

# **CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Stadt Heilbronn**

## **Fortschreibung für die Jahre 2008 bis 2011**

### **– Kurzbericht –**

Anfrage der

**Stadt Heilbronn – Planungs- und Baurechtsamt**

Erstellt durch:

**EEB ENERKO Energiewirtschaftliche  
Beratung GmbH**

Landstraße 20  
52457 Aldenhoven  
Tel.: +49 (02464) 971-3  
Fax: +49 (02464) 971-555  
Internet: [www.eeb-enerko.de](http://www.eeb-enerko.de)

**AVISO GmbH**

Am Hasselholz 15  
52074 Aachen  
+49 (0241) 470358-0  
+49 (0241) 470358-9  
[www.avisogmbh.de](http://www.avisogmbh.de)

Aldenhoven, den 29. Januar 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Energiebilanzen für das Stadtgebiet Heilbronn .....</b>	<b>3</b>
2.1	Wärmemarkt .....	3
2.2	Stromabsatz im Stadtgebiet Heilbronn .....	5
2.3	Nutzung Erneuerbarer Energien.....	6
2.3.1	Stromerzeugung.....	6
2.3.2	Wärmeerzeugung.....	10
2.4	Verkehr .....	12
<b>3</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Bilanzen .....</b>	<b>14</b>
3.1	CO <sub>2</sub> -Faktoren .....	14
3.2	Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	16
3.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Verkehr .....	18
3.4	CO <sub>2</sub> -Emissionen gesamt .....	20
3.5	Bemerkungen zu den Ergebnissen im Vergleich zum Klimaschutzkonzept 2010 .....	21
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>23</b>

## **1 Einleitung und Aufgabenstellung**

Die Stadt Heilbronn hat in den Jahren 2009/2010 ein integriertes Klimaschutzkonzept erarbeiten lassen und im Frühjahr 2010 vorgelegt. In diesem Konzept wurde eine CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Bezugsjahr 2007 und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1990 für den Endenergieverbrauch an Strom und Wärme in der Stadt und für den Verkehr erstellt.

Wesentliche Voraussetzung für das Monitoring der CO<sub>2</sub>-Entwicklung und die Umsetzung von Maßnahmen ist die Kenntnis der fortlaufenden Entwicklung. Vor diesem Hintergrund wurde die EEB Enerko von der Stadt Heilbronn beauftragt, eine Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 2008 bis 2011 zu erstellen.

Der vorliegende Kurzbericht dokumentiert die wesentlichen Ergebnisse dieser Fortschreibung. Neben den reinen CO<sub>2</sub>-Bilanzen wird darin auch Entwicklung bzgl. des Einsatzes erneuerbarer Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung dargestellt.

## 2 Energiebilanzen für das Stadtgebiet Heilbronn

Die Energiebilanzen für Heilbronn werden auf Basis von neuen Erhebungen bei den Versorgungsunternehmen bzw. Netzbetreibern, Statistiken und öffentlich zugänglichen Quellen (Internetportale) für die Jahre 2008 bis 2011 fortgeschrieben.

### 2.1 Wärmemarkt

Die Ermittlung der heizenergiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen folgt der im Klimaschutzkonzept zugrunde gelegten Systematik. Es werden alle Heizenergieeinsatzmengen bei Endkunden (Prozesse, Raumwärme, Brauchwarmwasser) differenziert nach den Energieträgern für die Jahre 2008 bis 2011 erhoben und mit den spezifischen CO<sub>2</sub>-Faktoren gewichtet.

Zur Ermittlung des Erdgaseinsatzes wurden die Erdgaslieferungsmengen an Endkunden durch das Verteilnetz der Heilbronner Versorgungs GmbH (HVG) abgefragt. Die Heizstrommengen basieren auf den Angaben des Stromnetzbetreibers Netzgesellschaft Heilbronn – Franken mbH (NHF).

Die Fernwärmemengen wurden abgefragt beim Betreiber EnBW. Dies sind Lieferungen an Direktkunden der EnBW (Industrie und Gewerbe) und die Liefermengen an die HVG als Weiterverteiler. Ergänzt werden diese Mengen durch die Angaben der HVG zur eigenen Fernwärmeerzeugung (Weipertstraße, Badener Hof und Kauffmannstraße) mit den zugehörigen Brennstoffeinsatzmengen. Doppelbilanzierungen beim Erdgaseinsatz werden damit vermieden.

Für die nicht leitungsgebundenen Heizenergeträger Heizöl, Kohle und Holz wird auf die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes ermittelten Daten des Wärmeatlas zurückgegriffen. Diese werden fortgeschrieben mit einem Reduzierungsansatz von 1,0% p.a. zur Berücksichtigung der mittleren jährlichen Einsparungen aus Gebäudesanierungen. Eine gebäudescharfe Fortschreibung des Wärmeatlas wurde aufgrund des dafür erforderlichen großen Aufwandes nicht vorgenommen.

Die Entwicklung des Heizenergeträgers Biomasse/Holz wird erfasst durch die Bilanzierung des seit 2007 gemäß dem Internetportal [www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de) im Stadtgebiet Heilbronn erfolgten Zubaus an Holzfeuerungsanlagen. Gleichmaßen wird die Entwicklung von solarthermischen Anlagen in Heilbronn berücksichtigt durch die Angaben im Internetportal [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de) (vgl. auch Abschnitt 2.3.2).

Mit diesen Bilanzierungen ergeben sich für den Heizenergiemarkt in Heilbronn in 2011 die in Abbildung 1 dargestellten Mengen und Anteile. Dominierender Heizenergeträger in Heilbronn ist weiterhin das Erdgas, gefolgt von Heizöl und Fernwärme. Die regenerativen Energieträger und der Heizstrom spielen eine untergeordnete Rolle.

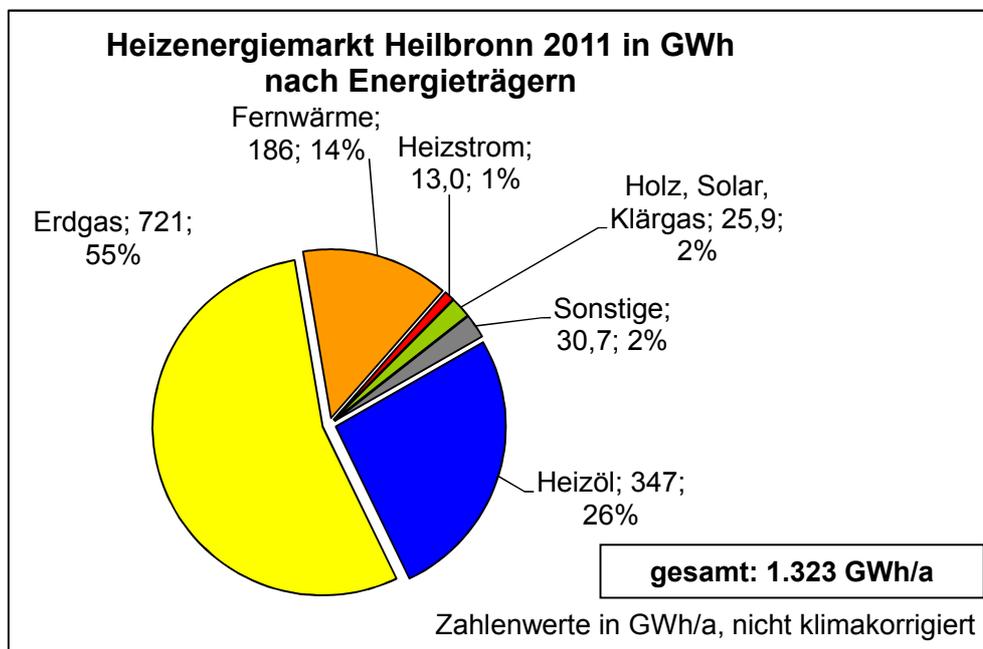
Die in Abbildung 1 dargestellten Heizenergiemengen sind nicht klimakorrigiert. Für die Ermittlung der zeitlichen Entwicklung des Heizenergieeinsatzes und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes seit 1990 werden die Heizenergieeinsatzmengen für Raumwärme klimakorrigiert. Dazu werden 80% des Heizenergieeinsatzes in den Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel Dienstleistungen mit den jeweiligen jährlichen Gradtagzahlen auf das langjährige Mittel der Gradtagzahlen (1970-2011) korrigiert. Die Heizenergie für Brauchwarmwasser (20%) und der Heizenergieeinsatz in

der Industrie (Prozesswärme) werden nicht klimakorrigiert. Die resultierende zeitliche Entwicklung des Heizenergieeinsatzes in Heilbronn seit 1990 ist in Abbildung 2 dargestellt. Es zeigt sich ein anhaltend rückläufiger Trend.

Die Ursache hierfür lässt sich jedoch nicht eindeutig zuordnen, da es eine Überlagerung mehrerer Effekte gibt (Zahlen gemäß städtischer Statistik bezogen auf den Zeitraum zwischen 2008 und 2011):

- Zunahme des Heizenergieverbrauchs im Wohn- und Gewerbebereich aufgrund Neubautätigkeit (rd. 60 neue Wohngebäude (Adressen) mit 400 Wohnungen und 55 neue Gebäude (Adressen) im gewerblichen und öffentlichen Bereich)
- Rückgang des Heizenergieverbrauchs aufgrund Abriss von Gebäuden/Objekten (rd. 70 Wohngebäude mit 180 Wohnungen bzw. 34 gewerbliche und öffentliche Gebäude/Objekte)
- Rückgang des Heizenergieverbrauchs aufgrund Erneuerung von Heizungsanlagen, effizienteren Nutzerverhaltens und Gebäudesanierungen
- Schwankungen im Bereich des Prozesswärmeverbrauchs (Gewerbe/Industrie); diese können sowohl konjunkturbedingt sein als auch durch Stilllegung oder Zubau von Betrieben oder Produktionslinien verursacht sein.

Eine Ursachenzuordnung der insgesamt zu beobachtenden Einsparungen ist nicht möglich. Hierfür wären Differenzbetrachtungen der Heizenergiemengen auf Adressebene erforderlich, d.h. die Aktualisierung des in 2007 erstellten Wärmetatlas für das Jahr 2011.



**Abbildung 1: Anteile der Heizenergieträger Heilbronn, 2011**

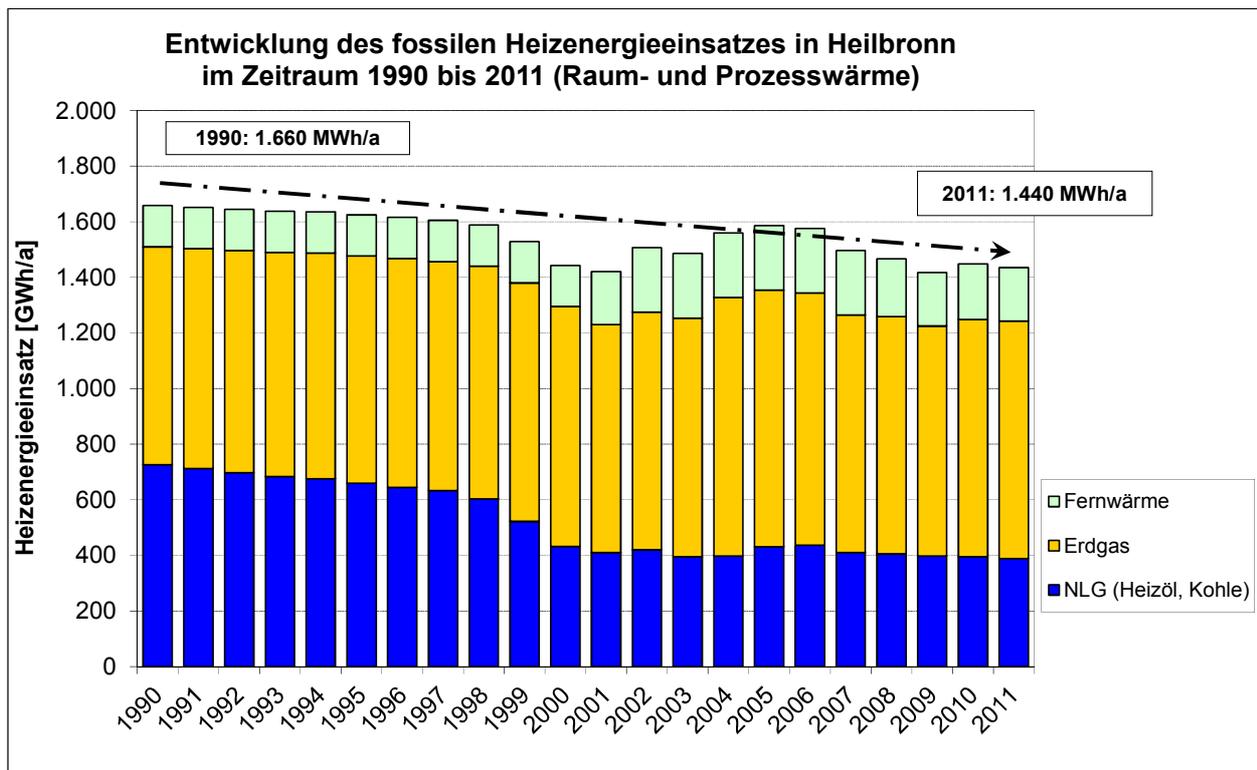


Abbildung 2: Entwicklung des Heizenergieeinsatzes 1990 bis 2011

## 2.2 Stromabsatz im Stadtgebiet Heilbronn

Die Fortschreibung des Stromverbrauchs in Heilbronn erfolgt auf Basis der Angaben des Verteilnetzbetreibers Netzgesellschaft Heilbronn – Franken mbH (NHF) über den Gesamtstromabsatz im Stadtgebiet Heilbronn für die Jahre 2008 bis 2011. Berücksichtigt wird hierbei der Stromeinsatz für Licht und Kraft ohne Heizstrom und ohne Strom für den Bahn-/Stadtbahnverkehr. Diese werden im Rahmen der Bilanzen zum Heizenergieeinsatz bzw. zum Verkehr berücksichtigt.

Die Entwicklung der Stromabsatzmengen von 1990 bis 2011 ist in Abbildung 3 dargestellt. Insgesamt zeigt sich seit 1990 bis 2011 ein Zuwachs von rd. 120 GWh/a bzw. 19% bezogen auf 1990. Der bis 2006 andauernde stetige Aufwärtstrend bis 2006 scheint sich abzuflachen. Der niedrige Wert in 2009 ist auf die Finanzkrise Ende 2008 und den nachfolgenden Konjunkturerinbruch zurückzuführen. Dies zeigt sich auch darin, dass insbesondere der Stromverbrauch der Sondervertragskunden – also der Sektoren Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) in 2009 rückläufig war. In 2010 und 2011 hat sich in diesem Bereich wieder der übliche Verbrauch von 530 bis 540 GWh/a eingestellt.

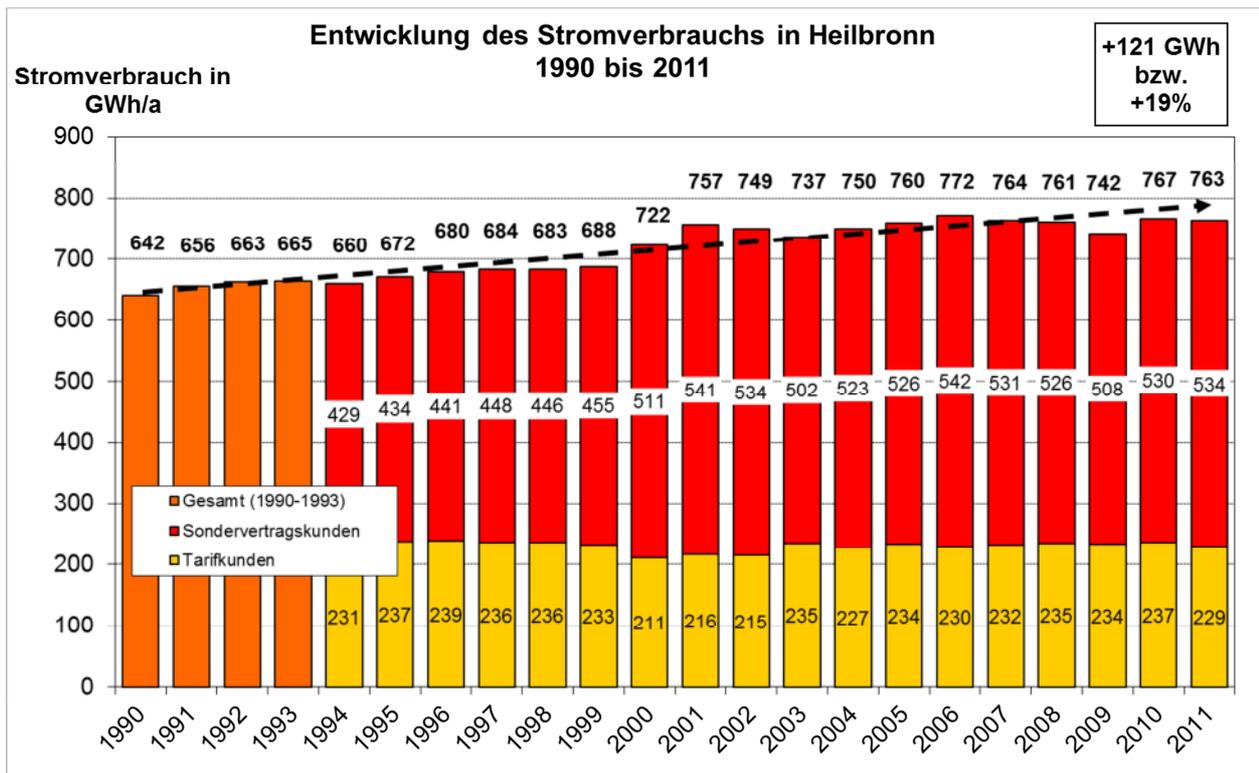


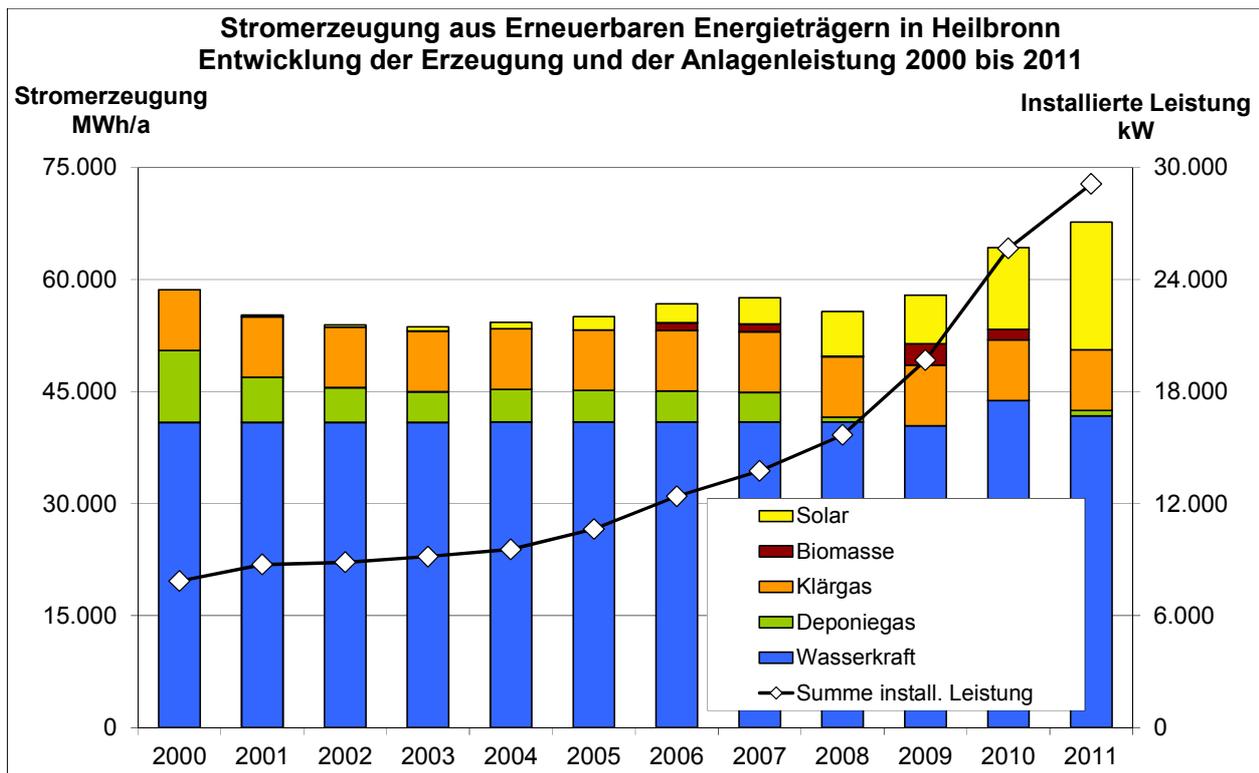
Abbildung 3: Entwicklung des Stromabsatzes 1990 bis 2011

## 2.3 Nutzung Erneuerbarer Energien

### 2.3.1 Stromerzeugung

Die Entwicklung der im Stadtgebiet Heilbronn installierten elektrischen Leistung und der jährlichen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ist in Abbildung 4 dargestellt. Seit 2008 bis zum Betrachtungsjahr 2011 hat sich die installierte elektrische Anlagenleistung von rd. 16 MW auf rd. 29 MW nahezu verdoppelt. Zurückzuführen ist dies im Wesentlichen auf den Zubau von Photovoltaik-Anlagen (PV). Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern insgesamt ist in demselben Zeitraum von rd. 56 GWh/a auf 71 GWh/a angestiegen, was einer Zunahme von rd. 26% entspricht.

Die bilanzierten Zahlen basieren auf den von der NHF zur Verfügung gestellten Daten zur Einspeisung von EEG-Anlagen im Stadtgebiet Heilbronn und auf den Veröffentlichungen zu EEG-Anlagen des Internet-Portals [www.energymap.de](http://www.energymap.de). Die Stromerzeugung im Klärgas-BHKW wird überwiegend zur Eigenstrombedarfsdeckung in der Kläranlage genutzt und nur Überschussstrom gem. EEG eingespeist. Hier wurde die Stromerzeugung daher basierend auf der installierten elektrischen Leistung mit einer jährlichen Auslastung von durchschnittlich 4.000 h/a ermittelt.

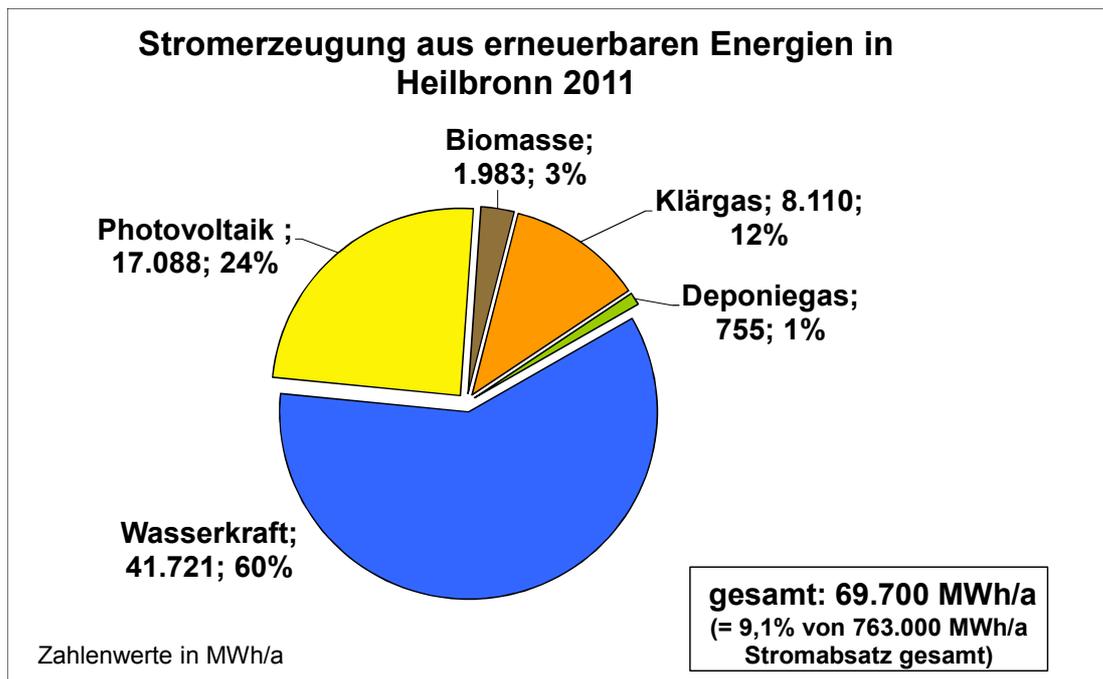


**Abbildung 4: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2000 bis 2011**

Mit rd. 60 % Anteil liefert die Wasserkraft weiterhin den größten Beitrag zur erneuerbaren Stromerzeugung in Heilbronn (vgl. Abbildung 5). Die Stromerzeugung aus PV-Anlagen hat die Stromerzeugung aus Klärgas in der Kläranlage überholt und trägt nun mit 24% zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bei.

Der Anteil der regenerativen Stromerzeugung am Gesamtstromverbrauch in Heilbronn lag im Jahr 2011 bei 9,1%. Dieser Wert liegt immer noch deutlich niedriger als der Anteil der erneuerbaren Energieträger am deutschen Strommix (20,5% in 2011). Da die durch den Stromeinsatz in Heilbronn verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß dem CO<sub>2</sub>-Faktor des bundesdeutschen Strommix ermittelt werden, erfolgt für die regenerative Stromerzeugung in Heilbronn keine separate CO<sub>2</sub>-Gutschrift. Die hier vorliegende Darstellung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern erfolgt also rein nachrichtlich.

Nach wie vor gibt es keine Windkraftanlagen (WKA) in Heilbronn. Aufgrund der geringen Windhöffigkeit nach dem Windenergieatlas Baden-Württemberg ist nicht zu erwarten, dass im Stadtkreis Heilbronn Windkraftanlagen realisiert werden. Die Stadt Heilbronn hat keine Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan gemäß Landesplanungsgesetz ausgewiesen.



**Abbildung 5: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2011**

Seit Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 hat dessen Fördersystematik mit langfristig hohen Vergütungssätzen für PV-Strom in Verbindung mit der stetigen Verringerung der Investitionskosten deutschlandweit zu einem enormen Anlagenzubau geführt.

Gemäß einer Untersuchung des BMU zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland (Abbildung 6) verlief der Zuwachs im Bereich Photovoltaik in den letzten Jahren besonders rasant. Im Zeitraum 2008 bis 2011 hat sich die installierte Leistung von 6 GWp auf 25 GWp mehr als vervierfacht!

Die hohen nationalen Wachstumsraten zeigen sich auch für die Stadt Heilbronn (Abbildung 7). Im Zeitraum 2008 bis 2011 ist die installierte Leistung von 6,7 MWp auf 20,2 MWp angestiegen und hat sich damit etwa verdreifacht. Damit fällt der Zubau in Heilbronn im Vergleich zum gesamten Bundesgebiet geringer aus.

Bezogen auf die installierte PV-Leistung je Einwohner steht Heilbronn im Vergleich zu Städten vergleichbarer Größenordnung in Baden-Württemberg jedoch weiterhin sehr gut da. Die Stromerzeugung aus PV ist aufgrund der niedrigen Vollbenutzungsstunden von 850-950 h/a allerdings gering. In Heilbronn wurden in 2011 rd. 17 GWh/a Solarstrom erzeugt, was einem Beitrag von rd. 2,5 % an der gesamten in Heilbronn verbrauchten Strommenge (763 GWh/a) entspricht.

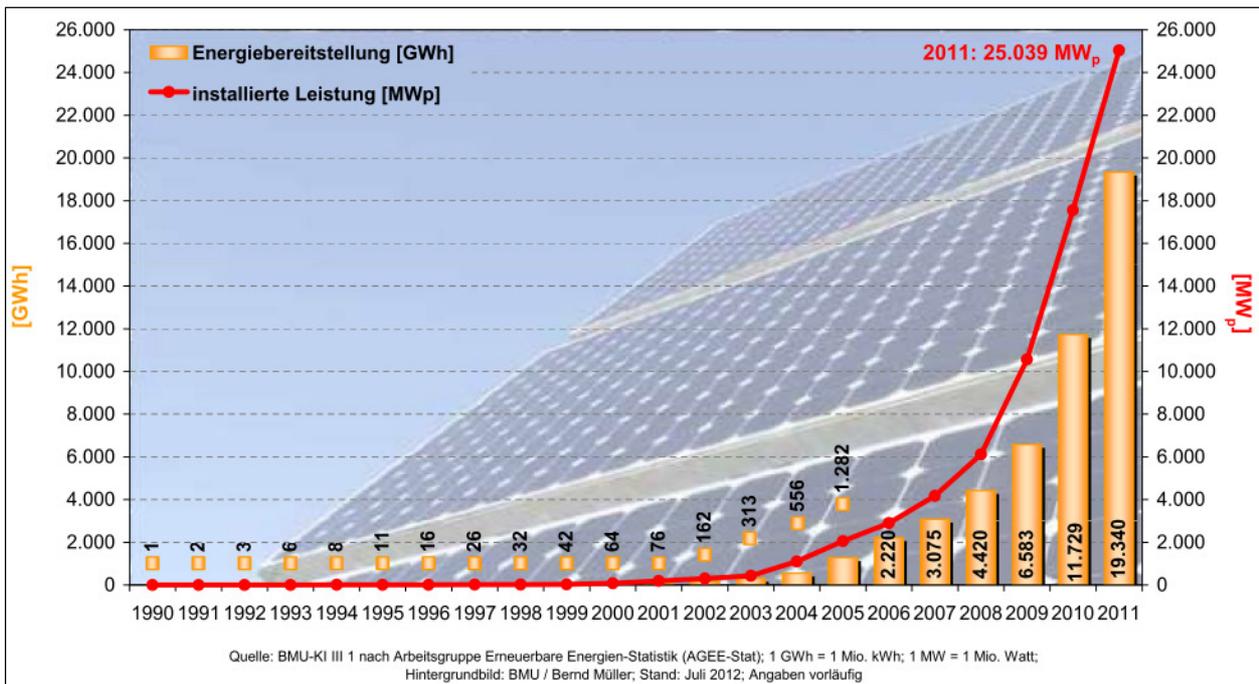


Abbildung 6: Entwicklung der Photovoltaik-Anlagen in Deutschland bis 2011

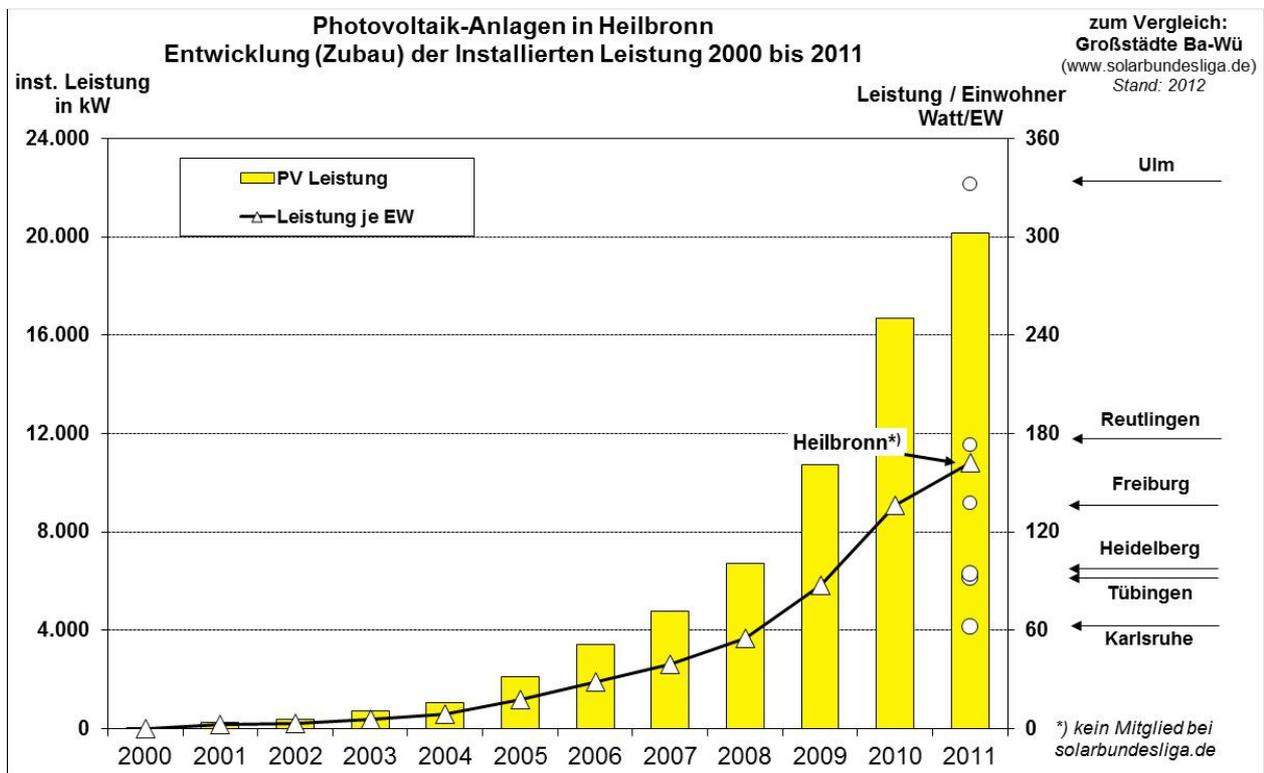


Abbildung 7: Entwicklung der Photovoltaik-Anlagen in Heilbronn 2000 bis 2011

### 2.3.2 Wärmeerzeugung

Die regenerative Wärmeerzeugung in Heilbronn resultiert, wie schon im Klimaschutzkonzept beschrieben, aus den BHKW-Anlagen zur Stromerzeugung aus Klärgas, Deponiegas und Rapsöl (Biomasse), aus holzgefeuerten Einzelöfen, Kaminen und Zentralheizungen sowie aus solarthermischen Anlagen. Hinzu kommt seit 2010 der dezentrale Einsatz von Bioerdgas-Produkten, die von Endkunden über das Erdgasnetz bezogen und in Heizungsanlagen eingesetzt werden.

Die Wärmeerzeugung der o.g. BHKW-Anlagen wurde wie im Klimaschutzkonzept unter Zugrundelegung plausibler elektrischer und thermischer Anlagenwirkungsgrade aus der Stromerzeugung dieser Anlagen abgeleitet.

Für die Zentralheizungsanlagen mit Holz und die thermischen Solaranlagen wurden die auf den vom BMU unterstützten Informations-Portalen [www.biomasse-atlas.de](http://www.biomasse-atlas.de) und [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de) verfügbaren anlagenscharfen Daten ausgewertet. Weiterhin wurde die Wärmeerzeugung in holzgefeuerten Einzelöfen und Kaminen anhand spezifischer Kennzahlen des Biomasse-Einsatzes im Wärmemarkt in Deutschland gem. Daten des BMU fortgeschrieben.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die Anteile der einzelnen Energieträger für das Jahr 2011. Es wurden knapp 26 GWh Wärme aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Das sind rd. 2% des gesamten Wärmemarktes in Heilbronn.

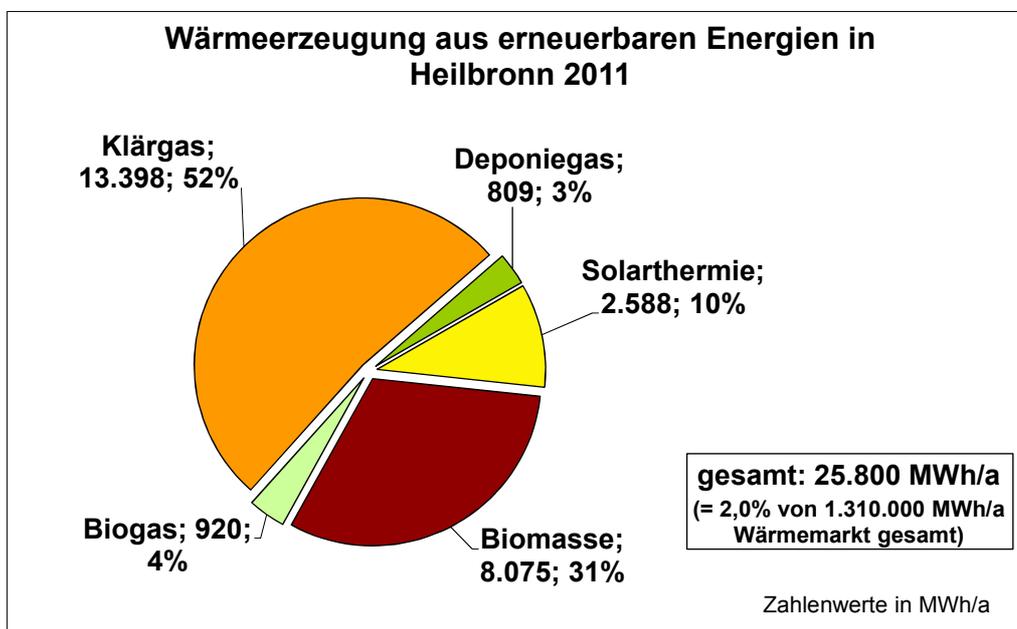


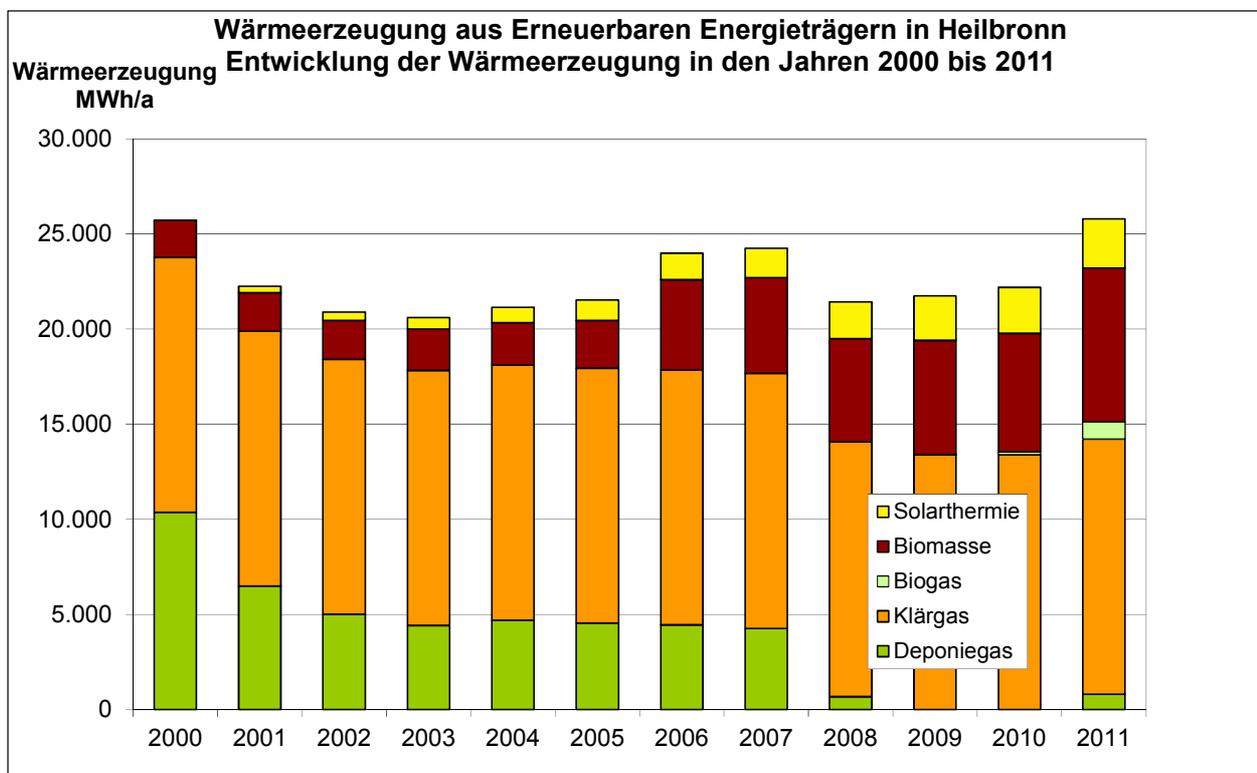
Abbildung 8: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2011

In Abbildung 9 ist die zeitliche Entwicklung der Wärmeerzeugung aus regenerativen Energieträgern seit dem Jahr 2000 dargestellt. Aufgrund des Rückganges der Deponiegasaufkommens und dessen möglicher Nutzung zeigt sich die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträ-

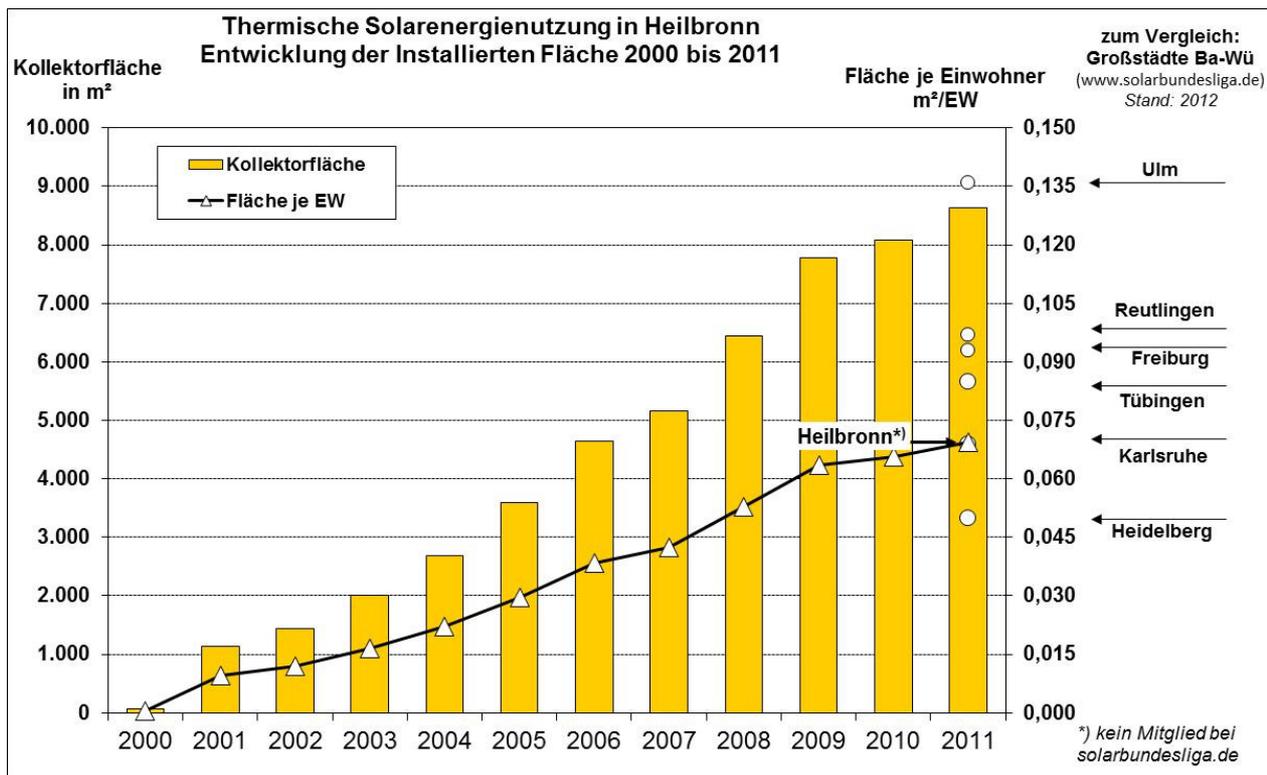
gern in 2011 trotz steigender Anteile von Solarthermie und Biomasse auf demselben Niveau wie im Jahr 2000.

Die Entwicklung der in Heilbronn installierten solarthermischen Anlagen zur Brauchwarmwassererzeugung und zur Heizungsunterstützung zeigt Abbildung 10. Hier ist auch weiterhin ein stetiger Zubau zu verzeichnen, so dass sich Heilbronn ähnlich wie bei der Photovoltaik auf vergleichbarem Niveau wie andere Großstädte in Baden-Württemberg befindet. Der Zubau hat sich jedoch in den letzten zwei Jahren verlangsamt.

Der positive CO<sub>2</sub>-Effekt der Nutzung erneuerbarer Energieträger im Wärmemarkt wird im Rahmen der Bilanzierung – anders als bei der Strombilanzierung – durch die örtliche Verdrängung fossiler Heizenergieträger direkt einsparungswirksam.



**Abbildung 9: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien 2000 bis 2011**



**Abbildung 10: Zubau der solarthermischen Anlagen in Heilbronn 2000 bis 2011**

## 2.4 Verkehr

Gegenüber der Bilanzierung im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes werden im Rahmen der vorliegenden Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanz gemäß dem Territorialprinzip die durch den Stromverbrauch der elektrisch betriebenen Schienenverkehrs verursachten Emissionen mitbilanziert. Bei Unterscheidung des Stromeinsatzes Stadtbahn / Deutsche Bahn wird diese Bilanzierung zurück bis ins Startjahr 1990 vorgenommen. Hieraus ergeben sich rechnerische Abweichungen gegenüber den im Klimaschutzkonzept 2010 für 1990 dargestellten Emissionsmengen (vgl. Abschnitt 3.5 in diesem Bericht).

Die Abbildung 11 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr nach Energieträgern zwischen 2007 und 2011. Betrachtet man den Verkehr ohne die durch das Gemarkungsgebiet verlaufende Autobahn, so beläuft sich der Energieverbrauch 2011 auf 567.813 MWh, was einer Minderung bezogen auf 2007 von -4,4% gleichkommt.

Hinter diesen Zahlen stehen folgende Entwicklungen. Der Verkehr hat auf den Nicht-Autobahnen zwischen 2007 und 2011 um rd. -2,3% abgenommen. D.h., die -2,3% korrespondieren mit den -4,4%. Folglich sind die über die Fahrleistungsrückgänge hinaus gehenden Verbrauchsrückgänge auf Effizienzgewinne, sprich geringere spezifische Kraftstoffverbräuche durch die Modernisierung der Kraftfahrzeugflotte zurückzuführen. Der Anteil der Biokraftstoffe am Verbrauch hat sich hingegen im betrachteten Zeitraum nicht erhöht.

Mit etwa 94% bleibt der Straßenverkehr der mit Abstand größte Energieverbraucher, auch ohne die Einbeziehung des Verbrauchs auf der Autobahn, gefolgt vom Schienenverkehr mit etwas

über 4% und dem Binnenschiffsverkehr von unter 2%. An dieser Verteilung hat weder eine verringerte Zugleistung der Stadtbahn in der Innenstadt um -6,7% und eine Erhöhung des schiene-seitigen Umschlags bei der Hafen- und Industriebahn um etwa 2,3%, noch die Abnahme des wasserseitigen Hafenumschlags um -4,8% zwischen 2007 und 2011 grundlegend etwas geändert.

Betrachtet man den Straßenverkehr unter Einbeziehung der A6, so ergibt sich hier ein Verbrauchsrückgang von -3,2%. Dahinter steckt eine auf der Autobahn um knapp 15% gewachsene Fahrleistung, was per Saldo über alle Straßen in der Gemarkung Heilbronn zu einem leichten Zuwachs der Fahrleistung von 1,7% geführt hat.

Endenergieverbrauch		Schiene/SPNV	BischiFF	Straße (o.BAB)	Verkehr ges. (o.BAB)	Straße (m.BAB)	Verkehr ges. (m.BAB)
2007	KV (t/a)	181,2	852,9	47.009	48.043	67.402	68.436
	Strom (MWh/a)	23.662	-	-	23.662	-	23.662
	<b>EEV (MWh/a)</b>	<b>25.813</b>	<b>10.128</b>	<b>558.193</b>	<b>594.133</b>	<b>800.352</b>	<b>836.293</b>
2011	KV (t/a)	181,2	831,4	44.826	45.839	65.262	66.275
	Strom (MWh/a)	23.515	-	-	23.515	-	23.515
	<b>EEV (MWh/a)</b>	<b>25.667</b>	<b>9.872</b>	<b>532.275</b>	<b>567.813</b>	<b>774.937</b>	<b>810.475</b>
2011/07	ΔKV (%)	0,0%	-2,5%	-4,6%	-4,6%	-3,2%	-3,2%
	ΔStrom (%)	-0,6%	-	-	-0,6%	-	-0,6%
	<b>ΔEEV (%)</b>	<b>-0,6%</b>	<b>-2,5%</b>	<b>-4,6%</b>	<b>-4,4%</b>	<b>-3,2%</b>	<b>-3,1%</b>

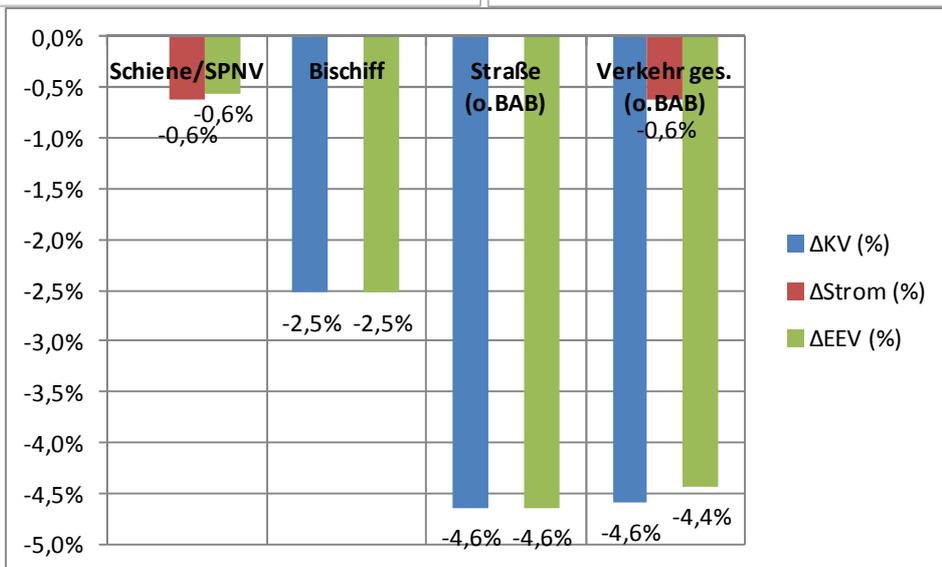
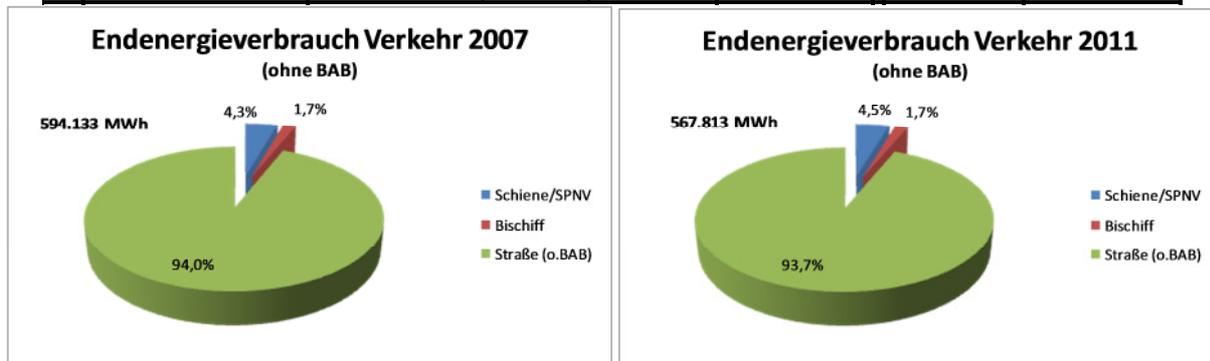


Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr 2007 bis 2011

### 3 CO<sub>2</sub>-Bilanzen

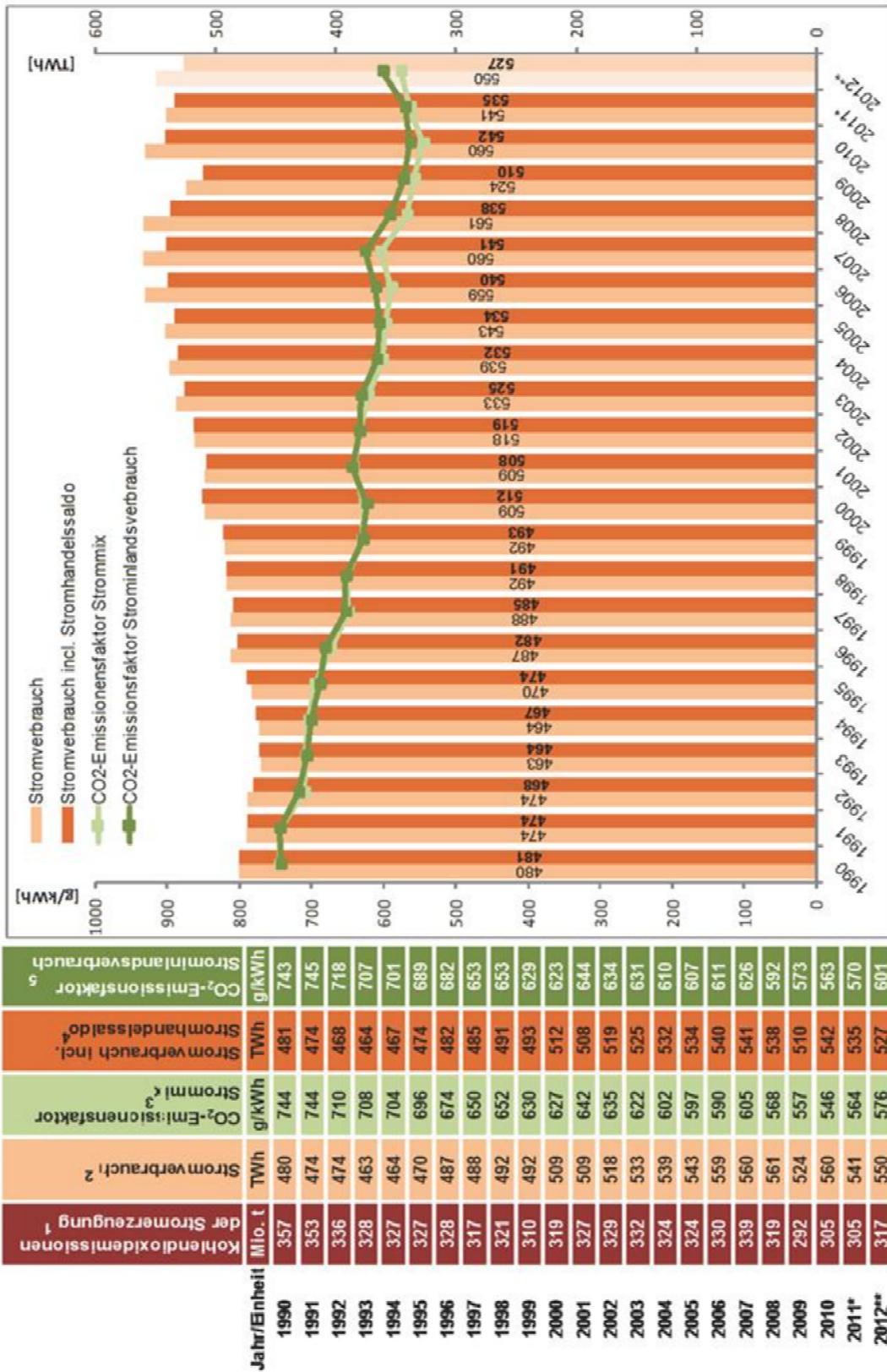
#### 3.1 CO<sub>2</sub>-Faktoren

Die CO<sub>2</sub>-Faktoren zur Ermittlung der Emissionen aus den eingesetzten Energie- und Kraftstoffmengen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Analog dem Vorgehen im Klimaschutzkonzept werden die direkten brennstoffbedingten Emissionen ohne Berücksichtigung der Vorketten und der Äquivalente aus Methan und N<sub>2</sub>O angesetzt. Die Emissionen des Strombezugs aus dem Netz wurden gemäß der Fortschreibung durch das BMU für den deutschen Strommix angesetzt (vgl. Abbildung 13, Emissionsfaktor Strommix).

Verwendete CO <sub>2</sub> -Faktoren in kg CO <sub>2</sub> je kWh Endenergie	Direkt IPCC CO <sub>2</sub>					Quelle / Bemerkung
	2007	2008	2009	2010	2011	
<b>Endenergie Wärme</b> Erdgas			0,202			Brennstoff-CO <sub>2</sub> , Erdgas frei HH-KV
<b>bzw. Brennstoff</b> Heizöl			0,266			Brennstoff-CO <sub>2</sub> : Öl-Heicht frei HH/KV
Festbrennst. (Kohle)			0,335			Brennstoff-CO <sub>2</sub> (Mittelwert Import-SK/heimische SK)
Fernwärme EnBW	0,248	0,258	0,262	0,218	0,235	Angaben EnBW, inkl. Netzverluste
Fernwärme HVG			0,261			aus Brennstoffeinsatz Erdgas in Kesseln der HVG
<b>Endenergie Strom</b>	0,605	0,568	0,557	0,546	0,564	UBA spez. Emission für deutschen Strommix frei Endverbr.
<b>Kraftstoffe</b> Benzin	0,2495					
Diesel	0,2660					

**Abbildung 12: Emissionsfaktoren in kg/kWh Endenergie**

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2011 und erste Schätzungen 2012 im Vergleich zum Stromverbrauch



Umwelt Bundes Amt  
für Klimaschutz und Umwelt

Stand 02/2013

Strommix inklusive fossiler, nuklearer und erneuerbarer Energieträger

\*vorläufige Angaben  
\*\*erste Schätzungen

1 UBA Berechnungen auf Grundlage des deutschen Treibhausgasinventars (1990-2011)

2 Stromverbrauch = Bruttostromerzeugung - Kraftwerkseigenverbrauch - Pumpstrom - Leitungsverluste

3 UBA-Berechnungen auf Grundlage von Daten der Emissionsinventare auf Datenbasis der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Veröffentlichung AGEB 2012/Energiebilanz 2010) und des statist. Bundesamtes

4 Stromverbrauch inklusive Stromhandelsaldo = Bruttostromerzeugung - Kraftwerkseigenverbrauch - Pumpstrom - Leitungsverluste + Stromerzeugung - Stromausfuhr

5 UBA Berechnungen unter Berücksichtigung des Stromhandelsaldos.

Abbildung 13: Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des deutschen Strommix

### 3.2 Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Basierend auf den Energiebilanzen für Strom und Heizenergie wurden mit den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren die CO<sub>2</sub>-Emissionen im zeitlichen Verlauf seit 1990 bis 2011 ermittelt.

Trotz eines steigenden Stromverbrauchs seit 1990 bis 2011 von 19 % (vgl. Abbildung 3) sanken in Heilbronn in demselben Zeitraum die strombedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um knapp 10% von 478.000 t/a auf 430.000 t/a.

Ursache hierfür ist der seit 1990 fast stetig fallende Emissionsfaktor im deutschen Strommix, hauptsächlich bedingt durch einen geringeren Einsatz emissionsintensiver Brennstoffe (Braunkohle, Steinkohle), eine zunehmende Energieeffizienz (höhere Kraftwerkswirkungsgrade, verstärkter Einsatz von KWK-Technik) und einen größeren Anteil erneuerbarer Energieträger an der Stromproduktion (Windkraft, Photovoltaik, Biomasse).

Die heizenergiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2011 sind in Abbildung 15 dargestellt. Auch hier ist eine rückläufige Tendenz zu beobachten. Diese ist bedingt durch die Erneuerung von Heizungsanlagen, effizienteres Nutzerverhalten und Sanierungen im Gebäudebestand, vermehrten Einsatz von CO<sub>2</sub>-armem Erdgas und Fernwärme an Stelle von Heizöl und Kohle, aber auch Rückgang des Prozesswärmebedarfs in der Industrie.

Insgesamt zeigt sich für den Strom- und Heizenergiemarkt in Heilbronn damit ein recht deutlicher Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 11% von rd. 870.000 t/a in 1990 auf 754.000 t/a in 2011 (vgl. Abbildung 16).

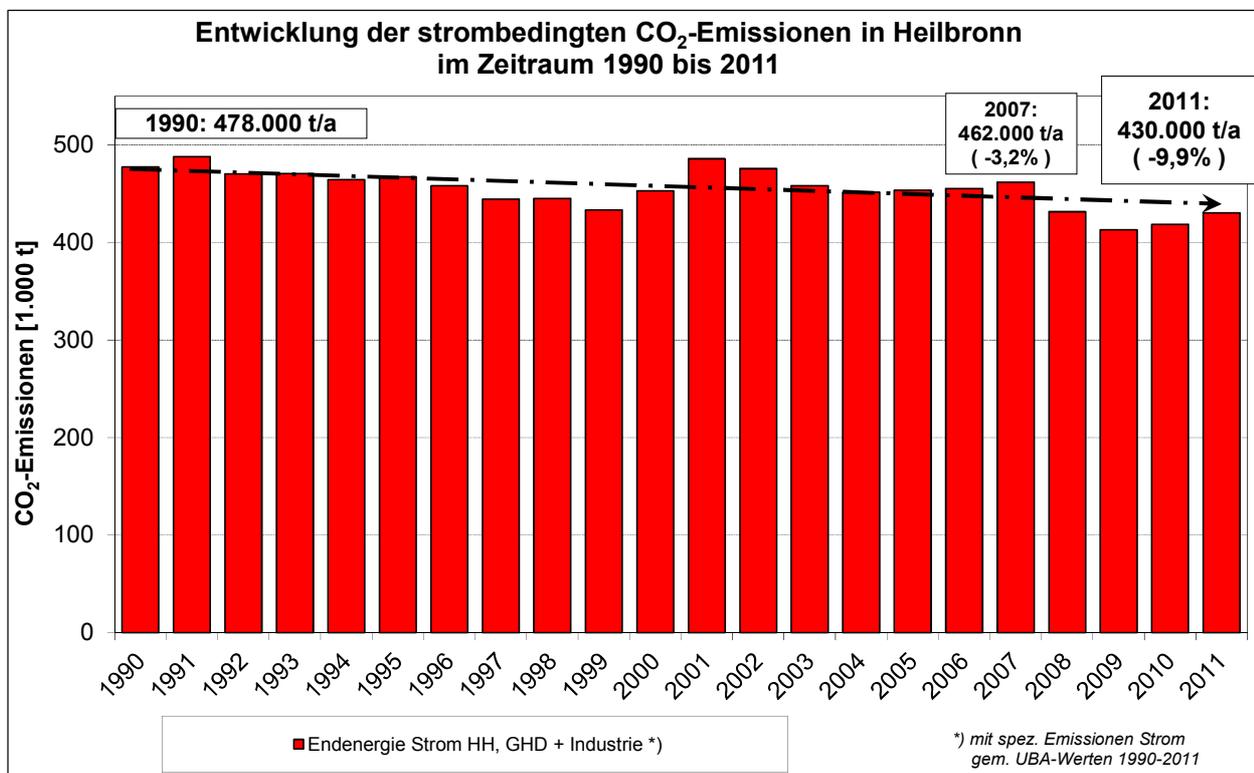


Abbildung 14: Entwicklung der strombedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2011

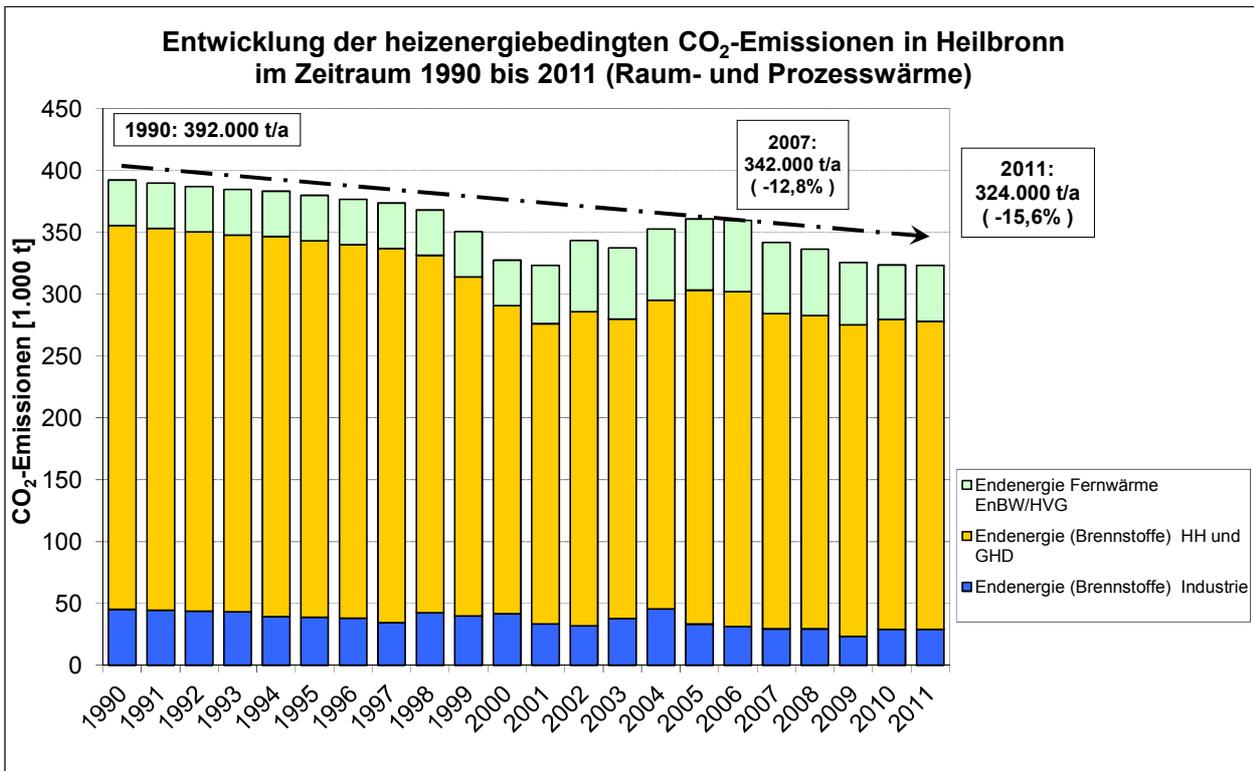


Abbildung 15: Entwicklung der heizenergiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2011

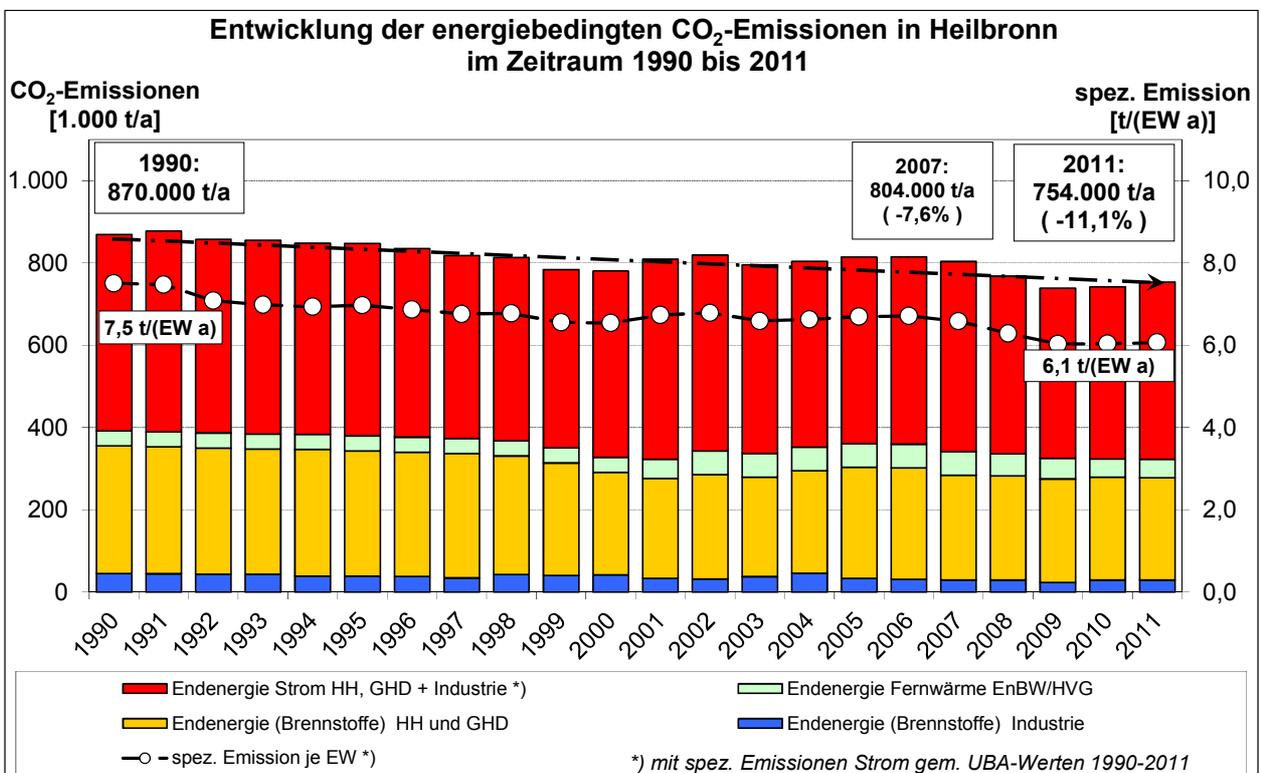


Abbildung 16: Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2011

### 3.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr

Die sich aufgrund der weiter oben dargestellten Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr nach den verschiedenen Energieträgern ergebende Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigen die Abbildungen 17 bis 19. Für 2011 ergibt sich insgesamt ein Ausstoß im Verkehr von knapp 147 kt CO<sub>2</sub>. Unter Einbeziehung des Stromverbrauchs im Schienenverkehr ergibt sich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Endenergieverbrauch eine etwas höhere Reduktion von -4,9% aufgrund des verbesserten, emissionsärmeren Strommixes in 2011. Dennoch liegt der Anteil des Schienenverkehrs an den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr aufgrund des dominanten Stromanteils beim Verbrauch in beiden Jahren bei über 9% und damit etwa doppelt so hoch wie der Anteil des Energieverbrauchs des Schienenverkehrs bezogen auf den gesamten Endenergieeinsatz im Verkehr (vgl. Abbildung 11).

Für den Straßenverkehr insgesamt, mit der A6, ergibt sich eine Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von -3,2% entsprechend der Verbrauchsreduktion. Im Jahr 2011 wurde zwar bundesweit schrittweise der neue Ottokraftstoff E10 mit einem erhöhten Bioethanol-Anteil von bis zu 10% eingeführt. Die Entwicklung der E10-Absatzmengen verlief jedoch aufgrund der Verunsicherung über die Eignung für die Motoren im PKW-Bestand sehr schleppend. Insgesamt war zwischen 2010 und 2011 in Deutschland nur eine Steigerung der E10-Beimischungen zum Otto-Kraftstoff von 1,026 Mio.t auf 1,054 Mio.t bzw. von 5,23% auf 5,38% zu verzeichnen (vgl. [de.wikipedia.org/wiki/E10\\_\(Kraftstoff\)](http://de.wikipedia.org/wiki/E10_(Kraftstoff))). Bezogen auf den Kraftstoffeinsatz im Verkehr in Heilbronn hat die Verlagerung von E5 zu E10 daher nur zu CO<sub>2</sub>-Einsparungen von gut 10 t/a geführt.

CO2 (t/a)		Schiene/SPNV	BischiFF	Straße (o.BAB)	Verkehr ges. (o.BAB)	Straße (m.BAB)	Verkehr ges. (m.BAB)
2007	Kraftstoffe	560	2.552	136.716	139.828	196.027	199.139
	Strom	14.315	-	-	14.315	-	14.315
	<b>Summe</b>	<b>14.875</b>	<b>2.552</b>	<b>136.716</b>	<b>154.143</b>	<b>196.027</b>	<b>213.454</b>
2011	Kraftstoffe	530	2.430	130.368	133.328	189.802	192.762
	Strom	13.262	-	-	13.262	-	13.262
	<b>Summe</b>	<b>13.792</b>	<b>2.430</b>	<b>130.368</b>	<b>146.590</b>	<b>189.802</b>	<b>206.024</b>
2011/07	ΔKraftstoffe	-5,4%	-4,8%	-4,6%	-4,6%	-3,2%	-3,2%
	ΔStrom	-7,4%	-	-	-7,4%	-	-7,4%
	<b>ΔSumme</b>	<b>-7,3%</b>	<b>-4,8%</b>	<b>-4,6%</b>	<b>-4,9%</b>	<b>-3,2%</b>	<b>-3,5%</b>

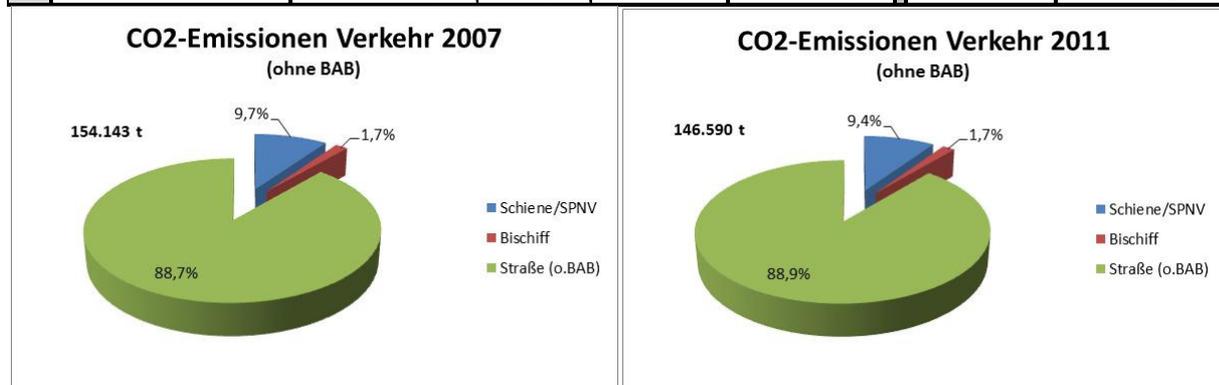


Abbildung 17: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr zwischen 2007 und 2011

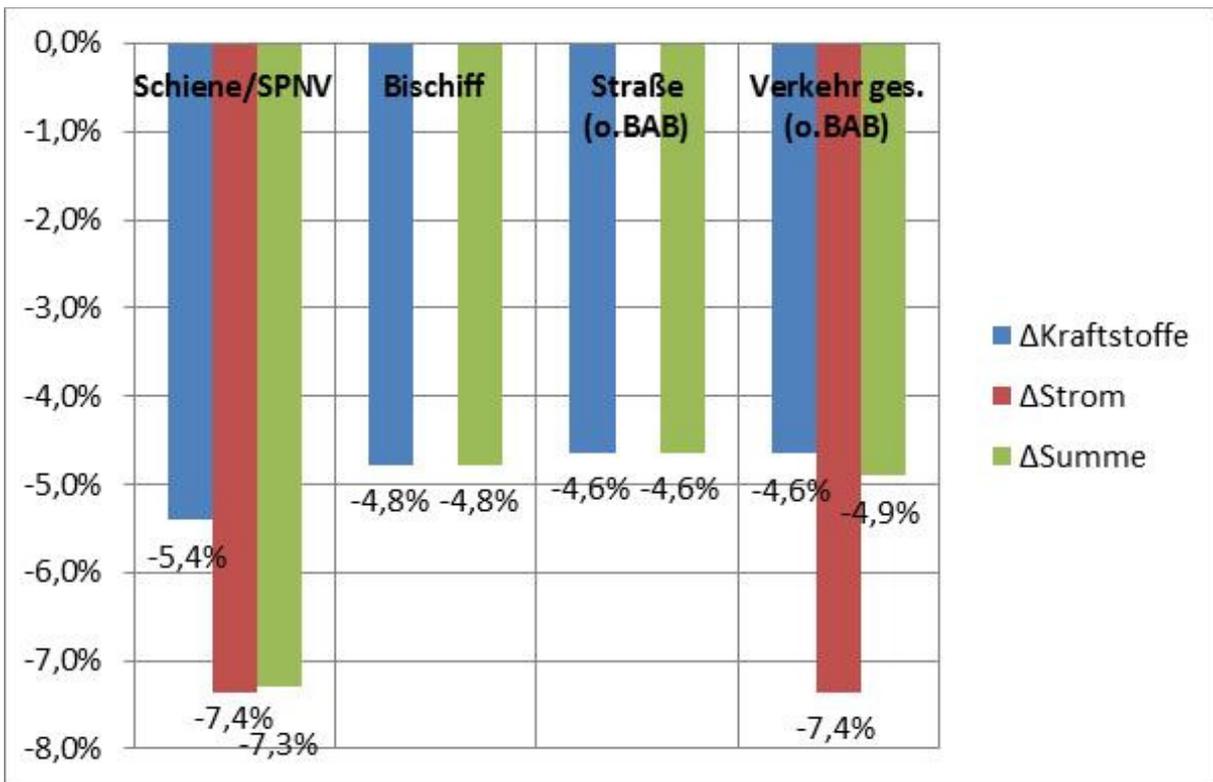


Abbildung 18: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr 2011 zu 2007

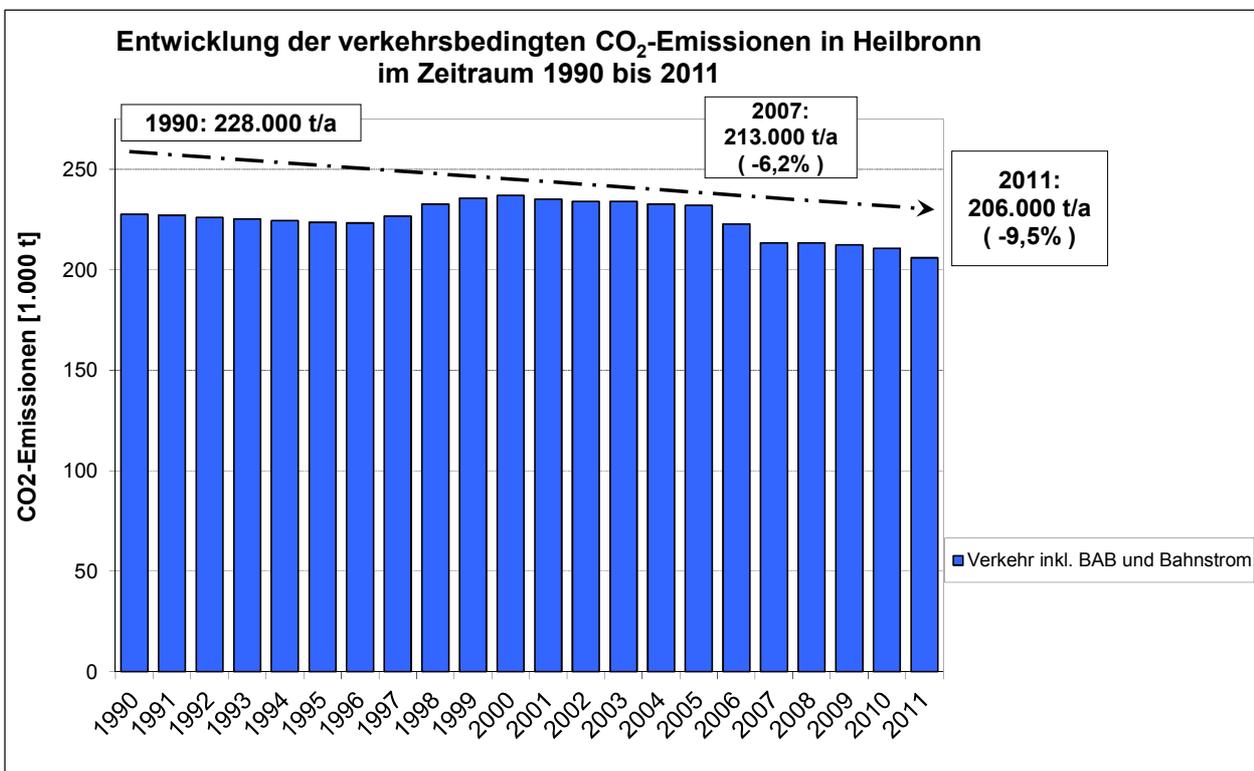
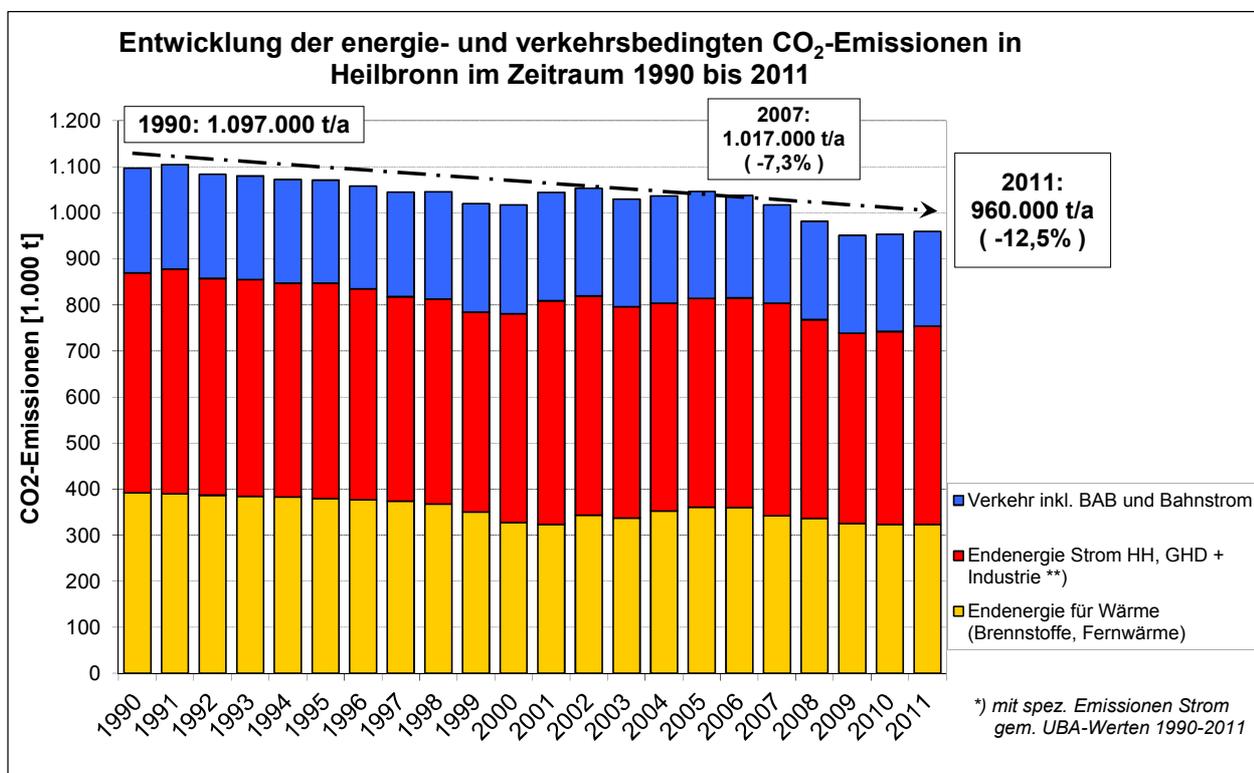


Abbildung 19: Entwicklung der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2011

### 3.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen gesamt

Insgesamt ergibt sich bei Summierung der energie- und verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Entwicklung seit 1990 das in Abbildung 20 dargestellte Bild. Bis zum Jahr 2007 zeigt sich eine Einsparung von knapp 8 % von knapp 1,1 Mio.t/a auf rd. 1 Mio.t/a. Im weiteren Verlauf bis zum Jahr 2011 ist ein Rückgang auf 0,96 Mio.t/a zu verzeichnen bzw. bezogen auf 1990 eine Einsparung von knapp 12,5 %.

Insgesamt ist die jüngste Entwicklung hinsichtlich des Klimaschutzes sehr erfreulich. Bis zu der auf Bundesebene bis zum Jahr 2020 angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduzierung um 30% gegenüber dem Niveau von 1990 ist es jedoch ein weiter, wenngleich zeitlich sehr überschaubarer Weg.



**Abbildung 20: Entwicklung der energie- und verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2011**

Eine Ursache-Wirkungs-Analyse der einzelnen Bereiche Heizenergie, Strom und Verkehr zeigt, dass nur im Heizenergiebereich tatsächlich die Nachfrage durch die Erneuerung von Heizungsanlagen, effizienteres Nutzerverhalten und Gebäudesanierungen bzw. Abriss und Neubau von (Wohn-)Gebäuden sowie möglicherweise auch durch Rückgang des Prozesswärmebedarfes gedrosselt wurde.

Die Fahrleistung im Straßenverkehr insgesamt hat gegenüber 2007 leicht zugenommen, auf der Autobahn sogar sehr deutlich. Der Rückgang im Energieverbrauch des motorisierten Straßenverkehrs ist ausschließlich auf die Modernisierung der Kraftfahrzeugflotte mit geringeren spezifischen Kraftstoffverbräuchen zurückzuführen.

Ebenso hat im Strombereich der Verbrauch eher zugenommen, das Wachstum scheint allenfalls etwas gebremst zu sein. Der Rückgang der Emissionen ist hier ausschließlich auf Gesamtwirkungen im Bundesgebiet mit CO<sub>2</sub>-ärmerem Strommix zurückzuführen.

Diese Zusammenhänge zeigen, dass der Fokus neben den Sanierungsbemühungen im Gebäudestand weiterhin vor allem auf Maßnahmen zur Stromeinsparung und zur Reduzierung des motorisierten Straßenverkehrs gerichtet sein sollte.

### 3.5 Bemerkungen zu den Ergebnissen im Vergleich zum Klimaschutzkonzept 2010

Im Rahmen der Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden verschiedenen Aktualisierungen der Berechnungsgrundlagen vorgenommen, die auch Rückwirkungen auf die rechnerischen CO<sub>2</sub>-Bilanzen der zurückliegenden Jahre haben. Die in den in den vorhergehenden Abschnitten dieses Berichts gezeigten Grafiken dargestellten CO<sub>2</sub>-Mengen der Jahre 1990 und 2007 haben sich daher gegenüber den im Klimaschutzkonzept genannten Zahlen geringfügig verändert.

Es folgen einige Erläuterungen zu diesen Aktualisierungen und zu den resultierenden Abweichungen gegenüber den Bilanzen aus dem Klimaschutzkonzept (KSK):

- 1) Heizenergiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. KSK Seite 41 / Abbildung 37 bzw. dieser Bericht Seite 17 / Abbildung 15):
  - Die Klimabereinigung der Heizenergieverbrauchsmengen wurde fortgeschrieben vom langjährigen Mittel 1990-2007 (3.787 kd/a) auf 1990-2011 (3.767 kd/a).
  - Die Bezugsgradtagzahl ist nun etwas niedriger als im KSK und damit sind die klimabereinigten Heizenergieverbrauchsmengen und CO<sub>2</sub>-Emissionen ebenfalls etwas geringer (-500 t/a).
  - Die Zahlen in den CO<sub>2</sub>-Grafiken sind jeweils auf volle 1.000 t/a gerundet worden, so dass die Emissionen für das Jahr 1990 in der Fortschreibung um 1.000 t/a niedriger liegen als im KSK.
- 2) Strombedingte Emissionen (ohne Verkehr, vgl. KSK Seite 41 / Abbildung 38 bzw. dieser Bericht Seite 16 / Abbildung 14):
  - Das UBA hat von 2009 auf 2010 die veröffentlichten historischen Werte 1990 ff. für den Strommix und dessen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen geändert. Diese Änderung konnte in der CO<sub>2</sub>-Bilanz des KSK nicht mehr berücksichtigt werden und wurde nun nachgeholt.
  - Dies führt dazu, dass die historischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Stromeinsatz in der Fortschreibung für 1990 um rd. 12.000 t/a höher liegen als im KSK.

Mit diesen Änderungen liegen die historischen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für 1990 gemäß der Fortschreibung um 11.000 t höher als im KSK (vgl. KSK Seite 42 / Abbildung 39 bzw. dieser Bericht Seite 17 / Abbildung 16).

- 3) Verkehrsbedingte Emissionen, Bereich Bahnstrom und Stadtbahn und Gesamtemissionen (vgl. KSK Seite 46 / Abbildung 43 bzw. dieser Bericht Seite 20 / Abbildung 20)

- Gemäß dem Territorialprinzip werden im vorliegenden Bericht die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Stromverbrauch des Verkehrs mitbilanziert (Bahnstrom, seit 2001 auch Stadtbahn). Im KSK waren diese nicht mitbilanziert worden.
- Aus der Mitbilanzierung ergeben sich gegenüber dem KSK für 1990 zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von rd. 19.000 t/a bzw. für 2007 17.000 t/a (vgl. KSK Seite 46 / Abbildung 43 bzw. dieser Bericht Seite 20 / Abbildung 20).

Insgesamt ergeben sich aus den Anpassungen gegenüber dem Stand KSK für 1990 Mehremissionen von 30.000 t/a bzw. für 2007 17.000 t/a.

**Abkürzungsverzeichnis**

BAB	Bundesautobahn
BHKW	Blockheizkraftwerk
BiSchiff	Binnenschifffahrt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EW	Einwohner
GHD	Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
HH	Haushalte
HVG	Heilbronner Versorgungs GmbH
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)
kt	Kilotonnen (1.000 t)
KV	Kraftstoffverbrauch
KV	Kleinverbraucher (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Öffentliche Gebäude)
kWh	Kilowattstunde
kWh/m <sup>2</sup>	Kilowattstunde pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MW	Megawatt
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
NHF	Netzgesellschaft Heilbronn-Franken mbH
NLG	Nicht leitungsgebundene Heizenergieträger
PV	Photovoltaik
SK	Steinkohle
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
t CO <sub>2</sub> /a	Tonnen CO <sub>2</sub> pro Jahr
UBA	Umweltbundesamt
WKA	Windkraftanlage