

## **Dekompositionsanalyse – Zerlegung der Veränderung der temperaturbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen nach Einflussfaktoren**

### **Definition der berechneten Größe**

Es werden die um Temperatureinflüsse bereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte für Wohnen in den Bundesländern berechnet und deren Veränderung in einem bestimmten Zeitraum mithilfe der Dekompositionsanalyse nach Einflussfaktoren dargestellt.

Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen entstehen fast ausschließlich durch den Verbrauch fossiler Energieträger für die Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung. Die Entwicklung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen ist vor allem abhängig von den Einflussfaktoren „Außentemperatur“, „Bevölkerungsentwicklung“, „Wohnfläche pro Person“, „Energieintensität je Wohnfläche“, und „CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs“. Der Faktor „CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs“ stellt dabei die Veränderung des Energieträgermixes dar. Kohle und Heizöl sind CO<sub>2</sub>-intensiv, während Gas eine weniger hohe CO<sub>2</sub>-Intensität aufweist und erneuerbare Energieträger und Fernwärme gemäß internationalen Richtlinien des IPCC<sup>1)</sup> als CO<sub>2</sub>-neutral in die Berechnungen eingehen.

Mithilfe der Dekompositionsanalyse wird der Einfluss dieser Faktoren auf die Veränderung der Emissionsmenge in einem bestimmten Zeitraum dargestellt. Durch die der Dekompositionsanalyse vorausgehende Temperaturbereinigung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen wird zunächst der Faktor „Außentemperatur“ als Einflussgröße eliminiert. Im Gegensatz zur Temperaturbereinigung kann aufgrund der Datenlage keine Bereinigung der Ausgangsdaten um Lagereffekte vorgenommen werden. Die Abweichungen in den Lagerbeständen vor allem beim leichten Heizöl finden sich somit in der Restgröße „Energieintensität je Wohnfläche“ wieder. In dieser Größe stellen sich auch externe Einflüsse wie die Entwicklung der Energiepreise oder gesetzliche Auflagen zu einer verbesserten Dämmung der Gebäude dar, die aufgrund der Datenlage nicht als eigene Einflussfaktoren betrachtet werden können.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen sind Teil der sektoralen CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Länder (siehe [www.lak-energiebilanzen.de](http://www.lak-energiebilanzen.de)). Sie werden auf der Basis des vom AK UGRdL berechneten Energieverbrauchs der privaten Haushalte (siehe [Methodenbeschreibung](#) Energiefluss- und Emissionsberechnung – Teil Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher) mit Hilfe der CO<sub>2</sub>-Faktoren des UBA (Download unter [www.lak-energiebilanzen.de](http://www.lak-energiebilanzen.de)) ermittelt. Die Temperaturbereinigung erfolgt nach den Vorgaben des LAK Energiebilanzen mit Hilfe von Gradtagszahlen ausgewählter Stationen in den jeweiligen Bundesländern im langjährigen Vergleich.

### **Bedeutung der berechneten Größe**

Vom Menschen verursachte Treibhausgasemissionen sind wesentlich für die drohende Klimaerwärmung verantwortlich. Vor allem die Industrieländer müssen daher ihren jährlichen Ausstoß an klimaschädlichen Gasen deutlich verringern, um schwerwiegende Folgen für die Umwelt einzudämmen. Neben den internationalen Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls und nachfolgenden Zielformulierungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen haben einzelne Bundesländer – abhängig von sehr unterschiedlichen Ausgangssituationen – landesspezifische Ziel-

---

1) Intergovernmental Panel on Climate Change

setzungen formuliert, was die Reduktion der Emissionen auf Landesebene angeht. Diese betreffen teilweise auch speziell den Sektor „Private Haushalte“.

Deutschlandweit ist CO<sub>2</sub> mit einem Anteil von rund 90 % das bedeutendste der Kyoto-Gase. Rund ein Achtel der gesamten direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen durch den Energieverbrauch für die Raumwärme- und Warmwassererzeugung in privaten Haushalten. In dieser Betrachtung sind die indirekten Emissionen durch den Stromverbrauch in privaten Haushalten nicht enthalten. Die Entwicklung der temperaturbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen nach Bundesländern gibt Aufschluss über eventuelle Fortschritte im Hinblick auf das Erreichen von Klimaschutzzielen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Bereich.

Die Ergebnisse der Dekompositionsanalyse helfen bei der Interpretation der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen und geben Aufschluss über die Ursachen für eine bestimmte Entwicklung, indem die Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen in mehrere Einflussfaktoren zerlegt wird. So kann bspw. der Einflussfaktor „Wohnfläche“ zu einer Erhöhung der Emissionen beitragen und der Einflussfaktor „CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs“ dem entgegenwirken, so dass es insgesamt zu einer Verminderung der Emissionen kommt.

## Rechenbereiche

- I. Ermittlung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen und Temperaturbereinigung
- II. Dekompositionsanalyse

## Datenquellen

Statistikbezeichnung	EVAS-Nummer <sup>1)</sup> oder nicht amtliche Datenquelle	Verfügbare Jahre	Verwendet für Rechenbereich
Ergebnisse: Aufteilung des Endenergieverbrauchs des Sektors HH/GHD <sup>2)</sup> aus den Energiebilanzen der Länder gegliedert nach Energieträgern auf die Teilsektoren HH <sup>3)</sup> und GHD <sup>4)</sup>	UGRdL: Methodenbeschreibung Energiefluss- und Emissionsberechnung – Teil Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher	Ab 1995 jährlich (teilweise lückenhaft)	I
CO <sub>2</sub> -Faktoren	Umweltbundesamt, Download unter <a href="http://www.lak-energiebilanzen.de">www.lak-energiebilanzen.de</a>	Seit 1995 gleichbleibend	I
Gradtagszahlen	VDI-Richtlinie 2067	Ab 1995 jährlich	I
Fortschreibung des Wohngebäude- und Wohnungsbestandes	312 31	Ab 1995 jährlich	II
Fortschreibung des Bevölkerungsstandes <sup>5)</sup>	124 11	Ab 1995 jährlich	II

1) EVAS: Einheitliches Verzeichnis aller Statistiken der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder – 2) Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher – 3) private Haushalte – 4) Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher – 5) Einwohner/-innen im Jahresmittel, Bevölkerungsfortschreibung auf der Basis des Zensus 2011

## Rechengang

*I: Ermittlung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen und Temperaturbereinigung*

Die Ergebnisse aus den Berechnungen des AK UGRdL zum Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Energieträgern dienen als Grundlage (siehe [Methodenbe-](#)

schreibung Energiefluss- und Emissionsberechnung – Teil Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher). Zur Ermittlung des direkten Energieverbrauchs für Wohnen werden davon ausgehend die Energieträger Strom und Kraftstoffe subtrahiert. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass der weitaus überwiegende Teil des in Privathaushalten verbrauchten Stroms nicht für die Raumheizung und Warmwasserbereitung genutzt wird. Ebenso werden Kraftstoffe in der Regel in Haushaltsgeräten wie z. B. Rasenmähern eingesetzt.

Eine Temperaturbereinigung des direkten Energieverbrauchs für Wohnen wird gemäß der im Länderarbeitskreis Energiebilanzen abgestimmten Methode vorgenommen. Die Bereinigung des Energieverbrauchs um den Einfluss der Außentemperatur erfolgt mit Hilfe mittlerer Gradtagszahlen nach VDI-Richtlinie 2067. Es wird die mittlere Gradtagszahl bei einer Heizgrenztemperatur von 15°C und einer angenommenen Innentemperatur von 20°C für ausgewählte Klimastationen des jeweiligen Bundeslandes herangezogen und die Abweichung zum langjährigen Mittel festgestellt (beides zum Download beim Institut Wohnen und Umwelt unter [www.iwu.de](http://www.iwu.de)). Mit dem Ergebnis wird der Anteil des Energieverbrauchs für Raumwärme je Energieträger multipliziert. Die Anteile der Raumwärme am Endenergieverbrauch beruhen auf der Basis des VDEW (Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.).

Der direkte temperaturbereinigte Energieverbrauch für Wohnen wird schließlich mit den allgemein in den CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Länder verwendeten Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> (Quelle: Umweltbundesamt) belegt.

## II. Dekompositionsanalyse

Die Entwicklung der direkten temperaturbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen in den Bundesländern wird mit Hilfe der Dekompositionsanalyse nach den Einflussfaktoren

- Bevölkerungsentwicklung
  - Entwicklung der Wohnfläche pro Person
  - Entwicklung der Energieintensität je Wohnfläche
  - Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs
- dargestellt.

Die Dekompositionsanalyse ist ein Instrument aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes (siehe unter [Decomposition analysis of carbon dioxide emission changes in Germany – conceptual framework and empirical results](#)). Die Zerlegung der Entwicklung der Eingangsgröße (hier: direkte temperaturbereinigte CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen) erfolgt nach folgendem Schema:

$$\Delta \text{CO}_2 = a \cdot \Delta(\text{CO}_2/\text{E}) + b \cdot \Delta(\text{E}/\text{WF}) + c \cdot \Delta(\text{WF}/\text{EW}) + d \cdot \Delta \text{EW}$$

mit

$$a = (\text{E}/\text{WF}) \cdot (\text{WF}/\text{EW}) \cdot \text{EW}$$

$$b = (\text{CO}_2/\text{E}) \cdot (\text{WF}/\text{EW}) \cdot \text{EW}$$

$$c = (\text{CO}_2/\text{E}) \cdot (\text{E}/\text{WF}) \cdot \text{EW}$$

$$d = (\text{CO}_2/\text{E}) \cdot (\text{E}/\text{WF}) \cdot (\text{WF}/\text{EW})$$

CO<sub>2</sub> = direkte temperaturbereinigte CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen

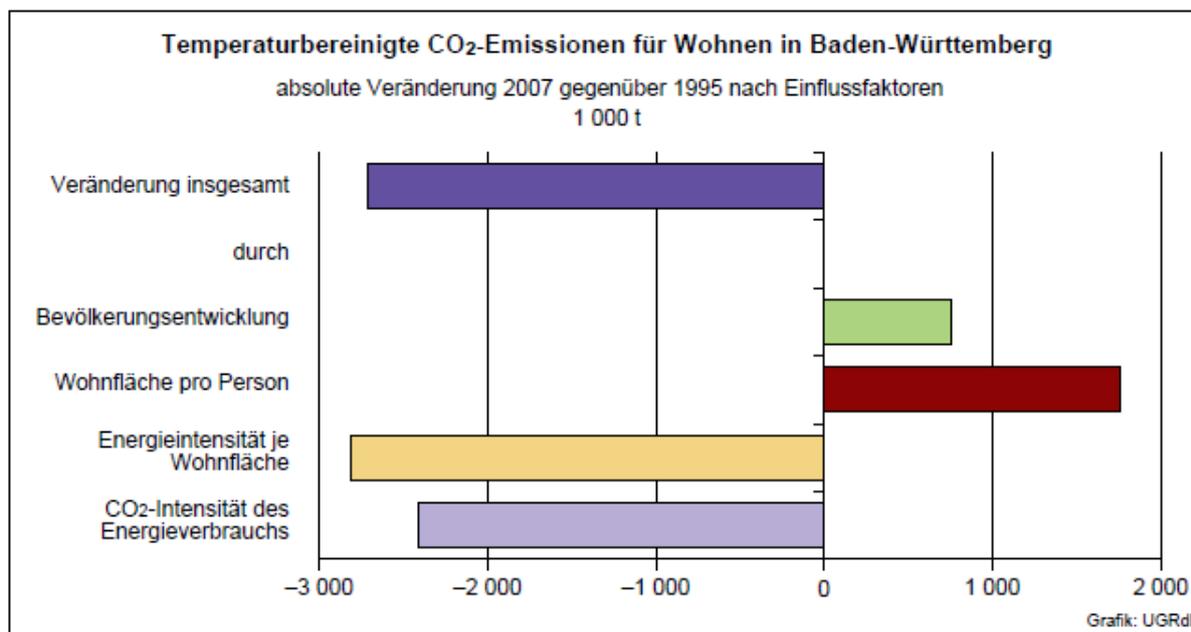
E = direkter temperaturbereinigter Energieverbrauch für Wohnen

WF = Wohnfläche

EW = Einwohner/-innen

Δ steht für die Differenz der einzelnen Faktoren zwischen zwei Zeitpunkten, in der Regel zwei Jahren. Seit 1995 liegen die Ergebnisse aus Rechenbereich I für fast alle

Bundesländer jährlich vor. Die oben beschriebene Berechnung wird jeweils für zwei aufeinanderfolgende Jahre durchgeführt. Ergebnisse liegen folglich für sämtliche Jahresschritte einzeln vor. Diese werden zuletzt zu einem Ergebnis für den gewünschten Betrachtungszeitraum aggregiert. Beispielhaft ist hier das Ergebnis für Baden-Württemberg für den Zeitraum 1995 bis 2007 aufgeführt (Schaubild). Dies lässt sich wie folgt interpretieren: Insgesamt sind die temperaturbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohnen im Zeitraum 1995 bis 2007 um gut 2,5 Millionen Tonnen zurückgegangen. Maßgeblich zu diesem Rückgang beigetragen haben die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs und die der Energieintensität pro Wohnfläche. Allein durch die Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Intensität des Energieverbrauchs konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 2 Millionen Tonnen gemindert werden. Diese Verbesserung ist vorwiegend durch die Substitution von leichtem Heizöl durch emissionsärmeres Erdgas erfolgt. Durch die Verbesserung der Energieintensität pro Wohnfläche hat sogar eine Verminderung um mehr als 2,5 Millionen Tonnen stattgefunden. Dem entgegengewirkt hat die zunehmende Bevölkerungszahl und vor allem die Zunahme der Wohnfläche pro Person. Wären alle anderen Faktoren gleich geblieben, hätte die Zunahme der Wohnfläche pro Person zu einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um knapp 2 Millionen Tonnen geführt.



### Berechnungsqualität

Mit dieser Methode werden alle verfügbaren Informationen optimal genutzt, sodass bei der gegebenen Datenlage für die Länderrechnung eine bestmögliche Genauigkeit erreicht wird. Was die Gewinnung der Ausgangsdaten zum Energieverbrauch der privaten Haushalte betrifft, sind die Hinweise zur Berechnungsqualität der [Methodenbeschreibung](#) Energiefluss- und Emissionsberechnung – Teil Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher zu beachten.

Bei der Dekompositionsanalyse ist zu beachten, dass je nach Datenlage und Untersuchungsziel beliebig viele Einflussfaktoren gewählt werden können. Es bleibt immer ein Einflussfaktor, der als Restgröße weitere nicht tiefergehend darstellbare Einflüsse zusammenfasst. Im vorliegenden Fall ist das der Faktor „Energieintensität je Wohnfläche“, der seinerseits beeinflusst ist sowohl durch die Qualität der Ergebnisse des temperaturbereinigten Energieverbrauchs als auch durch nicht darstellbare Effekte

wie die Lagerhaltung von leichtem Heizöl, das Heizverhalten, beeinflusst durch die Entwicklung der Energiepreise oder die verbesserte Dämmung der Gebäude. Die gewählten Einflussfaktoren und der Rechengang der Dekompositionsanalyse entsprechen den Vorgaben der entsprechenden Berechnungen auf Bundesebene.

Grundsätzlich ist zu bedenken, dass die stichprobenbedingten und die nicht stichprobenbedingten Fehler der verschiedenen Ausgangsstatistiken, die die Basis für die Energieflussrechnungen bilden, grundsätzlich auch in den UGR-Ergebnissen enthalten sein können. Näheres ist in den vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Qualitätsberichten der entsprechenden Erhebungen zu finden.

## Ergebnisse

Bundesland	Verfügbare Ergebnisse
Baden-Württemberg	Daten ab 1991 jährlich vorhanden
Bayern	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Berlin	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Brandenburg	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Bremen	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Hamburg	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Hessen	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Mecklenburg-Vorpommern	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Niedersachsen	Daten ab 1996 zweijährlich vorhanden
Nordrhein-Westfalen	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Rheinland-Pfalz	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Saarland	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Sachsen	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Sachsen-Anhalt	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Schleswig-Holstein	Daten ab 1995 jährlich vorhanden
Thüringen	Daten ab 1995 jährlich vorhanden

Da für Niedersachsen keine Energiebilanz des Jahres 1995 vorliegt, beziehen sich die Ergebnisse hier jeweils auf das Jahr 1996. Die Ergebnisse werden im Jahr t+3 in der Regel im Herbst veröffentlicht.

## Literaturhinweise

AG Energiebilanzen e. V. (Hrsg.), Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, o. O. o. J. ([www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de))

Helmut Mayer, Christine Flachmann: Energieverbrauch der privaten Haushalte 1995 bis 2006, in: Wirtschaft und Statistik 12/2008, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2009

Institut Wohnen und Umwelt: Gradtagszahlen in Deutschland (MS-Excel-Anwendung), [www.iwu.de](http://www.iwu.de), Darmstadt

Länderarbeitskreis Energiebilanzen: Zur Methodik der Energiebilanzen und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, [www.lak-energiebilanzen.de](http://www.lak-energiebilanzen.de)

Sabine Schmauz: Private Haushalte als Verursacher von Treibhausgasemissionen, in: Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder – Private Haushalte, Ökonomie, Ökologie – Analysen und Ergebnisse, Ausgabe 2009, Düsseldorf 2009

Steffen Seibel: Decomposition Analysis of Carbon Dioxide Emission Changes in Germany – Conceptual framework and empirical results, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, European Communities 2003

Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (VDEW): Endenergieverbrauch in Deutschland 2003, VDEW-Materialien M-16/2004, Berlin 2005

**Ansprechpartner/-in**

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Referatsleiterin

Birgit John

Tel.: 0711 641-2418

E-Mail: [UGRdl@stala.bwl.de](mailto:UGRdl@stala.bwl.de)

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Steffi Krenzke

Tel.: 0711 641-2157

E-Mail: [UGRdl@stala.bwl.de](mailto:UGRdl@stala.bwl.de)