324	0,3	5
Militär	8 699	715	55	54	52	667	307 975	64	6,4	18
Landwirtschaft	2 444	7 684	95	897	807	1 137	485 006	26	1,1	197
Baden-Württemberg¹⁾	235 375	39 431	508	4 108	3 704	37 837	3 073 174	751	13	946

¹⁾ zusätzlich wurden noch ca. 70 kg Blei, 10 kg Arsen, 1 kg Cadmium und 425 kg Benzo(a)pyren sowie 33 mg I-TE polychlorierte Dibenzodioxine und -dibenzofurane (PCDD/F) im Jahr 2000 freigesetzt

²⁾ PM10-Feinstaub als Untergruppe zu den Partikel-Emissionen

³⁾ Kohlenwasserstoffe sind in den einzelnen Kategorien unterschiedlich abgegrenzt (VOC oder NMVOC), die Kohlenwasserstoff-Emissionen werden hier wie NMVOC-Emissionen behandelt (CH₄-Anteil sehr niedrig)

4.8 Emissionen weiterer Einzelquellen im Bereich der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000

Motorsportveranstaltungen

Neben dem Hockenheimring gibt es in Baden-Württemberg 38 weitere Veranstaltungsorte für Motorsportveranstaltungen. Die Anzahl der Veranstaltungstage variiert dabei zwischen 1 und 5 Tagen pro Jahr. Der Hockenheimring ist mit einer Streckenlänge von 6,8 km (großer Kurs) bzw. 2,6 km (kleiner Kurs) die mit Abstand bedeutungsvollste Motorsportveranstaltungsstätte mit internationaler Dimension in Baden-Württemberg. Darüber hinaus gibt es in Baden-Württemberg auch noch 7 Outdoor-Kartbahnen. Über diese permanenten Veranstaltungsorte hinaus gibt es eine Vielzahl von weiteren oft wechselnden Veranstaltungsstätten mit emissionsrelevanten Tätigkeiten. Speziell wurden im Emissionskataster Sonstige nicht gefasste Quellen außer dem Hockenheim-Ring und den Outdoor-Kart-Veranstaltungen auch Moto-Cross-Rennen, Autoslalom, Auto-Cross, Motorradrennen, sonstige Kart-Rennen und Motorrad-Enduro-Veranstaltungen untersucht. Für die Abgasemissionen aus diesen Veranstaltungen wurden neben dem eigentlichen Rennbetrieb auch der Zuschauerverkehr in einem Umkreis von bis zu 5 km um die Veranstaltungsstätte berücksichtigt. Die Emissionen dieser Motorsportanlagen sind im Vergleich zu den Emissionen aus dem Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge jedoch von eher untergeordneter Bedeutung und lassen sich bis auf die permanenten Veranstaltungsorte nicht genau lokalisieren. Ein wesentlicher Anteil der Emissionen im Umfeld der Veranstaltungsorte wird zudem im öffentlichen Straßennetz durch den Quell- und Zielverkehr sowie durch den Parkraumverkehr verursacht und wird damit auch zum überwiegenden Teil in den Linien- und Flächennetzen des Emissionskatasters Verkehr bereits erfasst [UMEG, Ver 2000]. Die Emissionen durch Motorsportveranstaltungen werden deshalb in den Tabellen des vorliegenden Berichts nicht mit ausgewiesen. Bei einem Kraftstoffverbrauch von 566 t im Jahr 2000 errechnen sich für den Bereich Motorsportveranstaltungen Kohlenmonoxid-Emissionen in Höhe

von 122 t, Stickstoffoxid-Emissionen ($\text{NO} + \text{NO}_2$ gerechnet als NO_2) von 6 t und Kohlenwasserstoff-(NMVOC-) Emissionen von 18 t.

Verdunstung von Frostschutzmitteln

Dem Scheibenwaschwasser von Kraftfahrzeugen werden vorwiegend im Winter Alkohole bzw. Glykole als Frostschutzmittel zugesetzt, die zusammen mit dem Wasser dann freigesetzt werden.

Die NMVOC-Emissionen, die durch den Einsatz von Frostschutzmitteln in Scheibenwaschanlagen und in den KFZ-Kühlflüssigkeiten sowie durch Defroster bzw. Antibeschlagmittel entstehen, belaufen sich für Baden-Württemberg auf insgesamt etwa 8500 t/a [UMEG, 1998]. Sonstige Verdunstungsemissionen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Autopflegemitteln werden bei den NMVOC-Emissionen aus der Quelle Produktanwendung berücksichtigt.

Auch bei der Flugzeug- und Flugfeldenteisung werden Frostschutzmittel hauptsächlich auf Basis von Glykolen/Isopropanol eingesetzt. Aufgrund der herausragenden Stellung in Bezug auf die jährlich getätigten Starts und Landungen des Flughafens Stuttgart im Vergleich zu den sonstigen Flughäfen und Flugplätzen in Baden-Württemberg werden die Emissionen aus der Enteisung zunächst für diesen Flughafen berechnet und über die Flugbewegungszahlen für die Flughäfen Baden-Airpark (Karlsruhe-Söllingen), Bodensee-Airport (Friedrichshafen) und Lahr nachberechnet. In der Hauptsache werden Glykol/Isopropanol-Heisswasser-Gemische für die Flugzeugenteisung und die Bodenenteisung eingesetzt (ADF - Anti-Deicing Fluids). Ein Teil der organischen Verbindungen findet sich nach Anwendung im Flughafenabwasser, ein weiterer Anteil wird über dem angrenzenden Acker- und Grünland beim Startvorgang versprüht, wo es versickert und biologisch abgebaut wird. Der Rest summiert sich auf eine NMVOC-Emissionsrate von etwa 650 t NMVOC pro Jahr (im Winter).

Die Emissionen aus Frostschutz- und Enteisungsmitteln sind nicht in den NMVOC-Gesamtsummen der Tabellen und auch nicht in den Kartendarstellungen enthalten.

Emissionen aus Klimaanlagen

Emissionen aus mobilen Klimaanlagen in Fahrzeugen

Anders als bei stationären Klimaanlagen, die im nächsten Abschnitt behandelt werden, befindet sich der Kältemittelkreislauf bei Autoklimaanlagen, bedingt durch den Antrieb seines Verdichters durch die Motorkurbelwelle, in instabilem Zustand [ÖKO, 2001]. Der Kompressor ist offen und seine Anbindung an den Motorblock erfordert eine schwingungsfreie Übertragung der Kälteleistung an die mit dem Chassis verbundenen übrigen Bauteile des Kältekreislaufs. Flexible Schläuche sind daher nur begrenzt durch metallische Leitungen ersetzbar. Schläuche, O-Ringe an den Anschlüssen der Bauteile und die Wellendichtung des Verdichters gelten als Schwachstellen der Dichtheit und damit als wichtigste Austrittsstellen des normalen Kältemittels.

Für Baden-Württemberg ergibt sich als erste Abschätzung eine jährliche Verlustrate von etwa 120 t NMVOC (i.d.R. handelt es sich hierbei um das Kältemittel R-134a - 1,1,1,2-Tetrafluorethan) aus den mobilen Klimaanlagen in den Kraftfahrzeugen.

Emissionen aus stationären Klimaanlagen und Kältegeräten (ohne Ammoniak als Kältemittel)

Der Bereich der stationären und mobilen Kälteaggregate und ortsfesten Klimaanlagen für Gebäude beinhaltet in Deutschland die Sektoren Gewerbekälte (ca. 40 % des inländischen Gesamtbestandes an halogenierten Kältemitteln), mittelgroße Industriekälteanlagen mit Kolbenverdichteranlagen (ca. 20 %), Kleinkühlgeräte in Industrie- und Gewerbebetrieben (ca. 20 %), große Industriekälteanlagen und große Klimaanlagen (etwa 6 - 7 %), Raumklimageräte bis 2 kg Kältemittel (ca. 5 %) und der Rest teilt sich auf in mittelgroße Klimaanlagen (mit Kolbenverdichtern), Transportkälteanlagen und Hauswärmepumpen.

In Deutschland wurden Produktion und Gebrauch von bestimmten, die stratosphärische Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (insbesondere auch Fluorchlorkohlenwasserstoffe - FCKW) mit der FCKW-Halon-Verbotsverordnung aus dem Jahre 1991 festgelegt [HalonVerbot, 2001]. Diese Verordnung sieht

die Reduzierung des Ozonzerstörungspotentials (ODP - ozone depletion potential) durch eine stufenweise Einführung von weniger schädlichen Ersatzstoffen z.B. für die FCKW vor. Seit Oktober 2000 gilt auch eine EU-Verordnung [EU-VO, 2037/2000], die zum Teil über die deutschen Vorschriften hinausgeht und unter anderem auch schärfere Fristen für das Ende der (teilhalogenierten) HFCKW als Kältemittel vorsieht. (Als EU-Verordnung ist sie auch in Deutschland unmittelbar gültiges Recht).

Der jährliche Neuverbrauch von HFCKW-Kältemitteln als FCKW- und HFCKW-Ersatzstoffe für inländische Anwendungen hat sich in Deutschland von 1995 auf 1997 nahezu verdoppelt [KLIMA, 2000]. In Baden-Württemberg stieg der Einsatz von HFCKW, FKW und Mischungen dieser Ersatzstoffe (Blends) von 1996 bis 2001 um etwa 84 %. Im Vergleich dazu ging der Einsatz von FCKW und HFCKW von 1996 bis zum Jahr 2001 in Baden-Württemberg um etwa 40 % zurück [StaLa, 2002a].

Bis zum Jahr 2010 dauert der (H)-FCKW-Einsatz in den Altanlagen noch an, danach bestehen die Kältemittelbestände ausschließlich aus HFCKW oder in geringerem Umfang auch aus FKW.

Bei den Emissionen aus Kälte- und Klimaanlagen unterscheidet man zwischen den Betriebsemissionen (laufende Emissionen, Anlagenundichtigkeiten, Wartungsverluste) und den Entsorgungsemissionen (Rückgewinnungsverluste bei der Entsorgung). Die Betriebsemissionen steigen bis etwa 2005 kontinuierlich an, während die Entsorgungsemissionen erst ab etwa dem Jahr 2003 stärker zunehmen, wenn die ersten Anlagen außer Betrieb gehen [KLIMA, 2000].

Für Baden-Württemberg ergibt sich als erste Abschätzung eine jährliche Verlustrate von etwa 156 t NMVOC aus den stationären Klimaanlagen und Kältegeräten, wobei hier im Gegensatz zu den mobilen Klimaanlagen ein weites Produktspektrum an HFCKW, HFCKW, FCKW und FKW emittiert wird. (Kältemittelverluste - in der Regel Ammoniak - aus Anlagen nach 11. BImSchV sind hier nicht berücksichtigt, entsprechende Daten für Baden-Württemberg sind im Teilbericht Industrie und Gewerbe [UMEG, IuG 2000] aufgeführt).

4.9 Gesamtemissionen aller Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000

In der Tabelle 4-9 sind die Emissionen des Jahres 2000 der Sonstigen nicht gefassten Quellen für Baden-Württemberg aufgelistet.

Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen sind lediglich die Emissionen von Methan und die NMVOC-Emissionen im Vergleich zu den klassischen Emittenten von Bedeutung. Der Anteil der Quellen Abfall- und Abwasserwirtschaft an den Gesamtemissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen beträgt bei den Gesamtkohlenwasserstoffen (VOC) etwa 57 % und beim Methan sogar fast 91 %. Für die NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe ist fast ausschließlich die Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe sowie der

Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge relevant. Dabei sind die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge mit einem Anteil von über 51 % und die Produktanwendung mit 47 % Anteil die Hauptverursacher, während die Gasverteilung nur relativ kleine Beiträge zu den NMVOC-Emissionen liefern. Die verbrennungsbedingten Schadstoffkomponenten kommen ausschließlich aus dem Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge bzw. werden nur für diesen Bereich erhoben. Das Schadstoffspektrum beinhaltet dabei die typischen Komponenten, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. In diesem Bereich sind in der Regel keine gezielten Schadstoffminderungstechniken implementiert bzw. nur in einigen wenigen Bereichen berücksichtigt.

Im Anhang, Tabelle B sind die Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen für jeden Stadt- und Landkreis in Baden-Württemberg differenziert aufgeführt.

Tabelle 4-9

Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000 in t/a

	Abfalldeponien	Altablagerungen	Abwasser ³⁾	Produkteinsatz ³⁾	Gasverteilung ¹⁾	Grundwasserförderung	Geräte/Maschinen/Fahrzeuge ²⁾	Gesamt
SO ₂	-	-	-	-	-	-	508	508
CO	-	-	-	-	-	-	235 375	235 375
NO _x als NO ₂	-	-	-	-	-	-	39 431	39 431
NH ₃	-	-	-	-	-	-	13	13
NMVOC ⁴⁾	-	-	-	34 731	1 524	-	37 837	74 092
CO ₂	-	-	-	-	-	-	3 073 174	3 073 174
CH ₄	60 485	52 000	3 528	-	10 629	634	751	128 027
VOC	60 485	52 000	3 528	34 731	12 153	634	38 588	202 119
N ₂ O	-	-	1 021	-	-	-	946	1 967
Staub	-	-	-	-	-	-	4 108	4 108
PM10-Feinstaub	-	-	-	-	-	-	3 704	3 704
Pb	-	-	-	-	-	-	6,5	6,5
As in kg/a	-	-	-	-	-	-	10,2	10,2
Cd in kg/a	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
BaP in kg/a	-	-	-	-	-	-	425	425
PCDD/F in mg ITE/a	-	-	-	-	-	-	32,6	32,6

- : keine Angabe

1) Erdgas- und Flüssiggasnetze, Gasspeicherung

2) Baumaschinen, land- und forstwirtschaftliche Maschinen, Militär, Hobby/Garten, Industriemaschinen

3) Abwasser = Emissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen

Produkteinsatz = Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe

4) zusätzlich etwa 9 150 t NMVOC aus Frostschutzmitteln und Enteisungsanlagen, 276 t aus stationären und mobilen Kälte- und Klimageräten und etwa 18 t NMVOC (sowie 122 t CO und 6 t NO_x) durch Motorsportveranstaltungen.

5 STOFFBEZOGENE EMISSIONEN UND DEREN ENTWICKLUNG 1994 BIS 2000

In diesem Kapitel werden die Emissionen für jeden Schadstoff getrennt quellenbezogen in Form von Diagrammen dargestellt. Die folgenden Abbildungen zeigen für die Schadstoffe Methan, für die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) und für die Gesamtkohlenwasserstoffe (VOC) jeweils die Emissionen mit den prozentualen Anteilen der Einzelemittenten als Landeswert für Baden-Württemberg. Die Kreisdiagramme bilden dabei die Anteile der einzelnen Quellen an den Gesamt-Emissionen im Land Baden-Württemberg im Bezugsjahr 2000 ab. 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.

Das Kapitel 5.5 zeigt die Entwicklung der Emissionen für Baden-Württemberg von 1994 bis zum Jahr 2000 quellenbezogen auf; das Kapitel 5.6 führt diese Entwicklungen dann schadstoffspezifisch nochmals in Tabellenform zusammen.

Im Kapitel 5 werden die Emissionen der Quellen Abfalldeponien und Altablagerungen, Abwasserbehandlungsanlagen, Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe, Erdgasnetze und Flüssiggasanlagen, Grundwasserförderung und der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge behandelt. Die Emissionen der sonstigen Emittenten (z.B. Motorsportveranstaltungen oder Klima- und Kältegeräte), die in Kapitel 4.8 näher beleuchtet wurden, sind in diesem Kapitel nicht enthalten.

5.1 Methan

Das erste Kreisdiagramm in Abbildung 5-1 zeigt quellenbezogen die prozentuale Verteilung der Methan-Emissionen auf. Den größten Anteil an den Methan-Emissionen weist der Bereich Abfalldeponien auf, gefolgt von den Altablagerungen. Die Gasverteilungsnetze treten mit einem Anteil von etwa 8 % an den Methan-Emissionen schon deutlich hinter der Abfallwirtschaft zurück. Die Abwasserbehandlungsanlagen, die Grundwasserförderung und die verbrennungsbedingten Methan-Emissionen des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge spielen bei dieser Schadstoffkomponente nur eine untergeordnete Rolle.

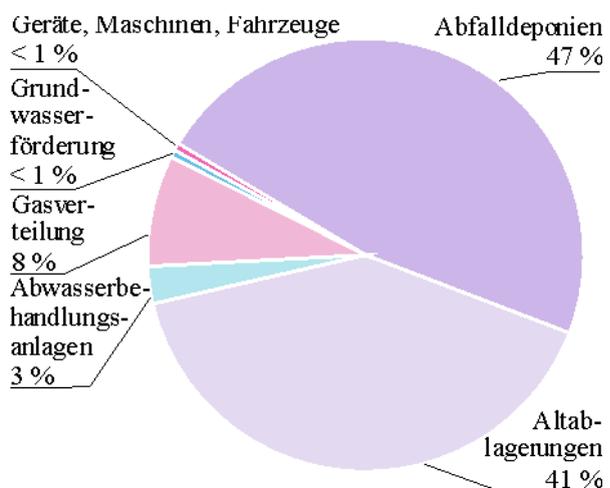


Abbildung 5-1
Verteilung der Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 2000

5.2 NMVOC

Die Abbildung 5-2 zeigt die Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff- (NMVOC-) Emissionen aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen. Lediglich die Emittenten Geräte/Maschinen/Fahrzeuge mit 51 % und der Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe mit 47 % Anteil treten hier als Emittent in Erscheinung. Die Leckagen aus den Gasverteilungsnetzen und auch die Verluste aus der Flüssiggasversorgung in den Gemeinden treten dabei in den Hintergrund. Es ist bekannt, dass aus den Abfalldeponien und den Altablagerungen neben dem Methan und dem Kohlendioxid (hier nicht erhoben) auch Verbindungen freigesetzt werden können, die ebenfalls den NMVOC zuzurechnen wären. Jedoch liegen belastbare quantitative Angaben zu diesen Schadstoffkomponenten nicht vor und werden deshalb im Rahmen dieser Erhebungen nicht ausgewiesen.

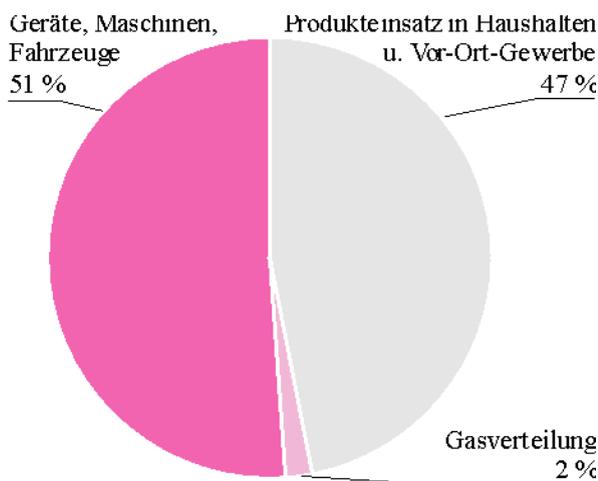


Abbildung 5-2
Verteilung der Nichtmethan (NMVOC-) -Emissionen in Baden-Württemberg 2000

5.3 Anorganische Gase

Verbrennungsbedingte anorganische Gase sowie Ammoniak werden lediglich aus dem Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge freigesetzt, bzw. im Rahmen dieses Katasters nur dort erhoben. Die Tabelle 4-9 zeigt die Emissionen dieses Bereiches im Detail auf. Die Anteile der einzelnen Quellenkategorien des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge werden an dieser Stelle auch im Detail diskutiert.

5.4 VOC Gesamt

In Abbildung 5-3 sind die Gesamtkohlenwasserstoff-Emissionen (VOC-Emissionen) als Summe aus den Methan- und den NMVOC-Freisetzungen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen dargestellt. Betrachtet man die Emissionsverhältnisse bei den Gesamtkohlenwasserstoffen (VOC), so zeigt sich im Vergleich zu den Methan- und den NMVOC-Emissionsanteilen ein eher ausgeglichenes Bild.

Die Abfalldeponien emittieren etwa 30 % der VOC-Emissionen der Sonstigen Nicht gefassten Quellen, die Altablagerungen 26 %, der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge 19 % und die Anwendung lösemittelhaltiger Produkte als vierstärkste Gruppe etwa 17 %.

Die VOC-Emissionen aus der Gasverteilung mit einem Anteil von ca. 6 %, die Abwasserbehandlungsanlagen mit 2 % und die Grundwasserförderung mit weniger als einem Prozent Anteil an den VOC-Freisetzungen der Sonstigen nicht gefassten Quellen sind nur von untergeordneter Bedeutung für das Emissionsgeschehen.

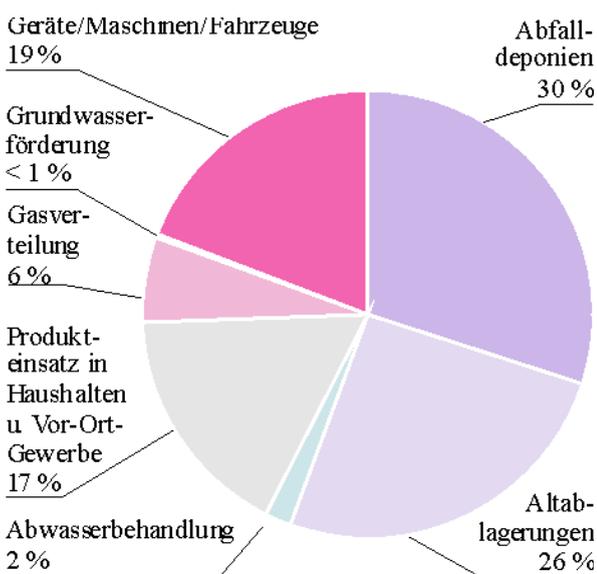


Abbildung 5-3

Verteilung der Gesamtkohlenwasserstoff (VOC-) - Emissionen in Baden-Württemberg 2000

5.5 Entwicklungen bei den Einzelemittenten

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 korrigieren 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.

In den folgenden Abschnitten wird jeweils kurz auf die Veränderungen bei den Basisdaten und auf erforderliche Anpassungen bei den Methoden zur Emissionsermittlung bei den einzelnen Emittenten eingegangen.

5.5.1 Abfallwirtschaft

Als wichtigste Basisgröße bei der Ermittlung der Emissionen aus den Abfalldeponien sind die abgelagerten Mengen an organischem Abfall zu nennen. Organischer Abfall bedeutet in diesem Zusammenhang Hausmüll oder hausmüllähnliche Abfälle, die über einen größeren Anteil an biologisch abbaubarem Kohlenstoff verfügen. Aufgrund der teilweise langen Halbwertszeit des Abbaus der organischen Substanz sind die abgelagerten Mengen der letzten 20 Jahre in die Berechnungen eingegangen. Eine Reduktion der abgelagerten (organischen) Abfälle macht sich erst nach mehreren Jahren auf der Emissionsseite bemerkbar.

Die noch in Betrieb befindlichen Abfalldeponien in Baden-Württemberg verfügen alle über eine Oberflächenabdichtung in den verfüllten Bereichen und auch über aktive Gasfassungssysteme. Die Umsetzung der TA-Siedlungsabfall mit dem Gebot ab 2005 nur noch inertisierten Abfall auf die Deponien auszubringen, bewirkt eine schrittweise Reduktion des auf Hausmülldeponien abgelagerten organischen Abfalls [TA-SI, 1993]. Durch die Reduktion des Abfallaufkommens

und durch die Etablierung anderer Entsorgungswege (Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen-MBAs, Kompostierung etc.) werden auch immer mehr Deponien geschlossen. Bei den Altablagerungen ergibt sich eine exponentielle Abnahme der emittierten Deponiegase durch die fortschreitende Alterung des Deponiekörpers und der Verarmung an organischem (biologisch abbaubarem) Kohlenstoff.

5.5.2 Abwasserreinigungsanlagen

Die Abwasserreinigungsanlagen weisen nur geringe Anteile an den Emissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen auf. Im Zuge der Erhebungen für das Basisjahr 2000 wurden die Erhebungsgrundlagen modifiziert und an aktuelle Erkenntnisse angepasst, weshalb die Daten für das Bezugsjahr 1998 einer Revision unterzogen wurden. Des Weiteren wurden Fortschritte bei der Lecksuche und Optimierungen bei den Faultürmen berücksichtigt. Die behandelten Abwassermengen sind demgegenüber jedoch in den letzten Jahren eher angestiegen, was die Einspareffekte durch die Verbesserungen in der Technik etwas abschwächt.

5.5.3 Grundwasserförderung

Die Veränderung bei den Emissionen aus der Grundwasserförderung beruhen allein auf den Änderungen der jährlich entnommenen Grundwassermenge. Der Gehalt an organischer Substanz in den grundwasserführenden Schichten wurde in erster Näherung als konstant angenommen, da sich in den tieferen Bodenhorizonten Verschiebungen bei den Einträgen von Kohlenstoff (oder auch Stickstoff-) Verbindungen (organische Düngung in den landwirtschaftlichen Nutzflächen etc.) nur sehr langsam in einer Änderung der Schadstoffkonzentration widerspiegeln. Darüber hinaus ist die Quellenstärke dieses Bereichs nur sehr gering und im Gesamtkontext von untergeordneter Bedeutung.

5.5.4 Produktanwendung

Vergleicht man die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe, so zeigt sich zwischen dem Bezugsjahr 1994 und dem Jahr 2000 ein Rückgang um etwa 8 %. Die Emissionen, die in den früheren

UMEG-Berichten für diese Quellengruppe ausgewiesen wurden [UMEG, 1995], [UMEG, 1998] sind aufgrund einer deutlichen Erweiterung des betrachteten Produktspektrums vor allem in den Teilbereichen Körperpflege/Kosmetik, Wasch- und Reinigungsmittel sowie Pflegemittel nicht mit den Daten für das Jahr 2000 vergleichbar. Zur Ermittlung der Veränderungen in den zurückliegenden Jahren wurden ausgehend von den Untersuchungen im Jahr 2000, die Verbrauchsdaten und die Emissionen durch Anpassungen der Lösemittelgehalte und der spezifischen Inhaltsstoffe für die Jahre 1994, 1996 und 1998 extrapoliert. Die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung von Farben und Lacken in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe sowie im Bereich Körperpflege/Kosmetika zeigen einen deutlichen Rückgang der NMVOC-Emissionen zwischen 1994 und 2000. Der Bereich Autopflegemittel, Schädlingsbekämpfung, Klebstoffe zeigt etwa dieselbe Emissionsstärke. Die Emissionen des Bereichs Wasch-/Reinigungs- und Pflegemittel nehmen in diesen Jahren eher leicht zu.

5.5.5 Gasverteilung

Im Rahmen der Klimaschutzdebatte sind in Baden-Württemberg seit mehreren Jahren verstärkt Bestrebungen im Gange, u.a. den Energiebedarf vor allem der Haushalte und Kleinverbraucher, aber auch von Gewerbe und Industrie (u.a. Prozesswärme) zunehmend durch Erdgas zu decken.

Dies führte und führt zu einer Ausdehnung des Erdgasnetzes mit damit einhergehenden wachsenden Verlusten aus den Rohrnetzen. Gleichzeitig werden jedoch auch vorhandene Rohrnetze modernisiert, was sich vor allem beim Ersatz von älteren Gussrohren durch modernen Kunststoffrohre durch eine um Größenordnungen kleinere spezifische Verlustrate bemerkbar macht. Auf der Flüssiggasseite ist ebenfalls eine Zunahme der installierten Anlagen sowie eine schrittweise Erneuerung vorhandener Anlagen festzustellen. Im Vergleich zu den Emissionskatastern für das Jahr 1995 und 1998 [UMEG, 1995], [UMEG, 1998] wurden im Jahr 2000 auch die NMVOC-Emissionen der Flüssiggasanlagen im Detail untersucht.

Die Angaben in den älteren Emissionskatastern bezüglich der NMVOC-Emissionen dieser Quellengruppe

wurden auf die Bezugsjahre 1994 bis 1998 zurückgerechnet, ein direkter Vergleich mit den ausgewiesenen Zahlen in den zurückliegenden Emissionskatastern ist deshalb im Falle der NMVOC-Emissionen aus der Gasverteilung nicht zulässig.

5.5.6 Geräte/Maschinen/Fahrzeuge

Im Vergleich zum Jahr 1995 wurden für das Jahr 2000 etwa 43 % mehr CO₂-Emissionen, d.h. auch ein entsprechend höherer Kraftstoffverbrauch, ermittelt. Dies ergibt sich vor allem aus dem deutlich höheren Kraftstoffverbrauch dieses Sektors, der sich aufgrund von verbesserten Datengrundlagen für das Jahr 2000 ergeben hat. Die Berechnungen für die Jahre 1995 und 1998 wurden im Wesentlichen über Analogieschlüsse aus Daten für die Schweiz abgeleitet. Zudem zeigten sich die den Berechnungen zugrundeliegenden Emissionsfaktoren zwischen 1995 und 1998 Veränderungen, die sich nicht nur aus der Entwicklung des Geräte/Maschinenbestands hin zu emissionsärmeren Geräten ergeben, sondern auch auf aktuellen Datengrundlagen beruhen. Dies führt zu Veränderungen der Emissionen je nach Schadstoff im Bereich von - 49 % bis hin zu + 135 %. So ist der Vergleich der Emissionen des Sektors Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zwischen 1995, 1998 und 2000 nur sehr eingeschränkt möglich, da die scheinbaren Entwicklungen nicht nur die Entwicklungen zwischen 1995 und 2000 aufzeigen, sondern vor allem auch die Veränderungen in den Datengrundlagen.

Die Entwicklung des Kraftstoffverbrauches wies in den vergangenen Jahren jedoch keine gravierenden Änderungen auf. Da die Veränderungen der spezifischen Verbräuche und Emissionsfaktoren in diesem Bereich wesentlich langsamer verläuft als im Straßenverkehr, kann man davon ausgehen, dass die Emissionssituation sich zwischen 1995 und 2000 nicht wesentlich geändert hat.

Ausgenommen sind dabei aber die Schwefeldioxid-Emissionen, die nur von der Kraftstoffqualität, also dem Schwefelgehalt abhängen.

5.6 Entwicklung der Emissionen

In den folgenden Tabellen sind die Luftschadstoff-Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg für die Jahre 1994, 1996, 1998 und 2000 dargestellt.

Methan

In Tabelle 5-1 sind die Methan-Emissionen in Baden-Württemberg differenziert nach den einzelnen Quellengruppen für die Bezugsjahre 1994, 1996, 1998 und 2000 einander gegenübergestellt.

Das Emissionsniveau der Methan-Emissionen im Bereich der Sonstigen nicht gefassten Quellen wird fast ausschließlich durch den Bereich Abfallwirtschaft bestimmt. Zwischen 1994 und 2000 verringerten sich die Methan-Jahresemissionen um etwa 18 %. In diesem Zeitraum wurden die Rückgänge vor allem im Bereich Altablagerungen durch die fortschreitende Verarmung der längst geschlossenen Deponien an organisch abbaubarem Material verursacht. Auch die Abfalldeponien verringerten die Methan-Emissionen in diesem Zeitraum geringfügig um etwa 4 %. Im Falle der Gasverteilungsnetze als weiterem wichtigen Emittenten wurde ein Großteil der Minderung in Höhe von 22 % bezogen auf 1994 durch eine Erneuerung der Gasverteilungsnetze (Rohrleitungen) eingeleitet, obwohl der Gasverbrauch in diesem Zeitraum deutlich anstieg und verbrauchsabhängig eigentlich eher ein Anstieg der Emissionen zu erwarten wäre.

NMVOC

Tabelle 5-2 zeigt die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen in Baden-Württemberg für die Jahre 1994, 1996, 1998 und 2000 auf.

Etwa 51 % der Nichtmethan-Kohlenwasserstoff-(NMVOC-) Emissionen lassen sich dem Bereich der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zuordnen, 47 % werden durch den Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe verursacht. Die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen zeigen zwischen 1994 und 2000 nur einen geringen Rückgang um etwa 8 %.

Lediglich die Gasverteilungsnetze konnten ihre Emissionen durch Erneuerung der Rohrnetze etc. ähnlich wie bei den Methanemissionen um 30 % erniedrigen. Die Lösemittlemissionen aus dem Produkteinsatz in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe konnten dagegen mit einer Minderung von etwa 8 % bezogen auf 1994 nur einen vergleichsweise geringen Rückgang vorweisen. Vor allem im privaten Bereich bei der Anwendung von Kosmetika und von Reinigungs- und Pflegemitteln zeigen sich nur geringe Veränderungen bei den NMVOC-Emissionen.

Die Untergruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge weist mit einem Rückgang der NMVOC-Emissionen zwischen 1994 und 2000 von lediglich etwa 5 % den geringsten Effekt auf. Im Gegensatz zu den Straßenverkehrsemissionen mit deutlichen Rückgängen der NMVOC-Freisetzung in den letzten Jahren [UMEG, Ver 2000] machen sich regulatorische Eingriffe des Gesetzgebers oder technische Weiterentwicklungen bei den Geräten/Maschinen/Fahrzeugen nicht so schnell bemerkbar.

Anorganische Gase

In Tabelle 5-3 werden die verbrennungsbedingten Schadstoffemissionen der Quelle Geräte/Maschinen/Fahrzeuge für die Bezugsjahre 1994, 1996, 1998 und 2000 noch einmal im Detail aufgelistet (inkl. der N₂O-Emissionen aus der Abwasseraufbereitung). Bei den verbrennungsbedingten Schadstoffen des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge zeigen sich in der Regel zwischen 1994 und 2000 nur geringe Veränderungen. Die Emissionen aller hier betrachteten Schadstoffe verringert sich von etwa 1 % beim Ammoniak, 3 % bei den Stickstoffoxiden und beim Kohlendioxid bis maximal 7 % beim Gesamtstaub. Lediglich die Schwefeldioxid-Emissionen spiegeln mit einem Rückgang von über 30 % die drastische Reduktion des Schwefelgehaltes bei den Kraftstoffen in diesem Zeitraum deutlich wider. Bei den Distickstoffoxid-Emissionen lässt sich im Vergleich zu 1994 im Jahr 2000 ein leichter Zuwachs um etwa 5 % feststellen. Dieser geht allein auf das Konto der Quellengruppe Abwasserbehandlung. Hier spiegelt sich die zunehmende Tendenz der Kläranlagen zur Installation weitergehender Abwasserreinigungsstufen wider.

Vor allem Nitrifikations- und Denitrifikationsstufen sind für die Distickstoffoxid-Emission verantwortlich, wobei jedoch auf die absolut gesehen geringe Emissionsstärke der Sonstigen Nicht gefassten Quellen in Bezug auf diesen Schadstoff hingewiesen werden muss. Die Geräte/Maschinen/Fahrzeuge verringerten ihren Distickstoffoxid-Ausstoß von 1994 bis 2000 um etwa 3 %

Tabelle 5-1

Entwicklung der Methan-Emissionen aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg in t/a

CH₄	Abfall- deponien	Altab- lagerungen	Ab- wasser^{1) 4)}	Produkt- einsatz	Gas- verteilung^{1) 2)}	Grund- wasser förderung	Geräte/ Maschinen/ Fahrzeuge³⁾	Gesamt¹⁾
2000	60 485	52 000	3 528	-	10 629	634	751	128 027
1998	62 133	60 000	4 099	-	12 672	702	770	140 376
1996	62 627	66 670	4 463	-	13 141	719	780	148 400
1994	63 121	73 300	4 827	-	13 609	737	800	156 394

Tabelle 5-2

Entwicklung der Nichtmethan (NMVOC) -Emissionen aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-

NMVOC	Abfall- deponien	Altab- lagerungen	Ab- wasser	Produkt- einsatz^{1) 4)}	Gas- verteilung^{1) 2)}	Grund- wasser förderung	Geräte/ Maschinen/ Fahrzeuge^{1) 3)}	Gesamt¹⁾
2000	-	-	-	34 731	1 524	-	37 837	74 092
1998	-	-	-	35 700	2 017	-	39 000	76 717
1996	-	-	-	36 900	2 092	-	39 000	77 992
1994	-	-	-	37 900	2 166	-	40 000	80 066

Tabelle 5-3

Entwicklung der Emission anorganischer Gase aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg in t/a

Jahr	CO	NO_x als NO₂	SO₂	Partikel (Staub)	PM10	CO₂	NH₃	N₂O
2000	235 375	39 431	508	4 108	3 704	3 073 174	13	1 967
1998 ¹⁾	240 000	39 800	580	4 200	3 800	3 100 000	13	1 996
1996	244 000	40 300	660	4 300	3 900	3 127 000	13	1 935
1994	248 000	40 700	730	4 400	3 900	3 154 000	13	1 874

- keine Angabe

1) Zahlenwerte 1998 geändert

2) Erdgas- und Flüssiggasnetze, Gasspeicherung

3) Baumaschinen, land- und forstwirtschaftliche Maschinen, Militär, Hobby/Garten, Industriemaschinen

4) Abwasser = Emissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen

Produkteinsatz = Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe

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. Auch in dieser Zusammenstellung sind die Emissionen der sonstigen Emittenten wie Motorsportveranstaltungen oder Verluste aus stationären und mobilen Klima- und Kältegeräten, die in Kapitel 4.8 untersucht wurden, nicht enthalten. Die Karten zeigen für die Schadstoffe Methan und für die Verbindungsklasse der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC) jeweils die Absolutemissionen für jeden der 44 Stadt- und Landkreise an. Zusätzlich werden in einer weiteren Karte die Gesamtkohlenwasserstoffe (VOC - volatile organic compounds) für jeden Kreis in t/a dargestellt. Der Farbton der Stadt- und Landkreise gibt die Höhe der Gesamtemissionen für den gesamten Kreis in t pro Jahr an. Die Anteile der einzelnen Quellen an den Gesamtemissionen sind an den zugehörigen Kreisdiagrammen ablesbar.

Die **Karte 6-1** zeigt die Verteilung der **Methan**-Emissionen auf die einzelnen Stadt- und Landkreise an. Im Land Baden-Württemberg wurden im Jahr 2000 von allen untersuchten Sonstigen nicht gefassten Quellen insgesamt 128 027 t Methan freigesetzt. Bei den Sonstigen nicht gefassten Quellen wird das Methan fast ausschließlich (zu etwa 88 %) der Emittentengruppe Abfallwirtschaft mit den Bereichen Abfalldeponien und Altablagerungen zugeordnet. Die Altablagerungen lassen sich in der Regel nicht einem bestimmten Stadt- oder Landkreis zuordnen. Auf eine regionale Aufgliederung des Landeswertes von 52 000 t Methan für diese Quelle wurde deshalb verzichtet. Die prozentualen Anteile der einzelnen

Emittenten in der Karte 6-1 und auch die regionalen Unterschiede zwischen den einzelnen Stadt- und Landkreisen (die Farbgebung der Kreise) beziehen sich daher auf die Methan-Emissionen ohne die Alt-ablagerungen. In der Kartendarstellung werden die Emissionen aus Hausmülldeponien, Gasverteilungsnetzen, Abwasserbehandlungsanlagen und die Sonstigen Quellen wie die Grundwasserförderung und der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge visualisiert. Die Hauptmenge des Methans kommt aus dem Bereich der Hausmülldeponien (Deponien, auf denen zwischen 1983 und 2000 Hausmüll und hausmüll-ähnliche Abfälle abgelagert wurden), weshalb auch die Landkreise mit einer entsprechend großen Hausmülldeponie wie die Landkreise Ludwigsburg, Ostalbkreis oder der Schwarzwald-Baar-Kreis mit Anteilen der Hausmülldeponien von über 90 % an den Methanemissionen des jeweiligen Landkreises die höchsten Emissionen aufweisen. Die "aktiven" Hausmülldeponien in Baden-Württemberg weisen alle ein Gasfassungssystem auf. Die ausgewiesenen Methan-Emissionen sind entsprechend bereinigt worden und stellen die Verluste durch Leckagen, durch Ausgasung von Deponiekörperzonen ohne direkte Absaugung und andere Austragspfade dar. Ein weiterer wichtiger Eintragspfad für Methan in die Atmosphäre stellen die Gasverteilungsnetze dar. Im Landesdurchschnitt weist diese Quelle einen Anteil von etwa 8 % an den gesamten Methanemissionen auf, bei Betrachtung der regionalisierten Daten (ohne die Emissionen aus Altablagerungen), die den Karten zugrunde liegen, erhöht sich der Anteil der Gasnetze an den Methanemissionen auf etwa 14 %. In einzelnen Stadtkreisen wie im Stadtkreis Stuttgart, im Stadtkreis Pforzheim, Heidelberg und Freiburg und im Landkreis Göppingen ist diese Quelle mit Anteilen

von über 50 % bis zu maximal 86 % in Heidelberg einer der Hauptverursacher der Methan-Emissionen. Dies ist jedoch letztlich durch die untergeordnete Rolle der Abfallwirtschaft in diesen Regionen bedingt und spiegelt nur indirekt eine ausgedehnte Netzstruktur wider. Aussagen über die Leckhäufigkeit oder die Verlustrate in diesen Regionen lässt diese Sichtweise nicht zu. In den dicht bevölkerten Stadtkreisen von Baden-Württemberg treten die Emissionen aus der Abfallwirtschaft aufgrund fehlender Deponieflächen in den Hintergrund bzw. werden nicht ausgewiesen. Demgegenüber werden in diesen Regionen die Methan-Emissionen neben den Gasverteilungsnetzen zu einem großen Teil auch durch die Freisetzungen in den Abwasserbehandlungsanlagen (Faultürme etc.) bestimmt. Auch in den Kreisen ohne eigene Hausmülldeponien, wie in im Landkreis Emmendingen oder in den Stadtkreisen Pforzheim und Heidelberg, hat die Quelle Abwasserbehandlung einen erhöhten Anteil an den Methan-Emissionen, der im Falle des Landkreises Emmendingen mit einem Anteil von fast 51% den größten Anteil an den Methan-Emissionen in dieser Region innehat.

In **Karte 6-2** sind die **Nichtmethan-Kohlenwasserstoff**-emissionen (NMVOC) in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs dargestellt. Im Jahr 2000 wurde in Baden-Württemberg von den untersuchten Sonstigen nicht gefassten Einzelquellen insgesamt 74 092 t NMVOC freigesetzt. Die NMVOC-Emissionen der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen werden zum überwiegenden Teil von den Geräten, Maschinen und Fahrzeugen emittiert. Als weiterer wichtiger Eintragspfad sind hier die NMVOC-Emissionen aus der Verwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe zu nennen. Als eher vernachlässigbare Quelle mit einem Anteil von lediglich etwa 2 % an den NMVOC-Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen sind die Verluste in den Erdgasverteilungsnetzen durch den Gehalt der Erdgase an höhermolekularen organischen Verbindungen, und die Verluste beim Betrieb und bei der Betankung von Flüssiggasanlagen zu nennen. Eventuell aus den Abfalldeponien und den Altablagerungen austretende Verbindungen, die den

NMVOC zuzurechnen wären, sind zwar zu erwarten, jedoch liegen belastbare quantitative Angaben zu diesen Schadstoffkomponenten aus den Quellen der Abfallwirtschaft nicht vor und werden deshalb im Rahmen dieser Erhebungen nicht ausgewiesen. Auch andere Quellen wie der Verkehr, die Industrie und das Gewerbe, die Feuerungsanlagen in den Haushalten und bei den Kleinverbrauchern und auch die biogenen Quellen zeigen bei den NMVOC größere Emissionspotentiale. Die Quellengruppe Biogene Quellen hatte im Jahr 1998 z.B. einen Anteil von 31 % an den Gesamt-NMVOC-Emissionen in Baden-Württemberg inne [UMEG, 1998]. Die höchsten Emissionswerte bei der Betrachtung der Sonstigen nicht gefassten Quellen im Bezugsjahr 2000 findet man in den Landkreisen Böblingen, Esslingen, Ludwigsburg, im Rhein-Neckar-Kreis und im Rems-Murr-Kreis sowie im Stadtkreis Stuttgart. Diese Gebiete zeichnen sich durch eine höhere Bevölkerungsdichte und damit auch durch höhere NMVOC-Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten (Lösemittelmmissionen aus Wasch-, Reinigungs- und Pflegemitteln, Kosmetika etc.) aus.

Die Emissionen summieren sich in diesen Regionen auf 2 400 bis 3 300 t NMVOC pro Stadt- bzw. Landkreis im Jahr 2000. Bedingt durch die höhere Bevölkerungsdichte weist in diesen Regionen auch die zweite wichtige Quellengruppe, der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge deutlich höhere Emissionen auf. Hier sind es vor allem die Geräte aus dem Bereich Hobby und Garten, die direkt mit der Bevölkerung bzw. mit der Siedlungs- (Garten-) fläche korreliert sind und somit auch in diesen Regionen zu den erhöhten NMVOC-Freisetzungen beitragen. Aber auch der Bereich Industrie in der Quellengruppe Geräte/Maschinen/Fahrzeuge hat in diesen Gebieten durch die Agglomeration von Industriebetrieben und Anlagen des produzierenden Gewerbes deutlich höhere Anteile. Der Ostalbkreis, der Ortenaukreis sowie die Landkreise Ravensburg, Karlsruhe und Heilbronn finden sich trotz ihrer vergleichbar kleineren Bevölkerungszahl am oberen Ende der Skala wieder. Dies wird bedingt durch den erhöhten Anteil des Bereichs Geräte/ Maschinen/Fahrzeuge an den NMVOC-Emissionen in diesen Regionen.

Demgegenüber weisen die Stadtkreise Heilbronn, Ulm, Baden-Baden, Heidelberg und Pforzheim nur vergleichsweise geringe NMVOC-Emissionen auf. Hier ist der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge nur von untergeordneter Bedeutung, sodass die Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und Vor-Ort-Gewerbebetrieben dieser Stadtkreise die geringeren Emissionen aus den Geräten nicht entsprechend aufwiegen können. Diese Kreise werden deshalb in der Kategorie mit den niedrigsten NMVOC-Emissionen eingestuft. Der Hohenlohekreis weist ebenso relativ niedrige NMVOC-Emissionen auf; der Anteil des Bereichs Geräte/Maschinen/Fahrzeuge ist hier jedoch deutlich höher als bei den zuvor genannten Stadtkreisen, die in derselben Kategorie mit NMVOC-Emissionen von weniger als 1000 t pro Jahr aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen geführt werden.

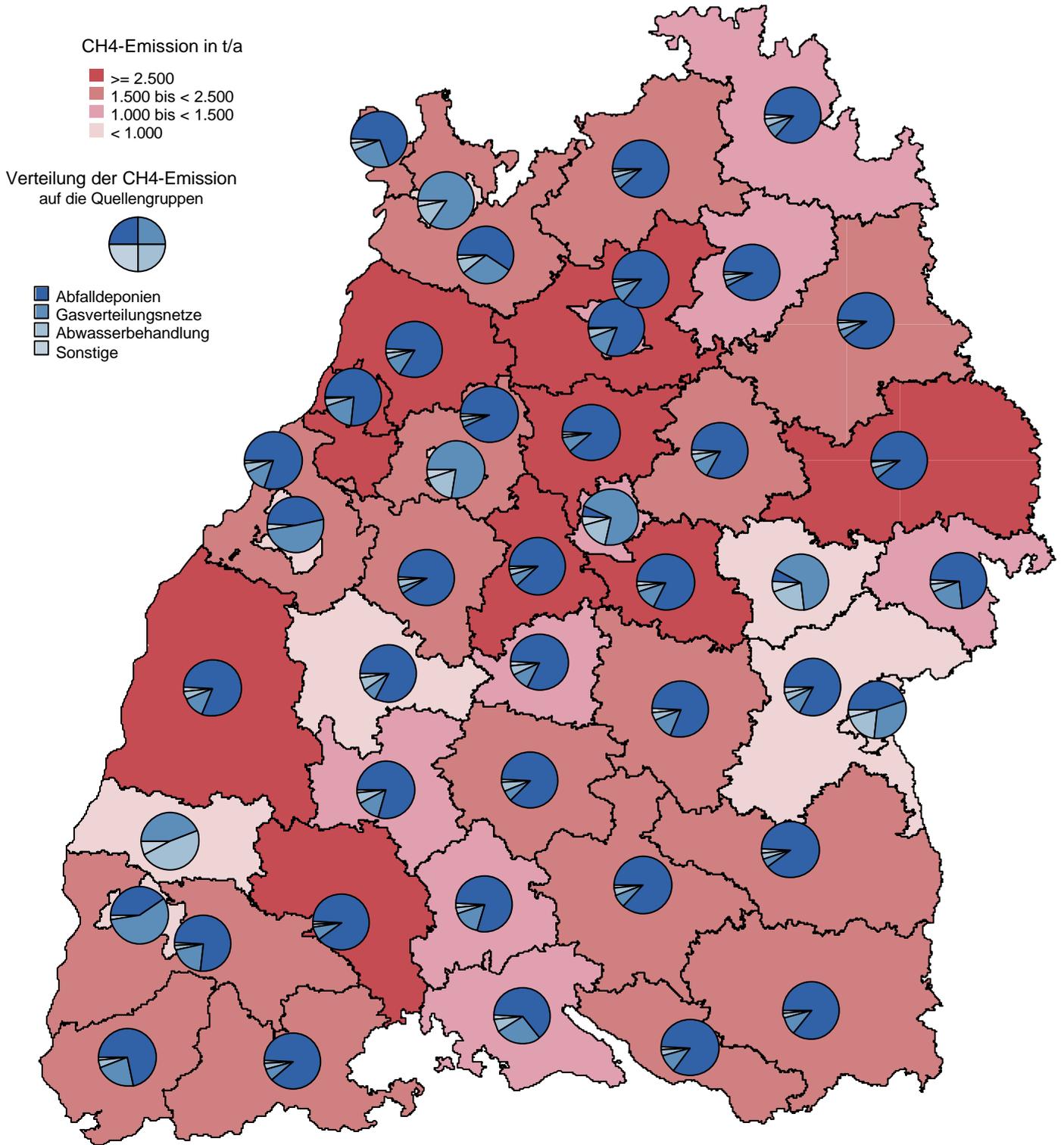
Die **Karte 6-3** zeigt die Emissionen an **Gesamtkohlenwasserstoffen** (VOC) in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2000. Diese Darstellung stellt quasi eine Superposition der Methan- und der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus den Karten 6-1 und 6-2 dar. Insgesamt wurden im Jahr 2000 in Baden-Württemberg 202 119 t VOC (volatile organic compounds - flüchtige organische Verbindungen) freigesetzt. Die VOC-Emissionen aller bekannten Quellengruppen in Baden-Württemberg werden zum überwiegenden Teil von den Biogenen Quellen und von den hier betrachteten Sonstigen nicht gefassten Quellen verursacht (Daten von 1998), [UMEG, 1998]. Innerhalb der Quellengruppe Sonstige nicht gefasste Quellen ist es vor allem der Bereich Abfallwirtschaft, der im Jahr 2000 zu fast 56 % zu den VOC-Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg beiträgt. Als weitere wichtige Quelle ist der Bereich Geräte/Maschinen/Fahrzeuge mit den Einzelemittenten Baumaschinen, Maschinen und Fahrzeuge der Land- und Forstwirtschaft und der Industrie, das Militär und der Bereich Garten/Hobby mit zusammen einem Anteil von etwa 19 % zu nennen. Mit 17 % Anteil an den VOC-Emissionen der Sonstigen nicht gefassten Quellen sind noch die Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im

Vor-Ort-Gewerbe zu erwähnen, während die Gasverteilung, die Grundwasserförderung und die Abwasserbehandlungsanlagen nur untergeordnete Rollen spielen. Die Emissionen aus den Altablagerungen als Landeswert lassen sich auch im Falle der VOC-Ausweisungen nicht einem bestimmten Stadt- oder Landkreis zuordnen. Auf eine regionale Aufgliederung der VOC-Emissionen aus den Altablagerungen wurde deshalb auch bei diesem Schadstoff verzichtet.

Die prozentualen Anteile der einzelnen Emittenten in der Karte 6-3 und auch die regionalen Unterschiede zwischen den einzelnen Stadt- und Landkreisen beziehen sich daher wie schon bei den Methan-Emissionen, auf die VOC-Freisetzungen ohne die Quelle Altablagerungen.

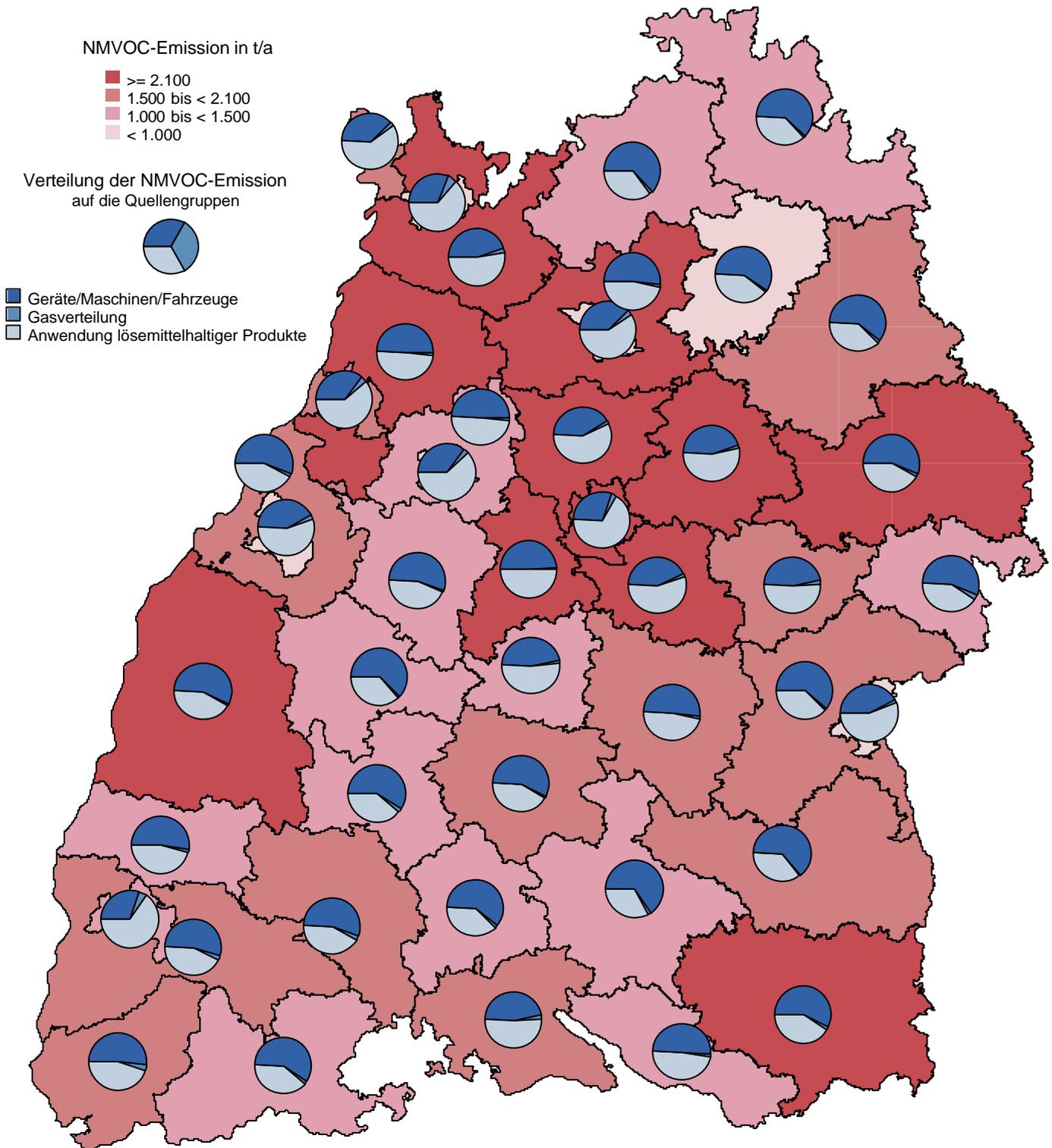
Die VOC-Emissionen werden ähnlich wie die Methan-Emissionen durch die Hausmülldeponien bestimmt. Das Verteilungsmuster zwischen den Stadt- und Landkreisen bei den VOC-Emissionen spiegelt somit wie erwartet in Etwa auch das Muster in Karte 6-1 für die Methan-Emissionen wider. Die Abfalldeponien erweisen sich mit einem Anteil von im Schnitt über 40 % an den gesamten VOC-Emissionen (ohne Altablagerungen) als die potenteste Quelle.

Die Kreise mit hohem Abfallaufkommen bzw. mit einer entsprechend großen abgelagerten Müllmenge und mit entsprechendem verfülltem Deponievolumen wie die Landkreise Ludwigsburg, der Ostalbkreis und die Landkreise Esslingen, Karlsruhe und Böblingen treten hier deutlich in den Vordergrund. Die Emissionen aus den Hausmülldeponien erreichen in diesen Kreisen Anteile bis über 50 % an den jeweiligen VOC-Emissionen. Die Stadt- und Landkreise mit den geringsten VOC-Emissionen sind die Stadtkreise Pforzheim und Heidelberg, sowie der Landkreis Emmendingen, welche keine Hausmülldeponie auf ihrer Gemarkungsfläche beherbergen. In den Stadtkreisen Stuttgart und Freiburg oder auch in Pforzheim sowie u.a. in den Landkreisen Göppingen und Emmendingen sind die Emissionen der in Karte 6-3 unter dem Überbegriff "sonstige" subsumierten Einzelemittenten und hier vor allem der Bereich Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe von größerer Bedeutung für das Emissionsgeschehen.



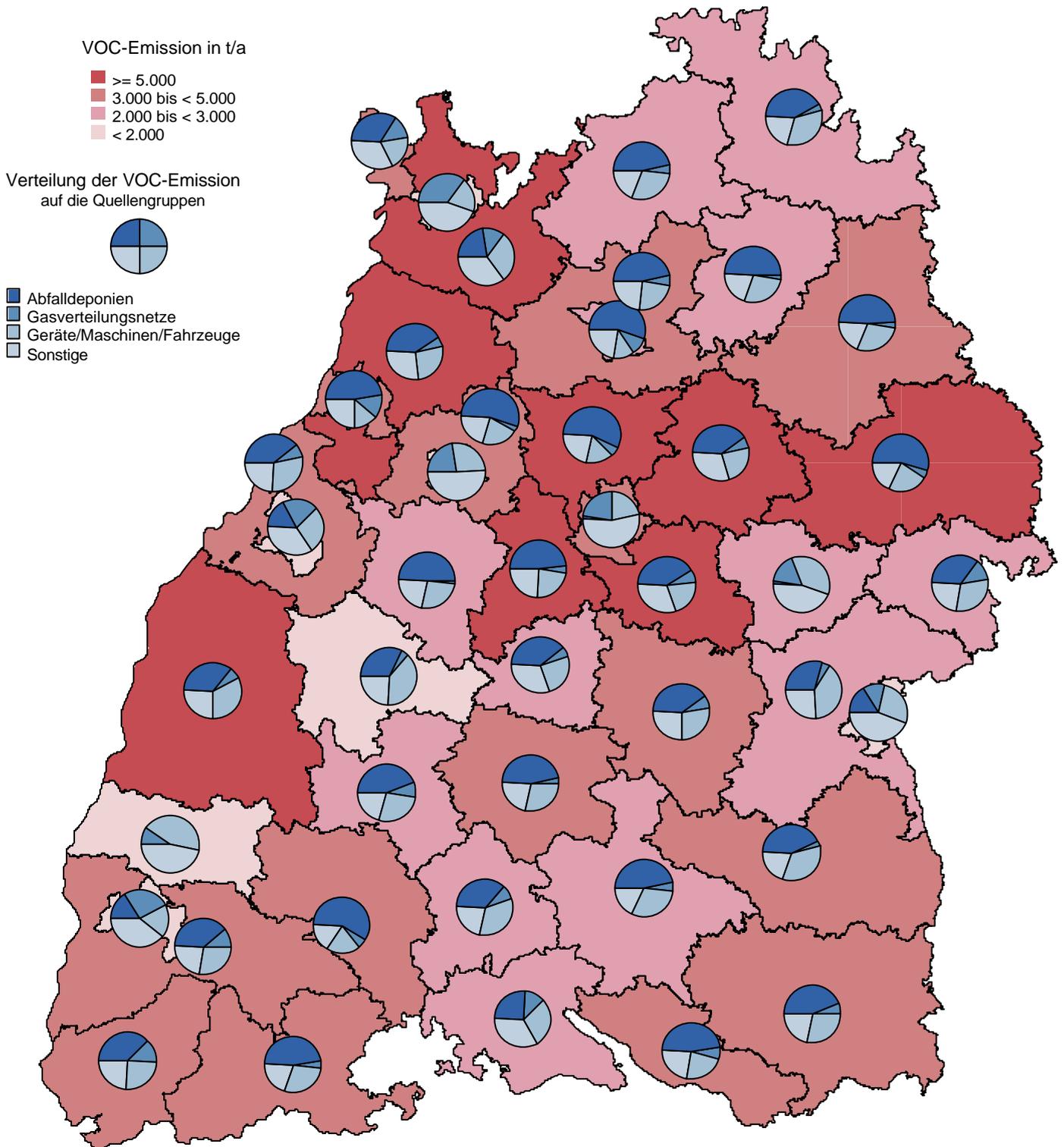
Karte 6-1

Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000
(ohne Emissionen der Altblagerungen)



Karte 6-2

Verteilung der Nichtmethan-Kohlenwasserstoff- (NMVOC-) Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000



Karte 6-3

Verteilung der Emissionen an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC-Emissionen) in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 (ohne Emissionen der Altablagerungen)

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.

[ALTFELD, 1997] Altfeld K. Ruhrgas AG, Essen, persönliche Mitteilung, Februar 1997

[ALTLASTENFORUM] Altlastenforum Baden-Württemberg Altlastenforum Baden-Württemberg e.V. Stuttgart unter <http://www.iws.unistuttgart.de/Sonstiges/ALTLASTENFORUM/start/deck.html> zukünftig unter <http://www.altlastenforum-bw.de>

[ATV, 2001] Kläranlagen und Kanalnachbarschaften Baden-Württemberg 2001 mit 27. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Landesverband Baden-Württemberg, Stuttgart 2001

[AVISO, 2000] "Ermittlung der Emissionen von verkehrsbezogenen Kategorien des Offroad-Bereiches in Baden-Württemberg auf der Grundlage der Methodik für das Untersuchungsgebiet Oberrhein (INTERREG-II)", AVISO, Aachen im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, März 2000

[BGW, 1995] BGW Sonderauswertung für UMEG "Rohrnetzmaterialien in Deutschland 1995", Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V., Bonn 1995

[BGW, 1995a] "117. BGW Gasstatistik 1995", Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW), Bonn, Oktober 1996

[BGW, 1996] "118. BGW Gasstatistik 1996", Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW), Bonn, November 1997

[BGW, 2000] 122. BGW Statistik 2000 für die Bundesrepublik Deutschland Berichtsjahr 2000, Hrsg.: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V., Bonn, Dezember 2001

[BUTZ, 1997] W. Butz, "Klimarelevanz von Deponiegasemissionen", Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 11 "Neue Aspekte bei der Deponiegasnutzung", Hrsg. G. Rettenberger, R. Stegmann 1997

[BUWAL, 1996] Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch des Offroad-Sektors, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Umwelt-Materialien Nr. 49 Luft, Bern 1996

[BWPLUS, 2002] Zwischenbericht anlässlich des Statusseminars des BWPLUS am 26. und 27. Februar 2002 "Minderung von NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung in Baden-Württemberg", J. Theloke, D. Ondratschek, R. Friedrich, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart und Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart

[deutec, 1994] Studie "Methan aus Mülldeponien" K.-D. Kirchwitz, K.-H. Leidt, K. Eisenhut, deutec-Ingenieurgesellschaft für Deponie-, Energie- und Umwelttechnik mbH, Magdeburg, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Referat 5.2, 1994

[DLI, 2000] "Die Welt der Farben und Lacke", Deutsches Lackinstitut GmbH, Frankfurt/Main 2000; Verband der deutschen Lackindustrie e. V., Frankfurt/Main "Jahresbericht 2001/2002"

[DLI, 2001] "Einblicke - Die Lackindustrie in Deutschland 2000 und 2001" Deutsches Lackinstitut GmbH sowie "Broschüre: Fakten zu Lacken und Farben - Lösemittel Nr. 6", Deutsches Lackinstitut GmbH, Frankfurt/Main 1995, 2000, 2001

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

[EU-VO, 2037/2000] Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen vom 29. Juni 2000 (Abl.Nr. L 244 S.1), zuletzt geändert am 22. September 2003 (Abl. Nr. L 265 S. 1)

[FhISI, 1997] "CH₄-Emissionen und Emissionsminderungsmöglichkeiten bei der Gewinnung und beim Transport von Erdgas", Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhISI), Karlsruhe 1997

[FhISI, 2000] "Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010", Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhISI) im Auftrag des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V., Karlsruhe 2000

[GfK, 2001] Gesellschaft für Konsumforschung Nürnberg, Sonderauswertung für UMEG Dezember 2001

[Halon Verbot, 2001] Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (FCKW-Halon-Verbots-Verordnung) vom 6. Mai 1991 (BGBl. I S. 1090), zuletzt geändert am 29. Oktober 2001 (BGBl. I S. 2865)

[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

[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.

[KLIMA, 2000] "HFKW-Emissionen aus Kälte- und stationären Klimaanlageanlagen", Winfried Schwarz, Frankfurt/Main in "Die Kälte & Klimatechnik" 4/2000 Öko-Recherche - Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH "Emissionen und Minderungspotential von HFKW, FKW und SF₆ in Deutschland"

[KYOTO, 1997] Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen - UNFCCC 1992, (Kyoto-Protokoll), Kyoto/Japan, 11.12.1997, - die Europäische Union und Deutschland ratifizierten das Protokoll am 1.6.2002, das Kyoto-Protokoll ist jedoch noch nicht in Kraft (Stand August 2003)

[LAU, 2002] J. Seiert, persönliche Mitteilung, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Abteilung Wasserwirtschaft, November 2002

[LFU, 1979] Umweltqualitätsbericht Baden-Württemberg 1979, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

[LfU, 1995] "Der Deponiegashaushalt in Altablagungen - Leitfaden Deponiegas" Handbuch Altlasten aus Materialien für Altlastenbearbeitung Band 10, Hrsg.: Zentraler Fachdienst Wasser - Boden - Abfall - Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 1995

[NEC, 2001] Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2001 über nationale Höchstmengen (national emissions ceiling) für Ammoniak, flüchtige organische Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid und Stickstoffoxide - sowie "Nationales Programm zur Einhaltung von Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe nach der Richtlinie 2001/81/EG" der Bundesregierung 2003

[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

[ÖKO, 2001] "Emissionen des Kältemittels R 134a aus mobilen Klimaanlageanlagen - Jährliche Emissionsraten von bis zu 7 Jahre alten PKW_Klimaanlagen" Dr. Winfried Schwarz, Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH Frankfurt/Main, September 2001 UBA-Bericht Fö-Nr. 360 09 006

[PROGNOS, 2000] "Ermittlung von Art, Umfang und räumlicher Verteilung der ozonrelevanten VOC-Emissionen 1996 aus der Produkthanwendung und aus nicht nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen im Bundesland Nordrhein-Westfalen" Kurzbericht, PROGNOS AG, Niederlassung Köln 1996

[Region Stuttgart] Verband Region Stuttgart unter <http://www.region-stuttgart.org/vrs/index.html>

[REICHERT, 1997] Reichert J., Schön M. "CH₄-Emissionen und Emissionsminderungsmöglichkeiten bei der Gewinnung und beim Transport von Erdgas", Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe, November 1997

[Sachsen, 1999] Ermittlung der NMVOC-Emissionen aus der Verwendung lösemittelhaltiger Produkte in den Haushalten der Regierungsbezirke Dresden und Chemnitz und des Regierungsbezirkes Leipzig - Schlussbericht, Heusch-Boesefeldt Aachen, 1999

[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

[Sedlacek, 2000] R. Sedlacek "Untertage-Erdgas-speicherung in Deutschland - Underground Gas Storage in Germany", Erdöl, Erdgas, Kohle 116. Heft 11, S. 536 -544, November 2000

[StaBA, 2001] Klärgaserfassung 2000 für Baden-Württemberg - Erhebung, Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas 2000 Statistisches Bundesamt IV C 6

[StaBA, 2003] "Fläche, Bevölkerung und Verwaltungsgliederung" (Einwohnerdichte) <http://www.destatis.de/jahrbuch/jahrta1.htm>, Abfrage vom 03.04.2003

[StaLA, 2000] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg - Daten und Fakten auf der homepage <http://www.statistik-bw.de>

[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] "Kommunales Abfallaufkommen und Organisation der öffentlichen Abfallentsorgung in Baden-Württemberg - Kreisergebnisse" Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Statistische Berichte Baden-Württemberg Q II 1-j/00, Reihe Umwelt vom 04.09.2001; Datenmaterial der Regionaldatenbank aus dem Internet-Angebot des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg unter <http://www.statistik-bw.de>

[StaLA, 2001b] "Öffentliche Abwasserbeseitigung in Baden-Württemberg 1998 - Kommunale Kläranlagen, Entsorgung und Verwertung kommunaler Klärschlämme" Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Statistische Berichte Baden-Württemberg Q I 1-43j/98 (4), Reihe Umwelt vom 12.06.2001

[StaLA, 2001c] "Organische Abfälle und Deponiegasanfall in den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg 2000" - Sonderauswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG, Dezember 2001

[StaLAa, 2002a] "Rückgang geregelter Stoffe (FCKW und HFCKW) gegenüber 1996 um 40 Prozent" Pressemitteilung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg, Stuttgart, 19. Dezember 2002 sowie Tabelle "Verwendung ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe in Baden-Württemberg 1996 bis 2001 nach Stoffgruppen" Statistisches Landesamt Baden-Württemberg - Tabellen - Landesdaten

[StaLA, 2002] "Energiebilanz Baden-Württemberg 2000" Auswertung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für die UMEG 2002

[StaLA, 2003] "Wasserläufe in Baden-Württemberg" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/geb02.asp>; "Bodenerhebungen in Baden-Württemberg" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/geb01.asp>; "Seen in Baden-Württemberg" <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/geb03.asp>

[TA-Si, 1993] "Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen" (Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - TA Siedlungsabfall) vom 14. Mai 1993 (BAnz. Nr. 99a vom 29.05.1993)

[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. 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)

[UBA, 2000] "Bundesweite Übersicht zur Altlastenerfassung - Baden-Württemberg", Umweltbundesamt Dezember 2000 unter http://www.umweltbundesamt.de/altlast/web1/deutsch/1_6.htm - Abfrage vom 19.9.2003

[UBA, 2001] Daten zur Umwelt - der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000, Umweltbundesamt, 2001

[UBA, 2002] "NMVOC-Emissionen in Deutschland" Umweltdaten Deutschland online, Umweltbundesamt UBA unter <http://www.env-it.de/umweltdaten/jsp/dispatcher?event=WELCOME>

[UBA, 2003] "Nationales Programm zur Einhaltung von Emissionshöchstwerten für bestimmte Luftschadstoffe nach der Richtlinie 2001/81/EG" der Bundesregierung 2003

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

[UMEG, 1995] "Emissionskataster Baden-Württemberg 1995", Hrsg. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, UMEG Karlsruhe, Dezember 1998 - UMEG-Bericht-Nr. 12-3/98

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

[UMEG, Kfa 2000] Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000 Quellengruppe Kleinf Feuerungsanlagen, UMEG Bericht-Nr. 4-07/2002, UMEG Karlsruhe 2002

[UMEG, IuG 2000] Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000 Quellengruppe Industrie und Gewerbe, UMEG Karlsruhe, in Vorbereitung

[UMEG, Bio 2000] Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000 Quellengruppe Biogene Quellen, UMEG Bericht-Nr. 4-01/2003, UMEG Karlsruhe 2003

[UMEG, Ver 2000] Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000 Quellengruppe Verkehr, UMEG Bericht-Nr. 4-06/2002, UMEG Karlsruhe 2002

[UMEG, Bw 2000] Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2000, UMEG Bericht-Nr. 4-05/2003, in Vorbereitung

[UN, 2003] "Protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level Ozone" Multikomponentenprotokoll Göteborg 1999 - im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen "Convention on Longrange Transboundary Air Pollution (CLRTAP)" der UNECE 1979 - Verordnungs- und Gesetzesvorlage des Bundeskabinetts vom 18. Juni 2003

[UVM, 2000] Umweltplan Baden-Württemberg, Hrsg. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, nach Beschluss des Ministerrates des

Landes Baden-Württemberg vom 12. Dezember 2000, abrufbar unter <http://www.umweltplan.baden-wuerttemberg.de/> siehe auch "Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg" als von der Landesregierung Baden-Württemberg eingesetztes Gremium für die Umsetzung und Fortschreibung des Umweltplanes (konstituiert am 24.4.2002) - <http://www.nachhaltigkeitsbeirat-bw.de/>

[UVM, 2001] "Abfallbilanz 2000" Broschüre des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Juli 2001

[VAN HALTEREN, 1996] Van Halteren, Industrieverband Klebstoffe e.V. Düsseldorf, persönliche Mitteilung 1996

[VCI, 2001] Produktionszahlen 2000 aus "Chemiewirtschaft in Zahlen 2001", Verband der Chemischen Industrie e.V. VCI, Frankfurt, Juni 2001

[VDI, 3790] VDI-Richtlinie Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - DEPONIEN, VDI 3790, Blatt 2 vom Dezember 2000, VDI/DIN-Handbuch zur Reinhaltung der Luft, Band 1b

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

[WENK, 1997] Wenk N., PROGNOSE AG, Basel, persönliche Mitteilung Oktober 1997

8 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<i>As</i>	Arsen- und Arsenverbindungen		
<i>BaP</i>	Benzo(a)pyren		
<i>BHKW</i>	Blockheizkraftwerk		
<i>BImSchG</i>	Bundesimmissionsschutzgesetz		
<i>BImSchV</i>	Durchführungsverordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz		
<i>Cd</i>	Cadmium und Cadmiumverbindungen	<i>I-TE</i>	Internationale Toxizitätsäquivalente (nach NATO-CCMS)
<i>CH₄</i>	Methan	<i>kt</i>	Kilotonne entspricht 1 Gg bzw. 1000 t
<i>CO</i>	Kohlenmonoxid	<i>MBA</i>	Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen
<i>CO₂</i>	Kohlendioxid	<i>N₂O</i>	Distickstoffoxid (Lachgas)
<i>FCKW</i>	Fluorkohlenwasserstoffe, enthalten Chlor als reaktive Komponente, zerstören daher die stratosphärische Ozonschicht (hohe Ozonabbaupotentiale - ODP)	<i>NEC</i>	Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2001 über nationale Höchstmengen (national emissions ceiling)
<i>FKW</i>	Fluorkohlenwasserstoffe, enthalten kein Chlor	<i>NH₃</i>	Ammoniak
<i>Halone</i>	Im Gegensatz zu den FKW oder FCKW enthalten Halone anstelle des Chlors oder auch zusätzlich zum Chlor das Halogen Brom (Br). Halone haben sehr hohe Ozonabbaupotentiale. Wichtige Halone sind Halon 1211 - CF ₂ BrCl, Halon 1301 - CF ₃ Br und Halon 2402 - C ₂ F ₄ Br ₂	<i>NMVOC</i>	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
<i>HFCKW</i>	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe enthalten weniger Chlor als FCKW`s. Der Einsatz ist zeitlich begrenzt	<i>NO_x</i>	Stickstoffoxide (NO + NO ₂) gerechnet als NO ₂
<i>HFKW</i>	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, enthalten kein Chlor.	<i>ODP</i>	“Ozone depletion potential” Ozonabbaupotential, Einstufungssystem zum Vergleich von verschiedenen ozonschädigenden Verbindungen. Gemäß Definition beträgt das ODP des Fluorkohlenwasserstoffes R 11 Trichlormonofluormethan CCl ₃ F = 1.
<i>Gg</i>	Gigagramm entspricht 1 000 t	<i>Partikel</i>	Gesamtstaub
<i>GVU</i>	Gasversorgungsunternehmen	<i>Pb</i>	Blei und Bleiverbindungen
<i>GWP</i>	“Global warming potential” Treibhauspotential. Ein zeitabhängiger Index, mit dem das Erwärmungspotential eines bestimmten Treibhausgases (jeweils auf Massensbasis) in Relation zu dem Potential von Kohlendioxid (CO ₂) gesetzt wird.	<i>PCDD/F</i>	polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und polychlorierte Dibenzofurane
		<i>PM10</i>	Staubfraktion mit aerodynamischem Durchmesser von weniger als 10 µm (Fein- oder Schwebstaub)
		<i>SO₂</i>	Schwefeldioxid

<i>TA-Si</i>	TA Siedlungsabfall “Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen” (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993 (BAnz. Nr. 99a vom 29.05.1993)
<i>UN/ECE</i>	United nations Economic Commission for Europe
<i>VOC</i>	volatile organic compounds - leichtflüchtige organische Verbindungen

Aus dem Bereich Abwasserreinigung:

<i>B</i>	Verfahren (einstufig): Belebung
<i>T</i>	Verfahren (einstufig): Tropfkörper
<i>D</i>	Weitergehende Reinigungsstufen: Denitrifikation
<i>N</i>	Weitergehende Reinigungsstufen: Nitrifikation
<i>P</i>	Weitergehende Reinigungsstufen: Phosphateliminierung
<i>Fi</i>	Weitergehende Reinigungsstufen: Filtration
<i>Fb</i>	Stabilisierungsverfahren: Faulturm beheizt
<i>Fu</i>	Stabilisierungsverfahren: Faulturm unbeheizt
<i>K</i>	Entwässerungsverfahren: Kammerfilter- presse
<i>Z</i>	Entwässerungsverfahren: Zentrifuge (Dekanter)
<i>Bf</i>	Entwässerungsverfahren: Bandfilter- presse
<i>Tr</i>	Entwässerungsverfahren: Trocknung
<i>S</i>	Entsorgungswege: Schlammsilo, Schlammstapelräume, Schlamm- eindicker
<i>L</i>	Entsorgungswege: landwirtschaftliche Verwertung
<i>V</i>	Entsorgungswege: Verbrennung
<i>EW</i>	Einwohnergleichwert
<i>KA</i>	Kläranlage

9 TABELLENVERZEICHNIS

A	Luftschadstoff-Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000 in t/a	8
2-1	Strukturdaten der Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg 2000 [StaLA, 2000]	16
4.1	Hausmülldeponien in Baden-Württemberg 2000 und der Stand der Gasfassung [StaLA, 2001c]	28
4.2	Methanemissionen aus den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg im Jahr 2000	29
4-3	Kläranlagen in Baden-Württemberg 2000, die über einen beheizten (Fb) Faulturm verfügen [ATV, 2001] (Auszug)	32-33
4-4	Emissionen aus der Abwasserreinigung (Kläranlagen) in Baden-Württemberg im Jahr 2000	34
4-5	NMVOC-Emissionen aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe in Baden-Württemberg 2000 in t/a	37
4-6	Gasversorgungsunternehmen, die Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2000 mit Erdgas belieferten (Auswahl), [BGW, 2000]	39-40
4-7	Methan- und Nichtmethan-Emissionen aus der Gasverteilung in Baden-Württemberg 2000	41
4-8	Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000 in t/a	43
4-9	Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg 2000 in t/a	46
5-1	Entwicklung der Methan-Emissionen aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg in t/a	53
5-2	Entwicklung der Nichtmethan (NMVOC-) -Emissionen aus den Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg in t/a	53
5-3	Entwicklung der Emission anorganischer Gase aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in Baden-Württemberg in t/a	53
B	Emissionen aus Sonstigen nicht gefassten Quellen in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2000 in t/a	71-72

10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

2-1	Abfall- und Wertstoffaufkommen in Baden-Württemberg 1999 [StaLA, 2001a]	17
2-2	Auf den Hausmülldeponien in Baden-Württemberg abgelagerte Abfallmengen zwischen 1990 und 2001 [UVM, 2001], [StaLA, 2001a]	18
2-3	Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Deutschland 1990 bis 2000 [UBA, 2002]	19
2-4	Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den NMVOC-Emissionen in Deutschland 1990 und 2000 [UBA, 2002]	20
4-1	Gaskonzentration im Deponiekörper, Phase I bis IV	25
4-2	Gaskonzentration im Deponiekörper, Phase IV bis IX	26
4-3	Deponiegasfreisetzung und gefasste Menge an Deponiegas in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2000 in m ³ /a	30
4-4	Verbrauchsanteile an lösemittelhaltigen Produkten in den privaten Haushalten in Baden-Württemberg 2000	36
4-5	NMVOC-Emissionsanteile aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte in Baden-Württemberg 2000	37
4-6	Verteilung der Kraftstoffverbräuche der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000	42
4-7	Anteile der Kohlenmonoxid-Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000	42
4-8	Anteile der NMVOC-Emissionen der Geräte/Maschinen/Fahrzeuge in Baden-Württemberg 2000	43
5-1	Verteilung der Methan-Emissionen in Baden-Württemberg 2000	47
5-2	Verteilung der Nichtmethan (NMVOC) -Emissionen in Baden-Württemberg 2000	48
5-3	Verteilung der Gesamtkohlenwasserstoff (VOC) -Emissionen in Baden-Württemberg 2000	49

11 KARTENVERZEICHNIS

2-1	Baden-Württemberg und seine Nachbarn	14
6-1	Verteilung der Methan-Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 (ohne Emissionen der Altablagerungen)	58
6-2	Verteilung der Nichtmethan-Kohlenwasserstoff- (NMVOC-) Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000	59
6-3	Verteilung der Emissionen an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC-Emissionen) in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 (ohne Emissionen der Altablagerungen)	60

ANHANG

Tabelle B

Methan und Nichtmethan- (NMVOC-) Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000

Stadt-/ Landkreis	Methanemissionen ²⁾ in t/a			
	Hausmüll- deponien ¹⁾	Abwasser behandlung	Gasverteilungsnetze u. Hausanschlüsse	Geräte/Maschinen/ Fahrzeuge
Skr Stuttgart	75,6	210	867,6	22
Lkr Böblingen	2 564,2	103,7	210,1	26,1
Lkr Esslingen	2 508,2	131,9	362,8	26,7
Lkr Göppingen	40,8	113,7	344	15,5
Lkr Ludwigsburg	4 721,6	132,4	434,8	24,1
Lkr Rems-Murr-Kreis	2 051,8	123,5	260	21,9
Skr Heilbronn	1 140,3	67,1	190,6	5,6
Lkr Heilbronn	2 336,3	107,6	238,4	22,8
Lkr Hohenlohekreis	1023	39,5	31,8	10,6
Lkr Schwäbisch Hall	1 826,6	78,8	114,9	18,3
Lkr Main-Tauber-Kreis	1 019,6	56,7	88,7	18,2
Lkr Heidenheim	802,4	51,3	228,1	13,5
Lkr Ostalbkreis	3 422,4	118,4	246,9	28,7
Skr Baden-Baden	90,1	0	94,3	2,6
Skr Karlsruhe	1 947,3	94,1	486,4	12,1
Lkr Karlsruhe	2 346,7	120,3	298,8	27,4
Lkr Rastatt	1 372,8	92,9	219,1	19
Skr Heidelberg	0	56,1	377,4	5,8
Skr Mannheim	1 191,5	79,3	418,5	16,2
Lkr Neckar-Odenwald-Kreis	1 390,4	55,6	104,2	20,5
Lkr Rhein-Neckar-Kreis	1 206,7	161,7	620,7	27,2
Skr Pforzheim	0	38,6	170,5	5
Lkr Calw	1 367,3	69,1	43,8	12,3
Lkr Enzkreis	1 835,3	46,8	86,7	12,9
Lkr Freudenstadt	604,1	49,9	56,7	12,8
Skr Freiburg im Breisgau	291,4	0	411	7,6
Lkr Breisgau-Hochschwarzwald	1 484,5	50,2	378,4	18,5
Lkr Emmendingen	0	120,7	107,2	10,1
Lkr Ortenaukreis	2 124,5	108,9	314,1	34,5
Lkr Rottweil	1 176,1	89,2	196,3	12,9
Lkr Schwarzwald-Baar-Kreis	2 807,1	64,7	222,9	18,7
Lkr Tuttlingen	819,3	38	153,9	14,8
Lkr Konstanz	772,5	85,9	313,1	14,9
Lkr Lörrach	1 242,2	68,5	383,6	16,1
Lkr Waldshut	1464	59,1	118,3	14
Lkr Reutlingen	1 627,2	96,4	249,6	20,6
Lkr Tübingen	1 030,7	71,3	125,8	11,2
Lkr Zollernalbkreis	1552	96,1	102,7	16,4
Skr Ulm	172,2	73,7	121,4	7,9
Lkr Alb-Donau-Kreis	758	38,3	79,7	21,6
Lkr Biberach	1443	58,5	77,4	24,2
Lkr Bodenseekreis	1 555,3	73,7	198	13,5
Lkr Ravensburg	1 949,9	90	229,5	24,9
Lkr Sigmaringen	1 330,3	46,1	111,8	21,1
Baden-Württemberg	60 485,2	3 528,3	10 490,5	751,1

Lkr: Landkreis Skr: Stadtkreis

¹⁾ Hausmülldeponien, die zwischen 1983 und 2000 betrieben wurden, ohne Altablagerungen und ohne Altstandorte

²⁾ Die Methan-Emissionen aus Altablagerungen (ca. 52 000 t/a) und aus der Grundwasserförderung (ca. 634 t/a) sind hier ebenso nicht enthalten wie die Emissionen aus den übergeordneten Gasverteilungsnetzen der Ferngasgesellschaften (ca. 138 t/a).

Tabelle B

Methan und Nichtmethan- (NMVOC-) Emissionen in den Stadt- und Landkreisen von Baden-Württemberg 2000 (Fortsetzung)

Stadt-/ Landkreis	NMVOC-Emissionen ¹⁾ in t/a		
	Gasverteilungsnetze und Hausanschlüsse	Einsatz lösemittelhaltiger Produkte in Haushalten und im Vor-Ort-Gewerbe	Geräte/Maschinen/Fahrzeuge
Skr Stuttgart	94,7	1 927,5	901,7
Lkr Böblingen	32,5	1202	1 205,1
Lkr Esslingen	51,3	1 653,2	1 316,8
Lkr Göppingen	49,9	846,9	809,7
Lkr Ludwigsburg	59,5	1 645,4	1 215,6
Lkr Rems-Murr-Kreis	42,5	1 350,9	1 158,5
Skr Heilbronn	20,9	396	257,9
Lkr Heilbronn	41,1	1 055,3	1181
Lkr Hohenlohekreis	10	355,3	555,9
Lkr Schwäbisch Hall	23,2	613,6	1 020,1
Lkr Main-Tauber-Kreis	16,9	453	784,1
Lkr Heidenheim	31,2	452,4	640,9
Lkr Ostalbkreis	43,8	1037	1 418,5
Skr Baden-Baden	10,4	174,3	136,6
Skr Karlsruhe	53,7	917,7	553,2
Lkr Karlsruhe	51	1381,6	1 479,7
Lkr Rastatt	31,5	736,5	998
Skr Heidelberg	40,9	463,4	235,2
Skr Mannheim	45,2	1017,5	662,7
Lkr Neckar-Odenwald-Kreis	20,3	493,3	880,5
Lkr Rhein-Neckar-Kreis	83	1 730,1	1 503,2
Skr Pforzheim	18,8	388,6	225,6
Lkr Calw	14,1	524,5	685,9
Lkr Enzkreis	18	634,3	681,2
Lkr Freudenstadt	13,3	399,1	695,6
Skr Freiburg im Breisgau	44,6	675,3	319,9
Lkr Breisgau-Hochschwarzwald	52,2	794	1035
Lkr Emmendingen	19,7	499,2	579,9
Lkr Ortenaukreis	53	1 346,4	1 909,1
Lkr Rottweil	29,2	465,5	721,2
Lkr Schwarzwald-Baar-Kreis	34,3	694,4	954,3
Lkr Tuttlingen	24,2	438,2	719,1
Lkr Konstanz	46,7	878,5	838,9
Lkr Lörrach	47	716,9	840,5
Lkr Waldshut	22,3	546,4	857,3
Lkr Reutlingen	35,4	915,8	1 044,2
Lkr Tübingen	20,7	689	646,4
Lkr Zollernalbkreis	23,1	636,8	903,9
Skr Ulm	13,2	386,6	296,4
Lkr Alb-Donau-Kreis	16,3	612,1	983,2
Lkr Biberach	19,3	602,8	1 120,4
Lkr Bodenseekreis	28,8	658,3	739
Lkr Ravensburg	35,9	886,5	1 243,5
Lkr Sigmaringen	19,9	439,2	881,7
Baden-Württemberg	1 503,5	34 731,3	37 837,1

Lkr: Landkreis Skr: Stadtkreis

¹⁾ Die NMVOC-Emissionen aus den übergeordneten Gasverteilungsnetzen der Ferngasgesellschaften (ca. 20 t/a) sind hier nicht enthalten.