

Entwicklung der CO₂-Emissionen in Baden-Württemberg seit 1990

Dr. Helmut Büringer

Angesichts der Diskussion um den Klimawandel spielt die Entwicklung der Emissionen an Treibhausgasen eine bedeutende Rolle. Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg betragen 2004 knapp 85 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente. Das waren 5,5 % weniger als 1990, dem Basisjahr für die Kyoto-Vereinbarungen. Nach dieser Vereinbarung soll in Deutschland im Mittel der Jahre 2008 bis 2012 eine Verringerung der Treibhausgasemissionen um 21 % gegenüber 1990 erreicht werden. Der Anteil des Landes an den bundesweiten Emissionen liegt aktuell bei rund 8,5 %. Zum weitaus überwiegenden Teil bestehen die emittierten Klimagase aus energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen, deren Gesamtmenge 2004 im Land leicht über dem Niveau von 1990 lag. Temperaturbereinigt unterschritten die CO₂-Emissionen den Wert von 1990 um 0,3 %. In den einzelnen Emittentensektoren verlief die Entwicklung sehr unterschiedlich. Die im vorliegenden Beitrag analysierte Situation in den einzelnen Sektoren macht deutlich, dass insbesondere bei den privaten Haushalten und im Straßenverkehr zusätzliche emissionsmindernde Maßnahmen erforderlich sind, um trotz der zu erwartenden Zunahme der Zahl der Haushalte und der Fahrleistungen im Straßenverkehr einen spürbaren und anhaltenden Rückgang der CO₂-Emissionen im Land zu erreichen.

5,5 % weniger Treibhausgase als 1990

Die in Baden-Württemberg emittierte Menge an Treibhausgasen summierte sich im Jahr 2004 auf 85 Mill. t CO₂-Äquivalente (*i-Punkt*). Damit war der Ausstoß 2004 um 5,5 % geringer als im Jahr 1990. Der Anteil des Landes an der bundesweit emittierten Menge lag bei rund 8,5 %. Die drei wichtigsten Treibhausgase, CO₂, CH₄ und N₂O haben für die Entwicklung seit 1990, dem Bezugsjahr für die gemäß Kyoto-Protokoll formulierten Minderungsziele, sehr unterschiedliche Bedeutung. Am stärksten ist der Rückgang bei den Methanemissionen (- 4,1 Mill. t CO₂-Äquivalente oder 44 %). Bei den Lachgas(N₂O)-Emissionen (- 0,5 Mill. t CO₂-Äquivalente) liegt die Minderungsrate mit - 14 % mehr als doppelt so hoch wie bei den

Treibhausgasen insgesamt. Nach wie vor bestimmend jedoch sind für die Höhe der jährlichen Treibhausgasemissionen in Deutschland wie auch in Baden-Württemberg die CO₂-Emissionen. Ihr Anteil liegt in Baden-Württemberg wie auch im Bundesdurchschnitt aktuell bei rund 88 %. Dabei lagen die gesamten CO₂-Emissionen 2004 im Land mit 77 Mill. t um 0,5 % niedriger als im Basisjahr 1990. Zum kleineren Teil (2,1 Mill. t oder 3 %) entstanden die CO₂-Emissionen durch Produktionsprozesse, vor allem die Zementherstellung. Diese prozessbedingten CO₂-Emissionen sind im Land seit 1990 um fast 1 Mill. t zurückgegangen.

Energiebedingte CO₂-Emissionen je Einwohner 2004 erstmals unter 7 t

Der weitaus überwiegende Teil (74,9 Mill. t im Jahr 2004) der CO₂-Emissionen geht auf den



Das Klimaprotokoll von Kyoto formuliert Minderungsziele bezogen auf die Emissionen an CO₂, Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O) sowie wasserstoffhaltige und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC bzw. PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Der Anteil der HFC, PFC und SF₆ liegt nach Schätzungen bei rund 1 bis 2 % der gesamten Emissionen an Kyoto-Gasen im Land. Die Klimawirksamkeit der Gase wird mit dem spezifischen Treibhauspotenzial GWP-Wert (Global Warming Potential) in Relation zur Wirkung derselben Menge CO₂ angegeben. Die hier verwendeten GWP-Werte bei einem einheitlichen Zeithorizont von 100 Jahren gemäß IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sind:

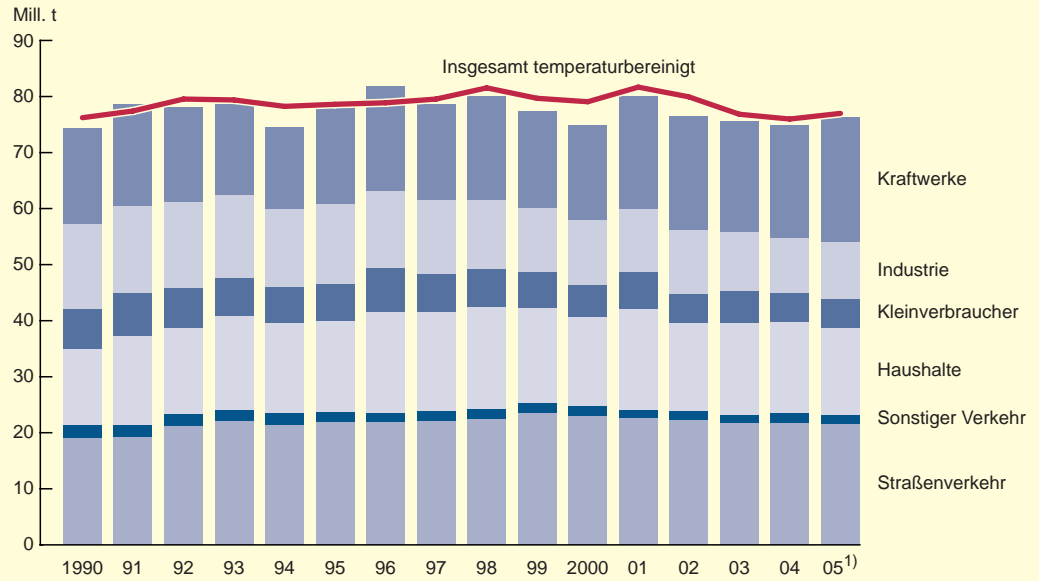
CO ₂	1
Methan (CH ₄)	21
Distickstoffoxid/Lachgas (N ₂ O)	310

Mit diesen GWP-Werten gewichtet kann die Gesamtmenge der Kyoto-Gase in CO₂-Äquivalenten angegeben werden.



Dr. Helmut Büringer ist Leiter des Referats „Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökonomische Gesamtrechnungen“ im Statistischen Landesamt Baden-Württemberg.

S1 Energiebedingte CO₂-Emissionen in Baden-Württemberg 1990 bis 2005 nach Emittentensektoren



1) Vorläufige Werte.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

140 07

Verbrauch fossiler Energieträger (Kohle, Heizöl, Erdgas) zurück. Diese energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen lagen 2004 in Baden-Württemberg leicht über dem Niveau des Jahres 1990. Der energiebedingte CO₂-Ausstoß je Einwohner lag 2004 im Land erstmals unter 7 t und damit um 9 % unter dem Pro-Kopf-Ausstoß von 1990. Bundesweit liegt der Wert aktuell bei 10 t je Einwohner.

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den 14 Jahren seit 1990 ist von deutlichen Schwankungen gekennzeichnet, die zu einem erheblichen Teil auf die jährlichen Witterungsunter-

schiede zurückzuführen sind. Eine davon unverfälschte Aussage zum Trend der energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen ist auf Grundlage temperaturbereinigter Emissionsfrachten möglich. Eine entsprechende Reihe von 1990 bis 2005 ist in *Schaubild 1* den tatsächlich emittierten Mengen gegenübergestellt. Danach liegen die temperaturbereinigten CO₂-Emissionen im Jahr 2004 um 0,3 % niedriger als im Basisjahr 1990.

Zunehmender Energieverbrauch – geringere CO₂-Intensität

Ausschlaggebend für die Entwicklung der CO₂-Emissionen sind vor allem Höhe und Zusammensetzung des Primärenergieverbrauchs, der seinerseits stark vom Endenergieverbrauch durch Wirtschaft, Haushalte und Verkehr bestimmt wird. Aufgrund seines deutlichen Anstiegs ging vom Umfang des Energieverbrauchs seit 1990 eine emissionssteigernde Wirkung aus, die aber durch die Veränderung in seiner Zusammensetzung nach Energieträgern und deren unterschiedliche CO₂-Relevanz kompensiert werden konnte. Der Primärenergieverbrauch hat im Land von 1990 bis 2004 um rund 11,5 % auf knapp 1 600 Petajoule (PJ) zugenommen. Im Gegenzug hat die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs in Baden-Württemberg seit 1990 um 10 % abgenommen. Ein wesentlicher Faktor war dabei die Steigerung beim Einsatz der CO₂-neutralen Kernenergie für die

T Energiebedingte CO₂-Emissionen in Baden-Württemberg 1990 und 2004 nach Emittentensektoren

	1990	2004	Veränderung in %
	1 000 t		
Insgesamt	74 374	74 852	+ 1
davon aus			
öffentlichen Kraftwerken ¹⁾	17 049	20 028	+ 17
Industrie/Feuerungen	15 245	9 784	- 36
Haushalten und Kleinverbrauchern (GHD ²⁾)	20 679	21 494	+ 4
darunter Haushalte	13 671	16 163	+ 18
Straßenverkehr	19 128	21 800	+ 14
sonstigem Verkehr	2 273	1 745	- 23

1) Einschließlich Heizwerke, Müllverbrennungsanlagen. – 2) Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher.

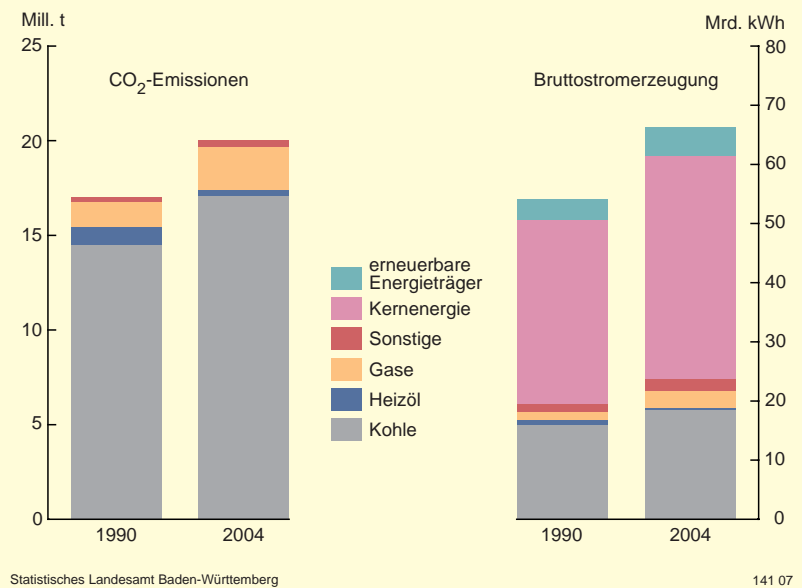
Stromerzeugung, der um knapp 18 % auf 413 PJ angestiegen ist. Zugleich blieb der gesamte Kohleeinsatz abgesehen von gewissen jährlichen Schwankungen insgesamt nahezu konstant. Die Umschichtung von leichtem Heizöl zu Erdgas ist ein weiterer wichtiger Grund für die Verringerung der CO₂-Intensität, da die spezifischen CO₂-Emissionen von Erdgas deutlich geringer liegen als die von Heizöl. Der gesamte Einsatz von Mineralölprodukten ging seit 1990 um 11 % zurück, der von Erdgas stieg dagegen um 55 % an. Auch die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger (von 2 auf knapp 4 %) hat zur Verringerung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs beigetragen. Weiter zu berücksichtigen ist der im Vergleich zu 1990 erhöhte Importsaldo von Strom, da die durch den Importstrom außerhalb des Landes verursachten CO₂-Emissionen nicht in die quellenbezogene CO₂-Bilanz Baden-Württembergs eingehen.

18 % mehr CO₂ im Energiesektor

Höhe und Entwicklung der energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen werden von den verschiedenen Verursachersektoren (Energieversorgung, Industrie, Handel und Dienstleistungen, Haushalte sowie Straßenverkehr) in sehr unterschiedlichem Ausmaß bestimmt. Mit 20 Mill. t CO₂ machten Wärmekraft- und Heizwerke für die allgemeine Versorgung 2004 im Land 27 % der energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen aus. Zum Vergleich: Auf Bundesebene liegt der Anteil dieses Sektors bei über 40 %. Dieser gravierende Strukturunterschied erklärt sich hauptsächlich durch den vergleichsweise hohen Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg (57 %). Im Bundesdurchschnitt liegt er bei lediglich rund 25 %. Trotz des im Betrachtungszeitraum anhaltend hohen Anteils der Kernenergie in Baden-Württemberg sind die CO₂-Emissionen des Energiesektors seit 1990 um knapp 18 % angestiegen (Tabelle). Die Bruttostromerzeugung in Kraftwerken für die allgemeine Versorgung in Baden-Württemberg ist im selben Zeitraum um 22 % auf 66 Mrd. Kilowattstunden (kWh) angestiegen. Dazu war neben der Steigerung des Kernenergieanteils auch ein verstärkter Einsatz von Kohle erforderlich. Die in Kraftwerken für die allgemeine Versorgung eingesetzte Menge an Kohle stieg gegenüber 1990 um 17 %, sodass die aus der Kohleverbrennung im Energiesektor resultierenden CO₂-Emissionen auf 17 Mill. t angestiegen sind. Außerdem sind die CO₂-Emissionen aus erdgasbefeuerten Kraft- und Heizwerken im Land auf 2,3 Mill. t um mehr als 70 % angestiegen (Schaubild 2).

S2

CO₂-Emissionen und Bruttostromerzeugung der Kraftwerke in Baden-Württemberg 1990 und 2004 nach Energieträgern



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

141 07

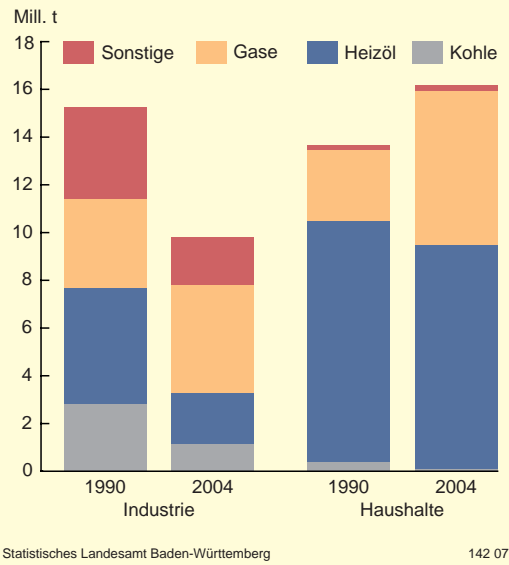
Die durchschnittliche CO₂-Intensität der Stromerzeugung im Land errechnet sich für 2004 auf 302 kg CO₂ je 1 000 kWh und ging damit gegenüber 1990 leicht zurück. Im Bundesdurchschnitt liegt die CO₂-Intensität mehr als doppelt so hoch. Dieser Unterschied resultiert hauptsächlich aus dem im Land höheren und gegenüber 1990 sogar leicht gesteigerten Anteil der Stromerzeugung in Kernkraftwerken. Der Beitrag der erneuerbaren Energie zur Stromerzeugung im Land stieg im selben Zeitraum von 6 auf 7 %.

Weniger CO₂ aus industriellen Feuerungen

Im Gegensatz zu den Kraft- und Heizwerken für die allgemeine Versorgung haben die CO₂-Emissionen aus industriellen Feuerungen, einschließlich industrieller Anlagen zur Stromerzeugung, um mehr als 35 % auf knapp 10 Mill. t abgenommen. Dies erklärt sich in erster Linie aus dem stark verringerten Einsatz von Kohle und Heizöl für die industrieeigene Strom- und Wärmeerzeugung. Außerdem fand eine deutliche Umschichtung vom Heizöl hin zum Erdgas statt (Schaubild 3). Im Zuge dieser Entwicklung sind zwar die durch Erdgasfeuerungen dieses Sektors verursachten CO₂-Emissionen um 20 % auf 4,5 Mill. t angestiegen. Im Gegenzug aber sind die durch andere Energieträger – bei jeweils erheblich verringerter Einsatzmenge – verursachten Emissionen in der Summe um 54 % auf 5,3 Mill. t zurückgegangen. Gegenläufig zum insgesamt deutlich verringerten Einsatz fossiler Energieträger in industriellen Feuerungen hat allerdings der Stromverbrauch der Industrie seit 1990 um fast 20 %

S3

CO₂-Emissionen der Industrie und der privaten Haushalte in Baden-Württemberg 1990 und 2004



zugenommen (Schaubild 4). Damit ist die Industrie indirekt ein Verursacher der deutlich erhöhten CO₂-Emissionen im Sektor Stromerzeugung.

Auch in den anderen Bereichen der Wirtschaft (Handel, Dienstleistungen und Kleingewerbe) sind die CO₂-Emissionen seit 1990 zurückgegangen, wenngleich die Abnahme mit rund 24 % geringer ausfiel als im Bereich des Verarbeitenden Gewerbes. Neben der Substitution von Heizöl durch Gas konnte hier auch eine Verringerung des emissionsrelevanten Energie-

verbrauchs insgesamt erreicht werden. Allerdings ist – noch erheblich stärker als in der Industrie – der Stromverbrauch dieses Bereichs um immerhin 63 % gegenüber 1990 angestiegen.

CO₂-Emissionen der Haushalte deutlich höher als 1990

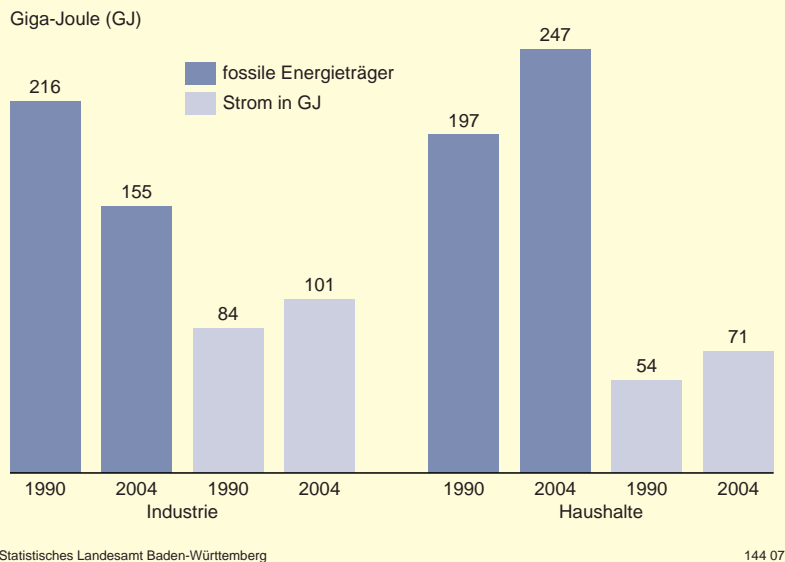
Die direkt aus dem Verbrauch fossiler Energieträger resultierenden CO₂-Emissionen der Haushalte (ohne straßenverkehrsbedingte Emissionen) beliefen sich 2004 auf 16 Mill. t. Damit betrug der Anteil der Haushalte an den gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen im Land knapp 22 %. Die CO₂-Emissionen der Haushalte überstiegen 2004 die des Jahres 1990 um immerhin 18 % (Tabelle). Zwar ist der Pro-Kopf-Verbrauch fossiler Energie in Haushalten aktuell etwas geringer als noch im Jahr 2000, durch den Bevölkerungszuwachs aber wurde dies nahezu vollständig kompensiert. Außerdem ist für den Sektor Haushalte unter dem Gesichtspunkt des Verursacherprinzips hervorzuheben, dass der Stromverbrauch seit 1990 um 32 % zugenommen hat. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Strom in baden-württembergischen Haushalten ist in diesem Zeitraum um 20 % angestiegen. In Anbetracht der zu erwartenden demografischen Entwicklung mit einer voraussichtlich zunehmenden Zahl der Haushalte erscheint vorrangig eine Absenkung des haushaltsspezifischen Energiebedarfs erforderlich, um eine durchgreifende Verringerung der CO₂-Emissionen zu erreichen.

CO₂-Anteil des Straßenverkehrs auf nahezu 30 % angestiegen

Die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs im Land lagen 2004 bei knapp 22 Mill. t. Das waren 29 % der gesamten energieverbrauchsbedingten CO₂-Emissionen. Im Vergleich zu 1990 hat sich der Anteil des Straßenverkehrs um rund 4 Prozentpunkte erhöht. Hauptgrund dafür ist die bis zum Jahr 2000 kontinuierlich starke Zunahme der Fahrleistungen auf den Straßen im Land, mit der Folge eines deutlich erhöhten Kraftstoffverbrauchs. Seit dem Jahr 2000 scheint eine Tendenzumkehr erreicht: die Fahrleistungen sowohl im Pkw- als auch im Lkw-Verkehr sind zwar weiter, aber deutlich abgeschwächt angestiegen. Durch den erreichten Rückgang der spezifischen Verbrauchswerte ist deshalb auch der Kraftstoffverbrauch insgesamt seither rückläufig. Dadurch lagen die gesamten CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs 2004 um knapp 8 % niedriger als noch im Jahr 1999. Allerdings war zuletzt eine Stagnation beim spezifischen Verbrauch von Benzin und Diesel zu konstatieren.

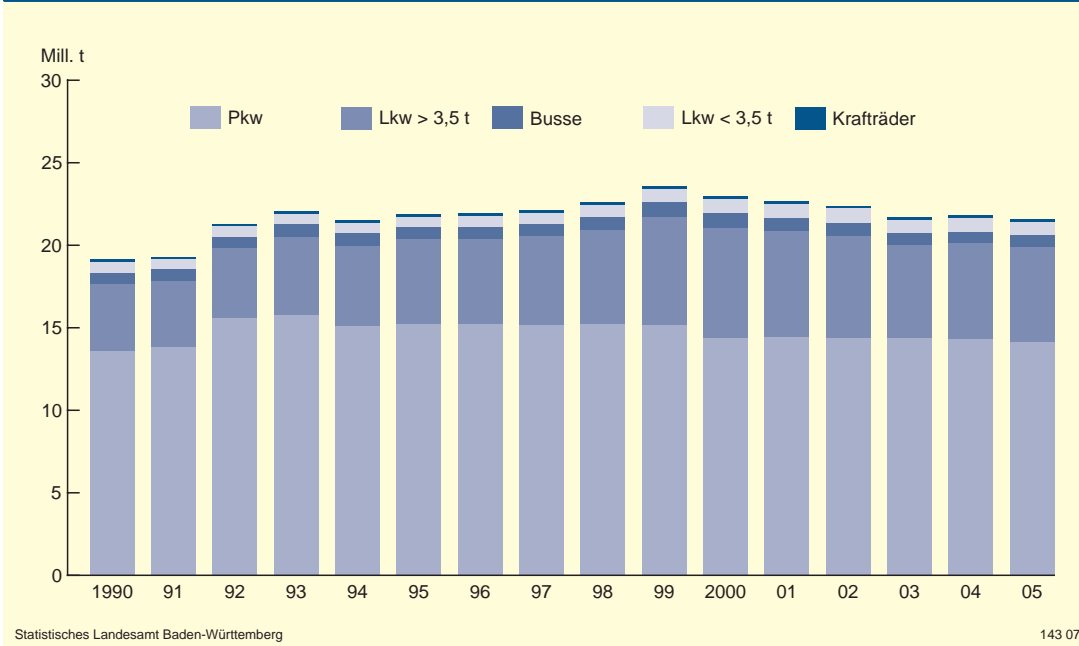
S4

Energieverbrauch der Industrie und der privaten Haushalte in Baden-Württemberg 1990 und 2004



S5

CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg 1990 bis 2005 nach Fahrzeugkategorien



Auf den Pkw-Verkehr entfielen 2004 rund zwei Drittel der straßenverkehrsbedingten CO₂-Emissionen; der Anteil ist allerdings zurückgegangen. Mit 14,3 Mill. t lagen die Pkw-Emissionen noch um rund 5 % höher als 1990, aber seit 1999 sind sie rückläufig (*Schaubild 5*). Dieser Rückgang erklärt sich in erster Linie durch verringerte spezifische Verbräuche sowohl bei Ottomotor- als auch Dieselmotor-Pkw und zugleich deutlich abgeschwächter Zunahme der Fahrleistungen. Rechnerisch wurden 2004 im Durchschnitt je gefahrenem Pkw-Kilometer auf den Straßen des Landes 182 g CO₂ bei Ottomotor- und 176 g bei Dieselantrieb emittiert. 1990 lagen diese Werte noch bei 208 bzw. 196 g je Kilometer.

Sehr viel stärker als im Personenverkehr haben die CO₂-Emissionen beim Lkw-Verkehr zugenommen. Mit 6,7 Mill. t lagen die Emissionen der Lkw größer 3,5 t (einschließlich Busse) um 37 % höher als im Jahr 1990. Allerdings ist auch hier seit dem Jahr 2000 ein Rückgang um 14 % erreicht worden. Bei den leichten Nutzfahrzeu-

gen (Lkw kleiner 3,5 t) ist erst seit 2001 eine geringfügige Abnahme der CO₂-Emissionen festzustellen. Bis dahin war bei dieser Fahrzeugkategorie ebenfalls ein starker Anstieg (+ 38 % gegenüber 1990) zu verzeichnen.

Der Pkw- und noch viel stärker der Lkw-Verkehr werden in den nächsten 15 Jahren weiter zunehmen. Eine durchgreifende Verringerung der straßenverkehrsbedingten CO₂-Emissionen wird deshalb nur gelingen, wenn durch die breite Einführung CO₂-neutraler(-armer) Kraftstoffe sowie durch die beschleunigte Verringerung der spezifischen Benzin- und Dieserverbrauchs- werte, auch die spezifischen CO₂-Emissionen je gefahrenem Pkw- und Lkw-Kilometer spürbar gesenkt werden. Entsprechende verbindliche Vorgaben werden derzeit auf europäischer Ebene diskutiert und vorbereitet. ■

Weitere Auskünfte erteilt
Dr. Helmut Büringer, Telefon 0711/641-24 18,
Helmut.Bueringer@stala.bwl.de

kurz notiert ...

Immer mehr Kläranlagen mit eigener Stromerzeugung aus Klärgas

In 273 von mehr als 1 100 kommunalen Kläranlagen Baden-Württembergs wurden im Jahr 2005 rund 100,4 Mill. m³ Klärgas (Rohgas) erzeugt und für Energiezwecke verwendet. Dabei wurden 87 % des Klärgases für den Eigenverbrauch der

Kläranlagen genutzt. 62 % dienen der Deckung des Strom- und 25 % des Wärmebedarfs, wie zum Beispiel der Beheizung der Faultürme. Seit 1999 ist die Zahl der Kläranlagen mit eigener Stromerzeugung von 140 auf 181 Anlagen gestiegen (+ 24 %). Im Jahr 2005 wurden insgesamt 111,4 Mill. Kilowattstunden Strom aus Klärgas erzeugt. Dies waren 42 % mehr als 1999. ■