



CO₂-Emissionen der Wirtschaft – Analyse nach Wirtschaftszweigen

Dr. Helmut Büringer



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

Von den derzeit jährlich knapp 80 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen in Baden-Württemberg werden rund 65 % von der Wirtschaft im Land verursacht. Die Entwicklung der CO₂-Emissionen wird von verschiedenen Faktoren bestimmt. Sie ist das Resultat aus Produktionswachstum in den Branchen, Strukturveränderungen sowie von Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Verringerung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs. Die Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Wirtschaft und den genannten Einflussfaktoren können auf der Grundlage der Energiefluss- und Emissionsrechnungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und mithilfe der so genannten Dekompositionsanalyse quantifiziert werden. Die Ergebnisse für Baden-Württemberg sowie ein Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt sind im folgenden Beitrag dargestellt.

Kaum weniger CO₂ – höherer Energieverbrauch

Zentrale Indikatoren zur Inanspruchnahme der Umwelt durch Ressourcenverbrauch und Emissionen sind der Primärenergieverbrauch sowie die hierdurch maßgeblich bestimmten CO₂-Emissionen. Von den jährlich knapp 80 Mill. t an CO₂ im Land werden 65 % vom Bereich der Wirtschaft verursacht. Die übrigen 35 % sind direkt den Privaten Haushalten zuzurechnen. Beim direkten Energieverbrauch (entspricht im Wesentlichen dem Primärenergieverbrauch) entfallen fast 70 % auf die Wirtschaft und gut 30 % auf die Privaten Haushalte. Dabei sind verkehrsbedingter Energieverbrauch und CO₂-Emissionen den Verkehr verursachenden Unternehmen bzw. Haushalten zugeordnet.

Die CO₂-Emissionen der Wirtschaft sind von 52 Mill. t im Jahr 1995 auf 51 Mill. t im Jahr 2002 um 1,8 % zurückgegangen. Im selben Zeitraum hat der direkte Energieverbrauch der Wirtschaft von 1 059 Petajoule (PJ) auf 1 101 PJ um 4 % zugenommen. Die Bruttowertschöpfung (BWS) der baden-württembergischen Wirtschaft ist im Vergleich von 1995 bis 2002 deutlich stärker (um 16,3 %) angewachsen. Wirtschaft-

liches Wachstum führt demnach nicht zwangsläufig zu höheren Emissionen oder zu einem im selben Umfang gestiegenen Energieverbrauch. Ein Ziel der Umweltpolitik ist dementsprechend, die Entwicklung von Emissionen und Energieverbrauch einerseits und Wirtschaftswachstum andererseits zu entkoppeln.

Mithilfe der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, speziell durch die Energiefluss- und Emissionsrechnungen nach Wirtschaftszweigen, lässt sich der Prozess dieser Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und CO₂-Emissionen sowie Energieverbrauch differenziert betrachten. Dazu werden verschiedene quantifizierbare Einflussfaktoren und deren Zusammenwirken analysiert. Neben dem Faktor Wirtschaftswachstum ist dabei der Einfluss einer verbesserten Umwelteffizienz – weniger Umweltbelastung pro wirtschaftlicher Leistung – in den einzelnen Branchen ebenso zu berücksichtigen wie die Veränderung der Wirtschaftsstruktur. Letzteres kann zu einer Zu- oder Abnahme der Umweltbelastung führen, indem etwa umweltintensive Branchen expandieren und unter Umweltgesichtspunkten weniger problematische Branchen schrumpfen oder umgekehrt. Mithilfe der Dekompositionsanalyse (i-Punkt) kann quantifiziert werden, welchen Effekt das Wirtschaftswachstum auf die zeitliche Entwicklung von Energieverbrauch oder CO₂-Emissionen hatte und wie Effizienzverbesserungen einerseits und Wirtschaftsstrukturverschiebungen andererseits diese Entwicklung verstärkt oder ihr entgegengewirkt haben (*Schaubild 1*).

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Einflussfaktoren

Sowohl für den Energieverbrauch als auch für die CO₂-Emissionen gilt – bezogen auf den gesamten Zeitraum von 1995 bis 2002 –, dass der vom Wirtschaftswachstum ausgehenden Steigerung in der Inanspruchnahme dieser beiden Umwelteinsatzfaktoren mindernde Effekte durch die Veränderung der Wirtschaftsstruktur sowie eine insgesamt verringerte Energie- bzw. CO₂-Intensität entgegengewirkt haben.

Trotz deutlichem Wirtschaftswachstum sind die CO₂-Emissionen der Wirtschaft per saldo, wenn auch nur geringfügig, zurückgegangen (- 1,8 %), und der direkte Energieverbrauch ist dadurch nur halb so stark angestiegen (+ 4 %), wie er aufgrund des Wirtschaftswachstums bei sonst unveränderten Bedingungen, also ohne die gegenläufige Wirkung von Wirtschaftsstruktur und Energieeffizienz, angestiegen wäre. Wenn auch nur im Ansatz, zeigt sich darin eine Entkoppelung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen vom Wirtschaftswachstum.

Im Betrachtungszeitraum von 1995 bis 2002 sind also die CO₂-Emissionen der Wirtschaft in Baden-Württemberg um knapp 1,0 Mill. t (- 1,8 %) zurückgegangen. Diese Gesamtentwicklung resultiert aus einer durch das Wirtschaftswachstum verursachten Zunahme um 6,5 Mill. t, der aber eine Minderung (um in der Summe minus 7,5 Mill. t) der CO₂-Emissionen durch Effizienzverbesserungen in einzelnen Branchen und durch eine unter Umweltschutzgesichtspunkten günstige Entwicklung der Wirtschaftsstruktur gegenübersteht. Dabei fiel der Effekt der Effizienzsteigerung mit einer Abnahme um 4,5 Mill. t CO₂ rund 1,5-mal so groß aus wie der durch die veränderte Branchenstruktur ausgelöste Effekt (- 3,0 Mill. t).

Der Effizienzfaktor kann bei den CO₂-Emissionen in zwei Teilfaktoren aufgesplittet werden: die Energieintensität und die Emissionsintensität der eingesetzten Energie. Beide haben im betrachteten Zeitraum im Umfang von minus 3 bzw. 1,5 Mill. t zum Rückgang der CO₂-Emissionen beigetragen (vgl. *Schaubild 1*).

Die Gegenläufigkeit der Wirkung von Wirtschaftswachstum einerseits und der veränderten Branchenstruktur sowie der erhöhten Umwelteffizienz andererseits ist in ähnlicher Weise auch auf Bundesebene sichtbar. Allerdings fiel vor allem der Effekt der veränderten Wirtschaftsstruktur im Bundesdurchschnitt deutlich stärker aus, sodass bundesweit trotz einer hohen wachstumsbedingten Zunahme (67 Mill. t) auch



Bei der Dekompositionsanalyse handelt es sich um ein mathematisches Verfahren, mit dem die Einflüsse aller derjenigen Faktoren quantifiziert werden können, deren Produkt den betrachteten Indikator ergibt.

Beispiel: CO₂-Emissionen in Abhängigkeit von 4 Einflussfaktoren:

$$CO_2i = CO_2i/EVi * EVi/BWsi * BWsi/BWS * BWS$$

CO₂i/EVi = CO₂-Intensität des Energieverbrauchs (EV) der Branche i

EVi/BWsi = Energieintensität der Bruttowertschöpfung (BWS) der Branche i

BWsi/BWS = Strukturanteil der Branche i an der BWS (Strukturfaktor)

BWS = Bruttowertschöpfung der Wirtschaft insgesamt (Wachstumsfaktor)

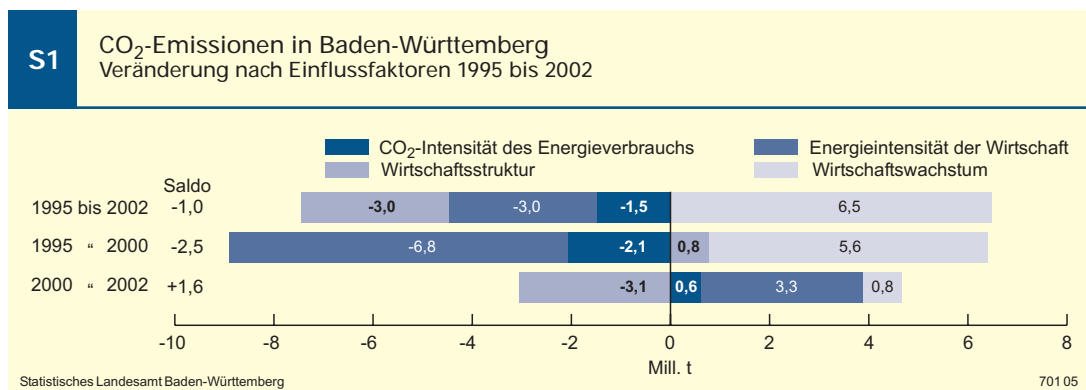
CO₂i = CO₂-Emissionen der Branche i

(Summe über alle Branchen ergibt CO₂-Emissionen der Wirtschaft).

per saldo ein stärkerer Rückgang der CO₂-Emissionen in der Wirtschaft (minus 20 Mill. t oder 14 %) erreicht wurde. Ausschlaggebend für den bundesweit deutlich stärker ausgeprägten strukturbedingten Minderungseffekt ist die unter Emissionsgesichtspunkten im Bundesdurchschnitt vergleichsweise weniger günstige und damit mit einem größeren Minderungspotenzial ausgestattete Wirtschaftsstruktur.

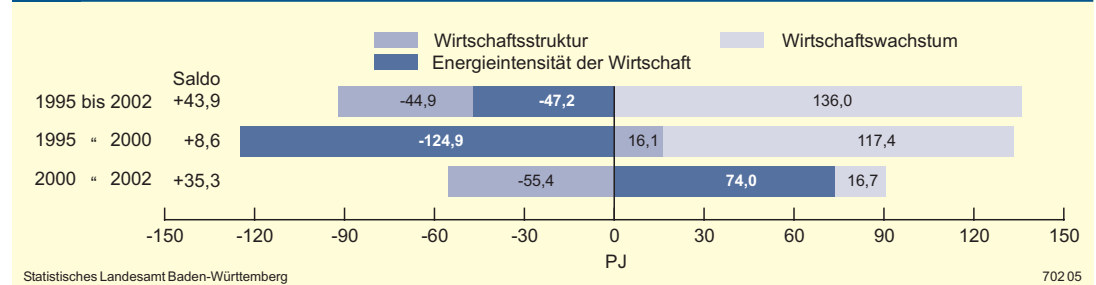
2000 bis 2002: wieder abnehmende Energieeffizienz

Im Zeitablauf fällt die Wirkung der betrachteten Einflussfaktoren teilweise sehr unterschiedlich aus. Dies zeigt der Vergleich der Entwicklung der CO₂-Emissionen am aktuellen Rand von 2000 bis 2002 mit der von 1995 bis 2000. In der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre bis 2000 gingen die CO₂-Emissionen der Wirtschaft in Baden-Württemberg um rund 2,5 Mill. t zurück, obwohl Wirtschaftswachstum und in geringem Umfang auch die Veränderung der Wirt-



S2

Energieverbrauch in Baden-Württemberg
Veränderung nach Einflussfaktoren 1995 bis 2002 in Petajoule



schaftsstruktur eine Steigerung der CO₂-Emissionen bewirkt hätten. Durch eine stark verbesserte Energieeffizienz sowie eine deutlich reduzierte CO₂-Intensität des Energieverbrauchs wurde dennoch per saldo eine Verringerung der CO₂-Emissionen um die genannten rund 2,5 Mill. t erreicht. Eine fast umgekehrte Konstellation führte von 2000 bis 2002 zu einem Anstieg der CO₂-Emissionen um über 1,5 Mill. t. Während die anhaltende Strukturveränderung in der Wirtschaft eine Verringerung der CO₂-Emissionen bewirkte, stieg vor allem die Energieintensität am aktuellen Rand deutlich an und auch die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs nahm zuletzt wieder geringfügig zu. Der Grund für die wieder höhere Energieintensität erklärt sich offenbar auch durch einen im Wesentlichen konjunkturunabhängigen Grundbedarf an Energie. Zusätzlich erhöhend wirkte ein – allerdings erheblich reduziertes – Wirtschaftswachstum, sodass per saldo in nur zwei Jahren die bis 2000 erreichte Minderung der CO₂-Emissionen zum größten Teil wieder ausgeglichen wurde. Die Entwicklung auf Bundesebene verlief in beiden Zeitabschnitten analog. Auch im Bundesdurchschnitt hat neben der Strukturänderung eine deutliche Minderung der Energie- und CO₂-Intensität dazu geführt, dass die durch das Wirtschaftswachstum verursachte Erhöhung der CO₂-Emissionen von 1995 bis 2000 mehr als ausgeglichen wurde. Der Minderungseffekt entspricht gemessen am Gesamtvolumen der CO₂-Emissionen in etwa dem in Baden-Württemberg festgestellten Umfang. Am aktuellen Rand haben auch auf Bundesebene sowohl Energie- als auch CO₂-Intensität wieder zugenommen. Allerdings fiel der Anstieg relativ schwächer aus, sodass über den gesamten Zeitraum betrachtet, bundesweit ein spürbar kräftigerer Rückgang der CO₂-Emissionen durch die Wirtschaft (- 14 %) erreicht wurde als in Baden-Württemberg.

Der Energieverbrauch der Wirtschaft in Baden-Württemberg hat im Betrachtungszeitraum von 1995 bis 2002 um rund 42 000 PJ oder 4 % zugenommen. Zurückzuführen ist diese Steige-

rung des Energieverbrauchs auf den durch Wirtschaftswachstum in den Branchen ausgelösten Mehrbedarf, dem aber eine verbesserte Energieproduktivität und Strukturveränderungen zugunsten weniger energieintensiver Branchen entgegengewirkt haben. Dabei ist die Entwicklung von 1995 bis 2000 und am aktuellen Rand von 2000 bis 2002 ebenfalls sehr unterschiedlich (vgl. Schaubild 2). In der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre hatte eine erhebliche Verringerung der Energieintensität die vor allem durch Wirtschaftswachstum und verbrauchssteigernde Strukturveränderung bedingte Zunahme des Energieverbrauchs nahezu ausgeglichen. Die Zunahme betrug per saldo lediglich 0,6 %. In den nachfolgenden zwei Jahren bis 2002 hat aber die Energieintensität wieder deutlich zugenommen, sodass trotz stark verbrauchsmindernder Entwicklung der Wirtschaftsstruktur per saldo ein erheblicher Anstieg des Primärenergieverbrauchs festzustellen war (+ 3,4 %). Auf Bundesebene hat die Gegenläufigkeit von Wachstumseffekt und Struktur- sowie Effizienzeffekt im gleichen Zeitraum dazu geführt, dass der Primärenergieverbrauch etwa konstant blieb. Dabei fiel bundesweit vor allem der Effizienzeffekt in der Summe deutlich stärker aus als in Baden-Württemberg. Zu berücksichtigen ist jedoch, wie auch bei der CO₂-Intensität, das bereits erreichte Niveau der Energieeffizienz. Es liegt in Baden-Württemberg erheblich über dem Bundesdurchschnitt. Und je nach Ausgangsniveau kann eine zusätzliche Verbesserung nur mit sehr unterschiedlich großem Aufwand realisiert werden.

Wirtschaftsstruktur beeinflusst Niveau der CO₂-Emissionen

Wie schon festgestellt, ist die Branchenstruktur ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Inanspruchnahme der Umwelt durch die Wirtschaft insgesamt. Strukturunterschiede zwischen Land und Bund haben deshalb wesentlichen Einfluss auf Niveau und Entwicklung. Hauptverursacher der CO₂-Emissionen sind neben

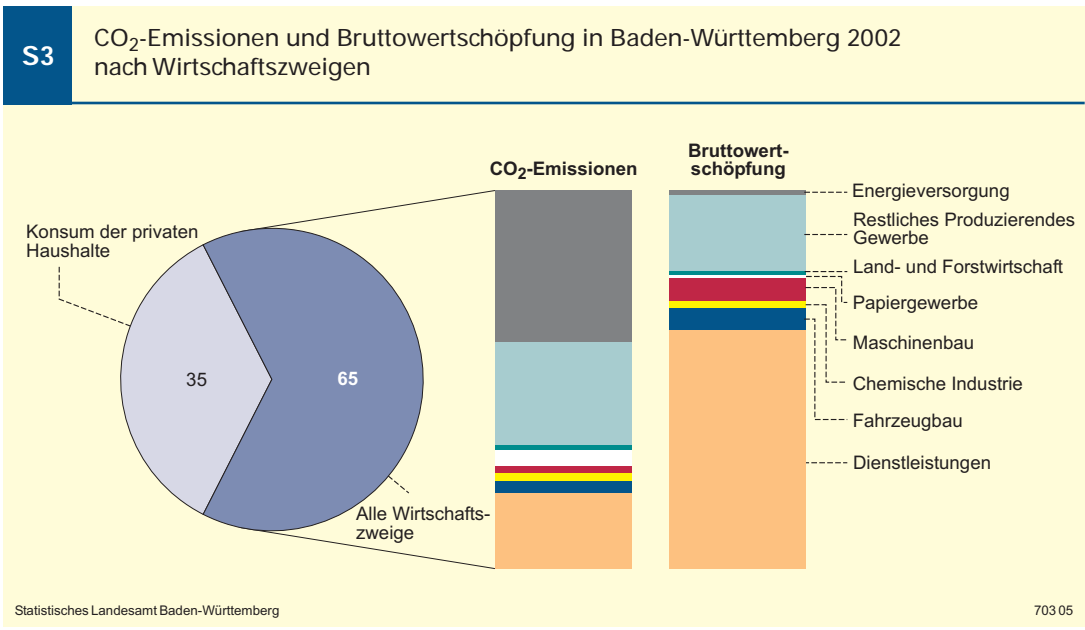
dem hier ausgeklammerten privaten Konsum der Haushalte in erster Linie die Energieversorgung sowie der Dienstleistungsbereich mit einem durch den Kraftstoffverbrauch bedingten großen Anteil der Transportunternehmen. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes, das zusammen rund 30 % der CO₂-Emissionen im Land verursacht, gibt es keine eindeutig dominierenden Branchen. Die höchsten CO₂-Emissionen stammen aus der Verarbeitung von Steinen und Erden mit hohem Gewicht der Zementherstellung sowie aus der Mineralölverarbeitung, gefolgt vom Papiergewerbe und dem Fahrzeugbau. Die übrigen Branchen, auch die chemische Industrie, haben im Land jeweils weniger als 1 % Anteil am CO₂-Ausstoß. Im Bundesdurchschnitt rangiert die chemische Industrie deutlich vor dem Fahrzeugbau und dem Papiergewerbe. Auch die Metallherzeugung hat auf Bundesebene einen beachtlich hohen Anteil, während in Baden-Württemberg diese Branche in nur geringem Umfang am CO₂-Ausstoß beteiligt ist.

Ähnliche Strukturunterschiede zwischen Land und Bund bestehen auch hinsichtlich des Energieverbrauchs. Hier tritt auf Bundesebene die chemische Industrie stark hervor, während sie in Baden-Württemberg beim direkten Energieverbrauch in etwa das Niveau von Fahrzeugbau und Papiergewerbe erreicht. Hervorzuheben ist weiter, dass bezogen auf den Wirtschaftszweig der Energieversorgung die Relation von Energieverbrauch zu CO₂-Emissionen bei Land und Bund umgekehrt ausfällt. Während beim direkten Energieverbrauch der Anteil der Energieversorgung in Baden-Württemberg mit 27 % spürbar höher liegt als im Bundesdurchschnitt (23 %), ist bei den CO₂-Emis-

sionen der Anteil der Energieversorgung im Land mit 26 % erheblich niedriger als im Bundesdurchschnitt (38 %). Dies ist auf die im Land durch den hohen Kernkraftanteil an der Stromerzeugung erheblich geringere CO₂-Intensität im Sektor Energieerzeugung zurückzuführen.

Umweltrelevanz der Branchen sehr unterschiedlich

Für die Gesamtzusammenhänge bei der Entwicklung von CO₂-Emissionen und Energieverbrauch ist weiter von Bedeutung, dass der Anteil der Branchen an der Bruttowertschöpfung teilweise erheblich abweicht vom jeweiligen Anteil der Branchen an der Gesamtinanspruchnahme dieser Umwelteinsatzfaktoren (*Schaubild 3*). Besonders gravierend ist diese Abweichung zwischen Umweltrelevanz und Strukturanteil bei der Energieversorgung, auf die lediglich 1 % der gesamten Bruttowertschöpfung, aber 27 % des direkten Energieverbrauchs und 26 % der CO₂-Emissionen entfallen. Umgekehrt stehen beim Dienstleistungsbereich einem Anteil von 63 % an der Bruttowertschöpfung lediglich 14 % des gesamten direkten Energieverbrauchs und 13 % der CO₂-Emissionen gegenüber. Wenn auch nicht im selben Ausmaß, zeigen sich aber ebenfalls starke Abweichungen zwischen Anteil an der Bruttowertschöpfung einerseits und Anteil an CO₂-Emissionen und Energieverbrauch andererseits bei den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Daraus resultiert, dass die Umwelteffizienz der einzelnen Branchen sehr unterschiedlich ausfällt und somit auch ihr Einfluss auf die Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Umwelteffizienz sehr verschieden groß ist.



Vor allem im Produzierenden Gewerbe haben in Baden-Württemberg die Branchen mit geringer Energieintensität erheblich höhere Strukturanteile als im Bundesdurchschnitt. Hinzu kommt, dass auch bezogen auf die einzelnen Branchen die Energieintensität in Baden-Württemberg meist niedriger liegt als im Bundesdurchschnitt. Letzteres ist zumindest teilweise auch auf regionale Unterschiede in der Produktionsstruktur innerhalb der Branchen zurückzuführen. So haben etwa in den auf Bundesebene wichtigen Branchen der Metallherstellung und der chemischen Industrie die energieintensiveren Produktionszweige deutlich stärkeres Gewicht als in Baden-Württemberg. Dies erklärt, dass auch insgesamt in der Aggregation über alle Branchen die Energieproduktivität in Baden-Württemberg spürbar höher liegt als im Bundesdurchschnitt. Und aufgrund der wegen des hohen Kernenergieanteils geringeren CO₂-Intensität des Energieverbrauchs in der besonders gewichtigen Energieversorgung fällt der Vergleich bezüglich der CO₂-Intensität der Wirtschaft sogar noch deutlicher zugunsten Baden-Württembergs aus.

Wirtschaft Baden-Württembergs liegt in der Entwicklung der Energieintensität. In fast allen Branchen, außer dem Fahrzeugbau, der chemischen Industrie und dem Dienstleistungsbereich, hat die Energieintensität nach einem Rückgang bis zum Jahr 2000 zuletzt wieder zugenommen. Die bis 2000 gegenüber 1995 erzielten Effizienzfortschritte wurden in den folgenden zwei Jahren bis 2002 teilweise wieder verloren, mitunter sogar ins Gegenteil verkehrt. Die aktuell eher stagnierende Energieeffizienz der Wirtschaft ist offenbar auch dadurch zu erklären, dass der Energieverbrauch sehr stark durch einen von konjunkturellen Veränderungen weit gehend unabhängigen Grundbedarf bestimmt wird. Die per saldo über den Zeitraum von 1995 bis 2002 festgestellte leichte Erhöhung der CO₂-Effizienz der Wirtschaft im Land wurde zu erheblichen Teilen durch die geringere CO₂-Intensität des Energieverbrauchs erzielt. Eine nachhaltige Abnahme der CO₂-Emissionen durch die Wirtschaft bedingt zusätzlich zur Verringerung der CO₂-Intensität auch eine anhaltend verringerte Energieintensität. ■

Zusammenfassung

Eine wesentliche Ursache für den relativ geringen Rückgang der CO₂-Emissionen in der

Weitere Auskünfte erteilt

Dr. Helmut Büringer, Telefon 0711/641-2418

E-Mail: Helmut.Bueringer@stala.bwl.de

kurz notiert ...

Daten zur Umwelt – Umweltindikatoren

Mit einem neu konzipierten Faltblatt „Daten zur Umwelt – Umweltindikatoren“ bietet das Statistische Landesamt in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz einen Überblick über die wichtigsten umweltbezogenen Entwicklungen im Land. Dargestellt sind auf 11 Seiten im Zeitvergleich Kenngrößen zu den Bereichen Energie- und Rohstoffverbrauch, zu Flächennutzung, Natur und Landschaft, zur Wasser- und Abfallwirtschaft, über Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen sowie zur Luftqualität bis hin zur Umweltökonomie. Ergänzt werden die Darstellungen durch wichtige Rahmendaten sowie Informationen zur Verkehrsentwicklung. Anhand von zehn Indikatoren werden zentrale Zielsetzungen des Umweltplans Baden-Württemberg und die aktuellen Trends bei deren Umsetzung in Grafiken veranschaulicht. Das Faltblatt „**Daten zur Umwelt – Umweltindikatoren**“ steht kostenlos als pdf-Datei unter www.statistik-bw.de (Umwelt, Energie, Verkehr/Aktuelles Neu/Daten zur Umwelt) zur Verfügung. In be-

grenztem Umfang kann das Faltblatt auch in gedruckter Form beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg angefordert werden.

Einsatz ozonschichtschädigender Stoffe geht im Land weiter zurück

Der Einsatz ozonschichtschädigender Stoffe (FCKW und H-FCKW) durch die Unternehmen in Baden-Württemberg wurde im Jahr 2004 weiter verringert. Die Menge dieser so genannten geregelten Stoffe ging insgesamt auf knapp 210 Tonnen zurück. Das waren rund 19 % weniger als im Vorjahr. Gegenüber 1996 beträgt der Rückgang immerhin 62 %.

Dabei hat allerdings die für die Herstellung medizinischer Sprays zulässige Verwendung von FCKW nach einem vorübergehenden produktionsbedingten Rückgang wieder zugenommen. Deshalb lag das gesamte so genannte Ozonabbaupotenzial der 2004 verwendeten Stoffe höher als im Vorjahr. Gegenüber 1996 jedoch beträgt der Rückgang immerhin 73 %. ■



Das Faltblatt ist erhältlich beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg, Böblinger Straße 68, 70199 Stuttgart

Telefon: (0711) 641-2866
Fax: (0711) 641-13 40 62

E-Mail: vertrieb@stala.bwl.de
Internet: www.statistik-bw.de