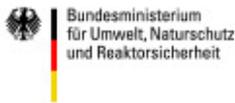


Klimaschutzkonzept für die Stadt Heilbronn



Endbericht



Das Klimaschutzkonzept wurde durch das Bundesumweltministerium (BMU) aus Mitteln der Klimaschutzinitiative gefördert.

Projekttitle: Erstellung eines kommunalen Klimaschutzkonzeptes mit Beteiligung eines externen qualifizierten Büros.

Auftragnehmer:

Ingenieurbüro Rau, Heilbronn.

Förderkennzeichen: 03KS0018.

Auftraggeber: **Stadt Heilbronn**



Autoren:

EEB Enerko

Monika Bell
Klaus Holler
Dr. Armin Kraft
Sebastian Kroemer

AVISO

Arnold Niederau
Dr. Christiane Schneider

Ingenieurbüro Rau

Matthias Rau

Mai 2010



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



Am Hasselholz 15
52074 Aachen
Tel.: +49 (0241) 470358-0
Fax: +49 (0241) 470358-9
Internet: www.avisogmbh.de



Bottwarbahnstraße 4
74081 Heilbronn
Tel.: +49 (07131) 390709-0
Fax: +49 (07131) 390709-9
Internet: www.enfu.de

Zusammenfassung

Ausgangslage in Heilbronn

Zur weiteren Intensivierung ihrer Klimaschutzaktivitäten will die Stadt Heilbronn auf Basis eines Klimaschutzkonzeptes die aktuelle Situation bei den CO₂-Emissionen in der Stadt darlegen und aufzeigen, wie die Stadt – auch über die bereits laufenden Aktivitäten hinaus – zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beitragen kann.

Vor diesem Hintergrund ist die Aufgabenstellung dieser Untersuchung, ausgehend von einer kritischen Bestandsaufnahme, ein Klimaschutzkonzept für die Stadt Heilbronn zu entwickeln, das in einem Maßnahmenkatalog Möglichkeiten zur Ausweitung der Klimaschutzaktivitäten für die Akteure in Heilbronn und insbesondere für die Stadt und ihre Institutionen aufzeigt.

Bestandsaufnahme

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme zeigen, dass die Energieversorgung und der Verkehr in der Stadt Heilbronn mit einem Ausstoß von rd. 1,0 Mio. t CO₂ jährlich verbunden sind (direkte CO₂-Emissionen ohne Vorketten, Basisjahr 2007). Daran haben die Emissionen aus dem Stromverbrauch mit 46% den größten Anteil, gefolgt von der Heizenergieversorgung mit 34% und dem Verkehr mit 20%. Die Untersuchung der Entwicklung seit 1990 zeigt einen leichten Rückgang der Emissionen um rd. 6%. Dieser ist im Wesentlichen zurückzuführen

- auf den rückläufigen Heizenergieverbrauch und Substitutionseffekte beim Energieeinsatz,
- auf den seit 2000 rückläufigen Flottenverbrauch und den steigenden Anteil von Biokraftstoffen im KFZ-Bereich

und

- auf die Verbesserung des CO₂-Emissionsfaktors im deutschen Strommix um knapp 20% seit 1990 (höhere Kraftwerkswirkungsgrade, steigende Anteile regenerativer Stromerzeugung).

Im Gegensatz zur Heizenergieversorgung und zum Verkehr, wo tatsächlich Energieeinsparungen beim Endverbraucher erreicht wurden, ist der Stromverbrauch in Heilbronn – wie in Baden-Württemberg und in Deutschland insgesamt – seit 1990 deutlich gestiegen.

Die CO₂-Emissionen aus der Bewirtschaftung der städtischen Einrichtungen (Gebäude, Straßenbeleuchtung, Klärwerk und Pumpwerke) belaufen sich auf insgesamt 27.100 t/a CO₂, das sind 2,7% der gesamten CO₂-Emissionen in Heilbronn. Auch hier hat der Stromverbrauch mit rd. 18.000 t/a CO₂ den wesentlichen Anteil.

Aus der Bewertung der in Heilbronn in den zurückliegenden Jahren von Stadt, Wohnungswirtschaft, Versorgungs- und Verkehrsunternehmen, der Wirtschaft und den Bürgern durchgeführten Maßnahmen wird deutlich, dass diese Maßnahmen insgesamt eine Minderung der

CO₂-Emissionen von jährlich rd. 36.000 t CO₂ bewirken (Energie 34.000 t/a, Verkehr 2.000 t/a). Das sind 3,6% bezogen auf die bilanzierten CO₂-Emissionen in Heilbronn.

Die Nutzung regenerativer Energieträger zur Wärme- und Stromerzeugung hat in Heilbronn bereits seit Mitte der 1990er-Jahre einen für eine Großstadt im Binnenland recht hohen Anteil erreicht. Maßgeblichen Anteil hieran haben die Wasserkraftanlagen, das Klärgas- und das Deponiegas-BHKW. Aber auch die solare Wärme- und Stromerzeugung sind aufgrund enormen Anlagenzubaus seit 2000 deutlich gestiegen, die spezifischen installierten Leistungen bzw. Flächen je Einwohner liegen im oberen Drittel der baden-württembergischen Großstädte und höher als z.B. die Werte in Karlsruhe oder Heidelberg.

Prognose

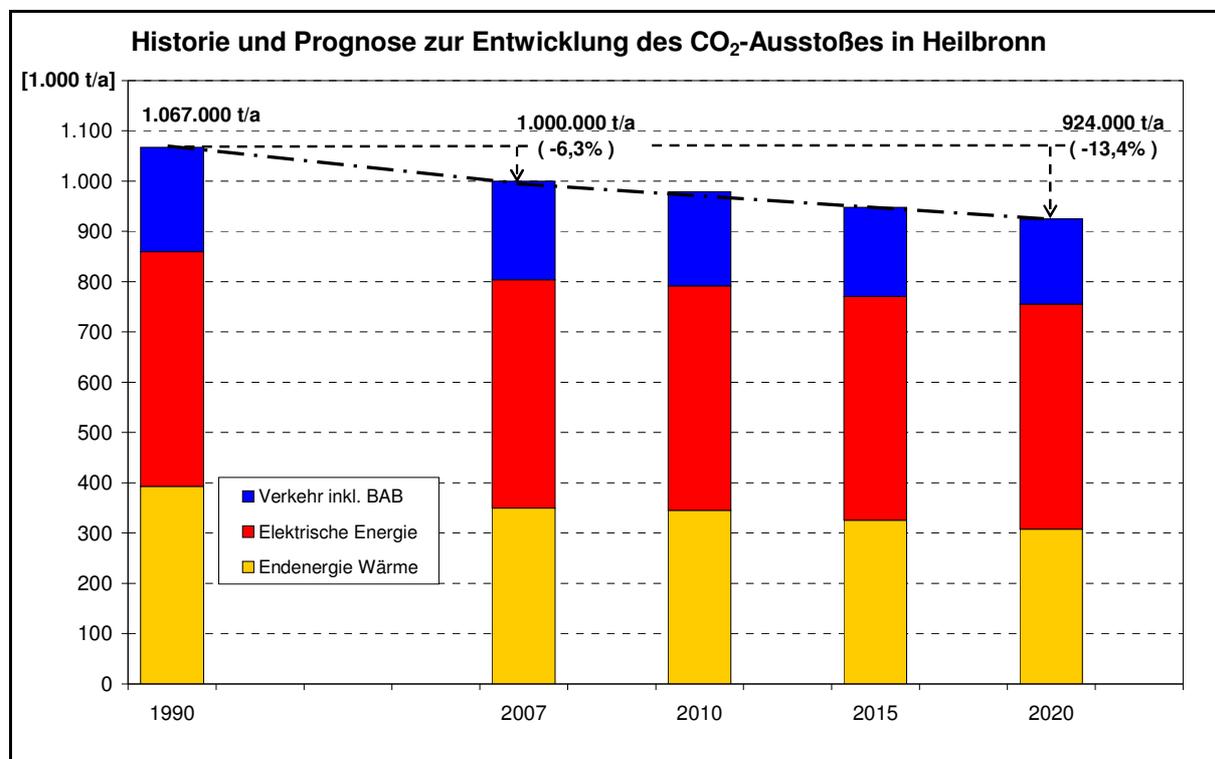
Im Rahmen der Prognose zur Bedarfsentwicklung im Heizenergie- und im Strommarkt wurde ein Szenario für den Zeitraum bis 2020 aufgestellt, das gleichermaßen die Einflüsse der Bevölkerungsentwicklung, der steigenden Komfortansprüche sowie der Verbesserungen im Wärmeschutz der Gebäude und in der Heizungstechnik sowie den Trend zu verbrauchsärmeren Elektrogeräten bei gleichzeitig steigendem Ausstattungsgrad berücksichtigt. Ferner wurde der Einfluss der gesetzlichen Vorgaben zur Etablierung der regenerativen Energieträger im Heizenergiemarkt abgebildet.

Im Verkehrsbereich berücksichtigt die Prognose sowohl die aufgrund der gesetzlichen Vorgaben der EU und des technologischen Fortschritts zu erwartenden Entwicklungen im Flottenverbrauch der Kfz und im Kraftstoffmix sowie die gesetzten Maßnahmen im ÖPNV (Stadtbahnausbau Nordstrecke) und die Kfz-Fahrleistungsentwicklung im Heilbronner Stadtgebiet.

Insgesamt ergibt die Prognose für das Stadtgebiet Heilbronn folgendes Bild:

- Im Heizenergiemarkt sind insgesamt stetige Einsparungen zu erwarten – bis 2020 um rd. 11% gegenüber 2007 – bei leichter Verlagerung von den Heizenergieträgern Heizöl und Strom zu Erdgas, Fernwärme und den regenerativen Energieträgern; die CO₂-Emissionen aus der Heizenergieversorgung gehen um rd. 12% gegenüber 2007 zurück.
- Im Strommarkt wird nach dem konjunkturell bedingten Verbrauchsrückgang in 2009 und Wiederanstieg in 2010 von einem stagnierenden Verbrauch bis 2020 ausgegangen; die aus dem Stromverbrauch resultierenden CO₂-Emissionen sinken aufgrund der leichten Verbesserung des spezifischen CO₂-Ausstoßes im deutschen Strommix gegenüber dem Jahr 2007 geringfügig.
- Der Kfz-Verkehr in Heilbronn wird auch in 2020 mit knapp 98% weiterhin den mit Abstand höchsten Anteil an den CO₂-Emissionen haben. Mit den Reduzierungen im Flottenverbrauch und der steigenden Biokraftstoffquote wird im Verkehrsbereich insgesamt aber ein spürbarer Rückgang der CO₂-Emissionen gegenüber 2007 um knapp 14% erwartet.

Ausgehend von der Entwicklung in den einzelnen Bereichen ergibt sich für die Prognose der energie- und verkehrsbedingten CO₂-Emissionen ein stetiger Rückgang von 1,0 Mio. t/a in 2007 um insgesamt 7,5% auf 0,92 Mio. t/a in 2020. Gegenüber dem Ausgangswert 1990 von 1,07 Mio. t/a bedeutet dies eine Gesamteinsparung von rd. 0,15 Mio. t/a bzw. rd. 13%.



Historie und Prognose zur Entwicklung des CO₂-Ausstoßes

Klimaschutzziele, Handlungsfelder und Potenzialanalysen

Die Bundesregierung hat in 2007 für Deutschland eine Reduzierung der Klimagasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 um 40% als Ziel formuliert. Bereits die Umsetzung des EU-Zieles von -20% bis 2020 ist für die Stadt Heilbronn als ambitioniert einzuschätzen.

Eine Reduzierung um 20% gegenüber 1990 bedeutet für Heilbronn ein Einsparziel von rd. 210.000 t/a CO₂, das bedeutet eine Minderung um weitere 70.000 t/a über die erwartete Prognose hinaus. Ohne erhebliche zusätzliche Maßnahmen, Anstrengungen und Einsparmotivierungen wird dieses Ziel kaum zu erreichen sein.

Um ähnliche Einsparungen wie auf Bundesgebiet angestrebt insgesamt auch in Heilbronn erreichen zu können, müssen die Bemühungen der Akteure in Heilbronn noch einmal deutlich stärker als im Bundesdurchschnitt ausfallen.

Die Handlungsfelder, innerhalb derer direkt Einsparungen an Klimagasen in Heilbronn zu erreichen sind, betreffen die folgenden wesentlichen Bereiche:

- 1) **Ausbau Erneuerbarer Energien:** Dieses Handlungsfeld zielt vor allem auf den verstärkten Einsatz von Biomasse sowie der Solarenergie (thermisch wie elektrisch) und die Nutzung von Umweltwärme. Windenergie und tiefe Geothermie sind in den Stadtgrenzen von Heilbronn weniger relevant.
- 2) **Effiziente Wärmeversorgung:** Im Bereich der Wärmenutzung kommt vor allem der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes und der energieeffizienten Heizenergiebereitstellung eine maßgebliche Bedeutung zu.
- 3) **Effizienz in der Stromanwendung:** Dies ist ein wesentlicher Punkt, der alle Kundengruppen vom Haushalt bis zur Industrie betrifft. Maßnahmen in diesen Bereichen können sowohl die Nutzung im Sinne eines energiebewussten Nutzerverhaltens als auch die Investitionsentscheidung an sich beeinflussen.
- 4) **Verkehr:** Im Verkehrsbereich lassen sich, neben der Vermeidung von Fahrleistung durch bessere Verzahnung von Stadt- und Verkehrsplanung, die Förderung von ÖPNV (Stadtbahnausbau gesetzt in Trendprognose) sowie des Radverkehrs identifizieren, aber auch ein effizientes, verkehrsträgerübergreifendes Mobilitätsmanagement und eine konsequente Erziehung hin zum energiesparenden Fahren können ihre Beiträge liefern.
- 5) **Übergeordnete Maßnahmen:** In diesem Bereich sind alle Maßnahmen subsumiert, die die Stadt Heilbronn ergreifen kann, um Einzelmaßnahmen Dritter in den ersten vier Bereichen anzustoßen.

Maßnahmenkatalog, Fazit und Handlungsempfehlungen

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wurden insgesamt 33 Maßnahmen aus den genannten Bereichen untersucht, hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit und der Minderungspotenziale und soweit möglich auch ihrer wirtschaftlichen Machbarkeit bewertet und nach Umsetzungsprioritäten in Maßnahmenpaketen zusammengefasst.

Die untersuchten Maßnahmen sind mit ihren Potenzialen und den für die Umsetzung erforderlichen Investitionen in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Das gesamte Einsparpotenzial (ohne Berücksichtigung von Umsetzungshemmnissen und Wechselwirkungen) beläuft sich auf rund 162.000 t/a CO₂.

Von diesem Potenzial könnten unter den hier getroffenen Randbedingungen aus Sicht der jeweiligen Investoren allerdings nur Teile wirtschaftlich erschlossen werden. Zudem stehen der Umsetzung Hemmnisse (Akzeptanz, Informationsdefizite, Finanzierungskraft) entgegen.

		Minderungspotenzial direkt t/a	Investitionsvolumen (geschätzt, bis 2020) Mio. EUR	Umsetzungspriorität			Bemerkungen
				Niedrig	Mittel	Hoch	
Regenerative Energien	R1 Pellet- und Hackschnitzelkessel	8.360	10,2		●	●	
	R2 Biomasse-HKW	30.138	20,0	●			Beschaffungskonkurrenz zu bestehenden Anlagen, Feinstaubproblematik, fehlende Wärmeabnahmepotenziale
	R3 Nutzung von Biogas zur Wärmeversorgung	1.454	0,0	●			Biogasbeimischung, Erzeugung ausserhalb der Stadtgrenze
	R4 Ausbau Solarthermie	1.084	5,5		●		
	R5 Photovoltaik-Anlage mit Bürgerbeteiligung	272	1,5		●		
	R6 Wärmepumpenprogramm	199	1,4	●			
	R7 Ausbau Ökostromvertrieb	12.100	0,0		●		nur bei zertifizierten Produkten, die einen Neuanlagenanteil enthalten
Wärmeversorgung	W1a Gebäudesanierung Wohngebäude innerhalb Renovierungszyklus	14.068	35,7			●	Sanierungen innerhalb Renovierungszyklus
	W1b Gebäudesanierung Wohngebäude außerhalb Renovierungszyklus	45.406	277,2	●			energetische Sanierung aller Wohngebäude >30 a
	W2 Effiziente Neubauten	317	3,2		●		nur geringe Neubautätigkeit erwartet,
	W3 Sanierung öffentliche Liegenschaften	3.200	n.b.			●	Schwerpunkt Schulen und Kindergärten, hier liegen 2/3 des Potenzials. Kopplung mit A5
	W4 Ausbau leitungsgebundener Versorgung	5.827	5,0		●		
	W5 Dezentrale KWK-Anlagen	9.973	17,0		●	●	
	W6 Ersatz von Nachtspeicherheizungen	1.847	5,8		●		
W7 Effiziente Gebäudekühlung	2.000	n.b.	●	●		nur individuell bewertbar	
Stromversorgung	S1 Effiziente Beleuchtung Wohnbereich	1.838	~0			●	oft hoch wirtschaftlich, aber nur indirekt adressierbar (siehe A1)
	S2 Förderung energieeffizienter Haushaltsgeräten	2.064	6,0		●		
	S3 Nutzerverhalten	2.000	~0			●	oft hoch wirtschaftlich, aber nur indirekt adressierbar (siehe A1)
	S4 Prämie bei Stromersparung	210	~0		●		
	S5 Querschnittstechnologien	4.500	n.b.		●		
Verkehr	V5 Verkehrsvermeidung	1.468	n.b.		●		
	V7 Verkehrsablauf, Fahrverhalten	1.386	n.b.			●	
	V10 Verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung	839	n.b.		●		
	V11 Betriebliches Mobilitätsmanagement	1.364	n.b.		●		
	V2 Radverkehr	8.600	6,5			●	
	V4 Carsharing	24	n.b.	●			
	V12 Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehr	1.350	n.b.		●		
Übergreifende Maßnahme	A1 Energieeffizienzberatung	-				●	Unter Beteiligung wichtiger Akteure
	A2 Öffentlichkeitsarbeit und Informationsangebote	-			●		
	A3 Klimaschutzfonds Heilbronn	-			●		
	A4 Energieeffizienz in der Stadtplanung	-			●		
	A5 Kommunales Energiemanagement	-				●	
	A6 Interne Kommunikation und Schulung	-				●	
Summe aller Maßnahmen		161.890	395,0				
Summe der Maßnahmen mit Priorität hoch und mittel		82.670	96,4				
Summe der Maßnahmen mit Priorität niedrig		79.220	298,6				

n.b.=nicht bewertbar

Übersicht der untersuchten Maßnahmen

Die Einstufung nach Umsetzungsprioritäten erfolgte zunächst nach den in der Tabelle für die Prioritäten „hoch“ und „mittel“ zusammengestellten Kriterien. Alle weiteren Maßnahmen wurden mit der Priorität „niedrig“ eingestuft.

Priorität der Maßnahme	hoch	mittel
Minderungspotenzial ist	größer als 1.000 t/a	größer als 200 t/a
Maßnahme ist	im Bereich der Wirtschaftlichkeit	keine Vorgabe; keine grundsätzlichen Hemmnisse
Behinderung durch Hemmnisse	auf die die Stadt einen wesentlichen Einfluss hat	auf die die Stadt Einfluss hat
Förderung der Maßnahme	noch keine hinreichende Förderung	keine Vorgabe; keine grundsätzlichen Hemmnisse

Die Maßnahmen mit den höchsten Einzelpotenzialen im Bereich Energie sind das Biomasse-HKW (Bereich Regenerative) und die energetische Sanierung von Ein- und Mehrfamilienhäusern außerhalb des normalen Zyklus (Wärmebereich).

Ein Biomasse-HKW ist bei Ansatz realistischer Preisparameter aller Voraussicht nach nicht wirtschaftlich umsetzbar und daher mit CO₂-Vermeidungskosten verbunden. Zudem wird ein Bau in Heilbronn durch die Nutzungskonkurrenz zur bestehenden Anlage in Neckarsulm sowie die höheren Restholzpreise und die Feinstaubproblematik erschwert. Die Sanierung von Gebäuden außerhalb des normalen Sanierungszyklus ist ebenfalls nicht wirtschaftlich. Beide Maßnahmen fallen daher trotz hohen Potenzials bei Anlegung der o.g. Kriterien in die Priorität „niedrig“.

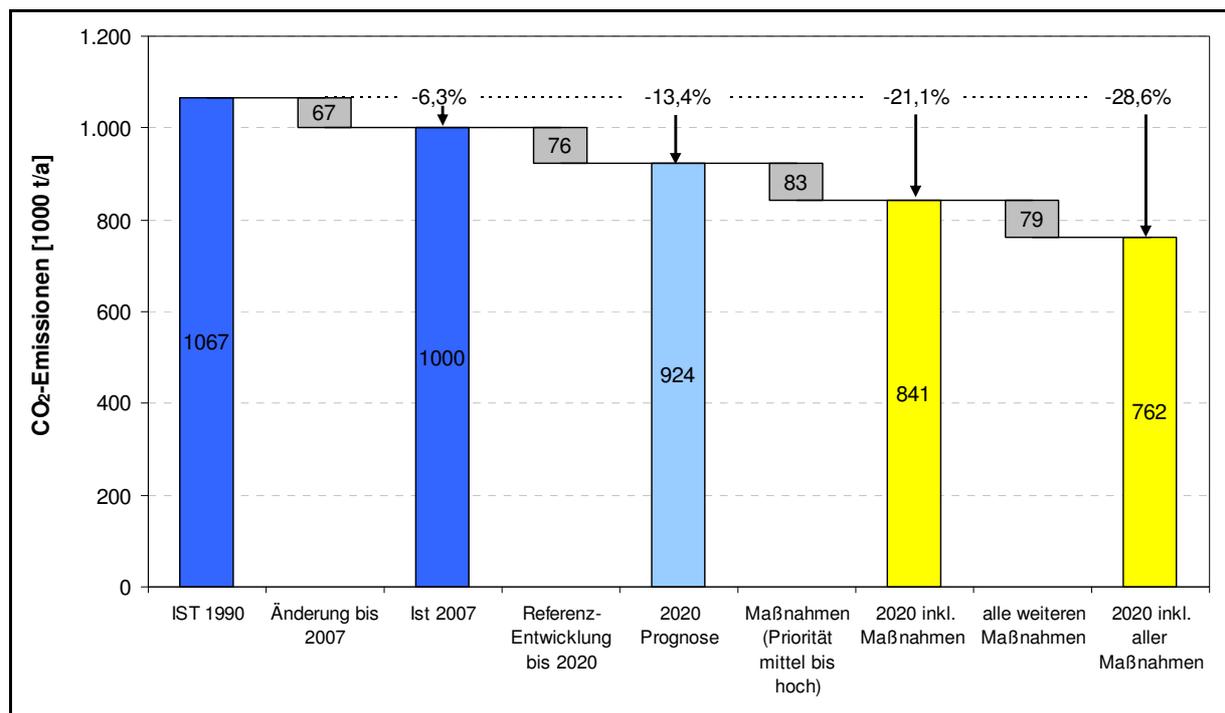
Die Maßnahmen im Bereich Stromversorgung fallen durchgehend in die Priorität mittel bzw. hoch und bieten in der Summe ein Einsparpotenzial von mehr als 10.000 t/a. Dabei ist die Umsetzung mit geringen Investitionen bzw. ganz ohne Investitionen möglich. Besondere Bedeutung erhält dieser Bereich aufgrund der spezifisch hohen CO₂-Emissionen der Edelenergie „Strom“. Eine Reduzierung des Stromverbrauchs in Heilbronn nur um 5% würde eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um rd. 23.000 t/a ermöglichen - dies sind mehr als 2% der gesamten CO₂-Emissionen Heilbronn! Hier sind daher alle Akteure in Heilbronn gefragt, die sich bietenden Potenziale zu nutzen.

Bedeutendste Maßnahme im Bereich des Verkehrs ist die Förderung des Radverkehrs mit einem Einsparpotenzial von 8.000 t/a.

Die Bewertung der Entwicklung seit 1990 mit Ausblick auf 2020 mit und ohne Maßnahmen ist in der nachfolgenden Abbildung zusammenfassend dargestellt. Insgesamt summiert sich das Reduzierungspotenzial des Maßnahmenpaketes mit der Priorität „hoch“ und „mittel“ auf rd. 83.000 t/a CO₂. Bezogen auf den Ausgangswert in 1990 von 1.067.000 t/a CO₂ sind dies

knapp 8%. In der Trendentwicklung zeigen sich bereits Minderungen in der Größenordnung von knapp 14%. Bei Umsetzung der Maßnahmen ließen sich die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 auf rd. 840.000 t/a drücken und das Einsparziel der EU von -20% bezogen auf das Jahr 1990 wäre damit erreichbar.

Dieses Ziel, das immer noch unter der 40%-Zielvorgabe der Bundesregierung liegt, kann aber nicht allein von der Stadtverwaltung erreicht werden, sondern erfordert die Mitwirkung aller beteiligten Akteure sowie auch der Heilbronner Bürger, insbesondere im Hinblick auf den sparsameren Umgang mit Energie und die tatsächliche Nutzung vorhandener Angebote.



Übersicht CO₂-Entwicklung und Potenziale der Maßnahmenpakete

Die Gutachter sehen Handlungspotenziale für die Stadt Heilbronn überwiegend in den übergreifenden „weichen“ Maßnahmen. Viele der quantitativ bewerteten Maßnahmen mit hoher Priorität liegen dagegen nicht in der direkten Entscheidungshoheit der Stadt und sind somit nicht direkt adressierbar.

Die Aktivitäten der Stadt sollten möglichst bald in einer Klimaschutzleitstelle gebündelt werden, die dann auch den Aufbau einer regionalen Energie- oder Klimaschutzagentur vorantreibt. In dieser Agentur sollten möglichst auch die bereits vorhandenen Beratungsangebote z.B. der HVG und der ZEAG integriert werden.

Daneben sollte die Stadt Heilbronn flankierend auch auf weiteren Feldern die bereits vorhandenen Aktivitäten ausbauen.

Damit ergeben sich aus Sicht der Gutachter folgende Handlungsschwerpunkte für die Stadt Heilbronn mit abgeschätzten Kosten:

- Klimaschutzleitstelle (mind. 2 Mitarbeiter, 160.000 EUR/a), in der Anfangsphase ein weiterer Mitarbeiter für die Koordinierung des Aufbaus der Klimaschutzagentur (kann später in die Energieagentur überführt werden).
- Durchführung des Monitoring und Controlling als eine zentrale Aufgabe der Klimaschutzleitstelle; wiederkehrende jährliche Kosten 10.000 bis 15.000 €/a (bei Zuarbeit der Bilanzierungen durch Dritte)
- Einrichtung und Unterstützung einer regionalen Energie/- Klimaschutzagentur (Kostenbeitrag rund 100.000 EUR/a).
- Motivierung weiterer Partner als Gesellschafter für diese Agentur und Einwerbung von Sponsoren für besondere Kampagnen (z.B. Klimaschutzfonds).
- Fortführung des kommunalen Energiemanagements und Aufstellung eines Sanierungsplans für die eigenen Liegenschaften (Teilkonzept, ggf. förderfähig): (20.000 EUR einmalig).
- Öffentlichkeitsarbeit und Info-Angebote (~30.000 EUR). Ein Schwerpunkt könnte in der Erweiterung von Informations- und Schulungsangeboten für Kindergärten und Schulen liegen.
- Konsequente Umsetzung Radverkehrsplan (700.000 EUR/a).
- Konsequente Verankerung von Klimaschutzvorgaben in Bebauungsplänen und bei Grundstücksverkäufen.
- Konsequente Vollzugskontrolle der Vorgaben der ENEV 2009 sowie des EWärmeG auch im Sanierungsfall durch die Baurechtsbehörde mit konsequenter Abfrage der Dokumentationen und Nachweise bei Schornsteinfegern und Energieberatern.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Aufgabenstellung	1
2	Bestandsaufnahme und Analysen	3
2.1	Versorgungsunternehmen und Versorgungsstruktur.....	6
2.1.1	Gasversorgung	7
2.1.2	Fern- und Nahwärmeversorgung.....	7
2.1.3	Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung mit KWK-Anlagen	9
2.1.4	Nutzung Erneuerbarer Energien.....	10
2.2	Energieverbrauchsentwicklung seit 1990.....	18
2.2.1	Datengrundlage Bereich Energieversorgung.....	18
2.2.2	Wärmeatlas für Heilbronn.....	19
2.2.3	Der Wärmemarkt in Heilbronn.....	23
2.2.4	Entwicklung des Stromverbrauches	25
2.3	Verkehrsentwicklung seit 1990	27
2.3.1	Kfz-Verkehr.....	27
2.3.2	Schienenverkehr und Binnenschifffahrt.....	31
2.3.3	Struktur des Gesamtverkehrs 2007.....	32
2.4	Herleitung der Emissionsfaktoren.....	34
2.5	CO ₂ -Bilanz für die Stadt Heilbronn.....	36
2.5.1	Quellenbilanz und Verursacherbilanz.....	36
2.5.2	CO ₂ -Bilanz Bereich Energie	37
2.5.3	CO ₂ -Bilanz Verkehr	42
2.5.4	Summenbilanz CO ₂ Energie und Verkehr	45
2.6	Bestandsaufnahme bereits durchgeführter Klimaschutzmaßnahmen	46
2.6.1	Bereich Energieversorgung.....	46
2.6.2	Bereich Verkehr	49
2.7	Aktuelle politisch-rechtliche Rahmenbedingungen.....	51
2.7.1	Zielkorridor EU	51
2.7.2	Bundesebene.....	54
2.7.3	Landesebene Baden-Württemberg	57
2.7.4	Kommunale Ebene.....	59
2.8	Prognose bis 2020	61
2.8.1	Bevölkerungsentwicklung.....	61
2.8.2	Entwicklung der Wohn- und Gewerbeflächen.....	62
2.8.3	Entwicklung des Wärmemarktes bis 2020	63
2.8.4	Entwicklung des Strombedarfs bis 2020.....	67
2.8.5	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen bis 2020	69

2.8.6	Verkehrsentwicklung bis 2020.....	70
2.8.7	Gesamtentwicklung der CO ₂ -Emissionen bis 2020	76
2.9	Klimaschutzziele.....	77
3	Handlungsfelder, Potenzialanalysen und Maßnahmen.....	80
3.1	Methodisches Vorgehen und Randbedingungen	81
3.2	Handlungsfelder	86
3.3	Bewertung der Einzelmaßnahmen.....	87
3.4	Handlungsfeld Regenerative Energien	90
3.4.1	Hackschnitzel- und Pelletanlagen	90
3.4.2	Biomasse-Heizkraftwerk.....	95
3.4.3	Nutzung von Biogas in der Erdgasversorgung	98
3.4.4	Solarthermie.....	100
3.4.5	Photovoltaik	102
3.4.6	Umweltwärmenutzung.....	104
3.4.7	Ökostrom	107
3.5	Handlungsfeld Wärmeversorgung	109
3.5.1	Gebäudesanierung im Wohnungsbestand	110
3.5.2	Energiesparende Neubauten	116
3.5.3	Gebäudesanierung in öffentlichen Liegenschaften.....	117
3.5.4	Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung.....	124
3.5.5	Dezentrale KWK-Anlagen	129
3.5.6	Ersatz von Nachtspeicherheizungen	134
3.5.7	Energieeffiziente Klimatisierung	136
3.6	Handlungsfeld Stromanwendungen.....	138
3.6.1	Effiziente Beleuchtung	138
3.6.2	Energieeffiziente Haushaltsgeräte.....	141
3.6.3	Energiebewusstes Nutzerverhalten.....	143
3.6.4	Tarifstrukturen.....	146
3.6.5	Querschnittstechnologien.....	147
3.7	Handlungsfeld Verkehr	151
3.7.1	Maßnahmenübersicht	151
3.7.2	Einschätzung von Maßnahmenwirkungen (Literaturwerte)	153
3.7.3	Wirkungsabschätzung für Heilbronn.....	154
3.8	Übergeordnete Maßnahmen.....	161
3.8.1	Energieeffizienzberatung – regionale Energieagentur	161
3.8.2	Öffentlichkeitsarbeit und Informationsangebote.....	168
3.8.3	Klimaschutzfonds	170
3.8.4	Energieeffizienz in der Stadtplanung.....	172
3.8.5	Kommunales Energiemanagement	173
3.8.6	Interne Kommunikation und Schulung.....	175

4	Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlungen	178
4.1	Übersicht der Vermeidungspotenziale und Kosten	178
4.2	Maßnahmen-Katalog	181
4.3	Umsetzungskonzept und Maßnahmen-Controlling	183
4.3.1	Einrichtung einer städtischen Klimaschutzleitstelle - Controlling.....	183
4.3.2	Gründung einer regionalen Energie-/Klimaschutzagentur	186
4.4	Regionale Wertschöpfung	189
4.5	Handlungsempfehlungen und Fazit	190
	Literatur	194

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Stadtgebiet Heilbronn und Stadtteile. Quelle: google Earth	3
Abbildung 2:	Wirtschaftsstandort Heilbronn. Quelle: Stadt Heilbronn	5
Abbildung 3:	Beteiligungen der Stadt Heilbronn	6
Abbildung 4:	Überblick Fernwärmesysteme in Heilbronn (Quelle: EnBW).....	7
Abbildung 5:	Überblick Fern- und Nahwärmenetze in Heilbronn	8
Abbildung 6:	Entwicklung dezentraler KWK-Anlagen in Heilbronn	9
Abbildung 7:	Überblick Lage dezentraler BHKW-Anlagen im Stadtgebiet	10
Abbildung 8:	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2008	11
Abbildung 9:	Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern 2000 bis 2008	12
Abbildung 10:	Entwicklung der Photovoltaik-Anlagen in Heilbronn in den Jahren 2000 bis 2008.....	13
Abbildung 11:	Anteile der Stromeinspeisung aus EEG-Anlagen in Heilbronn im Vergleich zu Baden-Württemberg und zu Deutschland.....	14
Abbildung 12:	Überblick der Lage von EEG-Anlagen im Stadtgebiet	14
Abbildung 13:	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2008	16
Abbildung 14:	Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern 2000 bis 2008	16
Abbildung 15:	Zubau von holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen in Heilbronn seit 2000	17
Abbildung 16:	Zubau von solarthermischen Anlagen in Heilbronn seit 2000	18
Abbildung 17:	Luftbild beispielhafter Ausschnitt aus dem Wärmeetlas.....	20
Abbildung 18:	Überblick Wärmebedarf nach Baublöcken	21
Abbildung 19:	Überblick spezifischer Wärmebedarf je m ² Gebäudefläche (NGF)	21
Abbildung 20:	Überblick Strombedarf nach Baublöcken	22
Abbildung 21:	Überblick spezifischer Strombedarf je Einwohner nach Baublöcken	22
Abbildung 22:	Anteile der Heizenergieträger Heilbronn 2007	23
Abbildung 23:	Anteile der Heizenergieträger nach Sektoren 2007	24
Abbildung 24:	Aufteilung des Heizenergieverbrauches nach Energieträgern auf Stadtteilebene, Auswertung aus dem Wärmeetlas	25
Abbildung 25:	Stromabsatz in Heilbronn nach Kundengruppen 2007	26

Abbildung 26:	Stromabsatz in Heilbronn nach Kundengruppen und Stadtteilen 2007	26
Abbildung 27:	Entwicklung des Stromabsatzes in Heilbronn 1990 bis 2007.....	27
Abbildung 28:	Kfz-Fahrleistungsentwicklung auf der Gemarkung Heilbronn im Zeitraum von 1992-2007 (oben) sowie Verteilung nach BAB und Sonstige (unten)..	28
Abbildung 29:	Kfz-Fahrleistungsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV).....	29
Abbildung 30:	Kfz-Kraftstoffverbrauchsentwicklung auf der Gemarkung Heilbronn im Zeitraum von 1992-2007 (oben) sowie Verteilung nach BAB und Sonstige (unten)	30
Abbildung 31:	Kfz-Kraftstoffverbrauchsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV).....	31
Abbildung 32:	Kfz-Kraftstoffverbrauchsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV).....	33
Abbildung 33:	Entwicklung der spezifischen CO ₂ -Emissionen des deutschen Strommix..	35
Abbildung 34:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Quellenbilanzen	37
Abbildung 35:	Anteile der Endenergieträger in Heilbronn 2007	39
Abbildung 36:	Anteile der CO ₂ -Emissionen der Endenergieträger in Heilbronn 2007	39
Abbildung 37:	Entwicklung der heizenergiebedingten CO ₂ -Emissionen in Heilbronn	41
Abbildung 38:	Entwicklung der strombedingten CO ₂ -Emissionen in Heilbronn.....	41
Abbildung 39:	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Heilbronn.....	42
Abbildung 40:	Direkte fossile CO ₂ -Emissionen des Kfz-Verkehrs in Heilbronn 1992-2007	43
Abbildung 41:	Struktur der direkten fossilen CO ₂ -Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2007 (mit und ohne Berücksichtigung der BAB)	44
Abbildung 42:	Energie- und verkehrsbedingte CO ₂ -Emissionen in Heilbronn 2007	45
Abbildung 43:	Entwicklung der energie- und verkehrsbedingten CO ₂ -Emissionen in Heilbronn	46
Abbildung 44:	CO ₂ -Einsparungen durch bestehende Anlagen und Einsparmaßnahmen (Auswahl)	48
Abbildung 45:	Entwicklung der CO ₂ -Einsparung durch bestehende Anlagen und umgesetzte Maßnahmen (Auswahl)	48
Abbildung 46:	Entwicklung der spezifischen CO ₂ -Emissionen bei Pkw und Krädern (PV) sowie leichten und schweren Nutzfahrzeugen (GV) unter den spezifischen Verkehrsablaufbedingungen in Heilbronn.....	50

Abbildung 47:	Entwicklung von Leistung und Leermasse neuzugelassener Pkw zwischen 2000 und 2007	50
Abbildung 48:	Ziele zur CO ₂ -Minderung in der EU und in Deutschland bis 2020	52
Abbildung 49:	Handlungsfelder der Kommune beim Klimaschutz	60
Abbildung 50:	Prognose zur Entwicklung des Heizenergieverbrauchs in Heilbronn nach Heizenergieträgern.....	67
Abbildung 51:	Prognose zur Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix bis 2020	69
Abbildung 52:	Prognose zur Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen der Stadt Heilbronn bis 2020	70
Abbildung 53:	Entwicklung der Kfz-Fahrleistungen und der Anteile der schweren Nutzfahrzeuge in Heilbronn 2007-2020	71
Abbildung 54:	Entwicklung der mittleren spezifischen CO ₂ -Emissionen der Pkw 2007-2020 (jeweilige Bestandsflotte).....	72
Abbildung 55:	Entwicklung des Dieselverbrauchs Stadtbus Heilbronn 1999-2008	74
Abbildung 56:	Entwicklung der direkten fossilen CO ₂ -Emissionen des Kfz-Verkehrs in Heilbronn bis 2020	75
Abbildung 57:	Direkte fossile CO ₂ -Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2020	75
Abbildung 58:	Historie und Prognose zur Entwicklung des CO ₂ -Ausstoßes in Heilbronn ..	76
Abbildung 59:	Historische Entwicklung und Zielvorgaben bis 2020.....	78
Abbildung 60:	Gemittelte Maßnahmen Bewertungen der Teilnehmer des Workshops „Gebäude“	81
Abbildung 61:	Berechnung der Vermeidungskosten	82
Abbildung 62:	Anlegbare Erdgaspreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen.....	84
Abbildung 63:	Anlegbare Strompreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen.....	84
Abbildung 64:	Anlegbare Kraftstoffpreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen.....	85
Abbildung 65:	Anlegbare Bio-Brennstoffpreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen.....	85
Abbildung 66:	Instrumente und Handlungsfelder	87
Abbildung 67:	Beispielhafte Auswertung des Wärmeetlas zur Ermittlung von Potenzialen für dezentrale Pellet- und Hackschnitzelanlagen.....	91

Abbildung 68:	Biomasse-Heizkraftwerke im nördlichen Baden-Württemberg. Quelle: IE, Leipzig	95
Abbildung 69:	Aufteilung des Wohnflächenbestandes auf Baualtersklassen. Quelle: Landesamt für Statistik BW	109
Abbildung 70:	Auswertung der Baublöcke mit einem spezifischen Wärmebedarf von mehr als 160 kWh/m ²	111
Abbildung 71:	Aufteilung der Liegenschaften auf unterschiedliche Typen	118
Abbildung 72:	Große Wärmeverbraucher mit mehr als 200 MWh/a	119
Abbildung 73:	Heizenergiekennwerte der Schulen und Kindergärten im Vergleich zu Durchschnittswerten und Bestwerten (Quelle: Stadt Heilbronn, Hochbauamt, ages)	120
Abbildung 74:	Wärmebedarf, Flächenverteilung und Sanierungsstand nach Baualtersklasse der Liegenschaften der Stadtsiedlung Heilbronn. Quelle: Stadtsiedlung Heilbronn	123
Abbildung 75:	Überblick der von EnBW in der Vergangenheit untersuchten Fernwärme-Ausbaugelände (Quelle: EnBW)	124
Abbildung 76:	Beispielhafte Auswertung des Wärmealas für die Potenziale dezentraler Erdgas-KWK-Anlagen	132
Abbildung 77:	Typische Einsparpotenziale bei Druckluftanlagen (Quelle: dena)	149
Abbildung 78:	Zusammenfassung der Einschätzungen der Teilnehmer des Workshops „Verkehr“ (oben: Punkte, unten: Rangreihung)	152
Abbildung 79:	Zusammenfassung der Ergebnisse aus Abschätzungen zu Maßnahmenwirkungen im Verkehr (Literaturwerte)	153
Abbildung 80:	Ergebnisse der Wertung der im Workshop Verkehr diskutierten Maßnahmen	160
Abbildung 81:	Grundsätzlicher Aufbau Energieagentur – Arbeitsfelder	163
Abbildung 82:	Übersicht Einsparpotenziale der untersuchten Maßnahmen	179
Abbildung 83:	Vermeidungskostenkurve der bewerteten Maßnahmen	180
Abbildung 84:	Organisationsstruktur des eea in Deutschland	184
Abbildung 85:	Arbeitsschritte bei der Gründung einer Energie-/Klimaschutzagentur	188
Abbildung 86:	Regionale Wertschöpfungseffekte entlang einer Wertschöpfungskette. Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	190
Abbildung 87:	Übersicht CO ₂ -Entwicklung und Potenziale der Maßnahmenpakete	192

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick Stadtteile Heilbronn mit Einwohnern und Flächen	3
Tabelle 2:	Zugleistung, Strom- und Dieserverbrauch im Schienenverkehr in Heilbronn 2007	32
Tabelle 3:	Zugleistung und Stromverbrauch der Stadtbahn in Heilbronn 2007.....	32
Tabelle 4:	Schiffsleistung und Dieserverbrauch der Binnenschifffahrt in Heilbronn 2007	32
Tabelle 5:	Struktur des Endenergieverbrauch des Verkehrs in Heilbronn 2007	33
Tabelle 6:	Emissionsfaktoren in kg/kWh für die Berechnung der CO ₂ -Bilanzen und der Einsparpotenziale	35
Tabelle 7:	Endenergieeinsatz und CO ₂ -Emissionen in Heilbronn 2007	38
Tabelle 8:	Struktur der direkten fossilen CO ₂ -Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2007 (mit und ohne Berücksichtigung BAB)	43
Tabelle 9:	Wirkungen des Ausbaus der Stadtbahn bis Öhringen	49
Tabelle 10:	Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung in Heilbronn	62
Tabelle 11:	Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen und Belegsdichte 1998 bis 2008.....	63
Tabelle 12:	Ansätze für die Prognosen zur Wärmemarktentwicklung im Bestand – allgemeine Einspar- und Zuwachsraten	64
Tabelle 13:	Ansätze für Einspar-/Substitutionspotenziale im Wärmemarkt zur Ein- haltung des EWärmeG.....	66
Tabelle 14:	Wirkungen des Ausbaus der Stadtbahn, Nordstrecke	73
Tabelle 15:	Übersicht über die untersuchten Einzelmaßnahmen	88
Tabelle 16:	Ermittelte Potenziale für Holzhackschnitzel- und Pelletanlagen in Heilbronn ⁹²	
Tabelle 17:	Maßnahmenbewertung Pelletheizung	93
Tabelle 18:	Maßnahmenbewertung Holzhackschnitzelheizung.....	94
Tabelle 19:	Maßnahmenbewertung Biomasse-HKW	97
Tabelle 20:	Maßnahmenbewertung Biogasprodukte.....	99
Tabelle 21:	Maßnahmenbewertung Solarthermie in Heilbronn.....	101
Tabelle 22:	Maßnahmenbewertung Photovoltaik Bürgermodell	103
Tabelle 23:	Maßnahmenbewertung Umweltwärme	106

Tabelle 24:	Maßnahmenbewertung Ausbau Ökostromangebot	108
Tabelle 25:	Übersicht Baublöcke mit hohem Wärmebedarf Quelle: Wärmeatlas Heilbronn	112
Tabelle 26:	Maßnahmenparameter Gebäudehülle.....	113
Tabelle 27:	Maßnahmenbewertung Wohngebäudesanierung.....	115
Tabelle 28:	Maßnahmenbewertung Energieeffiziente Neubauten.....	117
Tabelle 29:	Maßnahmenbewertung Sanierung öffentliche Gebäude.....	121
Tabelle 30:	Potenzialabschätzung NLG zur Umstellung auf Erdgasversorgung.....	126
Tabelle 31:	Maßnahmenbewertung Ausbau der Erdgasversorgung	127
Tabelle 32:	Potenzialabschätzung NLG zur Umstellung auf Fernwärmeversorgung ..	128
Tabelle 33:	Maßnahmenbewertung Ausbau der Fernwärmeversorgung.....	129
Tabelle 34:	Ermittelte Potenziale für dezentrale KWK-Anlagen in Heilbronn.....	131
Tabelle 35:	Maßnahmenbewertung dezentrale KWK-Anlagen.....	133
Tabelle 36:	Maßnahmenbewertung: Förderung Ersatz von Nachtspeicherheizungen in Mietwohngebäuden und selbst genutzten Wohnungen	135
Tabelle 37:	Maßnahmenbewertung: Effiziente Klimatisierung.....	137
Tabelle 38:	Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung (private Haushalte)	140
Tabelle 39:	Maßnahmenbewertung Energieeffiziente Haushaltsgeräte	142
Tabelle 40:	Maßnahmenbewertung Energieeffizientes Nutzerverhalten	145
Tabelle 41:	Maßnahmenbewertung Tarifgestaltung	147
Tabelle 42:	Beispielhafte Einsparpotenziale in der Kälteerzeugung (Quelle: www.industrie-effizienz.de)	149
Tabelle 43:	Spektrum der Maßnahmen im Verkehrsbereich, Workshop „Verkehr“.....	151
Tabelle 44:	Abschätzung der Wirkungen von koordinierter Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung in Heilbronn	154
Tabelle 45:	Abschätzung der Wirkungen energiesparender Fahrweise in Heilbronn..	155
Tabelle 46:	Abschätzung der Wirkungen von verkehrsträgerübergreifendem Mobilitätsmanagement in Heilbronn	156
Tabelle 47:	Abschätzung der Wirkungen von verkehrsträgerübergreifendem Mobilitätsmanagement in Heilbronn	156
Tabelle 48:	Abschätzung der Wirkungen der Erhöhung des Radverkehrsanteils durch die Umsetzung des Radverkehrsplans Heilbronn 2008	157

Tabelle 49:	Abschätzung der Wirkungen der Einführung von Car-Sharing in Heilbronn	158
Tabelle 50:	Abschätzung der Wirkungen einer verbesserten Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehrs in Heilbronn	159
Tabelle 51:	Kostenstaffelung und Eigenbeteiligung der verschiedenen Beratungsinhalte	166
Tabelle 52:	Maßnahmenbewertung Aufbau einer Energieberatung	167
Tabelle 53:	Maßnahmenbewertung Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen	169
Tabelle 54:	Maßnahmenbewertung Klimaschutzfonds.....	171
Tabelle 55:	Maßnahmenbewertung Energieeffizienz in der Stadtplanung.....	173
Tabelle 56:	Maßnahmenbewertung Kommunales Energiemanagement	175
Tabelle 57:	Maßnahmenkatalog mit Priorisierungen	182

Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
ages	Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse m.b.H.
BAB	Bundesautobahn
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BB	Baublock
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BGW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BiSchiff	Binnenschifffahrt
BMU	Bundesumweltministerium
BMWT	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BW	Baden- Württemberg
DB-AG	Deutsche- Bahn AG
dena	Deutsche Energie- Agentur GmbH
Eea	European Energy Award
EEAP	Energieeffizienz- Aktionsplan
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare- Energien- Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EnEV	Energieeinsparverordnung
ETS	Emissionshandelsystem
EU	Europäische Union
EUA	European Union Allowances
EUR/t CO ₂	Euro pro Tonne CO ₂
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Einwohner
EWärmeG	Erneuerbare Wärme Gesetz
Fzkm/a	Fahrzeugkilometern pro Jahr
GHD	Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung

GV	Güterverkehr
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
ha	Hektar
HEL	Heizöl extra leicht
HH	Haushalte
HHS	Holzhackschnitzel
HKW	Heizkraftwerk
HN	Heilbronn
Ho	Brennwert
Hu	Heizwert
HVG	Heilbronner Versorgungs GmbH
ID	Identification
IE	Institut für Energie GmbH
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm
IFH	Innovationsfabrik Heilbronn
IHK	Industrie und Handelskammer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
JVA	Justizvollzugsanstalt
K	Kelvin
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
Kfzkm	Kraftfahrzeugkilometer
kt/a	Kilotonnen pro Jahr
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KV	Kraftstoffverbrauch
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/m ²	Kilowattstunde pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LK	Landkreis
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden- Württemberg
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MessZV	Messzugangsverordnung
MFH	Mehrfamilienhaus
MW _{el}	Megawatt elektrisch
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
MW _{th}	Megawatte thermisch
NAP	Nationale Allokationspläne
NE-Bahnen	nicht-bundeseigenen Haupteisenbahnstrecken
NGF	Nutzgebäudefläche
NHF	Netzgesellschaft Heilbronn-Franken mbH
NLG	Nicht leitungsgebunden
NT	Niedertemperatur
OG	Obergeschoss
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PV	Personenverkehr
PV	Photovoltaik
ROG	Raumordnungsgesetz
Schiffskm/a	Schiffkilometer pro Jahr
SHK	Sanitär, Heizung, Klima
SK	Steinkohle
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
ST	Stadt
SV	Stadtviertel
SV-Kunden	Sondervertrags- Kunden
SWH	Stadtwerke Heilbronn
t CO ₂ /a	Tonnen CO ₂ pro Jahr
THG	Treibhausgase
TU	Technische Universität
TWh	Terrawattstunde

UBA	Umweltbundesanstalt
UMBW	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden- Württemberg
UMEG	Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg
USt	Umsatzsteuer
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.
W/m ² K	Watt pro Quadratmeter und Kelvin
WE	Wohneinheit
ZEAG	Zementwerk Lauffen – Elektrizitätswerk Heilbronn Aktiengesellschaft
Zugkm/a	Zugkilometer pro Jahr

1 Einführung und Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund der anthropogen verursachten Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes der Erde und der damit einhergehenden globalen Erwärmung spielt die Vermeidung von sog. Treibhausgasen – und hier insbesondere Kohlendioxid – eine wichtige Rolle. Auf EU-Ebene hat der Europäische Rat im Frühjahr 2007 ehrgeizige Ziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 formuliert. Die deutsche Bundesregierung hat sich zur Umsetzung dieser Ziele zu einem Abbau der Treibhausgasemissionen um 40% bis 2020, bezogen auf das Emissionsniveau von 1990, verpflichtet und dazu ein integriertes Energie- und Klimaprogramm aufgelegt, das zurzeit in rechtlich verbindliche Vorgaben umgesetzt wird.

Die europäische und nationale Energiepolitik fördert Entwicklungen zu dezentralen Energiestrukturen. Dabei kommt den Städten und Kommunen, zusammen mit den regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU), eine Rolle mit zunehmender Bedeutung zu, denn das Profil einer Stadt und einer Region wird in Zukunft zunehmend durch die energetische Infrastruktur geprägt sein.

Die Stadt Heilbronn hat sich schon frühzeitig für den Klimaschutz eingesetzt; dies belegen regelmäßige Energieberichte, die energetische Sanierung vieler städtischer Gebäude und die Errichtung von Solaranlagen zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung. Auch die regionalen EVU, die Stadtwerke Heilbronn GmbH und die ZEAG sind als Versorgungsunternehmen in der Umsetzung klimaschutzrelevanter Ziele für die Region Heilbronn wesentliche Akteure.

Im Verkehrsbereich wurden zahlreiche Maßnahmen umgesetzt, die sowohl den öffentlichen Nahverkehr als auch den Individualverkehr betreffen. Anzuführen sind hier beispielsweise der Ausbau der Stadtbahn, die Einrichtung von Busspuren, die Verflüssigung des Verkehrsflusses durch den Grünen Pfeil und die Einführung eines Parkleitsystems.

Zur weiteren Intensivierung ihrer Klimaschutzaktivitäten will die Stadt Heilbronn auf Basis eines Klimaschutzkonzeptes die aktuelle Situation bei den CO₂-Emissionen in der Stadt darlegen und aufzeigen, wie die Stadt – auch über die bereits laufenden Aktivitäten hinaus – zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beitragen kann. Zunächst wird eine Gesamtprimärenergiebilanz für den Ist-Zustand mit 2007 als Basisjahr, sowie für die Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit und daraus eine CO₂-Bilanz erstellt. Daraus kann dann eine Trendprognose für die künftige Entwicklung der CO₂-Emissionen der Stadt Heilbronn abgeleitet werden.

Für die Entwicklung in der Vergangenheit wird ein Zeitraum mit Referenzjahr 1990 (etwa Beginn der intensiveren Diskussion und der Bemühungen zum Klimaschutz in Energiewirtschaft und Politik) und für die Trendprognose der Zeitraum bis 2020 betrachtet.

Ausgehend von der kritischen Bestandsaufnahme wird ein Klimaschutzkonzept für die Stadt Heilbronn mit einem Zeithorizont bis 2020 entwickelt. Aufbauend auf die Bewertung der Maßnahmen, die in den letzten Jahren bereits durchgeführt wurden, werden weitere mögli-

che Klimaschutzmaßnahmen, die durch die Stadt oder die örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) sowie weiteren Akteure umgesetzt oder initiiert werden können, hinsichtlich der Minderungspotenziale und der Wirtschaftlichkeit betrachtet.

Daraus wird ein Maßnahmenkatalog erstellt, der einen Überblick über die Möglichkeiten der Stadt Heilbronn gibt, ihre Klimaschutzaktivitäten auszudehnen.

Mit der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes wurde das Ingenieurbüro Rau beauftragt, das für die Bearbeitung eine Arbeitsgemeinschaft mit der ENERKO GmbH (Gesellschaft für Energiewirtschaft und Umwelttechnik, Aldenhoven) und der AVISO GmbH (Aachen) gebildet hat.

2 Bestandsaufnahme und Analysen

Die Stadt Heilbronn ist das wirtschaftliche Zentrum der Region Heilbronn-Franken und ein Teil der Metropolregion Stuttgart. Das Stadtgebiet umfasst, seit der Eingemeindung von 8 ursprünglich eigenständigen Gemeinden, eine Fläche von rd. 100 km² (Abbildung 1). Einen Überblick über die Stadtteile mit den Einwohnern und Flächen gibt Tabelle 1.

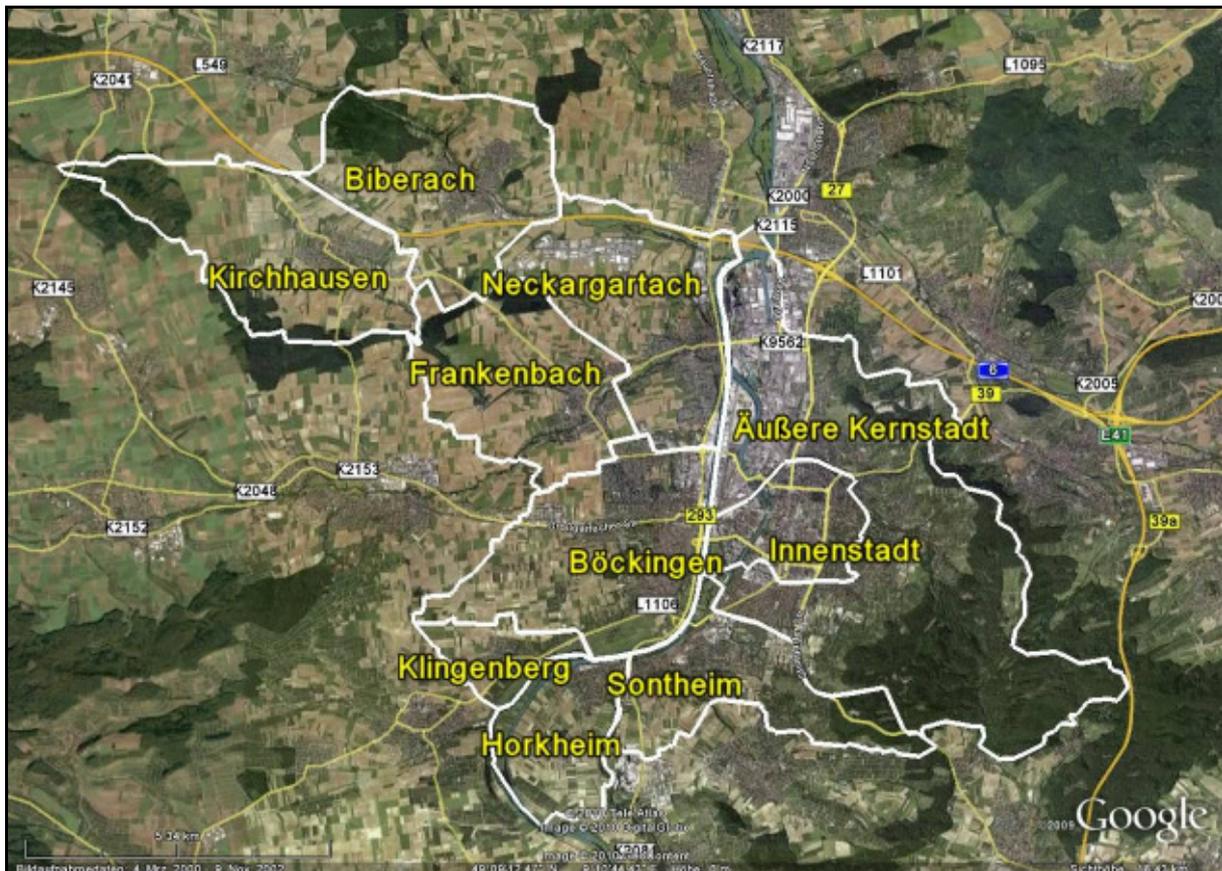


Abbildung 1: Stadtgebiet Heilbronn und Stadtteile. Quelle: google Earth

Stadtteil	Einwohner		Fläche		Gebäudefläche	
	Anzahl	Anteil	km ²	Anteil	1.000 m ²	Anteil
Äußere Kernstadt	26.550	21,7%	26,85	26,9%	1.743	34,2%
Biberach	5.240	4,3%	10,56	10,6%	178	3,5%
Böckingen	22.170	18,2%	11,30	11,3%	785	15,4%
Frankenbach	5.750	4,7%	8,91	8,9%	205	4,0%
Horkheim	4.270	3,5%	4,86	4,9%	99	1,9%
Innenstadt	30.160	24,7%	4,52	4,5%	969	19,0%
Kirchhausen	3.940	3,2%	11,47	11,5%	141	2,8%
Klingenberg	2.290	1,9%	2,72	2,7%	0	0,0%
Neckargartach	9.750	8,0%	11,26	11,3%	632	12,4%
Sontheim	11.980	9,8%	7,45	7,5%	346	6,8%
Unbekannt	0	0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%
Gesamt	122.100		99,89		5.098	

Tabelle 1: Überblick Stadtteile Heilbronn mit Einwohnern und Flächen

Heilbronn hat 122.098 Einwohner (Statistisches Landesamt 2008), davon sind 75.899 zwischen 18 und 65 Jahren alt. Rund 17% der Einwohner sind unter 18 und rd. 20% über 65 Jahre alt. Die Bevölkerungsprognose sieht einen Rückgang von etwa 3%, inklusive der Wanderungsbewegungen, für 2025 gegenüber 2005 voraus.

Die Stadt Heilbronn gehört zu den bedeutenden Wirtschaftsstandorten des Landes Baden-Württemberg, insbesondere in den Bereichen Maschinen- und Fahrzeugbaubau, sowie in der Verpackungs-, Nahrungs- und Genussmittelindustrie. Unternehmen wie Läpple, Unilever, Brüggemann, Münzing, Amphenol, Atmel, Campina und die Südwestdeutsche Salzwerke AG haben hier einen Sitz. Zahlreiche Zulieferfirmen für nahezu alle großen deutschen Autohersteller sind hier ansässig, darüber hinaus ist Heilbronn ein etablierter Handels-, Dienstleistungs- und wichtiger Hafen- und Logistikstandort (Abbildung 2).

Heilbronn verfügt als Standort der Hochschule Heilbronn für Technik, Wirtschaft und Informatik und der German Graduate School of Management and Law Heilbronn, sowie durch die Innovationsfabrik Heilbronn (IFH) als erfolgreiches Technologie- und Gründerzentrum und die Steinbeis-Zentren für Technologie-Transfer über einiges Innovationspotential insbesondere auf dem technischen Gebiet.

In Heilbronn sind 2008 laut Landesstatistik Baden-Württemberg 60.777 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte tätig, davon pendeln 38.386 über die Kreisgrenze ein und 18.433 aus.

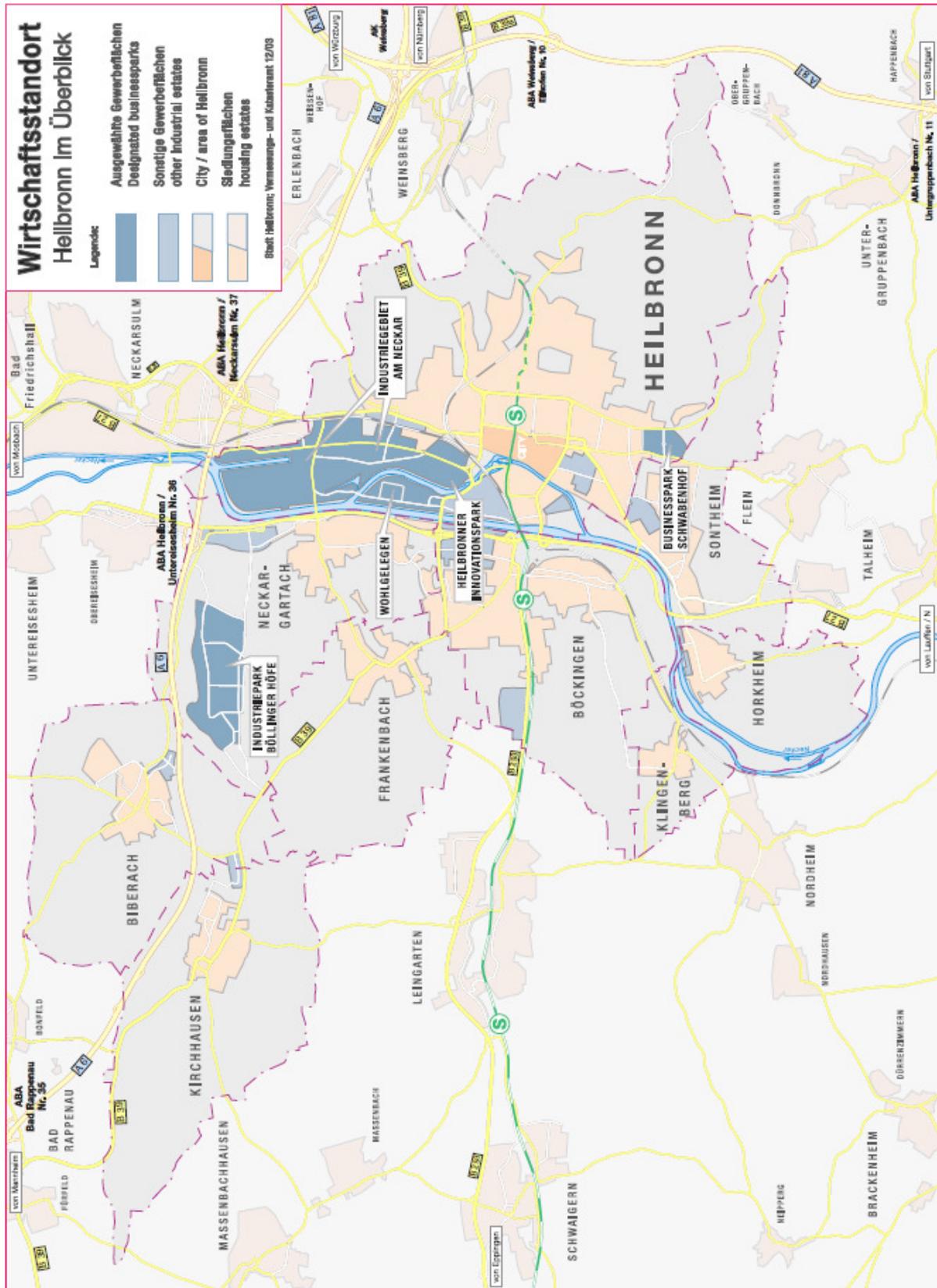


Abbildung 2: Wirtschaftsstandort Heilbronn. Quelle: Stadt Heilbronn [1]

2.1 Versorgungsunternehmen und Versorgungsstruktur

Die Versorgung der Stadt Heilbronn mit leitungsgebundener Energie - Elektrische Energie, Erdgas, Fernwärme - und Wasser erfolgt in Heilbronn durch die Unternehmen:

- **Heilbronner Versorgungs GmbH (HVG):** Erdgas, Fernwärme im Innenstadtbereich
- **Stadtwerke Heilbronn GmbH:** Wasserversorgung, Bus&Bahn, Industrie- und Hafenbahn, Bäder
- **ZEAG Energie AG:** Elektrische Energie, Fernwärme im Bereich Badstraße
- **NHF Netzgesellschaft Heilbronn Franken mbH:** Betrieb des Stromverteilungsnetzes im Versorgungsgebiet der ZEAG Energie AG
- **EnBW Kraftwerke AG, Heizkraftwerk Heilbronn:** Steinkohlekraftwerk mit 1.020 MW elektrischer Leistung und bis zu 300 MW Fernwärmeauskopplung

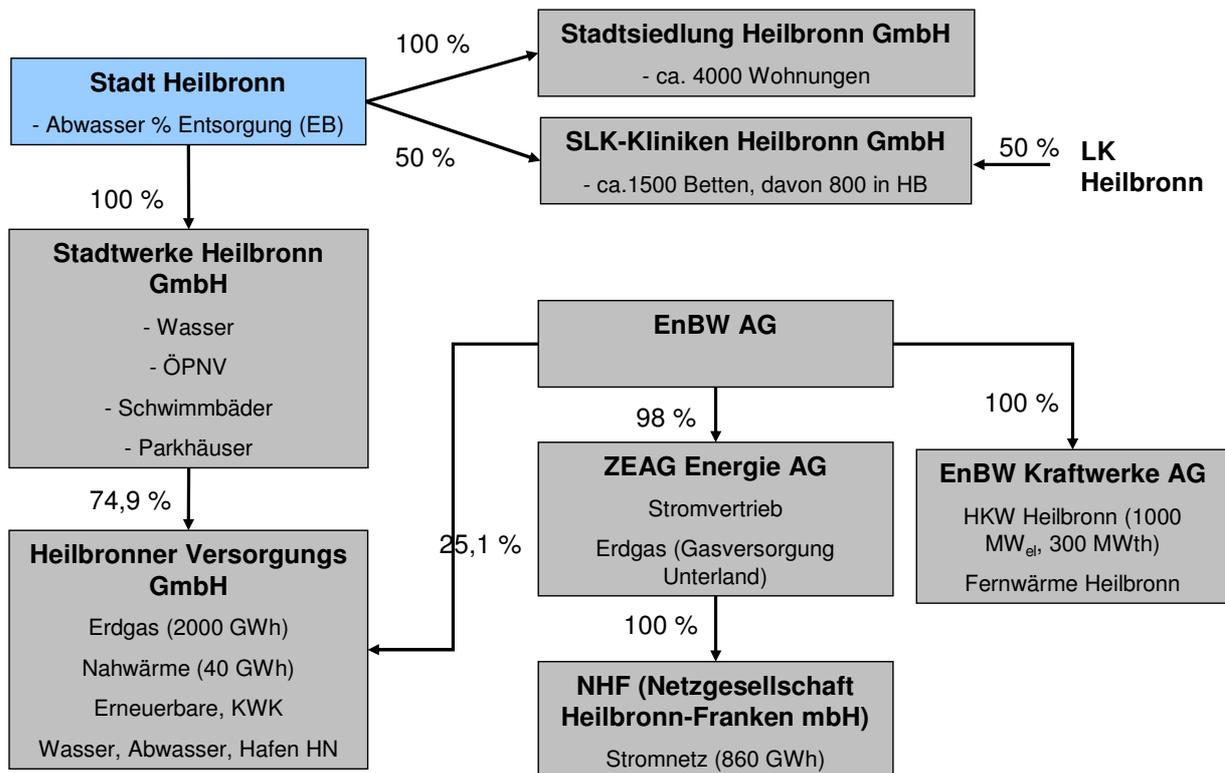


Abbildung 3: Beteiligungen der Stadt Heilbronn

2.1.1 Gasversorgung

Alle Stadtteile in Heilbronn sind mit Erdgas erschlossen. Die Versorgung erfolgt durch die HVG. Der Gasabsatz im Stadtgebiet belief sich in 2007 auf rd. 1.020 GWh/a bezogen auf den Brennwert (Ho). Hierin enthalten ist auch der Einsatz im Heizkraftwerk der EnBW (Spitzenlast in der Fernwärmeerzeugung) und in den Heizwerken der ZEAG und der HVG.

Große Einzelverbraucher sind neben den Heizkraftwerken/Heizwerken größere Industriebetriebe (Unilever, Hohenloher Asphalt-Mischwerke, Brüggemann) und das Klinikum Am Gesundbrunnen. Der weitaus größte Teil des Erdgas-Absatzes erfolgt aber im Bereich der Heizwärmeversorgung für die Privaten Haushalte und den Sektor Gewerbe, Handel Dienstleistungen (vgl. 2.2.3 Der Wärmemarkt in Heilbronn).

2.1.2 Fern- und Nahwärmeversorgung

Größter Fernwärmeversorger in Heilbronn ist das Heizkraftwerk der EnBW. Über ein Dampfnetz werden bereits seit den 1960er-Jahren zahlreiche Industrie- und Gewerbebetriebe im Industriegebiet nördlich der Innenstadt versorgt, seit 2001 auch das Milchwerk Campina westlich des Neckar in Neckargartach. Im Norden des Versorgungsgebietes werden weitere Unternehmen in Neckarsulm beliefert (z.B. Audi (seit 1985), Kolbenschmidt). Darüber hinaus liefert EnBW Fernwärme an die HVG zur Weiterverteilung im Innenstadtnetz der HVG.

Einen Überblick über die Fernwärmesysteme im Raum Heilbronn gibt die Abbildung 4.

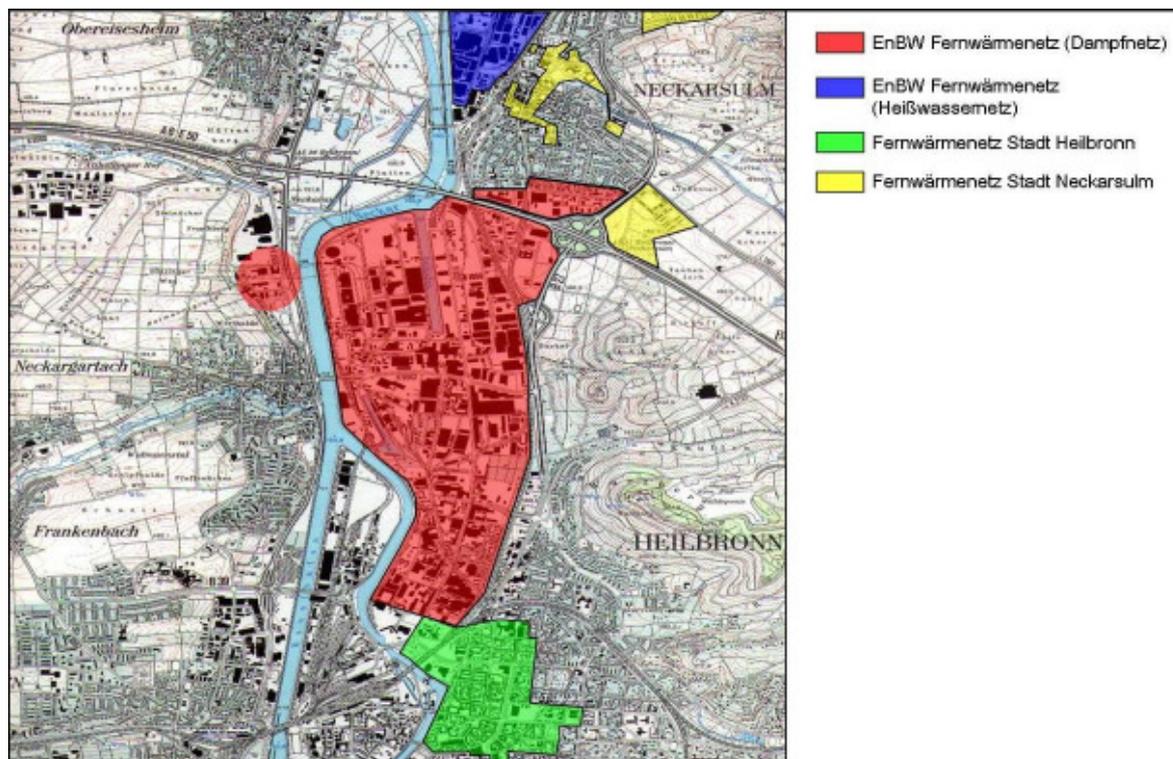


Abbildung 4: Überblick Fernwärmesysteme in Heilbronn (Quelle: EnBW)

Die gesamte Fernwärmeabgabe an Endkunden aus dem EnBW-Heizkraftwerk belief sich in 2007 auf 457 GWh. Davon wurden rd. 225 GWh an die Fernwärmekunden in Neckarsulm abgegeben, rd. 41 GWh zur Weiterverteilung an HVG und 190 GWh an Endkunden der EnBW in Heilbronn.

Die HVG betreibt zur Besicherung der Fernwärme von EnBW und zur Spitzenlastabdeckung ein gas-/ölgefeueres Heizwerk in der Weipertstraße. In 2003/2004 hat HVG die Fernwärmeversorgung der Innenstadt ausgebaut in Richtung Westen/Bahnhofsvorstadt und versorgt dort den Neubau der Kreisberufsschule auf dem ehemaligen Schlachthofgelände.

Im Osten der Stadt versorgt die HVG seit 2001/2002 das Wohnviertel „Badener Hof“ (ehemalige rückgebaute Kasernenfläche) aus einem neu errichteten gas-/ölgefeueren Heizwerk mit Solarunterstützung (Absorberfläche rd. 380 m²). Die Wärmeabgabe beträgt rd. 2,3 GWh/a, davon werden knapp 0,2 GWh aus der Solaranlage gedeckt.

Ein weiteres Nahwärmenetz in der Innenstadt Heilbronn wird von der ZEAG aus einem erdgas/heizölgefeuerten Heizwerk am Standort Badstraße versorgt. Die Wärmeabgabe belief sich in 2007 auf rd. 25 GWh.

Die Abbildung 5 gibt einen Überblick über die Lage aller Fern- und Nahwärmegebiete im Stadtgebiet Heilbronn.

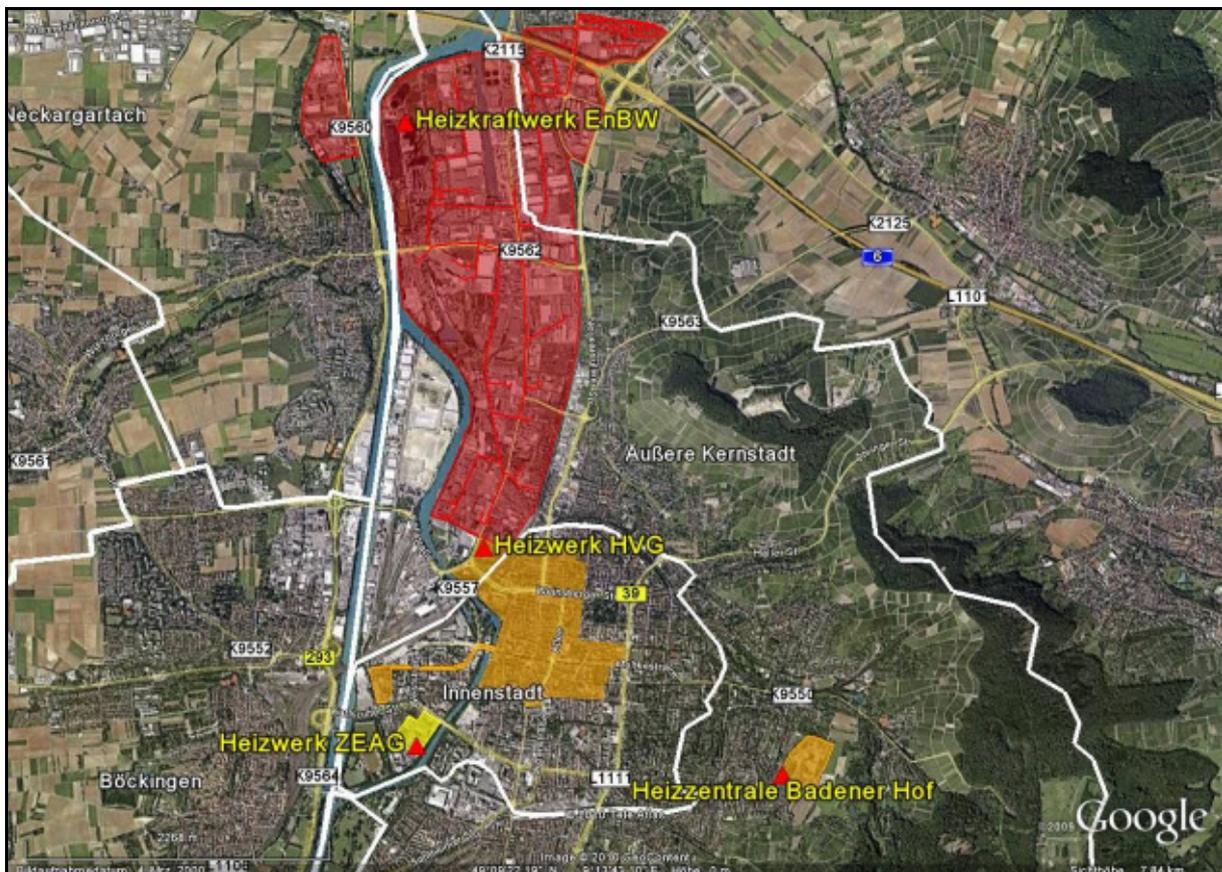


Abbildung 5: Überblick Fern- und Nahwärmenetze in Heilbronn

2.1.3 Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung mit KWK-Anlagen

Neben den zentralen Erzeugungsanlagen der Versorgungswirtschaft werden in Heilbronn 46 dezentrale Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärme-Erzeugung (Kraft-Wärme-Kopplung) mit Erdgas als Brennstoff betrieben.

Die Stadt Heilbronn hat seit 2002 in ihren Liegenschaften - insbesondere in den größeren Schulen - 11 BHKW-Anlagen mit insgesamt 260 kW elektrischer Leistung installiert. Die Stadtsiedlung betreibt seit 2005 bzw. 2008 zwei Kleinst-BHKW. In 2009 sind von der Stadtsiedlung weitere 23 Anlagen zugebaut worden. Der Kreis Heilbronn betreibt eine Anlage in einer Schule. Zwei weitere KWK-Anlagen nutzen Klärgas bzw. Deponiegas. Sie werden im Rahmen des Abschnitts 2.1.4 „Nutzung Erneuerbarer Energien“ bilanziert.

Die Entwicklung der installierten elektrischen Leistung und der Anlagenanzahl seit 1999 ist in Abbildung 6 dargestellt. Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Lage der Anlagen im Stadtgebiet.

Die HVG betreibt seit 2001 eine Gasentspannungsanlage zur Stromerzeugung. Die Anlage nutzt den Druckunterschied zwischen den Erdgas-Fernleitungen (bis zu 100 bar) und dem Verteilnetz in Heilbronn (9 bis 15 bar). Das Erdgas wird über einen Kolbenmotor entspannt, der die Druckdifferenz abbaut und bis zu 700 kW elektrische Leistung und im Jahresmittel 2.500 MWh elektrische Energie abgibt. Die Anlage war die erste dieser Art in Baden-Württemberg. Sie ist streng genommen keine KWK-Anlage. Der Primärenergienutzungsgrad ist jedoch vergleichbar hoch wie bei KWK-Anlagen, so dass sie an dieser Stelle mit aufgenommen wird.

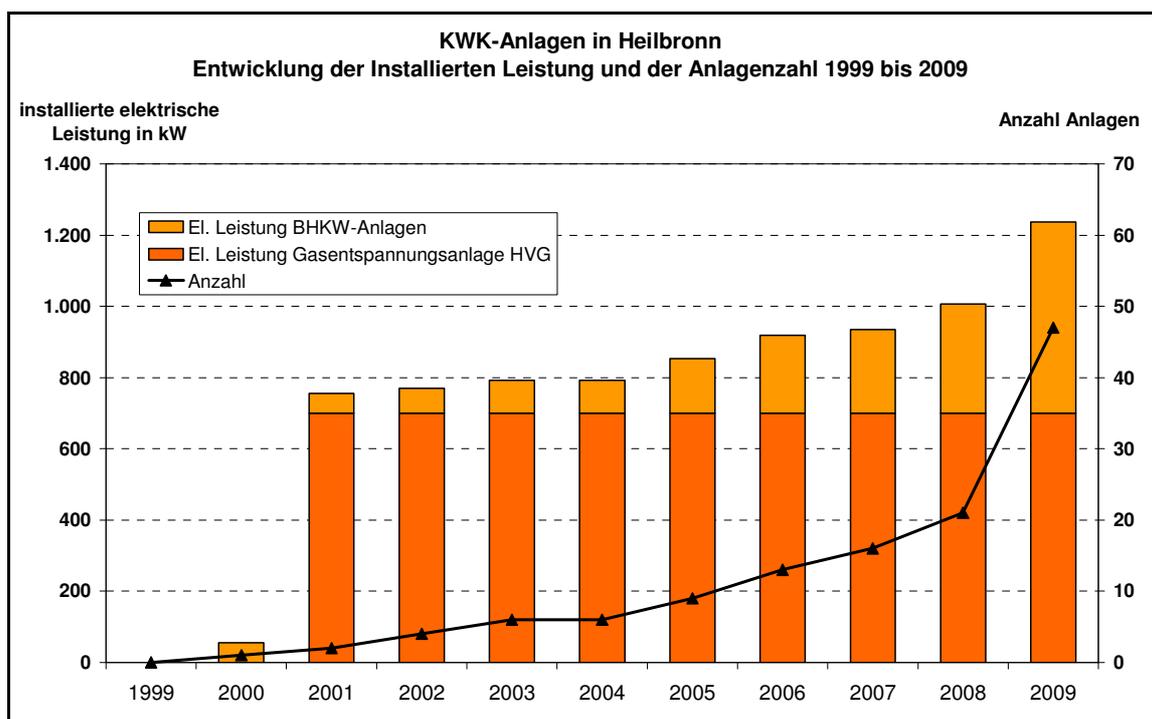


Abbildung 6: Entwicklung dezentraler KWK-Anlagen in Heilbronn

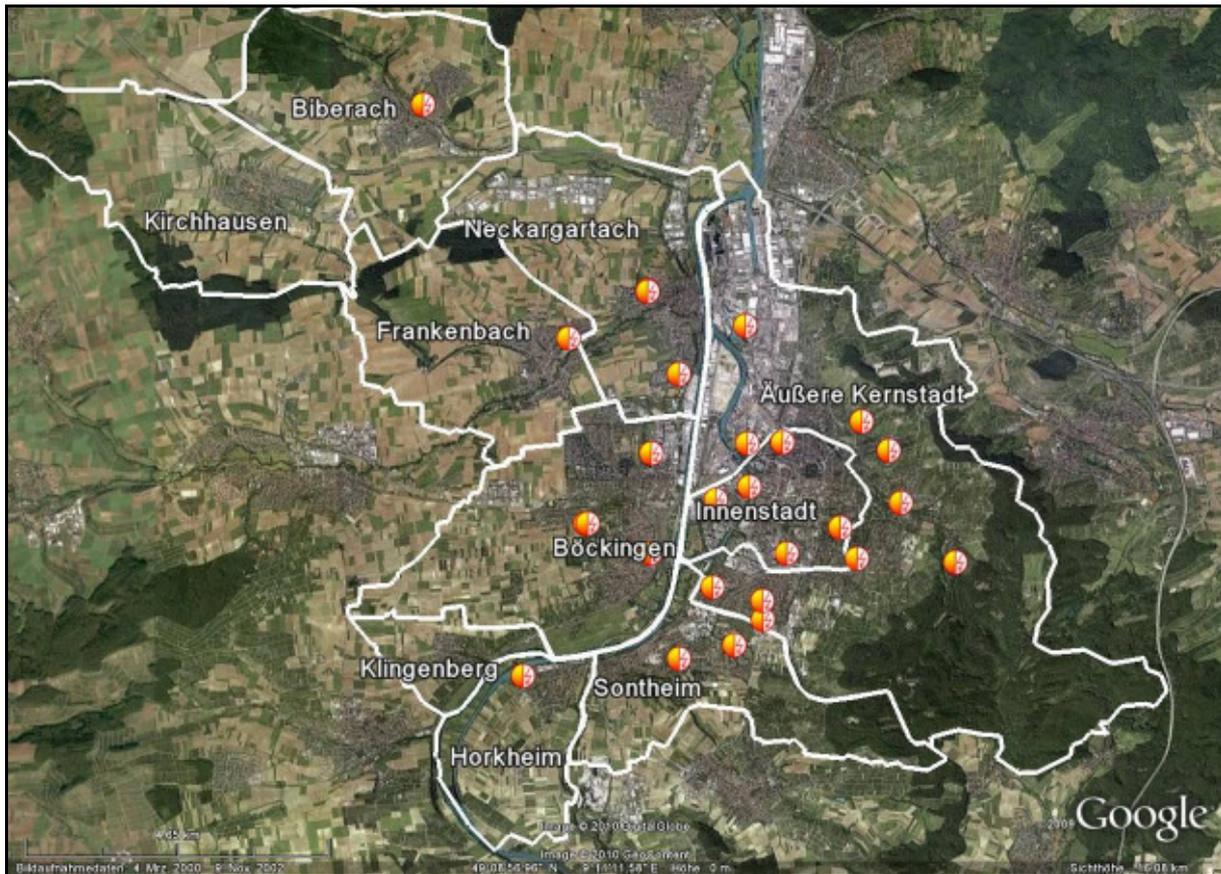


Abbildung 7: Überblick Lage dezentraler BHKW-Anlagen im Stadtgebiet

2.1.4 Nutzung Erneuerbarer Energien

Bei der Bilanzierung der Erneuerbaren Energieträger muss die Nutzung für die Stromerzeugung und für die Wärmeerzeugung unterschieden werden.

2.1.4.1 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern erfolgt in Heilbronn mittels:

- Wasserkraftanlagen: 3 Anlagen, in Summe 5.890 kW,
- Photovoltaikanlagen: rd. 560 Anlagen, in Summe 6.000 kW
- Deponiegasanlagen: 1 BHKW-Modul 626 kW (Standort HVG, 2008 wg. Rückgang des Deponiegases außer Betrieb genommen)
- Klärgasanlagen: 3 BHKW-Module, in Summe 1.998 kW (Standort Klärwerk)
- Biomasse: 1 Anlage, 440 kW

Windkraftanlagen gibt es im Stadtgebiet Heilbronn nicht.

Die Anlagenleistungen und Einspeisemengen wurden den Angaben des Netzbetreibers NHF entnommen und mit den Daten der Internet-Informationsplattform www.energymap.de zusammengeführt. Diese Zusammenstellungen bilanzieren nur Anlagen, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, erstmalig im Jahr 2000 in Kraft getreten) in das öffentliche Netz einspeisen.

Darüber hinaus gibt es einige Anlagen zur Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen, die aus wirtschaftlichen Gründen auch bzw. vorwiegend zur Eigenbedarfsdeckung genutzt werden und deren Strom nicht bzw. nur zu einem Teil in das öffentliche Netz eingespeist wird. Hierzu zählt z.B. das Klärgas-BHKW. Diese Anlagen und die vor erstmaligem Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 erzeugten Strommengen auf Basis regenerativer Energieträger wurden den verfügbaren Angaben der Betreiber entnommen (z.B. Energieberichte der Stadt Heilbronn) bzw. über eigene Recherchen ermittelt.

Im Jahr 2008 wurde in Heilbronn rd. 54,6 GWh elektrische Energie aus Erneuerbaren Energieträgern erzeugt, in 2007 (Bezugsjahr für diese Untersuchung) waren es 57,6 GWh. Das sind rd. 7% des jährlichen Gesamt-Stromverbrauchs in der Stadt (764 GWh/a, vgl. Abschnitt 2.2.4 Entwicklung des Stromverbrauches). Abbildung 8 gibt einen Überblick über die Anteile der einzelnen Energieträger, in Abbildung 9 ist die zeitliche Entwicklung seit dem Jahr 2000 dargestellt.

Wie die Ergebnisse zeigen, wird die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern durch die Stromerzeugung aus Wasserkraft dominiert, gefolgt von der Stromerzeugung aus Klärgas und aus Photovoltaik.

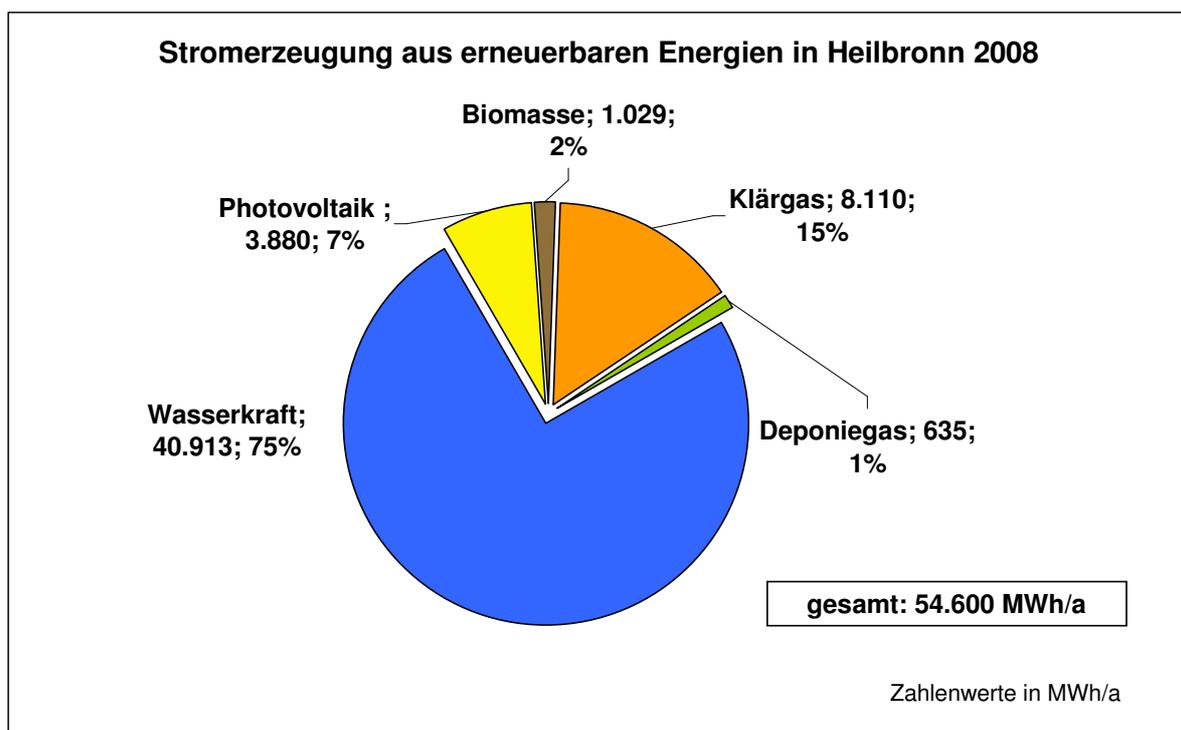


Abbildung 8: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2008

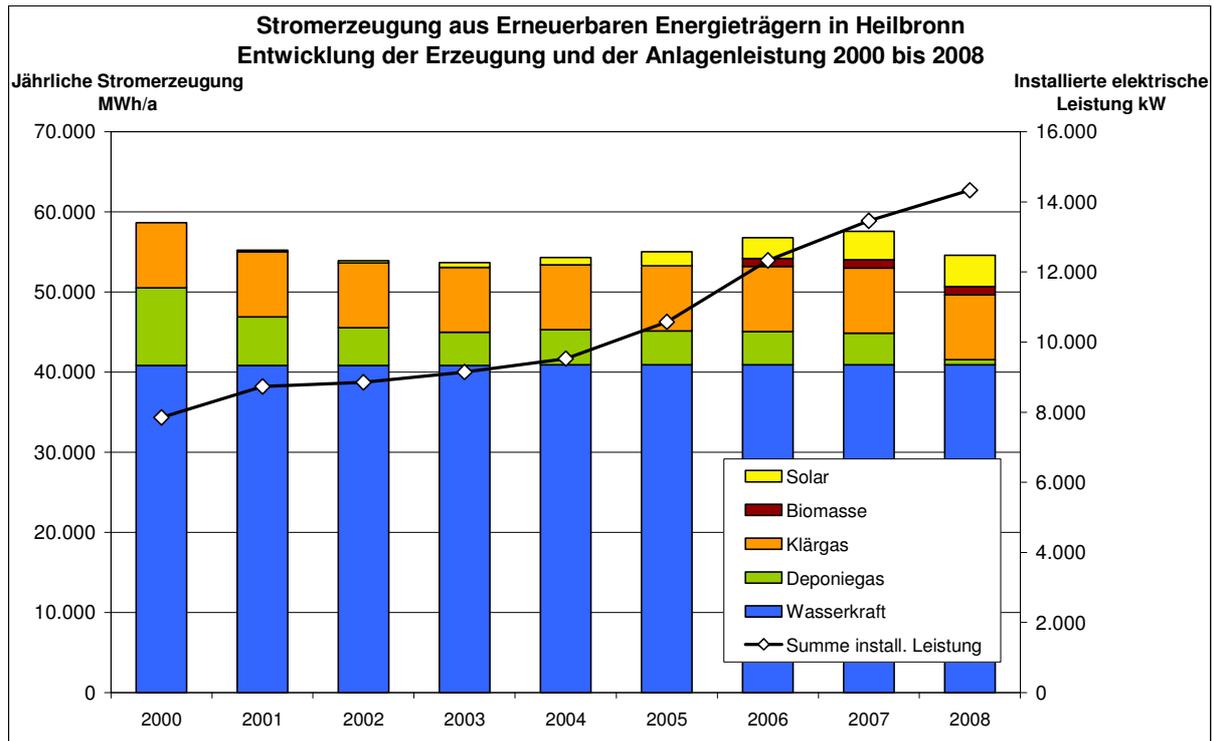


Abbildung 9: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern 2000 bis 2008

Die Deponiegasmengen aus der Deponie Vogelsang werden seit den 1990er-Jahren gesammelt, über eine Transportleitung zum Standort Weipertstraße geleitet und dort in einem BHKW verstromt. Sie sind aufgrund des fehlenden Neueintrags von organischem Müll seit 2000 rückläufig, so dass aufgrund fehlender Auslastung der BHKW-Anlage diese im Jahr 2008 stillgelegt werden musste. Dies ist die Ursache für den gemäß Abbildung 9 zu verzeichnenden Rückgang der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Heilbronn.

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen hat sich erst in den letzten Jahren mit Zunahme der Förderung aus dem EEG und gleichzeitigem Preisrückgang der Anlagen entwickelt. Mit einer Erzeugung aus Photovoltaik-Anlagen von knapp 4.000 MWh/a liegt der Beitrag zum gesamten jährlichen Stromverbrauch in Heilbronn (764.000 MWh/a) jedoch nur bei rd. 0,5%.

Andererseits spiegelt die Entwicklung der installierten PV-Anlagen in Heilbronn mit einer gesamten Leistung (Peak) von rd. 6.000 kW und einer spezifischen Leistung von 49 Watt je Einwohner in 2008 die Anstrengungen der Institutionen und Bürger der Stadt zur Etablierung der Photovoltaik in Heilbronn wider (Stadt Heilbronn: 7 Anlagen mit ges. 12 kW, Stadtsiedlung 25 Anlagen mit ges. 430 kW, Stadtwerke Heilbronn 2 Anlagen mit ges. 20 kW, mehr als 500 private Anlagen mit ges. 5.540 kW).

Wie der Vergleich mit anderen Groß- und Mittelstädten in Baden-Württemberg in Abbildung 10 zeigt, weisen gemäß den Vergleichswerten der Internet-Plattform

www.solarbundesliga.de in der Kategorie der Großstädte nur Ulm und Freiburg höhere spezifische PV-Leistungen je Einwohner auf.

In Abbildung 11 ist der Anteil der Stromerzeugung aus den verschiedenen erneuerbaren Energieträgern am Gesamtstromabsatz für Heilbronn mit den entsprechenden Werten in Baden-Württemberg bzw. in Deutschland für das Jahr 2007 dargestellt. Wie die Grafik zeigt, liegt Heilbronn in der Summe der Anteile der Erneuerbaren Energieträger zwar etwas höher als das Land Baden-Württemberg, aber doch deutlich niedriger als der Wert auf Bundesebene. Dies ist zurückzuführen auf die in Heilbronn aufgrund der städtischen Struktur und der Tallage gänzlich fehlende Stromerzeugung aus Windkraftanlagen. In anderen deutschen Großstädten ist eine vergleichbare Situation gegeben, in vielen Fällen ist sie aufgrund der fehlenden Wasserkraftnutzung noch deutlich ungünstiger.

In Abbildung 12 ist abschließend eine Übersicht über die Lage der EEG-Anlagen im Stadtgebiet Heilbronn dargestellt.

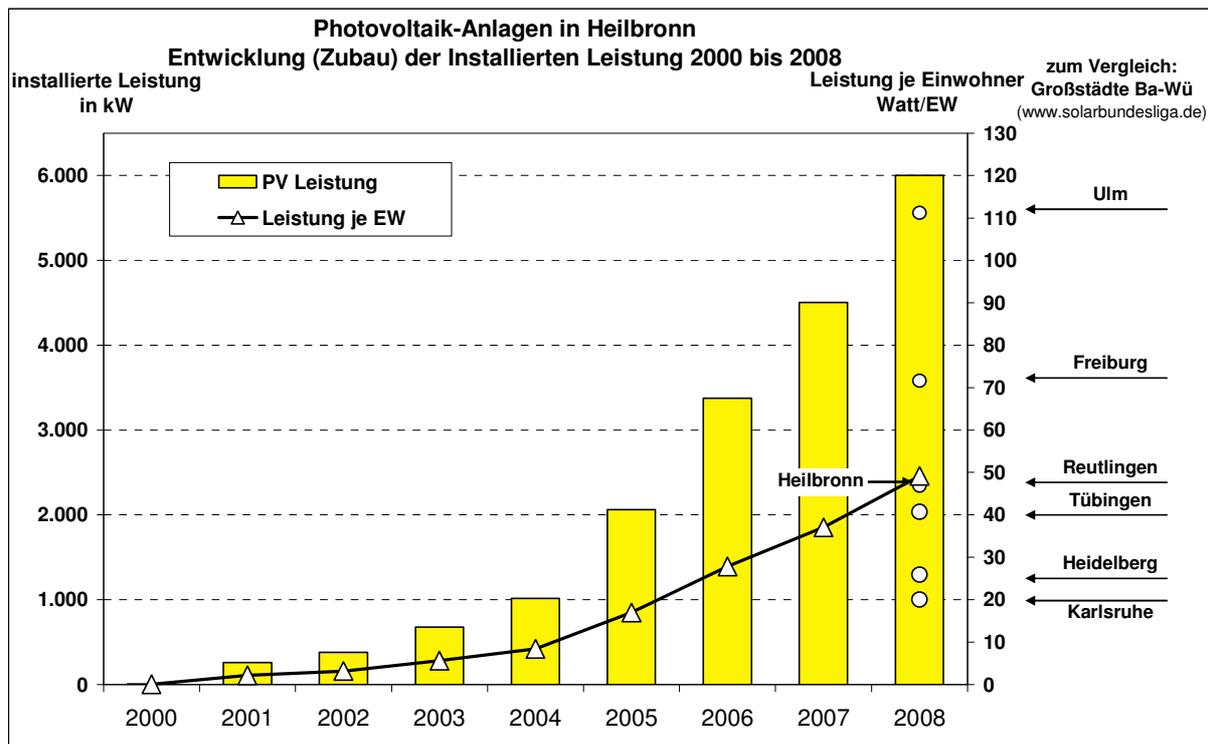


Abbildung 10: Entwicklung der Photovoltaik-Anlagen in Heilbronn in den Jahren 2000 bis 2008

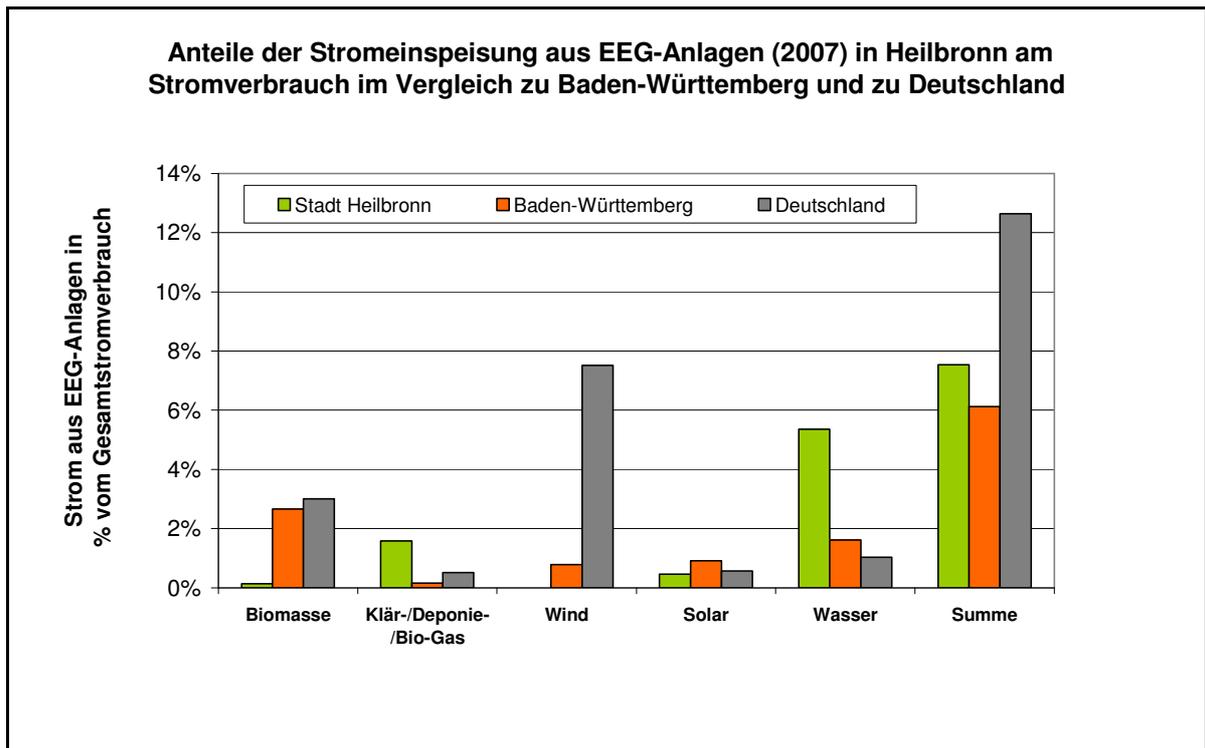


Abbildung 11: Anteile der Stromerzeugung aus EEG-Anlagen in Heilbronn im Vergleich zu Baden-Württemberg und zu Deutschland

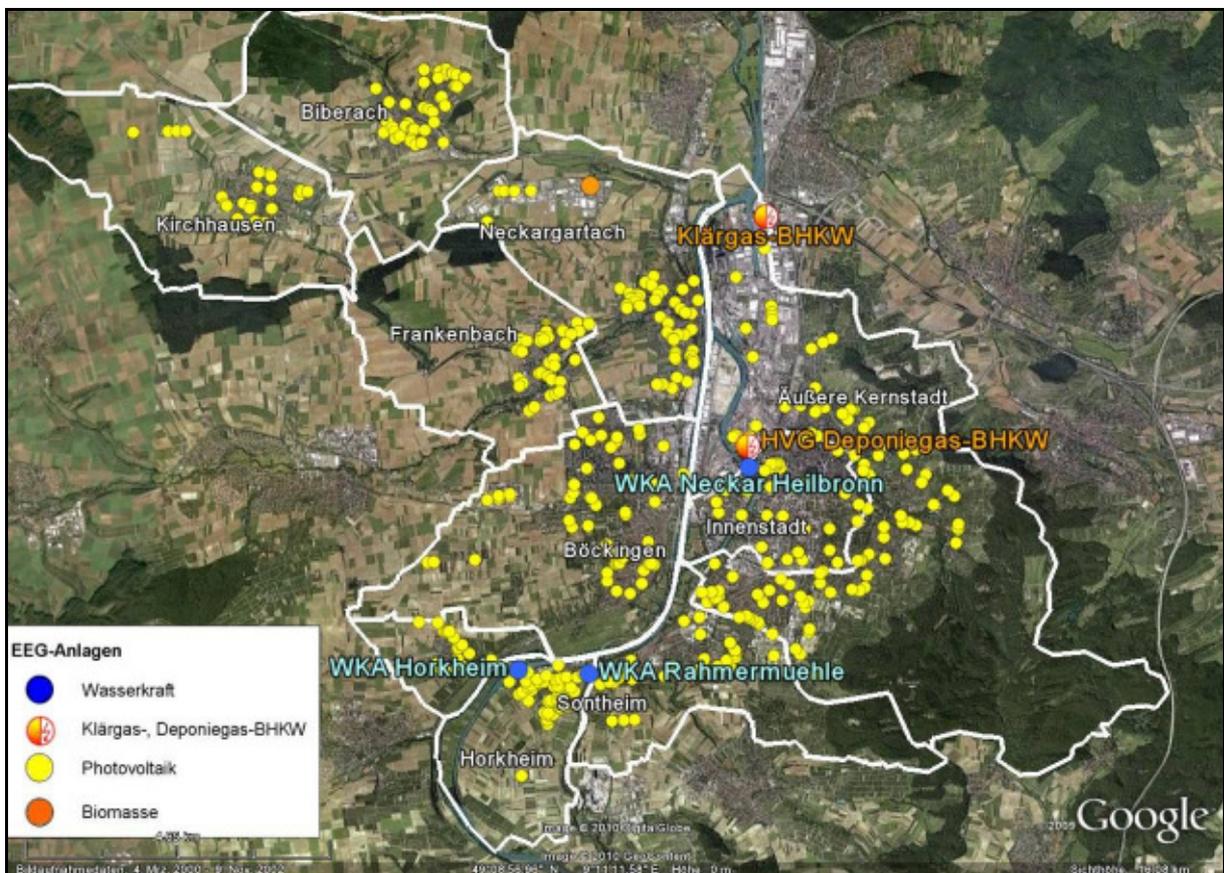


Abbildung 12: Überblick der Lage von EEG-Anlagen im Stadtgebiet

2.1.4.2 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern erfolgt in Heilbronn mittels:

- Deponiegas-BHKW: Die Abwärme aus dem Deponiegas-BHKW wurde bis zu dessen Stilllegung zur Erdgas-Vorwärmung für die Gasentspannungs-Anlage genutzt.
- Klärgas-BHKW: Die Abwärme der drei BHKW-Module wird für die Beheizung der Faultürme und Betriebsgebäude genutzt.
- Biomasse: Die Abwärmenutzung der EEG-BHKW-Anlage erfolgt zur Beheizung, eine weitere Nutzung zur Raumheizung liegt bei Zentralheizungs-Anlagen, Einzelöfen und Kaminen vor (Beschickung mit Holz-Pellets, Hackschnitzeln und Scheitholz).
- Thermische Solaranlagen: Werden überwiegend zur Brauchwarmwassererwärmung, teilweise auch zur Heizungsunterstützung genutzt.

Die Anlagenleistungen und erzeugten Wärmemengen der BHKW-Anlagen wurden entsprechend den bekannten technischen Daten bzw. rechnerisch über übliche Wirkungsgrade ermittelt.

Für die Zentralheizungsanlagen mit Holz und die thermischen Solaranlagen wurden die auf den vom BMU unterstützten Informations-Portalen www.biomasse-atlas.de und www.solaratlas.de verfügbaren anlagenscharfen Daten ausgewertet. Diese Portale bereiten den Datenbestand aus den vom BAFA seit 2001 bewilligten Förderanträgen für derartige Anlagen nach dem Marktanreizprogramm auf Gemeindeebene auf.

Zusätzlich wurden die städtischen Anlagen gemäß den Angaben in den Energieberichten der Stadt Heilbronn aufgenommen. Die Wärmeerzeugung in holzgefeuerten Einzelöfen und Kaminen wurde abgeschätzt über spezifische Kennzahlen und Erfahrungswerte aus anderen deutschen Großstädten (hier Dortmund).

2008 wurde in Heilbronn rd. 21,4 GWh/a Wärme aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt, im Jahr 2007 (Bezugsjahr für diese Untersuchung) waren es 24,0 GWh. Das sind knapp 1% des Wärmemarktes von 1.540 GWh/a (vgl. Abschnitt 2.2.3 Der Wärmemarkt in Heilbronn). Abbildung 13 gibt einen Überblick über die Anteile der einzelnen Energieträger, in Abbildung 14 ist die zeitliche Entwicklung seit dem Jahr 2000 dargestellt.

Wie die Ergebnisse zeigen, wird die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch die Klärgasnutzung dominiert, gefolgt von der Biomassenutzung und der Solarthermie.

Die Deponiegasmengen und damit auch die Strom- und Wärmemengen aus der Deponiegasnutzung sind - wie in den Ausführungen zu den EEG-Anlagen beschrieben - seit 2000 rückläufig und aufgrund der Stilllegung des Deponiegas-BHKW gibt es seit Mitte 2008 keine Beiträge mehr. Daher muss die Gasvorwärmung vor der Gasentspannungsanlage über erdgasbefeuerte Kessel erfolgen.

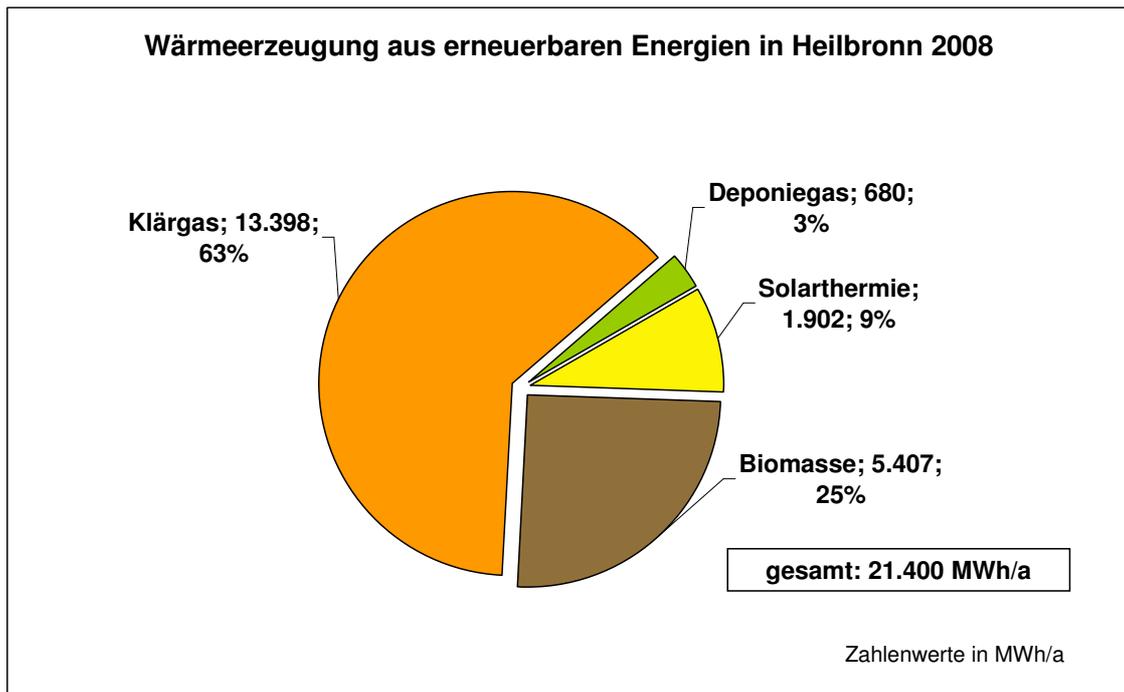


Abbildung 13: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2008

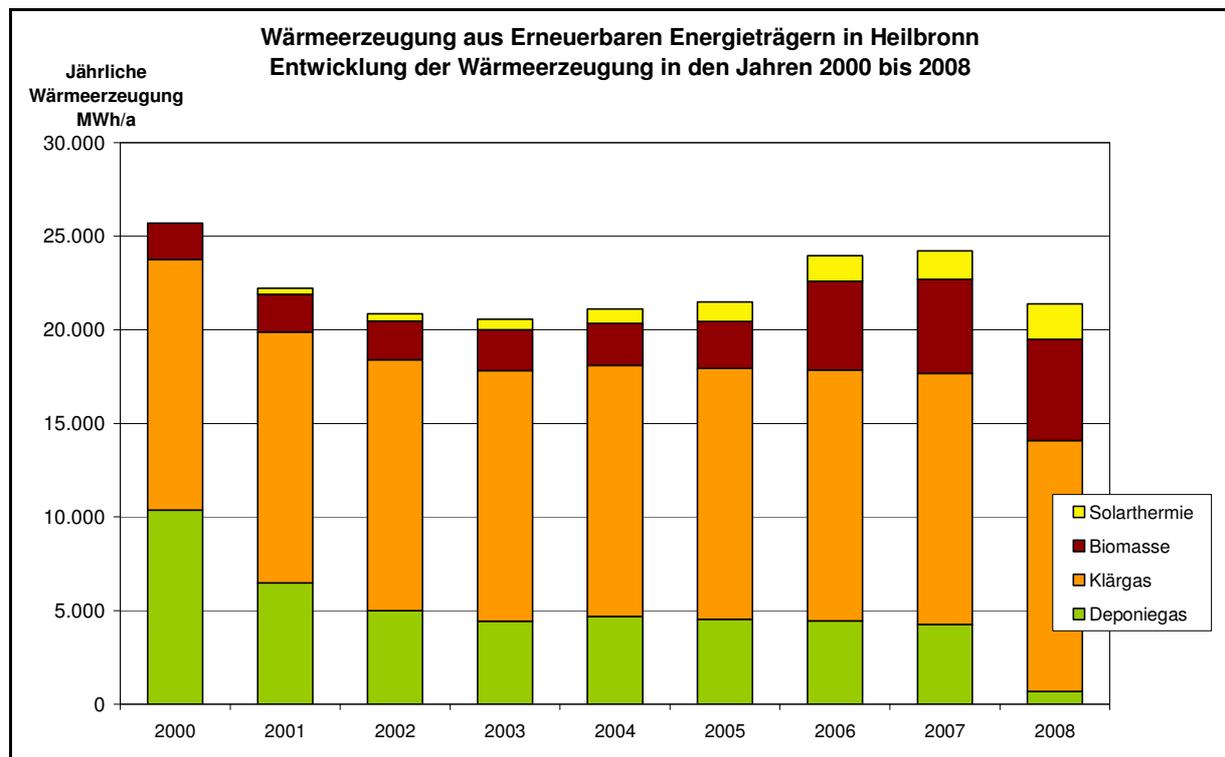


Abbildung 14: Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern 2000 bis 2008

In Abbildung 15 ist die Zubau-Entwicklung der holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen dargestellt.

Die Wärmeerzeugung aus thermischen Solaranlagen zeigt seit 2000 einen kontinuierlichen Anstieg (Abbildung 16) und hat sich in der Stadt etabliert. Dies zeigt auch der Vergleich zu anderen Groß- und Mittelstädten in Baden-Württemberg. Gemäß den Vergleichswerten der Internet-Plattform www.solarbundesliga.de liegt Heilbronn in der Kategorie der Großstädte hinsichtlich der spezifischen installierten Anlagenfläche je Einwohner bei vergleichbaren Werten wie Reutlingen, Heidelberg oder Karlsruhe. Zu beachten ist, dass in die Auswertungen für Heilbronn nur die seit 2000 zugebauten (und geförderten) Anlagen sowie die kommunalen Anlagen eingeflossen sind. Die vor 2000 privat errichteten Anlagen sind nicht enthalten, da keine gesammelten Informationen hierzu verfügbar sind.

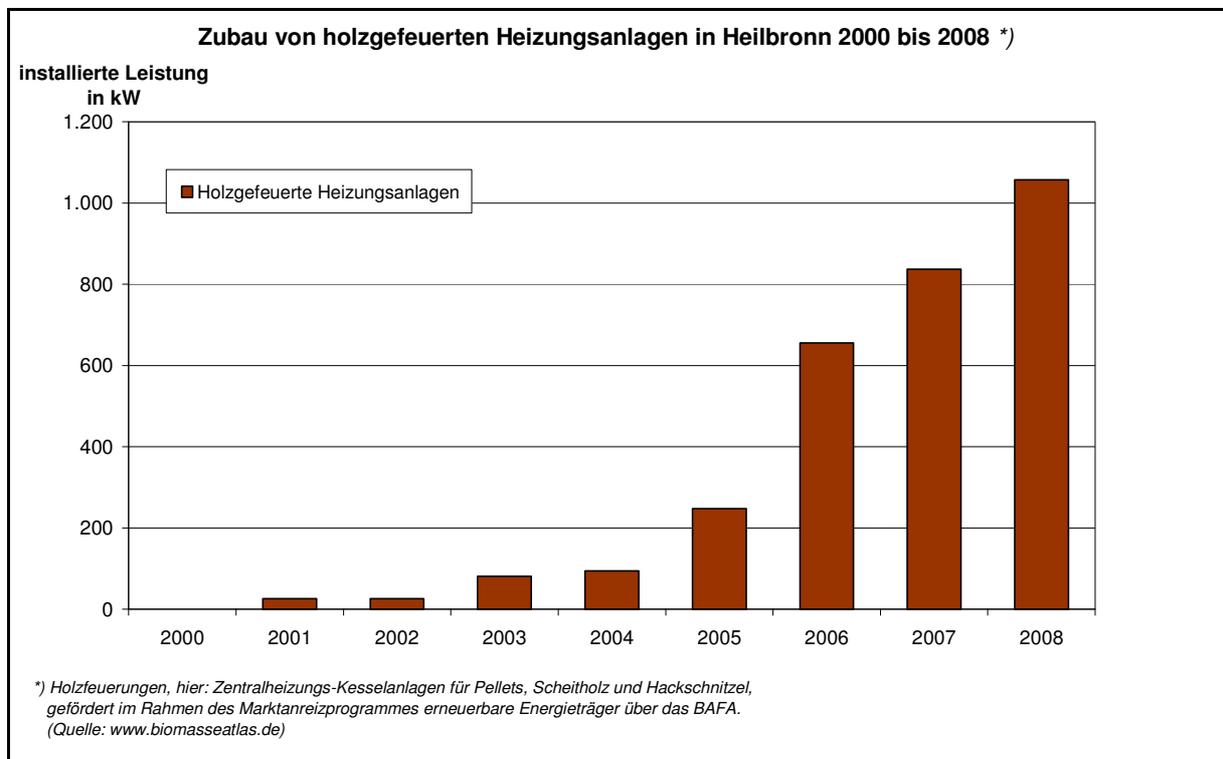


Abbildung 15: Zubau von holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen in Heilbronn seit 2000

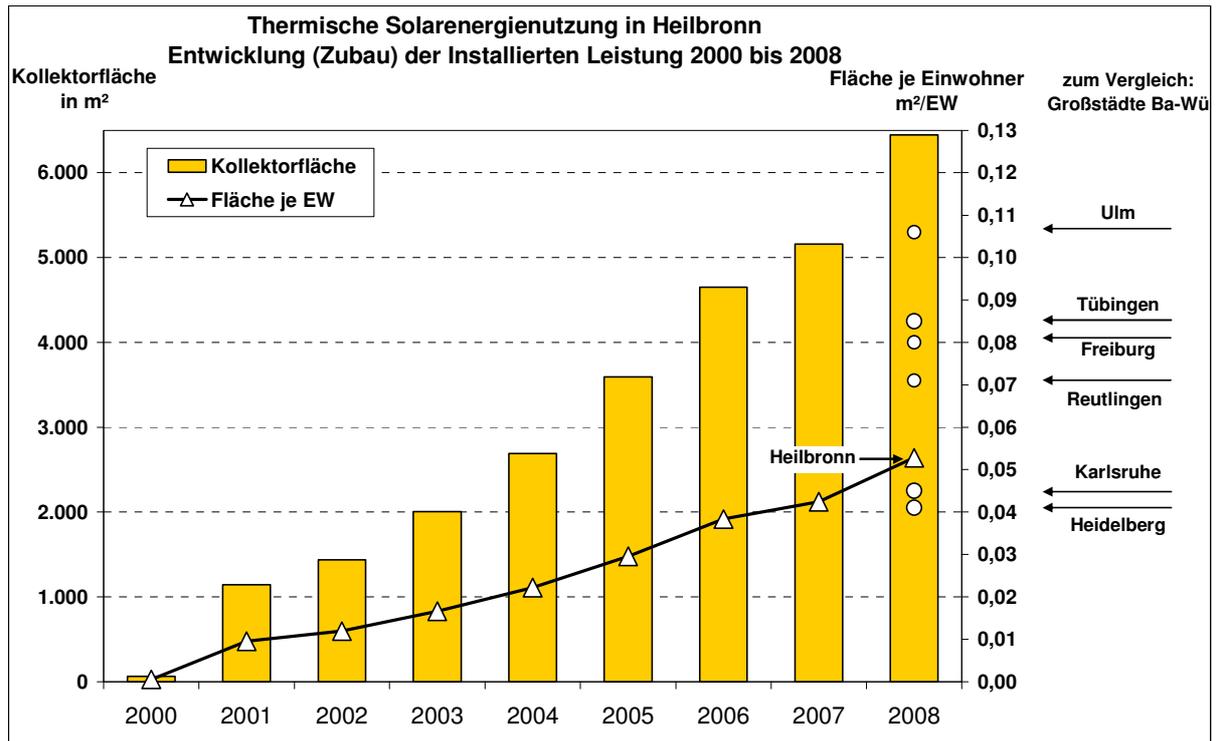


Abbildung 16: Zubau von solarthermischen Anlagen in Heilbronn seit 2000

2.2 Energieverbrauchsentwicklung seit 1990

2.2.1 Datengrundlage Bereich Energieversorgung

Der Energieeinsatz in Heilbronn umfasst die fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl, Flüssiggas und Kohle zur Beheizung (Raumwärme- und Prozesswärme), elektrische Energie für Licht und Kraft und zur Beheizung sowie die erneuerbaren Energieträger für die Beheizung. Die Bilanzierung der Energiemengen erfolgt in Form von Endenergie, d.h. Bilanzgrenze ist die Nutzung beim Endverbraucher für Heizzwecke, Licht und Antriebe etc..

Zur Bilanzierung der Energiemengen wurde auf folgende umfassende Datenquellen zurückgegriffen:

- Verbrauchs- und Flächendaten der städtischen Liegenschaften, der Liegenschaften der Stadsiedlung und der Landesliegenschaften in Heilbronn
- Energieberichte der Stadt Heilbronn von 2002 bis 2008
- Objektscharfe Strom-, Erdgas- und Wasserverbräuche aus den Abrechnungsdaten der NHF, der Stadtwerke Heilbronn und der HVG
- Fernwärmeerzeugung und Fernwärmeabsatz des Heizkraftwerkes Heilbronn der EnBW

- Statistiken des BDEW (früher VDEW bzw. BGW) zu Strom- und Gaslieferungen der Versorgungsunternehmen in Heilbronn (Historie)
- Emissionskataster der LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) sowie Daten des Landesamtes für Statistik Baden-Württemberg

Als Basisjahr für die Untersuchung wurde das Jahr 2007 festgelegt, da für dieses Jahr zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme die vollständigen Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger vorlagen.

2.2.2 Wärmeatlas für Heilbronn

Auf Basis der Verbrauchsabrechnungen der Versorgungsunternehmen wurden die gebäudescharfen Heizenergieverbräuche der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Strom ermittelt, ergänzt durch die Angaben zur Fernwärmenutzung aus den Liegenschaftsstatistiken der Stadt Heilbronn, der Stadtsiedlung und der Landesliegenschaften.

Die Bilanzierung der fehlenden Verbrauchswerte - insbesondere der nicht leitungsgebundenen Heizenergieträger Öl, Flüssiggas, Kohle und Holz, im folgenden unter dem Oberbegriff „NLG“ summiert - erfolgte mittels der „Kennwertmethode“. Dieses von ENERKO bereits Ende der 1980er-Jahre im Rahmen einer im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie erstellten Studie zur rationalen Erstellung von Wärmeatlanten und Emissionskatastern entwickelte Verfahren beruht auf der Idee, aus der Korrelation zwischen dem Heizenergieverbrauch und dem Strom- oder/und Wasserverbrauch der leitungsgebunden mit Heizwärme versorgten Gebäude den Heizenergieverbrauch für die nicht leitungsgebunden versorgten Gebäude (Heizöl, Flüssiggas, Kohle, Holz) abzuleiten.

Insbesondere für kleine und mittlere Wohngebäude liefert diese Methode gute Ergebnisse bei vergleichsweise überschaubarem Aufwand. Dieselbe Datenqualität wird man für diese Gebäude auf Basis von Schornsteinfegerdaten nicht oder nur mit einem wesentlich höheren Aufwand erhalten, da aus diesen Daten nur die installierte Leistung ersichtlich ist. Umfragen liefern i.d.R. nur unvollständigen Datenrücklauf und sind in der Durchführung sehr aufwändig.

Bei großen nicht leitungsgebunden versorgten Gebäuden sind bzgl. der Genauigkeit der Kennwertmethode Abstriche zu machen. Es wurden daher in Abhängigkeit von der Güte der Korrelation zwischen den Verbrauchsdaten Strom/Wasser und Gas/Wärme/Heizstrom Unter- und Obergrenzen für die Bildung der Korrelationsfunktion definiert. Für große Objekte wurden zudem ergänzende Plausibilitätsprüfungen bzw. Einzelbetrachtungen vorgenommen (z.B. anhand von Luftbildern).

Auf Basis dieser Ableitungen wurde eine Datenbank erstellt, die als Basis zur stadtteil- und baublockscharfen Bilanzierung der Heizenergieträger und für die Bewertung von Maßnahmen im Bereich der Wärmeversorgung herangezogen wurde (Dezentrale Kraft-Wärme-

Kopplung, Holzheizungen, Ausbau leitungsgebundener Heizenergieversorgung, Einsparpotenziale im Gebäudebestand). Die Abbildung 17 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt aus dem Wärmeatlas.

Einen Überblick über den Wärmeverbrauch in Heilbronn nach Baublöcken gibt die Abbildung 18. Das Baublockraster geht zurück auf die Lärmkartierung Baden-Württemberg aus den Jahren 2005 bis 2007 und wurde von der Stadtverwaltung Heilbronn zusammen mit Gebäudgrundflächen und Gebäudehöhen (Laserscanbefliegung) zur Verfügung gestellt.

Deutlich sind in Abbildung 18 die Blöcke mit hohem bzw. geringem Wärmeverbrauch erkennbar. Weiteren Aufschluss gibt die Darstellung der Baublöcke nach dem spezifischen Wärmeverbrauch je m² Gebäudefläche (NGF) in Abbildung 19.

Analoge Auswertungen wurden für den Stromverbrauch in Heilbronn durchgeführt. Die Abbildung 20 zeigt den jährlichen Stromverbrauch nach Baublöcken, die Abbildung 21 den spezifischen jährlichen Stromverbrauch je Einwohner (ohne GHD).

Die mit diesen Auswertungen gegebenen Informationen dienen als Grundlage für die Potenzialermittlung und Bewertung von Einsparmaßnahmen im Gebäudebereich (Maßnahme W1) und im Bereich der Stromversorgung.

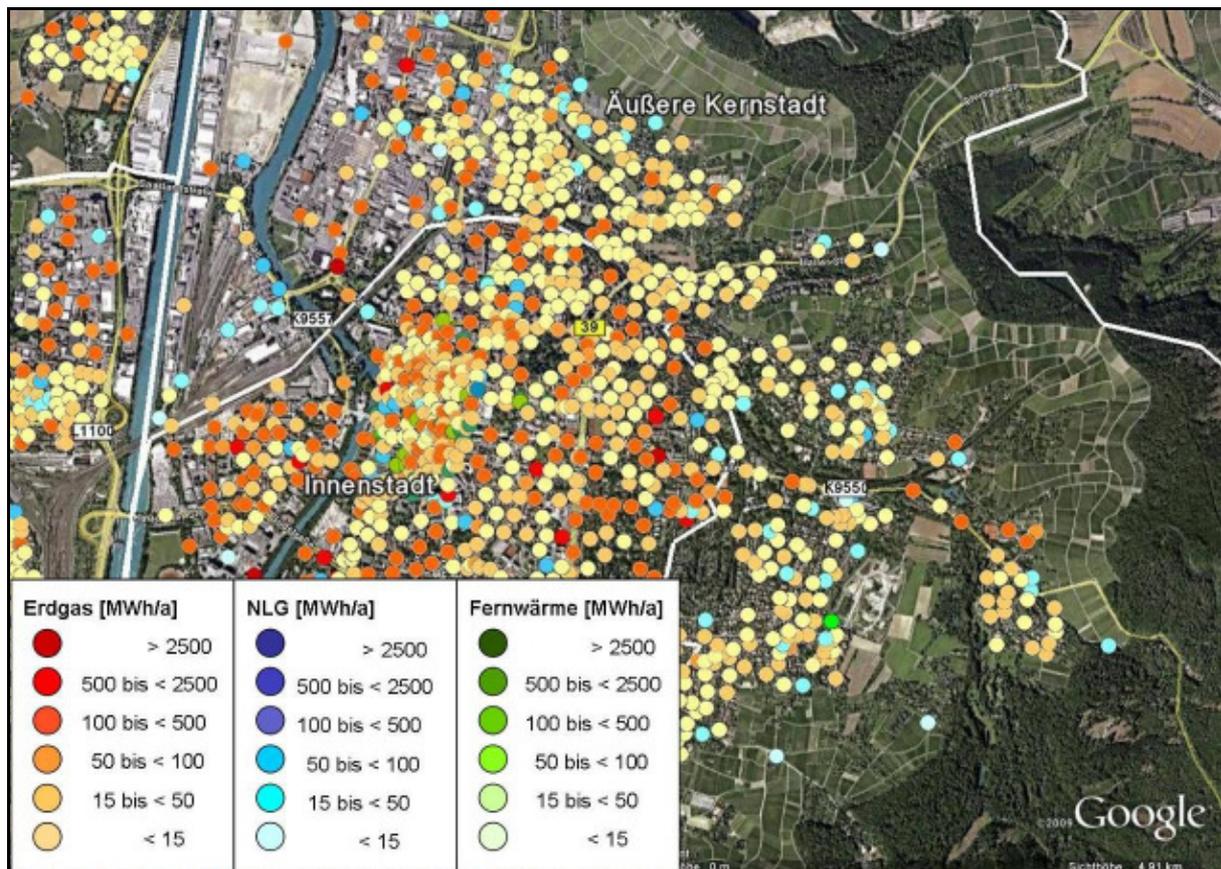


Abbildung 17: Luftbild beispielhafter Ausschnitt aus dem Wärmeatlas

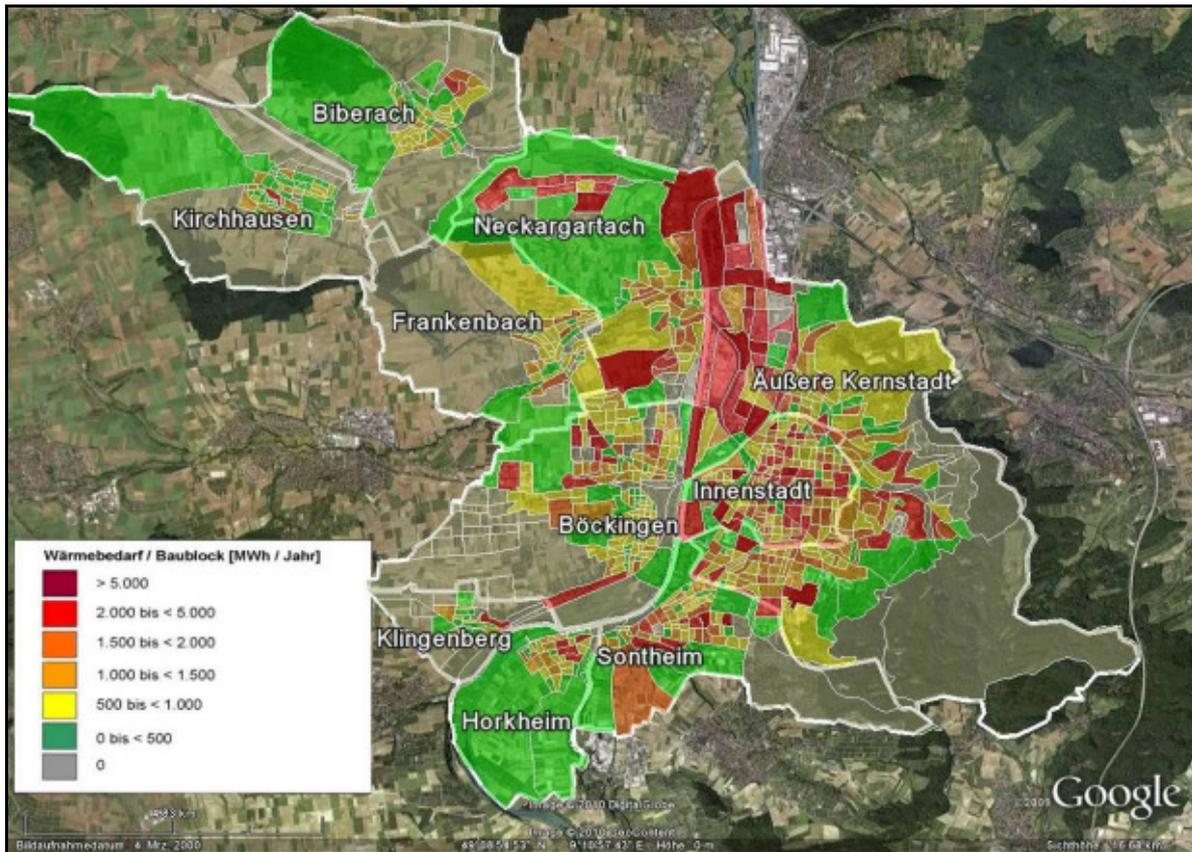


Abbildung 18: Überblick Wärmebedarf nach Baublöcken

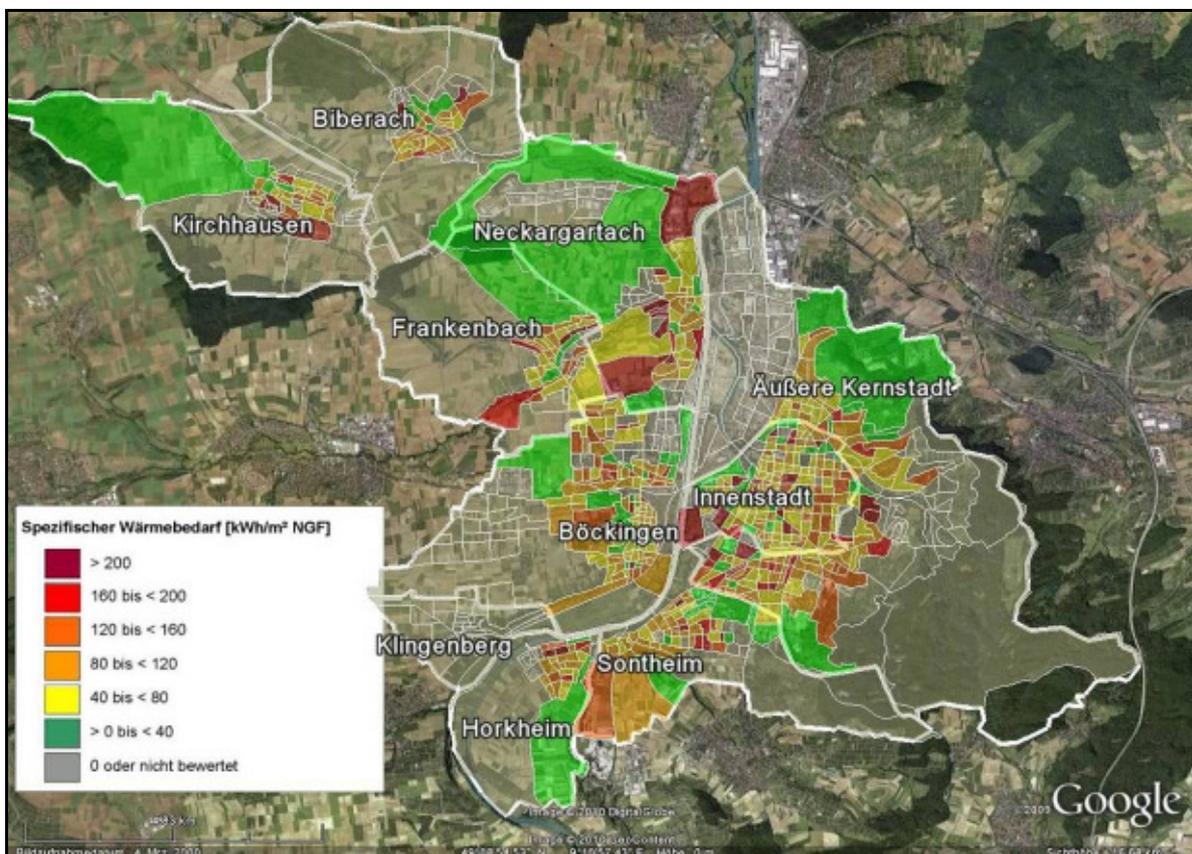


Abbildung 19: Überblick spezifischer Wärmebedarf je m² Gebäudefläche (NGF)

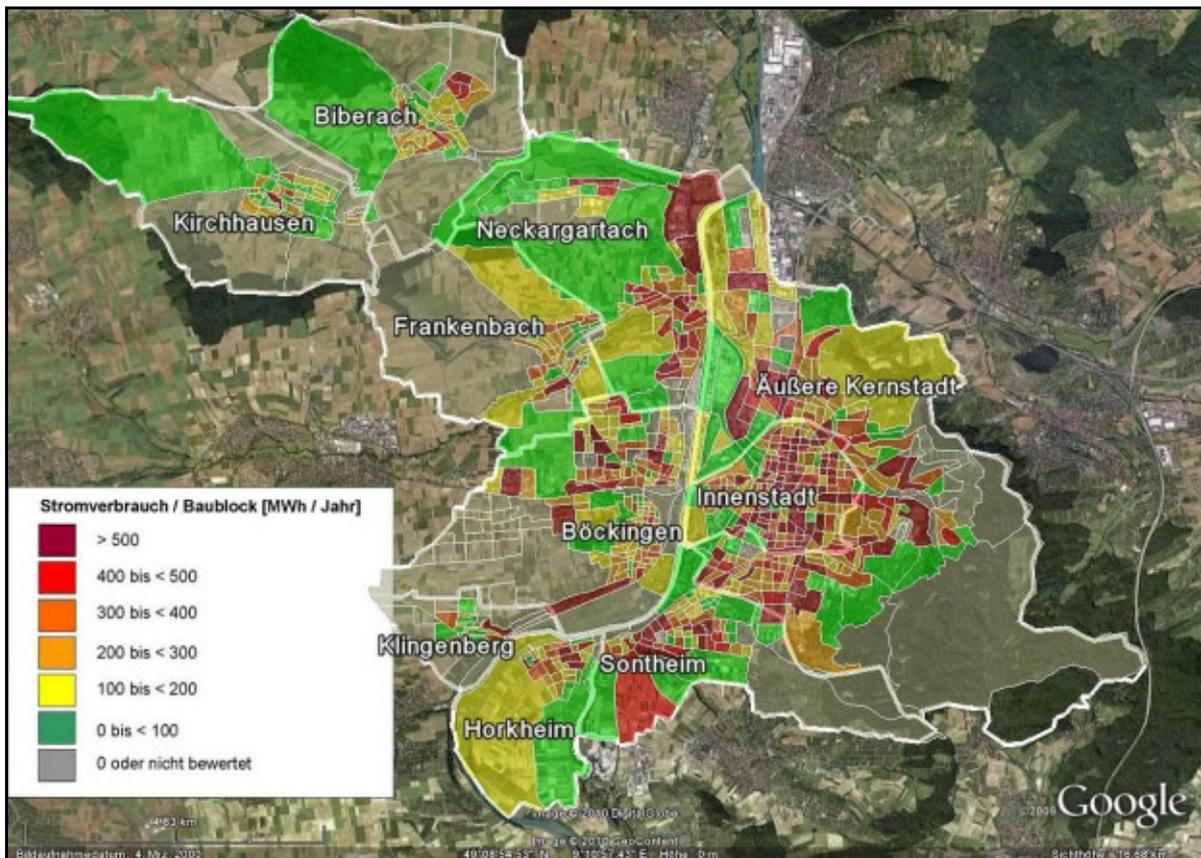


Abbildung 20: Überblick Strombedarf nach Baublöcken

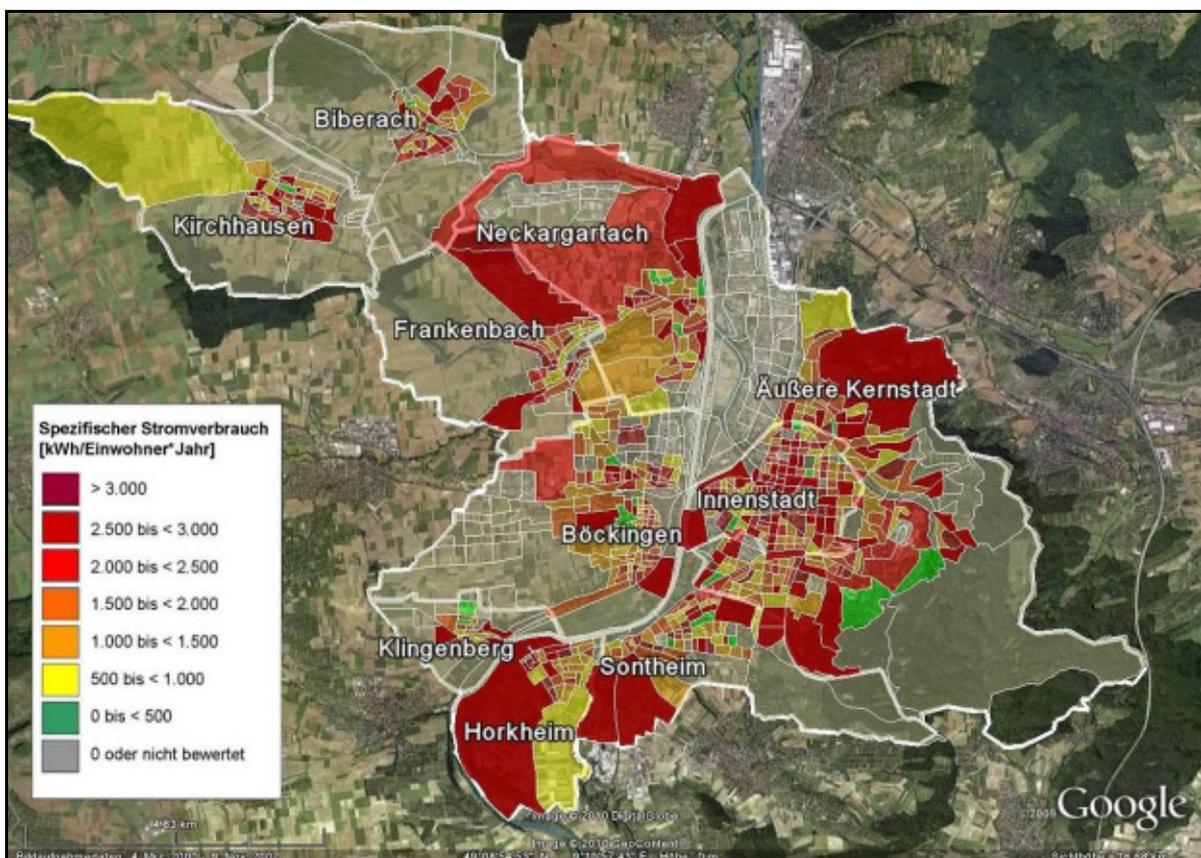


Abbildung 21: Überblick spezifischer Strombedarf je Einwohner nach Baublöcken

2.2.3 Der Wärmemarkt in Heilbronn

Mit den Absatzzahlen der Versorgungsunternehmen und den Daten aus dem Wärmeetlas ergibt sich für das Jahr 2007 die in Abbildung 22 gezeigte Aufteilung des Heizenergiemarktes in Heilbronn. Insgesamt beläuft sich der Energieeinsatz im Heizenergiemarkt auf 1.470 GWh/a. Die Bilanzgrenze stellt hierbei die Übergabe an den Endverbraucher dar (Endenergie), bei Erdgas, Heizöl und festen Energieträgern also die Brennstoffwärme bezogen auf den unteren Heizwert (Hu), bei Fernwärme die Lieferung frei Wärmeübergabe.

Die dominierende Rolle spielt das Erdgas mit 53%, gefolgt vom Heizöl mit 26% und der Fernwärme mit 16%. Der Erdgaseinsatz im Heizwerk der ZEAG ist im Rahmen dieser Bilanz dem Erdgas zugeordnet, der Erdgaseinsatz in Heizkraftwerk der EnBW und im Spitzenheizwerk wird über den Fernwärmeabsatz bilanziert.

Die übrigen Heizenergieträger spielen mit einem Anteil von insgesamt 5% in der Gesamtbilanz eine eher untergeordnete Rolle.

In Abbildung 23 ist der Heizenergiemarkt nach Energieträgern und Sektoren dargestellt. Rund drei Viertel des Heizenergiemarktes werden durch die Sektoren Haushalte (HH) und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) bestimmt, ein Viertel durch die Industrie.

Der wesentliche Heizenergieträger in den Sektoren HH+GHD ist das Erdgas, gefolgt vom Heizöl. In der industriellen Wärmeversorgung ist die Fernwärme bzw. der Ferndampf dominierend.

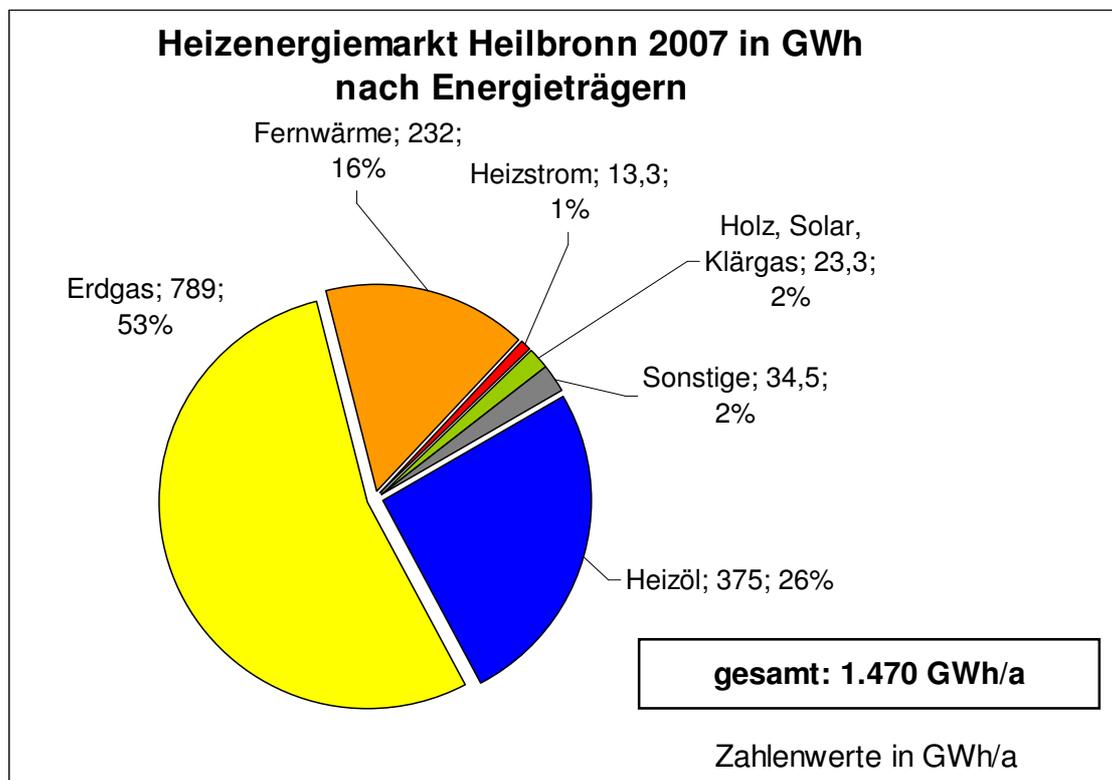


Abbildung 22: Anteile der Heizenergieträger Heilbronn 2007

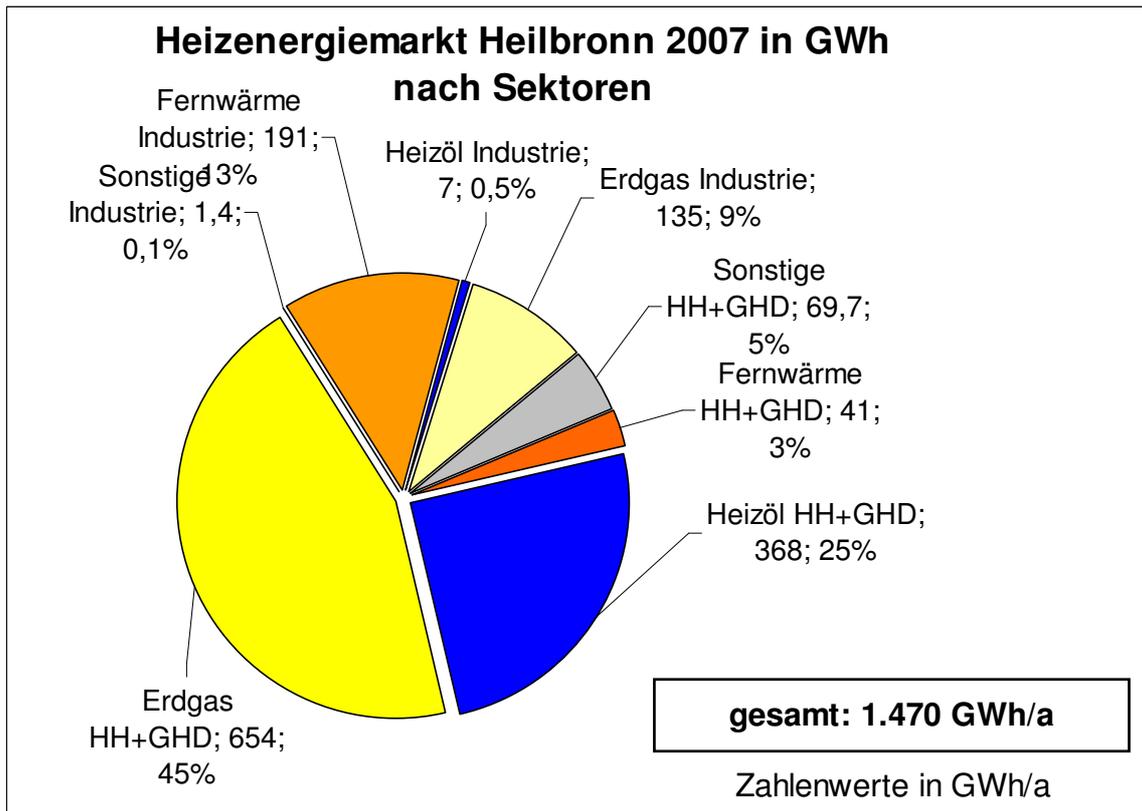


Abbildung 23: Anteile der Heizenergieträger nach Sektoren 2007

Bezogen auf die einzelnen Stadtteile ergibt sich die in Abbildung 24 gezeigte Aufteilung der Endenergie für den Wärmemarkt. Die erneuerbaren Energien sind in dieser Darstellung nicht enthalten, da sie auf Basis der vorliegenden Daten nicht stadtteilscharf zugeordnet werden können.

Aufgrund der Netzausdehnung des Fernwärmenetzes ist die Fernwärme auf das Industriegebiet nördlich der Innenstadt, den Stadtteil Neckargartach (Campina) und die Innenstadt begrenzt. In diesen Stadtteilen spielt die Fernwärme eine wesentliche Rolle. Der Erdgasanteil am Wärmemarkt liegt im Mittel bei mehr als 50%, in den außenliegenden Stadtteilen (Biberach, Frankenbach, Kirchhausen) teilweise niedriger. Hier spielt das Heizöl eine größere Rolle.

Der Heizenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften beläuft sich insgesamt auf rd. 41 GWh/a, das sind knapp 3% des Wärmemarktes in Heilbronn. Die Gebäude werden zu 73% mit Erdgas und zu 26% mit Fernwärme/Nahwärme beheizt. Die übrigen Heizenergieträger (Heizöl, Holz, Flüssiggas) machen nur 1% der Heizenergie aus.

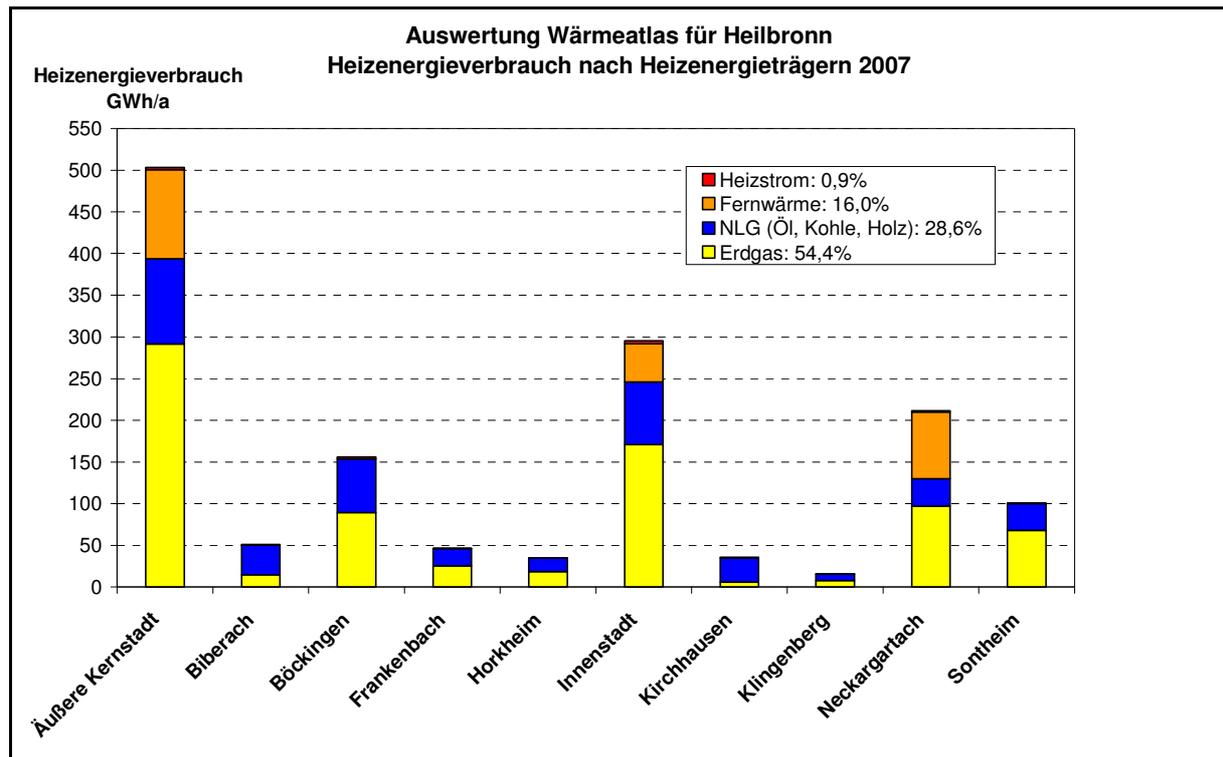


Abbildung 24: Aufteilung des Heizenergieverbrauches nach Energieträgern auf Stadtteilebene, Auswertung aus dem Wärmeatlas

2.2.4 Entwicklung des Stromverbrauches

Mit den Absatzzahlen der ZEAG bzw. des Netzbetreibers NHF ergibt sich für das Jahr 2007 die in Abbildung 25 gezeigte Aufteilung des Stromverbrauches in Heilbronn. Insgesamt beläuft sich der Stromabsatz auf 764 GWh/a.

Zwei Drittel des Stromabsatzes entfällt auf die Sondervertragskunden (Industrie, Gewerbe, öffentliche Gebäude mit einem Stromverbrauch von mehr als 100 MWh/a). Auf die Haushaltskunden (Tarifkunden) entfallen 20%, auf die noch Gewerbetarifkunden 10%.

Bezogen auf die einzelnen Stadtteile ergibt sich die in Abbildung 26 gezeigte Aufteilung des Stromabsatzes. Die Stadtteile mit dem größten Stromabsatz sind die Äußere Kernstadt (inkl. dem Industriegebiet), die Innenstadt und der Stadtteil Neckargartach. Die Ursache hierfür sind die große Anzahl an Industrie- und Gewerbekunden in diesen großen Stadtteilen. Gleichzeitig ist in diesen Stadtteilen der Anteil der Haushaltskunden geringer als in den Außenbezirken.

Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften inkl. der Straßenbeleuchtung, Kläranlage etc. beläuft sich insgesamt auf 30,4 GWh/a, das sind knapp 4% des Stromverbrauches in Heilbronn. Der Verbrauch in den städtischen Gebäuden liegt bei 11,4 GWh/a, das sind 38% des städtischen Verbrauchs. Weitere große Abnehmer sind die Straßenbeleuchtung mit 5,8 GWh/a (19%), sowie die Kläranlage und die Pumpwerke mit zusammen 7,5 GWh/a (24%).

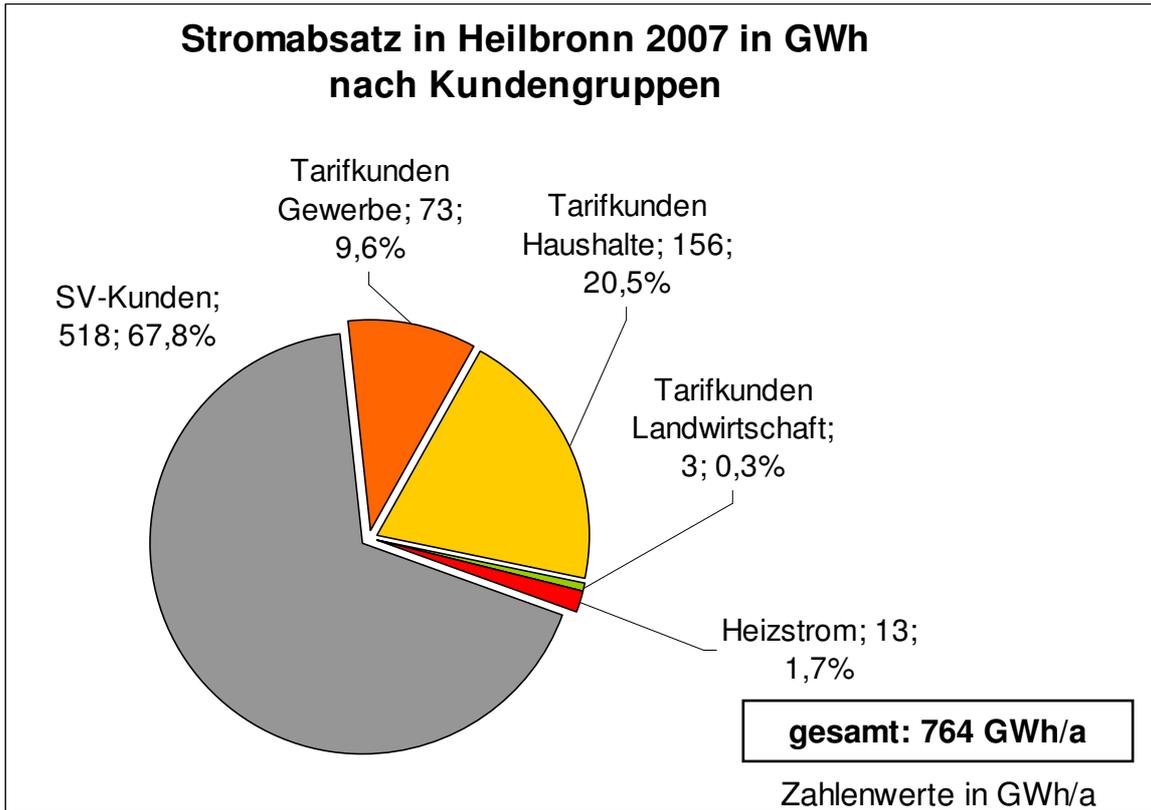


Abbildung 25: Stromabsatz in Heilbronn nach Kundengruppen 2007

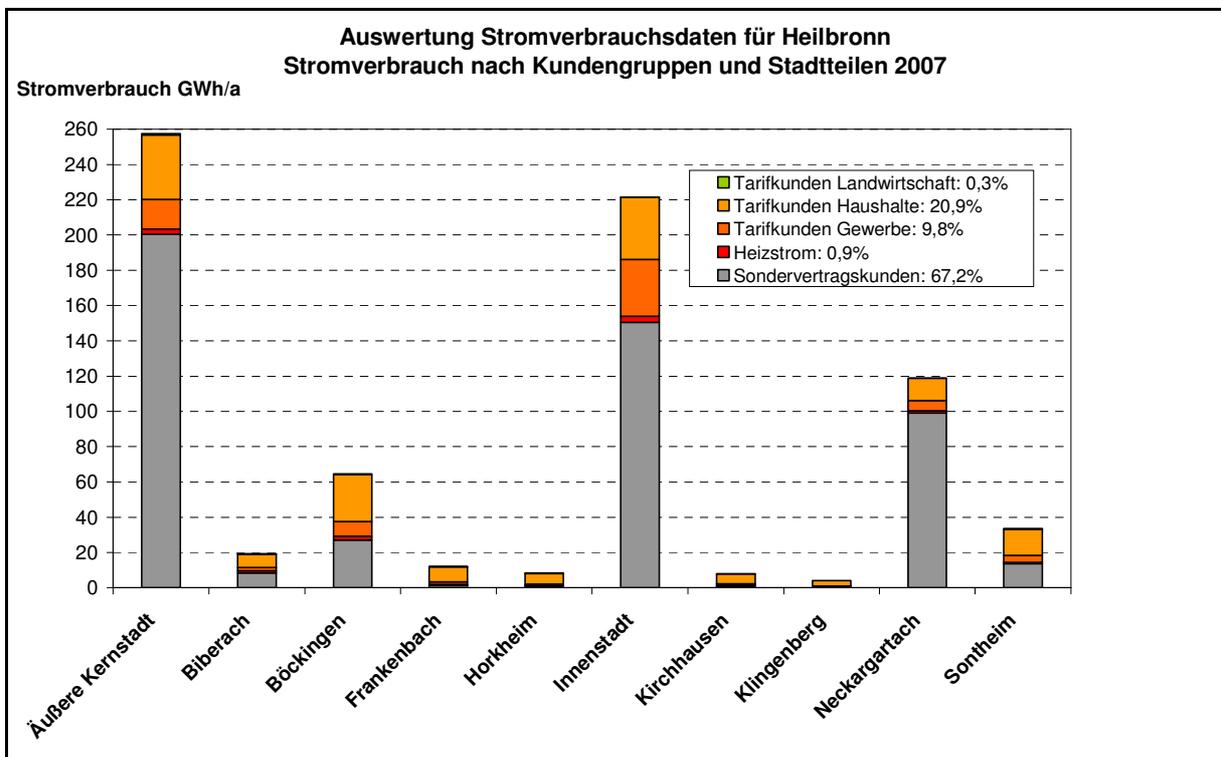


Abbildung 26: Stromabsatz in Heilbronn nach Kundengruppen und Stadtteilen 2007

Die Entwicklung der Stromabsatzmengen seit 1990 ist in der Abbildung 27 dargestellt. Ausgehend von einer Absatzmenge von 642 GWh/a in 1990 ist eine deutliche Steigerung um 102 GWh/a bzw. 19% bezogen auf das Jahr 1990 zu verzeichnen. Diese Steigerung geht auf den ersten Blick primär auf den zuwachsenden Bedarf im Bereich der Sondervertragskunden zurück, der Verbrauch der Haushalte und kleinen Gewerbekunden erscheint weitgehend konstant. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass zunehmend Tarifkunden mit gestiegenem Verbrauch und aufgrund der attraktiveren Bezugsbedingungen für Strom-Sonderkunden einen Wechsel von Tarifverträgen zu Sonderverträgen vollzogen haben.

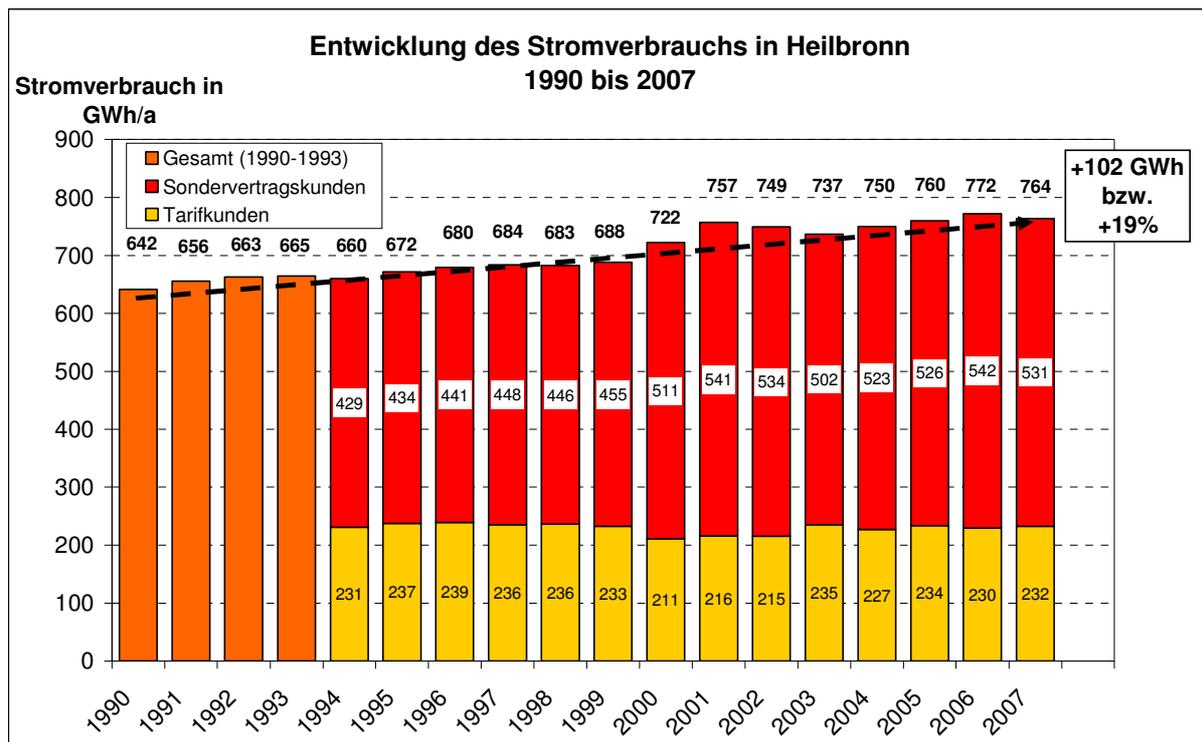


Abbildung 27: Entwicklung des Stromabsatzes in Heilbronn 1990 bis 2007

2.3 Verkehrsentwicklung seit 1990

2.3.1 Kfz-Verkehr

Flächendeckende Fahrleistungsdaten des Kfz-Verkehrs für die Gemarkung Heilbronn liegen erst ab 1992 und nur diskontinuierlich vor. Die Fahrleistungsdaten sind Untersuchungen des Landes Baden-Württemberg zur Luftreinhalteplanung entnommen und gewährleisten somit eine einheitliche erfassungsmethodische Behandlung und Kontinuität der Daten [2], [3], [4], [5].

In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der Jahresfahrleistungen in Heilbronn zwischen 1992 und 2007 dargestellt.

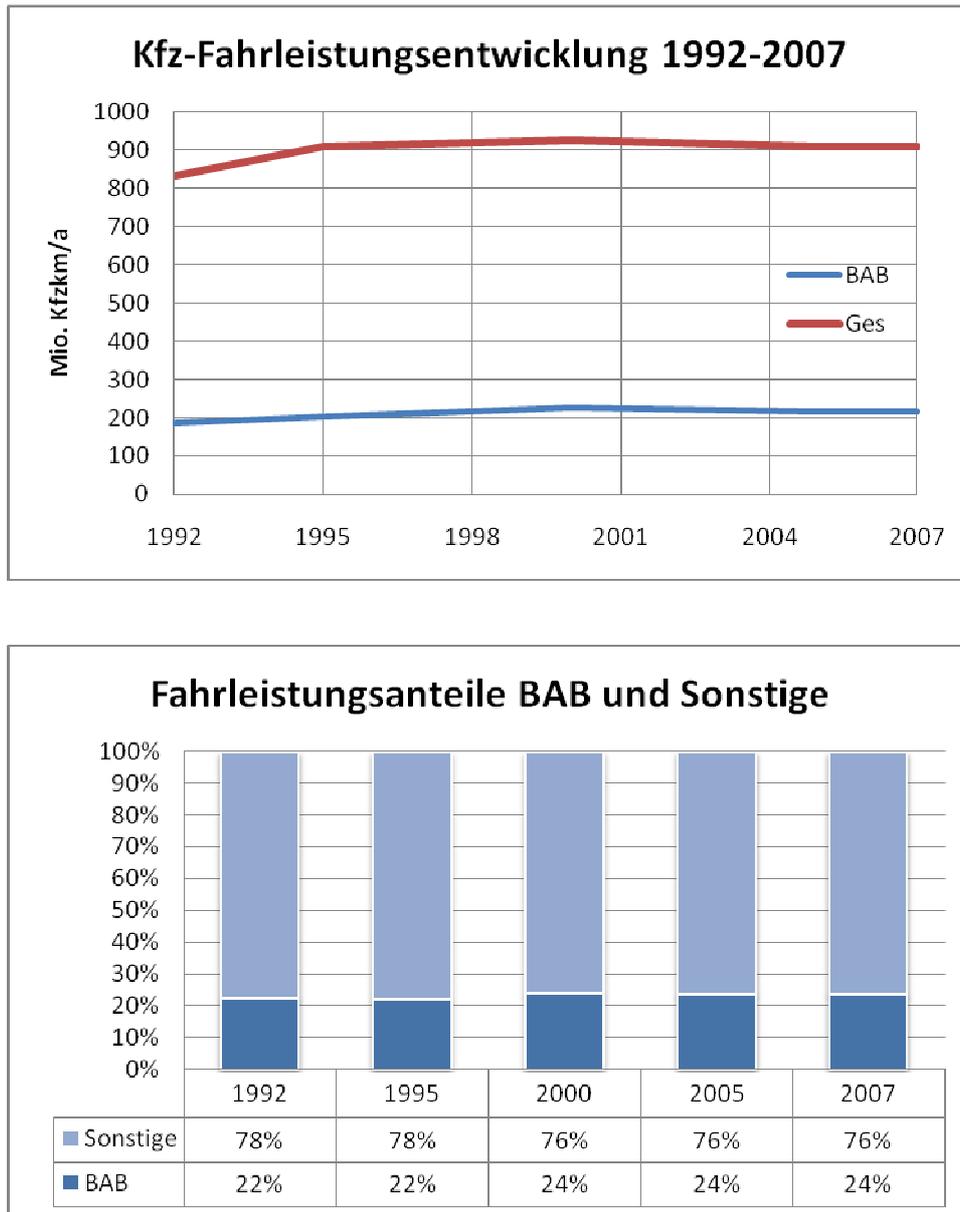


Abbildung 28: Kfz-Fahrleistungsentwicklung auf der Gemarkung Heilbronn im Zeitraum von 1992-2007 (oben) sowie Verteilung nach BAB und Sonstige (unten)

Nach einem stärkeren Anstieg der Kfz-Jahresfahrleistung zwischen 1992 und 1995 von 830 auf 908 Mio. Kfzkm wurde in 2000 ein Maximum von 926 Mio. Kfzkm erreicht. Danach fiel der Wert bis 2007 wieder auf das Niveau von 1995 zurück. Der Anteil der Autobahn (BAB) an der Gesamtfahrleistung ist von 22 auf 24% leicht gestiegen. Betrachtet man die Fahrleistung in der Gemarkung Heilbronn ohne die vom Fernverkehr dominierte BAB, so ist seit 1995 ein stetiger Rückgang von 705 auf 691 Mio. Kfzkm in 2007 zu erkennen.

Hinsichtlich der Beurteilung der Verursacherstruktur der CO₂-Emissionen ist des Weiteren die Kenntnis der Fahrleistungsanteile nach Fahrtzweck- bzw. Fahrzeuggruppen von Bedeutung. Nachstehende Abbildung zeigt die Fahrleistungsstruktur unterschieden nach Personenverkehr PV (Krad, Pkw, Bus) und Güterverkehr GV (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).

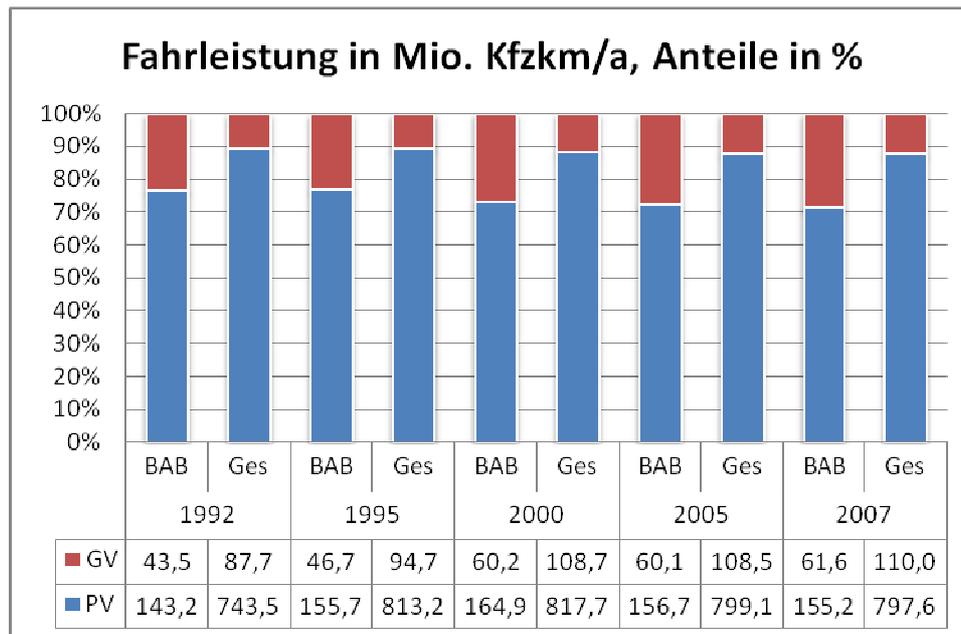


Abbildung 29: Kfz-Fahrleistungsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV)

Die Fahrleistung des Güterverkehrs in Heilbronn wird deutlich durch die BAB dominiert, mit anfänglich knapp 50% und in 2007 mit 56%. Dies führt zu hohen Güterverkehrsanteilen an der Gesamtfahrleistung auf den Autobahnen, die von 23 auf über 28% angewachsen sind. Diese beeinflussen entsprechend auch das gesamte Fahrleistungsgeschehen im Untersuchungsraum mit steigenden GV-Anteilen von 10,6% in 1992 auf 12,1% in 2007. Blendet man die BAB aus, so haben sich im Betrachtungszeitraum die GV-Anteile in Heilbronn mit 6,9-7% hingegen kaum verändert.

Bezüglich des aus den Kfz-Fahrleistungen resultierenden Kraftstoffverbrauchs (Endenergie) lassen sich die folgenden Entwicklungen darstellen. Dabei werden neben den für Heilbronn spezifischen Zusammensetzungen der Fahrzeugflotte auch die lokalen Verkehrsablaufbedingungen mit berücksichtigt.

Der Gesamtverbrauch in Heilbronn ist seit 1992, anfänglich stärker, dann stetig bis 2005 auf knapp 70 kt/a gestiegen. Erst danach gab es einen leichten Rückgang auf 67,4 kt/a in 2007. Auf den BAB lag das Maximum mit 22,6 kt/a in 2000 und sank bis 2007 auf 20,4 kt/a. Die entsprechenden Anteile der BAB lagen bei etwa 30%, maximal 33% in 2000. Damit tragen die BAB überproportional im Vergleich zur Fahrleistung zum Gesamtkraftstoffverbrauch in Heilbronn bei.

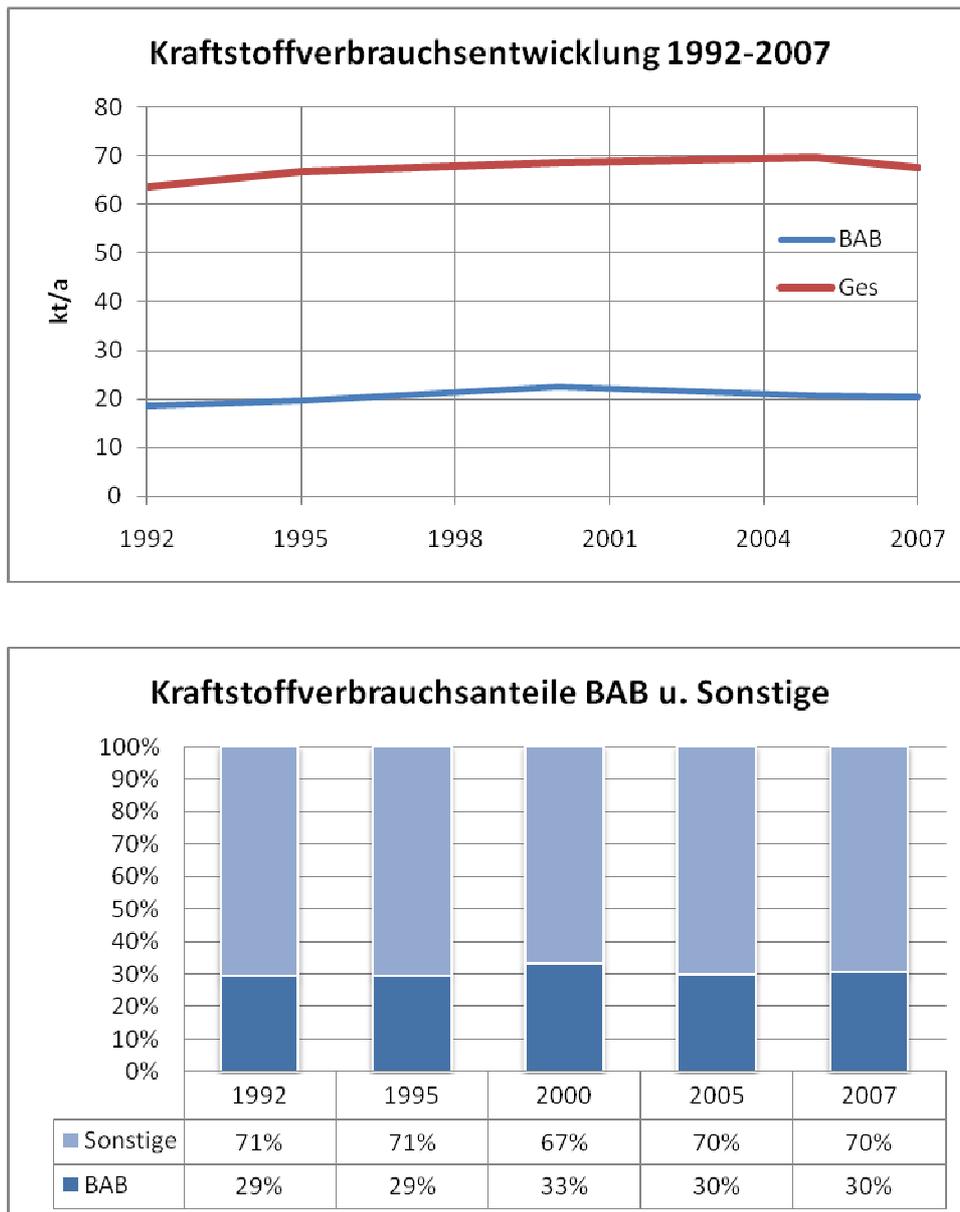


Abbildung 30: Kfz-Kraftstoffverbrauchsentwicklung auf der Gemarkung Heilbronn im Zeitraum von 1992-2007 (oben) sowie Verteilung nach BAB und Sonstige (unten)

Aus der Perspektive der Fahrtzweck- bzw. der Fahrzeuggruppen wird die Bedeutung des Güterverkehrs für den Gesamtkraftstoffverbrauch aus Abbildung 31 deutlich erkennbar.

So verstärkt sich die bereits festgestellte Fahrleistungsdominanz des Güterverkehrs bei den BAB noch weiter. Bis zu 62% in der Spitze (2000) werden durch den Güterverkehr auf BAB verbraucht. Dies führt im Vergleich zur Fahrleistung zu deutlich überhöhten Güterverkehrsanteilen am Gesamtverbrauch auf den Autobahnen, die von 55 auf über 61% anwachsen und bis 2007 wieder auf 55% sinken. Diese beeinflussen entsprechend auch den gesamten Kraftstoffverbrauch im Untersuchungsraum mit GV-Anteilen von 30%, mit einem Maximum in 2000 bei 33%. Blendet man die BAB aus, so liegen im Betrachtungszeitraum die GV-Anteile in Heilbronn bei immerhin 18,4% (2007) bis 19,5% (1995).

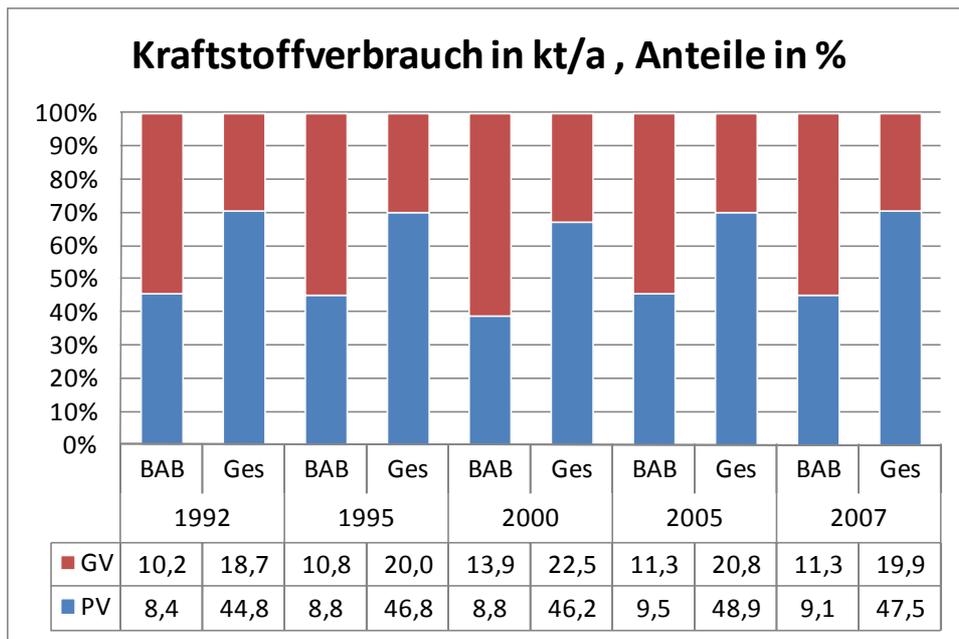


Abbildung 31: Kfz-Kraftstoffverbrauchsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Gesamt-Kraftstoffverbrauch in Heilbronn von 1992 bis 2005 um ca. 10% gestiegen ist. Aufgrund des leichten Rückgangs in 2007 liegt hier der Kraftstoffverbrauch um rd. 6% höher als 1992.

Die Autobahn A 6 mit überwiegend Fernverkehr trägt mit um die 30% zum Gesamtkraftstoffverbrauch bei. Der gesamte Güterverkehr ist mit ebenfalls 30% am Verbrauch beteiligt. Blendet man die Autobahn aus, so liegt der entsprechende Wert bei etwas über 18% (2007).

2.3.2 Schienenverkehr und Binnenschifffahrt

Für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff liegen keine durchgängig konsistenten Zeitreihen in der Form wie für den Straßenverkehr vor. Daher wird an dieser Stelle nur die Situation für das Bezugsjahr 2007 dargestellt.

2.3.2.1 Schiene, SPNV

Die nachfolgende Tabelle gibt die Zugleistung sowie den Strom- und den Dieselkraftstoffverbrauch im Schienenverkehr in Heilbronn wider. Im Schienenverkehr enthalten sind der Personen- und Güterverkehr sowie der Schienenpersonennahverkehr (SPNV), unterteilt nach DB-AG und NE-Bahnen. Von der Zugleistung von knapp 1 Mio. Zugkm/a werden 92% mit elektrisch und 8% mit Diesel-Traktion erbracht. Auf die DB-AG entfallen 58% der Zugleistung, und 53% des Stromverbrauchs. Bis auf 2% wird der Dieselkraftstoff nahezu alleine durch die DB-AG verbraucht.

Schiene (PV+GV), SPNV	Gesamt	DB-AG	Dritte (NE)
Zugleistung in Zkm/a	1.036.881	58%	42%
Strom in MWh/a	23.661,7	53%	47%
KV (Diesel) in t/a	181,2	98%	2%

Tabelle 2: Zugleistung, Strom- und Dieserverbrauch im Schienenverkehr in Heilbronn 2007 [5], [6]

Wie die folgende Tabelle zeigt, entfallen auf die Stadtbahn ca. 20% der Zugleistung und 10% des Stromverbrauchs im Schienenverkehr auf Heilbronner Stadtgebiet.

Stadtbahn	
Zugleistung in Zkm/a	216.574
Strom in MWh/a	2.195,0

Tabelle 3: Zugleistung und Stromverbrauch der Stadtbahn in Heilbronn 2007 [6]

2.3.2.2 Binnenschifffahrt

Die Binnenschifffahrt beinhaltet sowohl den Güterverkehr als auch den, wenn auch weniger bedeutenden Personenverkehr sowie die Freizeitschifffahrt. Neben dem Schiffsverkehr auf dem Neckar werden auch die Schiffsbewegungen im Hafengebiet berücksichtigt.

Binnenschiff	Neckar	Hafen	Summe
Schiffsleistung in 1000 Fzkm/a	81,4	-	81,4
KV (Diesel) in t/a	852,9	20,2	873,1

Tabelle 4: Schiffsleistung und Dieserverbrauch der Binnenschifffahrt in Heilbronn 2007 [5]

Der Schiffsverkehr in Heilbronn schlug mit ca. 81.000 Schiffs-km/a, überwiegend im Güterverkehr, zu Buche und verbrauchte in 2007 insgesamt 873,1 t Dieselkraftstoff, davon 98% auf dem Neckar und 2% im Hafengebiet.

2.3.3 Struktur des Gesamtverkehrs 2007

In nachstehender Tabelle und Abbildung sind die Endenergieverbräuche des Straßenverkehrs, des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt für das Bezugsjahr 2007 zusammengefasst.

2007	Strom in MWh/a	KV in t/a
Schiene, SPNV	23.661,7	181,2
Binnenschiff	-	873,1
Straße (inkl. Bus)	-	67.402,4
Verkehr gesamt	23.661,7	68.456,7

Tabelle 5: Struktur des Endenergieverbrauchs des Verkehrs in Heilbronn 2007

Im Verkehrsbereich werden in Heilbronn im Bezugsjahr 2007 insgesamt rd. 68.500 t Kraftstoffe verbraucht. Davon entfallen 98,5% auf den Straßenverkehr (einschl. BAB), 1,3% auf die Binnenschifffahrt und aufgrund der überwiegend elektrisch angetriebenen Züge nur 0,3% auf den Schienenverkehr. Die elektrische Traktion hat insgesamt einen Stromverbrauch von annähernd 24.000 MWh, die in die Berechnung der direkten fossilen CO₂-Emissionen nicht eingehen. Sie werden im Kraftwerksbereich berücksichtigt.

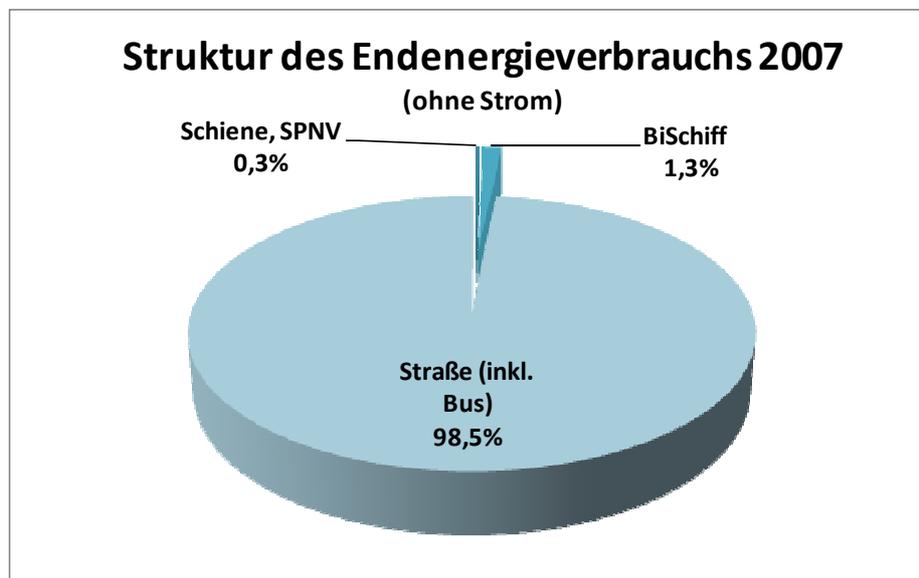


Abbildung 32: Kfz-Kraftstoffverbrauchsverteilung differenziert nach Personen- (PV) und Güterverkehr (GV)

Die Endenergie (ohne Strom) im Verkehr in Heilbronn wird im Bezugsjahr 2007 mit 98,5% fast ausschließlich im Straßenverkehr verbraucht. Hier liegt in Bezug auf Klimaschutzmaßnahmen der mit Abstand größte Minderungs- und damit Handlungsbedarf.

2.4 Herleitung der Emissionsfaktoren

Eine wichtige Randbedingung für die Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen ist die Festlegung der verwendeten Emissionsfaktoren. Im Rahmen dieser Untersuchung werden die CO₂-Faktoren gemäß der direkten brennstoffbedingten Emissionen ohne Vorketten und ohne Berücksichtigung der äquivalenten CO₂-Emissionen durch Methan und N₂O etc. angesetzt. Die Faktoren sind in der Tabelle 6 zusammengestellt.

Der Emissionsfaktor für die Fernwärme wird aufgrund der besonderen Beschaffungssituation aus dem Heizkraftwerk der EnBW gemäß der Angabe des Betreibers bezogen auf die Lieferung frei Endverbraucher angesetzt. Die Fernwärme-Erzeugung erfolgt in Kraft-Wärme-Kopplung. Die Entnahme der Ferndampfmengen aus der Turbine vor der Niederdruck-Turbine führt - im Vergleich zum Betrieb des Kraftwerkes ohne Fernwärme-Erzeugung - zu einer Einbuße in der Stromerzeugung. Diese Einbuße wird durch entsprechende Mengen aus den übrigen Kraftwerken in Deutschland ausgeglichen.

Diese Ausgleichsmengen und die damit verbundenen CO₂-Emissionen sind in der rechnerische Ermittlung des CO₂-Faktors durch den Betreiber EnBW berücksichtigt. Darüber hinaus werden die im Kraftwerk für die Fernwärme-Spitzenlasterzeugung eingesetzten Erdgas- und Heizölmengen und die damit verbundenen CO₂-Mengen bilanziert und die Netzverluste im Dampf-/Heißwasserverteilnetz berücksichtigt. Für die Wärmelieferung frei Endverbraucher ergibt sich ein CO₂-Faktor von 0,248 kg je kWh Endenergie.

Im Vergleich zu den Emissionsfaktoren von Erdgas und Heizöl in Tabelle 6 erscheint dieser Wert zunächst hoch. In der Bewertung ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Emissionsfaktor der Fernwärme auf die Wärmelieferung frei Endverbraucher bezogen ist, die Faktoren für Erdgas und Heizöl jedoch auf den Brennstoffeinsatz. Bei Umrechnung der Emissionen aus erdgas- oder heizölbefeuerten Wärmeerzeugern mit Bezug auf die Wärmebereitstellung ergeben sich in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad der Feuerungen realistische CO₂-Faktoren von 0,23 bis 0,24 kg/kWh für Erdgas bzw. 0,30 bis 0,315 kg/kWh für Heizöl.

Die Fernwärme ist damit bzgl. ihrer CO₂-Emissionen ähnlich zu bewerten wie der dezentrale Erdgaseinsatz und günstiger als der Einsatz von Heizöl.

Zurzeit werden im Heizkraftwerk Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Wärmeerzeugung durchgeführt, die zu einer Verringerung des CO₂-Faktors der Fernwärme auf 0,246 kg/kWh führen werden. Für die Prognosen innerhalb der Untersuchung wird daher auf diesen Wert zurückgegriffen.

Der Stromabsatz in Heilbronn wird nicht mit dem spezifischen Bezugsmix der ZEAG bewertet, da sich dieser je nach Beschaffungssituation jährlich ändern kann, sondern mit dem gesamtdeutschen Mix gemäß den Veröffentlichungen des UBA [7]. Dies ist auch methodisch sinnvoller, da sich lokale Einsparungen letztendlich auf die gesamte Erzeugungssituation auswirken und nicht nur auf das lokale Bezugsportfolio.

Verwendete CO ₂ -Faktoren in kg CO ₂ je kWh Endenergie	Direkt IPCC CO ₂	Quelle / Bemerkung
Endenergie Wärme bzw. Brennstoff	Erdgas	0,202 Brennstoff-CO ₂ , Erdgas frei HH-KV
	Heizöl	0,266 Brennstoff-CO ₂ ; Öl-leicht frei HH/KV
	Festbrennst. (Kohle)	0,335 Brennstoff-CO ₂ (Mittelwert Import-SK/heimische SK)
	Fernwärme EnBW	0,248 EnBW 2007, Ermittlung aus Stromeinbuße, inkl. Netzverluste
	Fernwärme EnBW für Prognosen	0,246 Verbesserung aufgrund Maßnahmen in der Spitzenerzeugung
Endenergie Strom	0,605	UBA spez. Emission 2007 für deutschen Strommix frei Endverbr.
	<i>z. Vergleich</i>	0,541 VDEW Strom-Mix Bundesrepublik 2008

Tabelle 6: Emissionsfaktoren in kg/kWh für die Berechnung der CO₂-Bilanzen und der Einsparpotenziale

Die Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen des deutschen Strommix im Zeitraum 1990 bis 2007 ist in Abbildung 33 dargestellt. Für das Jahr 2007 ergibt sich daraus ein Ansatz von 605 kg je MWh bzw. 0,605 kg je kWh Endenergie.

Zur Bilanzierung der Emissionen in den zurückliegenden Jahren wird auf die in Abbildung 33 dargestellten jahresscharfen Werte zurückgegriffen.

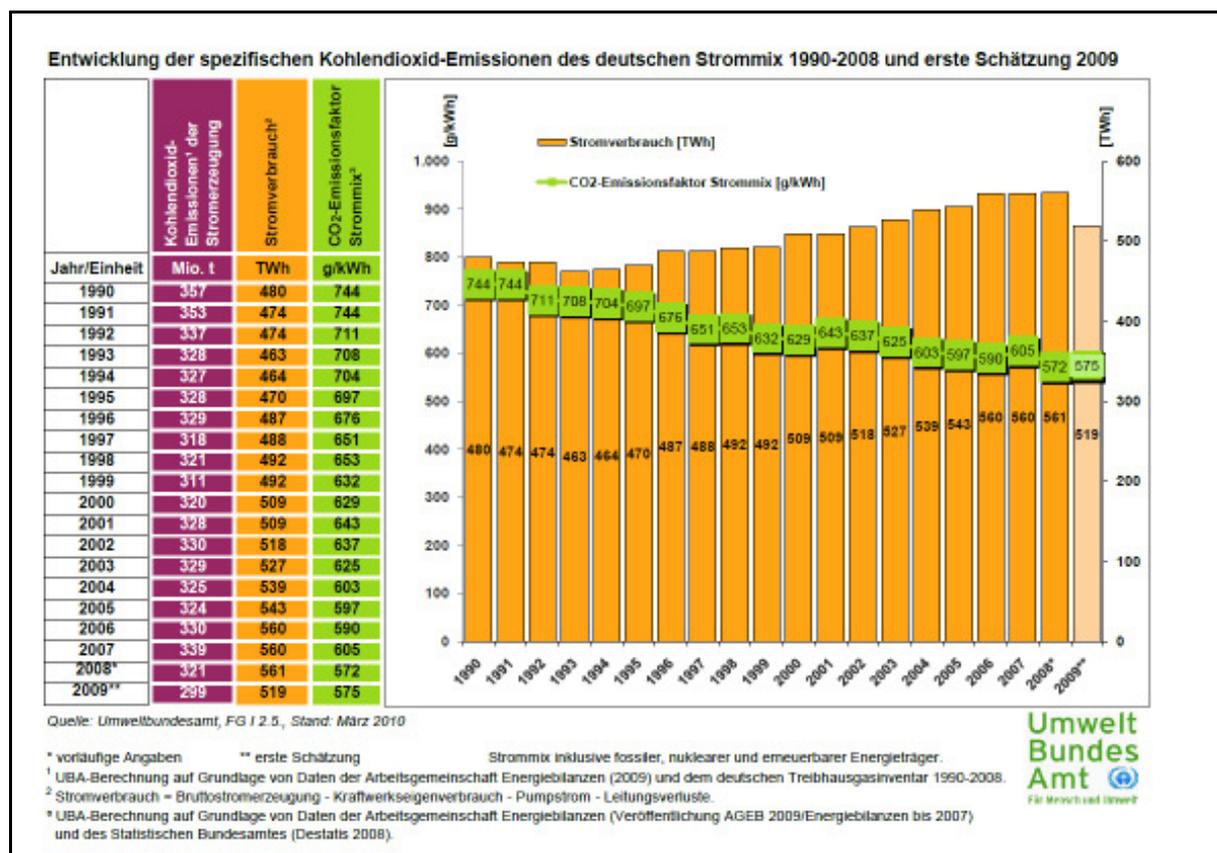


Abbildung 33: Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen des deutschen Strommix

2.5 CO₂-Bilanz für die Stadt Heilbronn

Die CO₂-Bilanz unterscheidet zunächst die durch die Energieversorgung der Stadt Heilbronn bedingten und die durch den Verkehr in Heilbronn bedingten CO₂-Emissionen. Diese Bilanzen werden zunächst separat aufgestellt und im Anschluss zu einer Gesamtbilanz zusammengeführt.

2.5.1 Quellenbilanz und Verursacherbilanz

In der Bilanzierung von energiebedingten CO₂-Emissionen werden „Quellenbilanzen“ und „Verursacherbilanzen“ unterschieden.

Quellenbilanzen berücksichtigen die lokalen Emissionen aus Feuerungen innerhalb eines Untersuchungsgebietes unabhängig von der Versorgungsaufgabe der Anlagen. Sie basieren auf den installierten Feuerungsleistungen bzw. den eingesetzten Brennstoffmengen und werden herangezogen zur Ermittlung von Immissionen in einem Untersuchungsgebiet, z.B. im Rahmen der Erstellung von Luftreinhalteplänen. Dabei werden neben den CO₂-Emissionen weitere Luftschadstoffe wie Staub, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid bilanziert.

Eine Quellenbilanz für die Stadt Heilbronn ergibt aufgrund des Kraftwerksstandortes der EnBW sehr hohe CO₂-Emissionen. Die im Kraftwerk mit lokalem Brennstoffeinsatz erzeugte elektrische Energie wird jedoch in das Netz des Übertragungsnetzbetreibers eingespeist und weit über die Stadtgrenzen Heilbronns hinaus überregional verbraucht.

Abbildung 34 zeigt im linken Teil die spezifische CO₂-Emission je Einwohner und Jahr für den Stadtkreis Heilbronn, die sich bei Durchführung einer Quellenbilanz zu 37,5 t CO₂ je Einwohner und Jahr ergibt. Im rechten Teil der Abbildung 34 ist die Entwicklung der energiebedingten spezifischen CO₂-Emission je Einwohner basierend auf einer Quellenbilanz für das gesamte Bundesland Baden-Württemberg dargestellt. Die Werte liegen hier mit rd. 7,0 t CO₂ je Einwohner und Jahr nur bei einem Fünftel der Quellenbilanz für Heilbronn [8].

Das Beispiel zeigt, dass eine Quellenbilanz für das Stadtgebiet Heilbronn zu Verfälschungen im Vergleich zu anderen Städten und Regionen führt und daher nicht sinnvoll ist.

Im Rahmen von Klimaschutzkonzepten für Städte und Gemeinden wird üblicherweise eine Verursacherbilanz aufgestellt. Diese bilanziert die im Untersuchungsgebiet nachgefragten Endenergiemengen, d.h. die Brennstoffe, die in Feuerungsanlagen für Raum- und Prozesswärme beim Endverbraucher eingesetzt werden sowie die Fernwärme- und die Strommengen frei Endverbraucher im Stadtgebiet.

Die Ermittlung der zugeordneten CO₂-Emissionen erfolgt ausgehend von den eingesetzten Brennstoff-, Fernwärme- und Strommengen mit den spezifischen CO₂-Emissionen des jeweiligen Energieträgers (vgl. Tabelle 6 in Abschnitt 2.4).

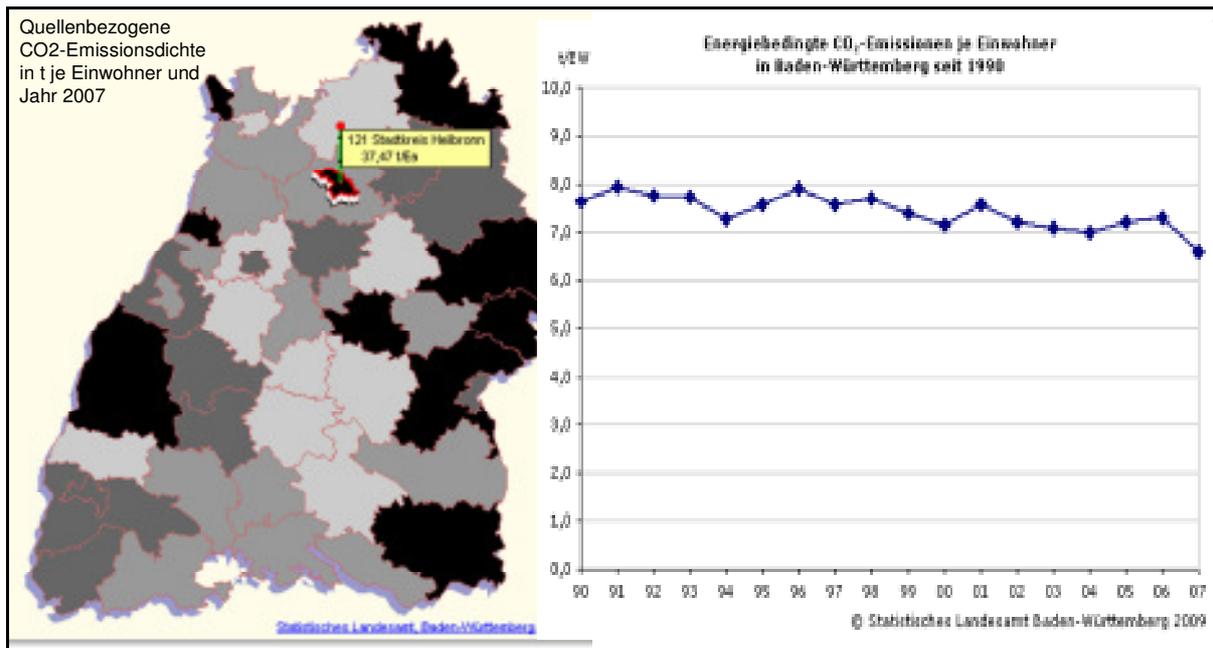


Abbildung 34: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Quellenbilanzen

2.5.2 CO₂-Bilanz Bereich Energie

Die CO₂-Bilanz für den Bereich Energie basiert auf den in Heilbronn in 2007 beim Endverbraucher eingesetzten Mengen an Brennstoff, Fernwärme und elektrischer Energie.

Die Tabelle 7 fasst die Ergebnisse der Energiebilanz mit den Einsatzmengen elektrische Energie, Fernwärme und Brennstoffe sowie die daraus ermittelten energiebedingten CO₂-Emissionen für das Basisjahr 2007 zusammen.

Insgesamt wurden 2,27 GWh Endenergie eingesetzt, davon waren 2,26 GWh CO₂-relevant. Die Gesamtemission an CO₂ summiert sich auf 804.000 t CO₂.

Die Anteile der einzelnen Endenergieträger sind dargestellt in der Grafik in Abbildung 35. Dominierender Endenergieträger in Heilbronn ist das Erdgas mit 38% gefolgt von der elektrischen Energie mit 34%. Dann folgen Heizöl, Fernwärme und die übrigen Energieträger (feste Brennstoffe, Biogas, Solarenergie).

Der Vergleich der aus dem Endenergieeinsatz resultierenden CO₂-Emissionen in Abbildung 36, zeigt, dass die elektrische Energie aufgrund ihres hohen spezifischen Emissionsfaktors fast 60% der CO₂-Emissionen der Stadt Heilbronn verursacht. An zweiter Stelle steht das Erdgas mit 21% gefolgt von Heizöl und Fernwärme.

Tabelle 7:

Endenergieeinsatz und CO₂-Emissionen in Heilbronn 2007Ergebnisse Endenergieeinsatz und CO₂-Emissionen Heilbronn 2007

	Elektr. Energie ZEAG (Verbrauchsabrechn.)	Fernwärme EnBW	Erdgas HVG (Verbrauchsabrechn.)	NLG (Öl, Kohle, Holz) (gem. Wärmeatlas)	Heizöl (gem. Wärmeatlas)	Übrige (Kohle, Holz, Solar) (gem. Wärmeatlas)	Gesamt Endenergie
Absatz 2007	764.000 MWh	457.000 MWh	924.000 MWh Hu	418.000 MWh Hu	375.000 MWh Hu	44.000 MWh Hu	
Korrekturen und Erläuterungen	Tarifikunden Licht & Kraft 232.000 MWh Sonderkunden Licht & Kraft 531.000 MWh Heizstrom 13.000 MWh	abzgl. Neckarsulm (Audi, Kolbenschmidt) -225.000 MWh	abzgl. Erdgas für Fernwärme EnBW -134.500 MWh (Hu) 789.500 MWh Hu Klimabereinigung	davon HH und GHD 409.000 MWh (Hu) davon Industrie (Ann.: 6% des Brennstoffs Industrie) 9.000 MWh (Hu)	davon HH und GHD 368.000 MWh (Hu) davon Industrie (Ann.: 5% des Brennst. Industrie) 7.000 MWh (Hu)	Anteil Feste an HH und GH gem. LUBW 2007 3% Anteil Kohle an Industrie (Annahme) 1% CO2-relevant => Kohle: 34.000 MWh Hu	
Basiswert für CO₂ Heilbronn	764.000 MWh	232.000 MWh	856.000 MWh Hu	418.000 MWh Hu	375.000 MWh Hu	34.000 MWh Hu	2.261.000 MWh
CO₂-Faktor	0,605 t/MWh	0,248 t/MWh	0,202 t/MWh		0,266 t/MWh	0,335 t/MWh	
CO₂-Emission	462.200 t	57.500 t	172.900 t		99.800 t	11.400 t	803.800 t

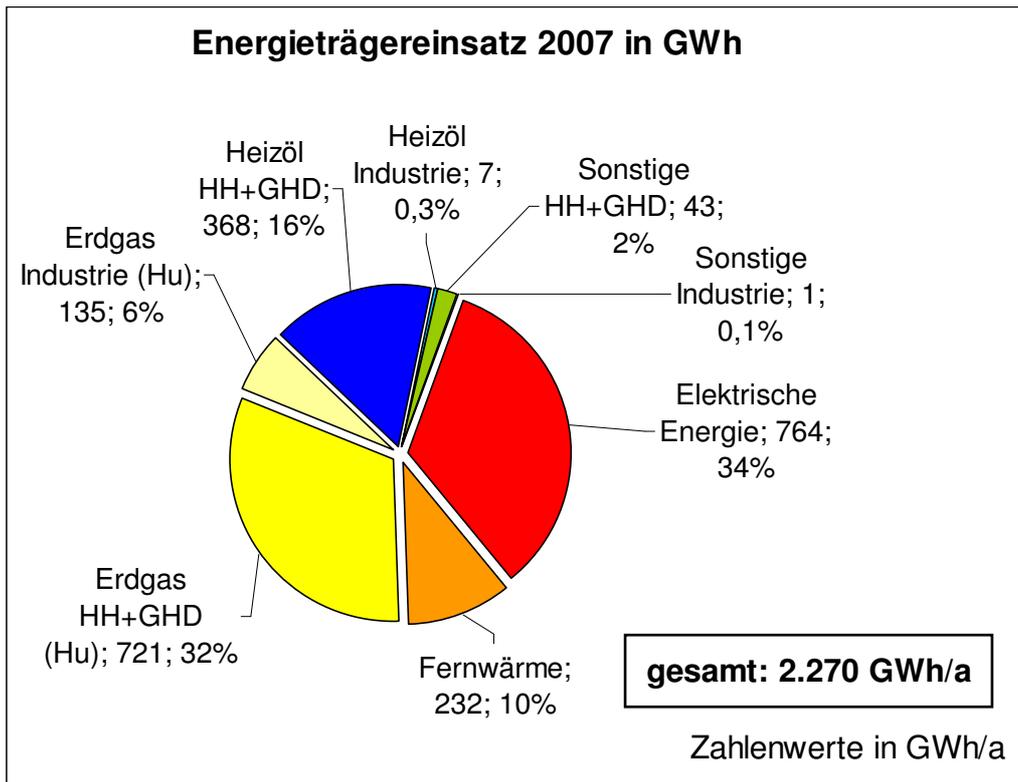


Abbildung 35: Anteile der Endenergieträger in Heilbronn 2007

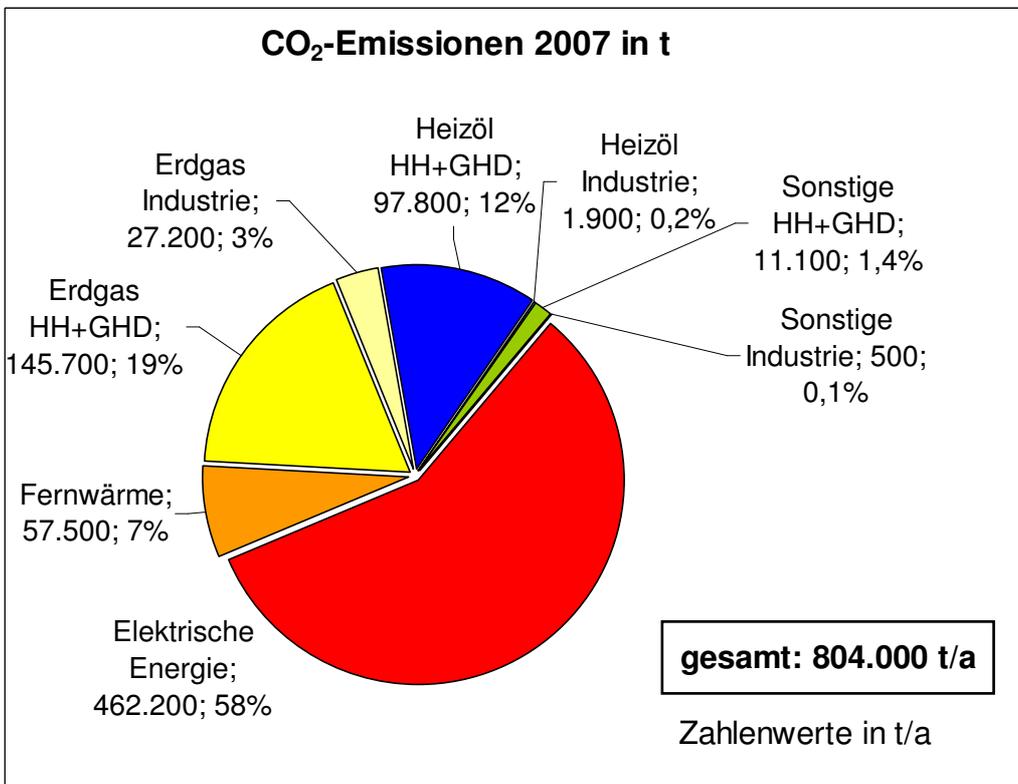


Abbildung 36: Anteile der CO₂-Emissionen der Endenergieträger in Heilbronn 2007

Die CO₂-Emissionen aus der Bewirtschaftung der städtischen Einrichtungen resultieren aus der Beheizung der Gebäude und aus dem Stromverbrauch für Licht und Kraft (Pumpen, Antriebe, elektrische Geräte). Aus der Beheizung mit Erdgas, Fernwärme und den übrigen Heizenergieträgern resultiert eine CO₂-Emission von rd. 8.750 t/a. Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften inkl. der Straßenbeleuchtung und Kläranlage etc. verursacht eine CO₂-Emission von 18.350 t/a (bewertet mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommix 2007). Die städtischen Einrichtungen weisen damit insgesamt eine CO₂-Emission von 27.100 t/a auf, das sind 3,4% der energiebedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn.

Einen Überblick über die Entwicklung der aus dem Heizenergieverbrauch in Heilbronn resultierenden CO₂-Emissionen seit 1990 gibt die Abbildung 37. Aufgrund der kontinuierlichen Verbesserungen bezüglich des Wärmeschutzes der Gebäude, der Heizungsmodernisierungen und Energieträgerumstellung von Heizöl und Kohle zu Erdgas und Fernwärme ist insgesamt ein Rückgang der CO₂-Emissionen um 13% bezogen auf den Wert in 1990 zu verzeichnen.

Eine verursachergerechte Aufteilung der Einsparungen auf die einzelnen Sektoren ist nicht möglich, da die Einspareffekte im Raumwärmemarkt von konjunkturellen Schwankungen überlagert werden (Energieeinsatz in Industrie und Gewerbe). Zudem konnten Absatzzahlen nicht immer jahresscharf abgebildet werden, da die Statistiken der Versorgungsunternehmen nicht geschlossen vorliegen, die Immissionskataster in mehrjährigen Abständen durchgeführt werden und zudem methodische Änderungen in der Bilanzierungssystematik auftreten.

Insgesamt ist bzgl. der CO₂-Entwicklung des Heizenergiemarktes ein positiver Trend zu verzeichnen. Eine Bewertung der

Die Entwicklung der aus dem Stromverbrauch resultierenden CO₂-Emissionen seit 1990 ist in Abbildung 38 dargestellt. Hier ist trotz des stetig steigenden Einsatzes elektrischer Energie (+19% von 1990 bis 2007, vgl. Abbildung 27 in Abschnitt 2.2.4) aufgrund des Rückganges der spezifischen CO₂-Emissionen im Strommix Deutschland ein geringer Rückgang der CO₂-Emissionen um rd. -1% gegenüber dem Ausgangswert 1990 zu verzeichnen.

Insgesamt ergibt sich für die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn die in Abbildung 39 dargestellte Situation. Gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 ist ein Rückgang um rd. 6% zu verzeichnen. Die spezifischen CO₂-Emissionen je Einwohner sind ebenfalls rückläufig von 7,4 t je Einwohner und Jahr auf 6,6 t je Einwohner und Jahr.

Eine Bewertung der im Bereich der kommunalen Liegenschaften in den zurückliegenden Jahren durch Einführung eines Energiemanagements in Verbindung mit Sanierungs- und Einsparmaßnahmen erzielten CO₂-Minderungen erfolgt in Abschnitt 2.6.1.

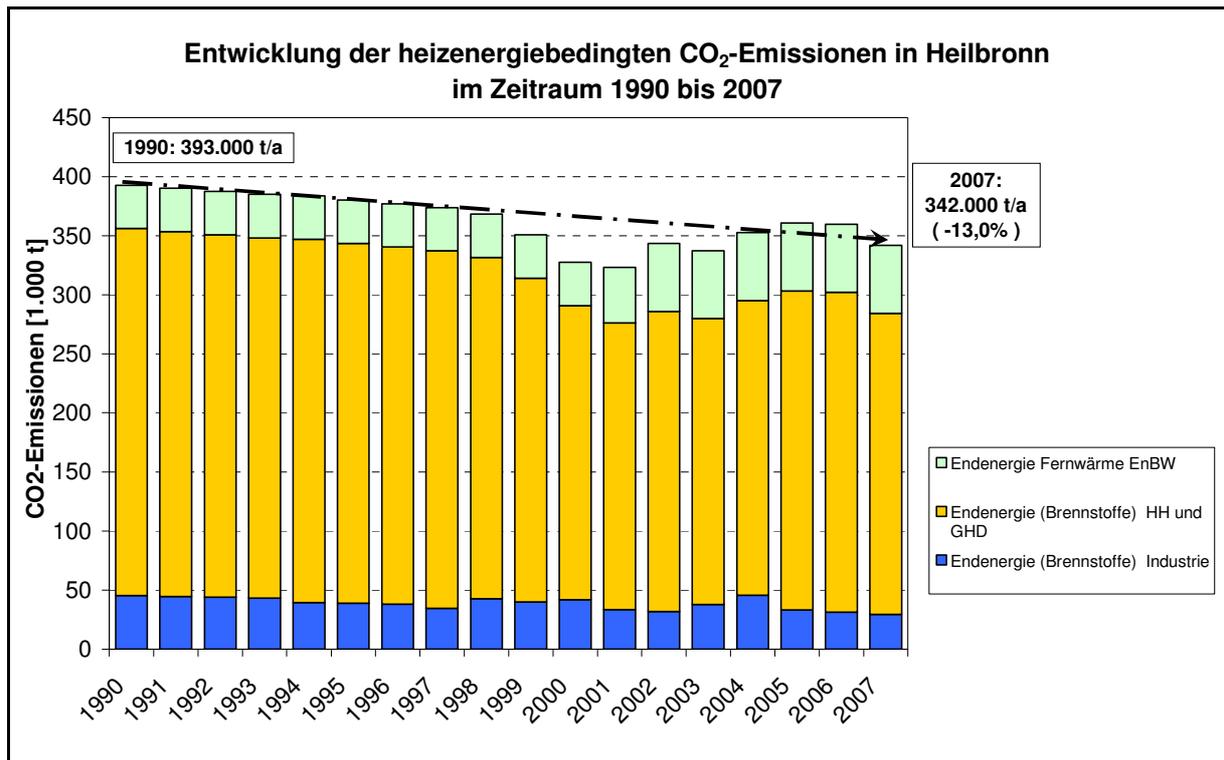


Abbildung 37: Entwicklung der heizenergiebedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn

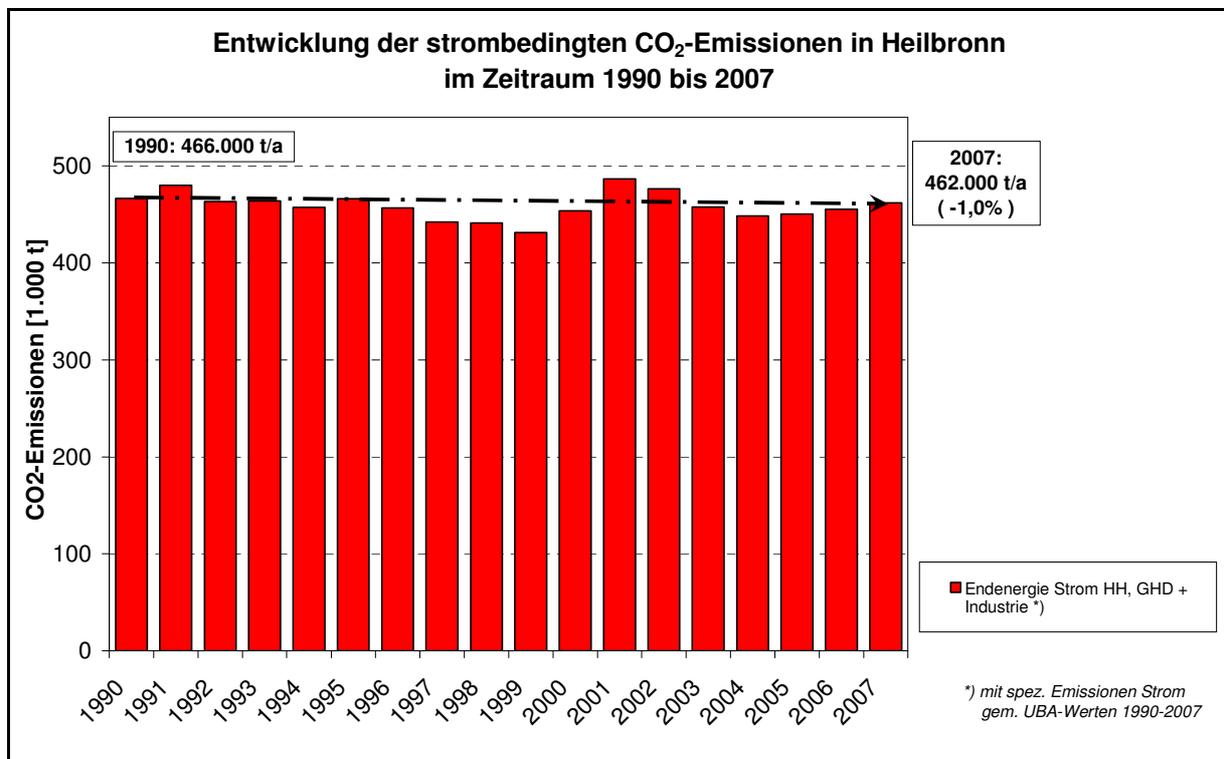


Abbildung 38: Entwicklung der strombedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn

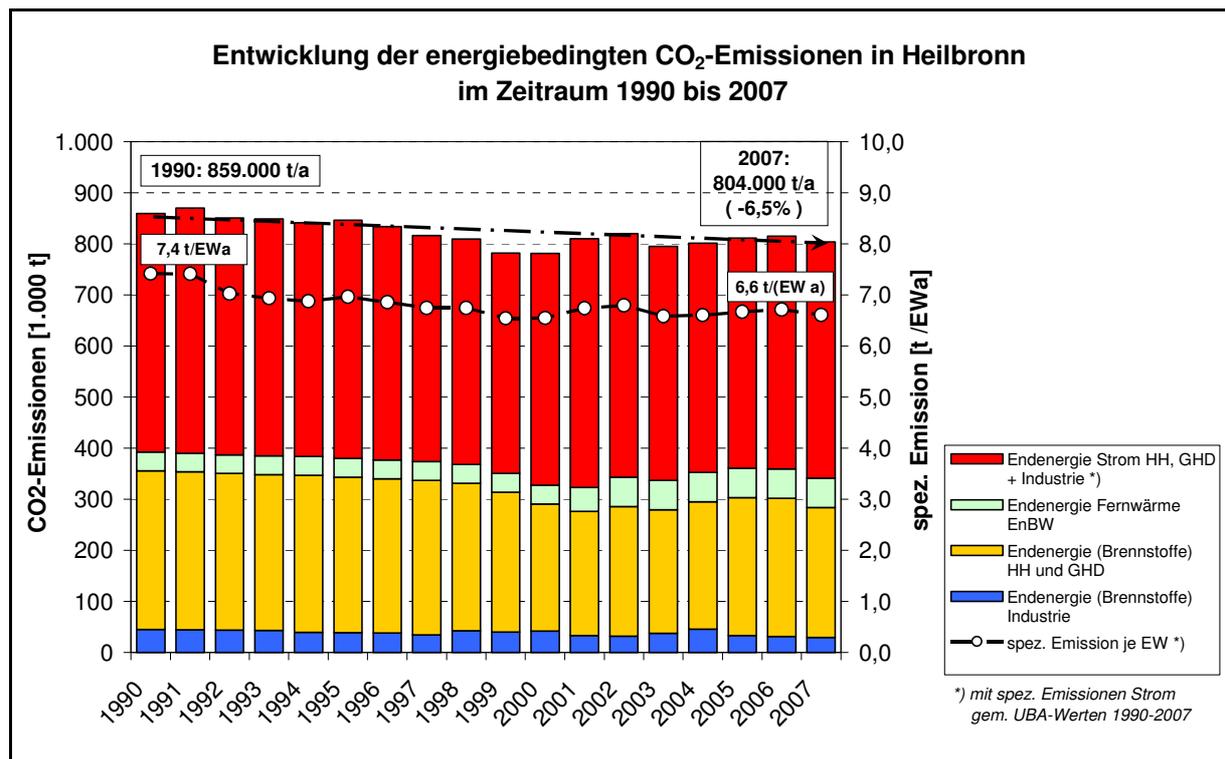


Abbildung 39: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn

2.5.3 CO₂-Bilanz Verkehr

Die aus dem fossilen Endenergieverbrauch resultierenden direkten CO₂-Emissionen des Verkehrs in Heilbronn entsprechen i.w. der Struktur des fossilen Kraftstoffverbrauchs. Die jeweiligen Anteile des Verbrauchs an Biokraftstoffen werden dabei nach internationalen Konventionen als CO₂-neutral erachtet und aus der Bilanzierung heraus gerechnet.

2.5.3.1 Straßenverkehr 1992-2007

In Abbildung 40 ist die Zeitreihe der direkten CO₂-Emissionen des Verkehrs unter Berücksichtigung des jeweiligen Biokraftstoffanteils dargestellt.

Ausgehend von einem Niveau von rd. 208 kt CO₂ in 1992 wurde nach einem leichten Rückgang in 1995 dann in 2000 mit ca. 218 kt das Maximum im Betrachtungszeitraum erreicht. Danach fiel der CO₂-Ausstoß dank des zunehmenden Anteils der Biokraftstoffe¹ und dank des sich zunehmend auch im realen Verkehr durchsetzenden rückläufigen mittleren Flottenverbrauchs auf 196 kt in 2007. Somit lag der Wert für 2007 etwa 6% unter dem des Jahres 1992.

Blendet man die BAB gedanklich aus, so hat sich die CO₂-Last von knapp 152 kt in 1992 auf rd. 137 kt in 2007 reduziert, was einem Rückgang um 10% entspricht.

¹ 4 Massen-% in 2005; 8,4 M-% in 2007, berechnet aus den Energiebilanzen des Landes Baden-Württemberg

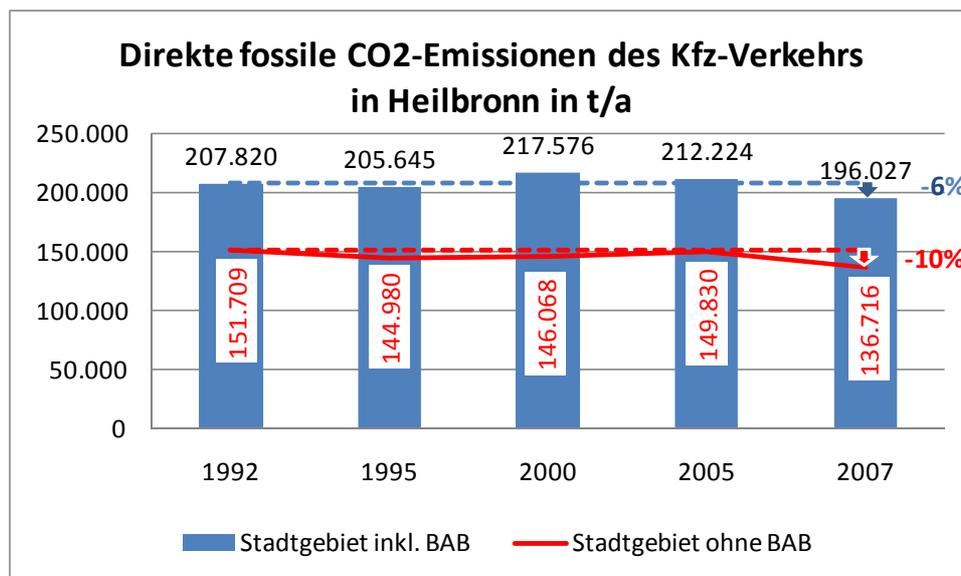


Abbildung 40: Direkte fossile CO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs in Heilbronn 1992-2007

2.5.3.2 Gesamtverkehr 2007

Nachstehende Tabelle und Abbildung fassen für das Bezugsjahr 2007 die Struktur des direkten fossilen CO₂-Ausstosses des Verkehrs in Heilbronn zusammen. Insgesamt lagen die CO₂-Emissionen des Verkehrs bei annähernd 200 kt/a. Ohne Berücksichtigung des Autobahnverkehrs ergaben sich knapp 140 kt, also 30% weniger. Hinsichtlich der Verteilung auf die Verkehrsträger zeigt sich i.w. das Bild wie beim Kraftstoffverbrauch. Der Kfz-Verkehr ist mit Abstand der dominierende Verbraucher und darunter der Personenverkehr mit einem Anteil von 70% bzw. 82%, wenn man die BAB ausblendet.

2007	fossiles CO ₂ (mit BAB)		fossiles CO ₂ (ohne BAB)	
	t/a	%	t/a	%
Schiene, SPNV	560	0,3%	560	0,4%
Binnenschiff	2.552	1,3%	2.552	1,8%
Straße (inkl. Bus)	196.027	98,4%	136.716	97,8%
Verkehr gesamt	199.139	100,0%	139.828	100,0%

Tabelle 8: Struktur der direkten fossilen CO₂-Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2007 (mit und ohne Berücksichtigung BAB)

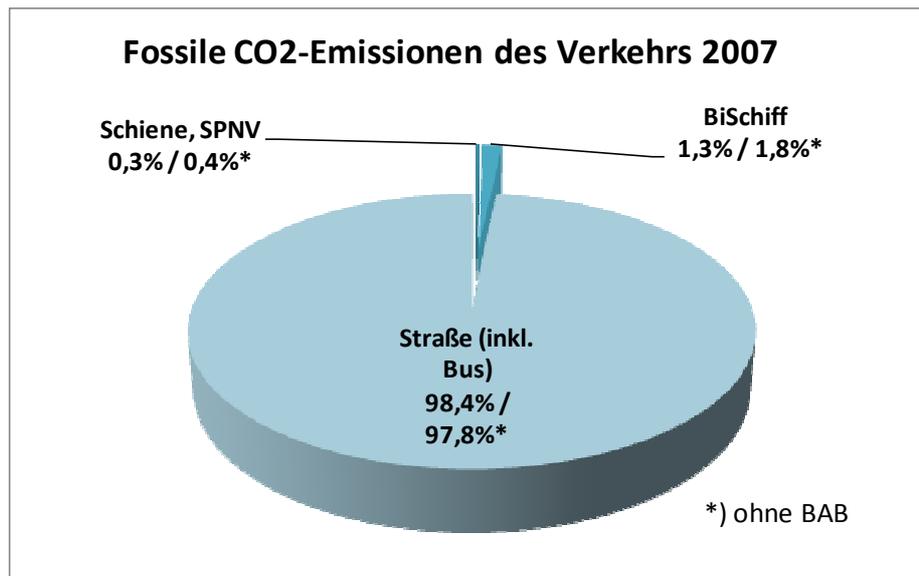


Abbildung 41: Struktur der direkten fossilen CO₂-Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2007 (mit und ohne Berücksichtigung der BAB)

Die direkten fossilen CO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs gehen in 2007, bezogen auf 1992 um insgesamt -6% zurück. Betrachtet man die Situation ohne den Autobahnverkehr, so liegt die Minderung bei -10%.

Im Hinblick auf die Verkehrsträgerstruktur 2007 ist der Straßenverkehr mit 98,5% bzw. 97,8% (ohne BAB) der mit Abstand dominierende Verbraucher. Hierunter spielt der Straßenpersonenverkehr mit 70% bzw. 82% (ohne BAB) die Hauptrolle. Dennoch bietet der Straßengüterverkehr aufgrund der zur Fahrleistung (12 bzw. 7%) deutlich überproportionalen CO₂-Anteile (30 bzw. 18%) ein massenmäßig nicht unbedeutendes Potenzial.

2.5.4 Summenbilanz CO₂ Energie und Verkehr

Die in den Abschnitten 2.5.2 und 2.5.3 ermittelten energie- bzw. verkehrsbedingten CO₂-Emissionen werden im folgenden zu einer Summenbilanz zusammengeführt. Insgesamt ergibt sich für 2007 eine CO₂-Emission von rd. 1,0 Mio. t/a. Die Aufteilung auf die Bereiche Heizenergie, Elektrische Energie und Verkehr ist in Abbildung 42 dargestellt. Wesentlicher CO₂-Verursacher ist der Stromverbrauch für Licht und Kraft mit 46% gefolgt von der Heizenergie mit 34% und dem Verkehr mit 20%.

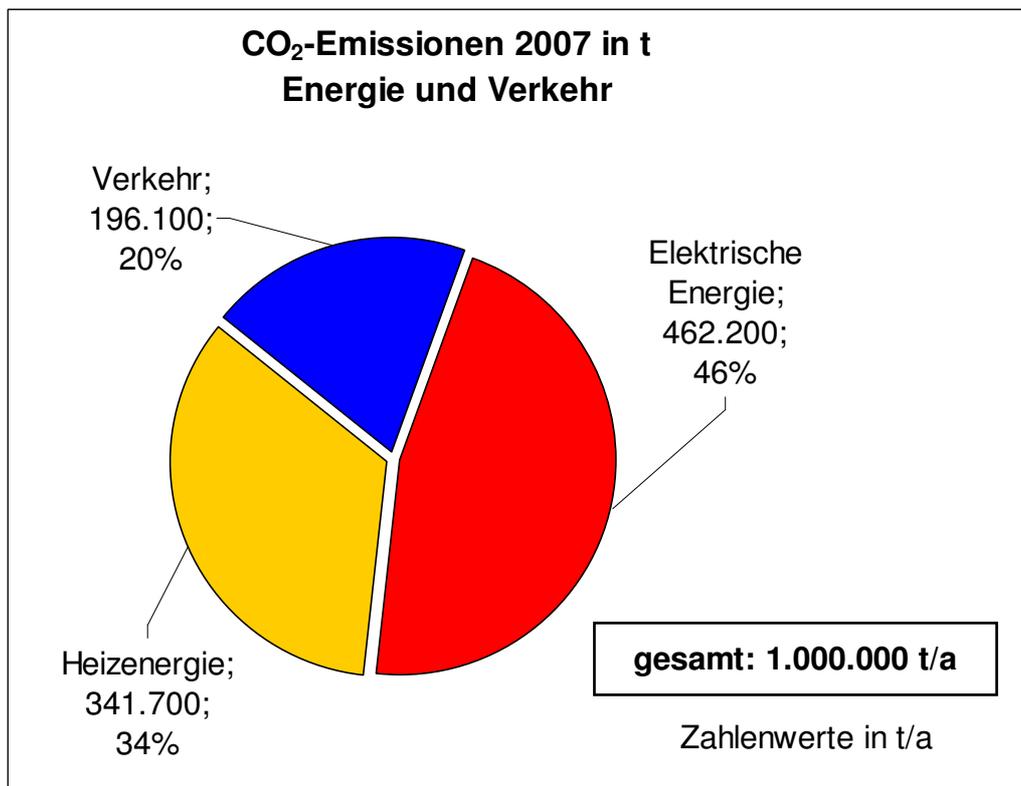


Abbildung 42: Energie- und verkehrsbedingte CO₂-Emissionen in Heilbronn 2007

Die Entwicklung der energie- und verkehrsbedingten CO₂-Emissionen Heilbronn seit dem Basisjahr 1990 ist dargestellt in Abbildung 43. Ausgehend von einer Gesamtsumme von rd. 1,07 Mio. t in 1990 ist bis 2007 eine Reduzierung der Emissionen um 6,3% auf 1,0 Mio. t zu verzeichnen.

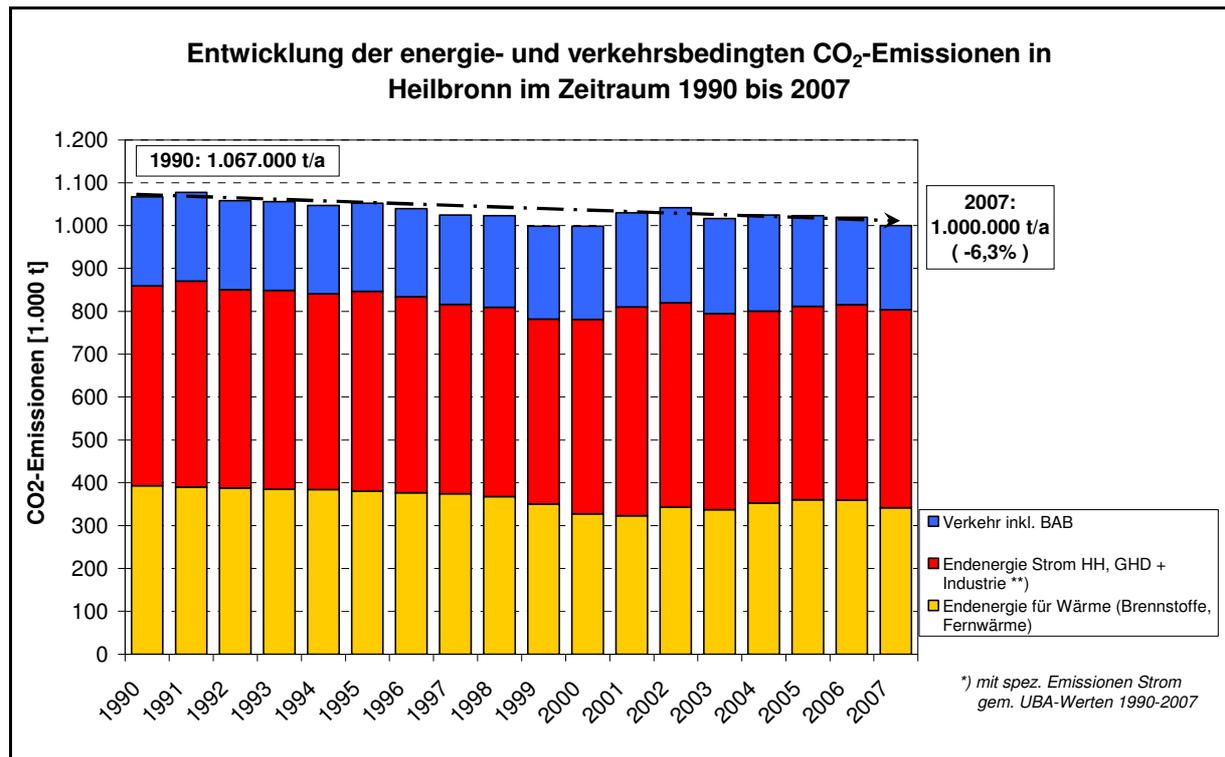


Abbildung 43: Entwicklung der energie- und verkehrsbedingten CO₂-Emissionen in Heilbronn

2.6 Bestandsaufnahme bereits durchgeführter Klimaschutzmaßnahmen

2.6.1 Bereich Energieversorgung

Die Stadt Heilbronn, ihre Bürger, (Versorgungs-)Unternehmen und Institutionen haben in den vergangenen Jahrzehnten eine Vielzahl von Maßnahmen umgesetzt oder angestoßen, die zwar nicht immer durch den Klimaschutz motiviert waren, aber doch deutlich zur Verminderung der Klimagasemissionen beitragen konnten.

Das Spektrum reicht vom kontinuierlichen Ausbau der CO₂-armen leitungsgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Gas und Fernwärme durch die Versorgungsunternehmen über die Gebäudesanierungsmaßnahmen der Stadt, der Wohnungswirtschaft und der privaten Gebäudeeigentümer bis hin zur Nutzung erneuerbarer Energieträger zur Wärme- bzw. Stromerzeugung.

Stellvertretend können hier nur einige wichtige Maßnahmen beziffert werden. In Abbildung 46 sind die Einsparungen für das Jahr 2007 bezogen auf 1990 dargestellt. Insgesamt wird der Minderungseffekt dieser Maßnahmen auf rund 29.000 t/a eingeschätzt, dies entspricht 3,6 % des energiebedingten Emissionsvolumens von 0,8 Mio.t/a.

Die zeitliche Entwicklung der Einsparungen zeigt Abbildung 45. Ein maßgeblicher Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen wurde durch den Ausbau der Gasversorgung geleistet. Die

Einsparung resultiert dabei aus der Substitution von Heizöl und Kohle durch das CO₂-ärmere Erdgas. Weitere wesentliche Beiträge leisten die Nutzung des Klärgases und des Deponiegases zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung.

Die Nutzung des Deponiegases im BHKW musste bedingt durch das rückläufige Deponiegasaufkommen im Jahr 2008 beendet werden. Dies erklärt den Rückgang der CO₂-Einsparung in Abbildung 45 für 2008. Der Rückgang des Deponiegasaufkommens ist auf den fehlenden Neueintrag von organischem Müll seit 2000 zurückzuführen. Die seit 2000 nicht mehr deponierten organischen Restmüllmengen werden seitdem in Müllverbrennungsanlagen verwertet und so einer energetischen Nutzung zugeführt.

Nicht explizit aufgeführt sind die Beiträge der Wasserkraftanlagen in Heilbronn und die Einspareffekte aus den Modernisierungs- und Dämmmaßnahmen im Gebäudebereich. Die Stromerzeugung aus Wasserkraft ermöglicht durch die Verdrängung von Strom aus dem Verbundnetz jährliche CO₂-Einsparungen von rd. 25.000 t/a. Da diese elektrische Energie jedoch zu mehr als 99,5% aus Altanlagen mit Inbetriebnahme weit vor 1990 stammt, sind diese Mengen in die Einsparungen nicht aufgenommen.

Die Reduzierung des Heizenergiebedarfs durch Modernisierungs- und Dämmmaßnahmen führt gemäß einer Überschlagsrechnung zu einer ähnlichen Einsparung von rd. 25.000 t/a. Damit wurde und wird auch in diesem Bereich ein erheblicher Beitrag zur CO₂-Reduzierung in Heilbronn geleistet.

Auch im Bereich der kommunalen Liegenschaften wurde eine erhebliche Einsparung erreicht. So existieren seit 1999 Energiemanagementstrukturen, die in der Folge zu beachtlichen Einsparungen beim Energieverbrauch, den Energiekosten sowie den CO₂-Emissionen führten. Laut dem Energiebericht der Stadt Heilbronn [58] konnten seit Einführung des KEM jährliche Einsparungen im Bereich der thermischen Energie (im Jahr 2007 im Vergleich zu 1999 minus 17%), der elektrischen Energie (2006: minus 9,8%, 2007: minus 7,7%) und der CO₂-Emissionen (2007: 3.300 t) verzeichnet werden. Die damit einhergehenden Kosteneinsparungen betragen allen für das Jahr 2007 rund 970.000 Euro. Die geschätzten Kostenaufwendungen für das Management betragen im selben Jahr knapp 100.000 Euro, womit sich ein Einsparfaktor (Nutzen zu Kosten) von 9,8 ergab.

Auch bei den Liegenschaften der Stadtsiedlung Heilbronn sind zahlreiche Sanierungen mit Modernisierung der Heizungsanlage sowie Wärmedämmmaßnahmen im Wohngebäudebestand durchgeführt worden. Die hiermit erreichte Einsparung liegt überschlägig bei rund 2.200 t CO₂.

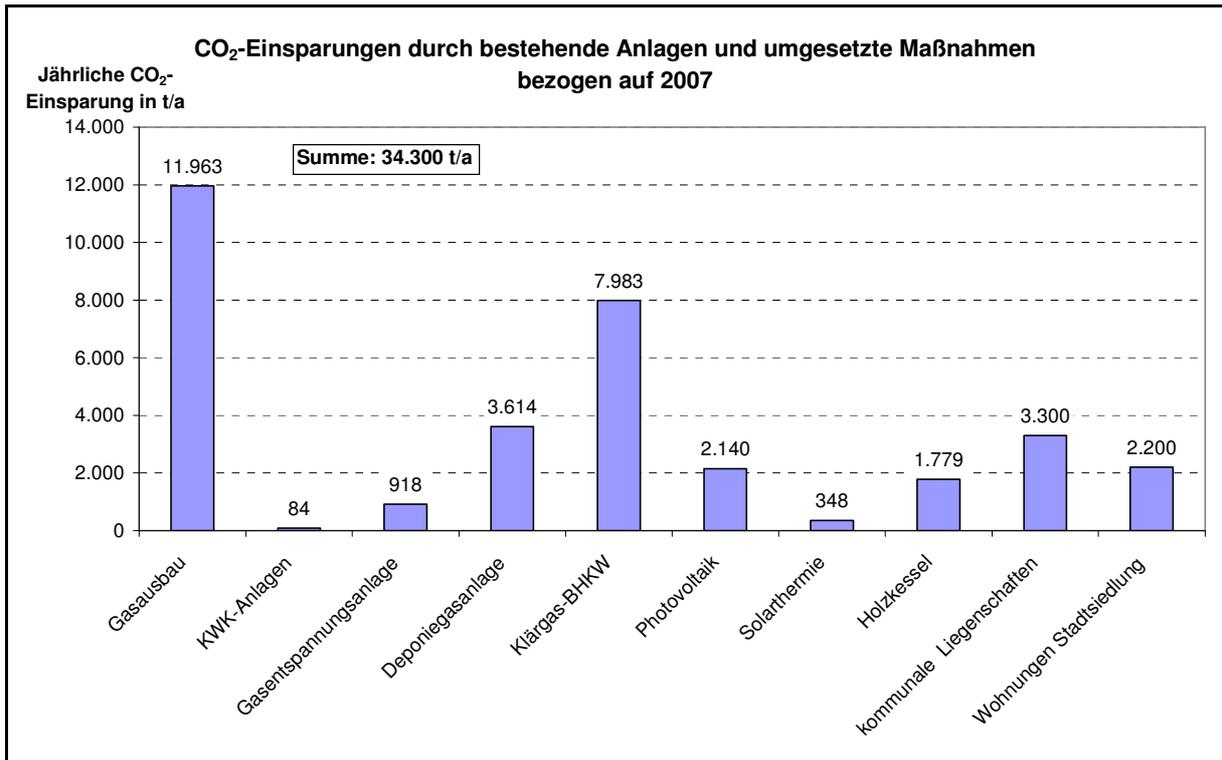


Abbildung 44: CO₂-Einsparungen durch bestehende Anlagen und Einsparmaßnahmen (Auswahl)

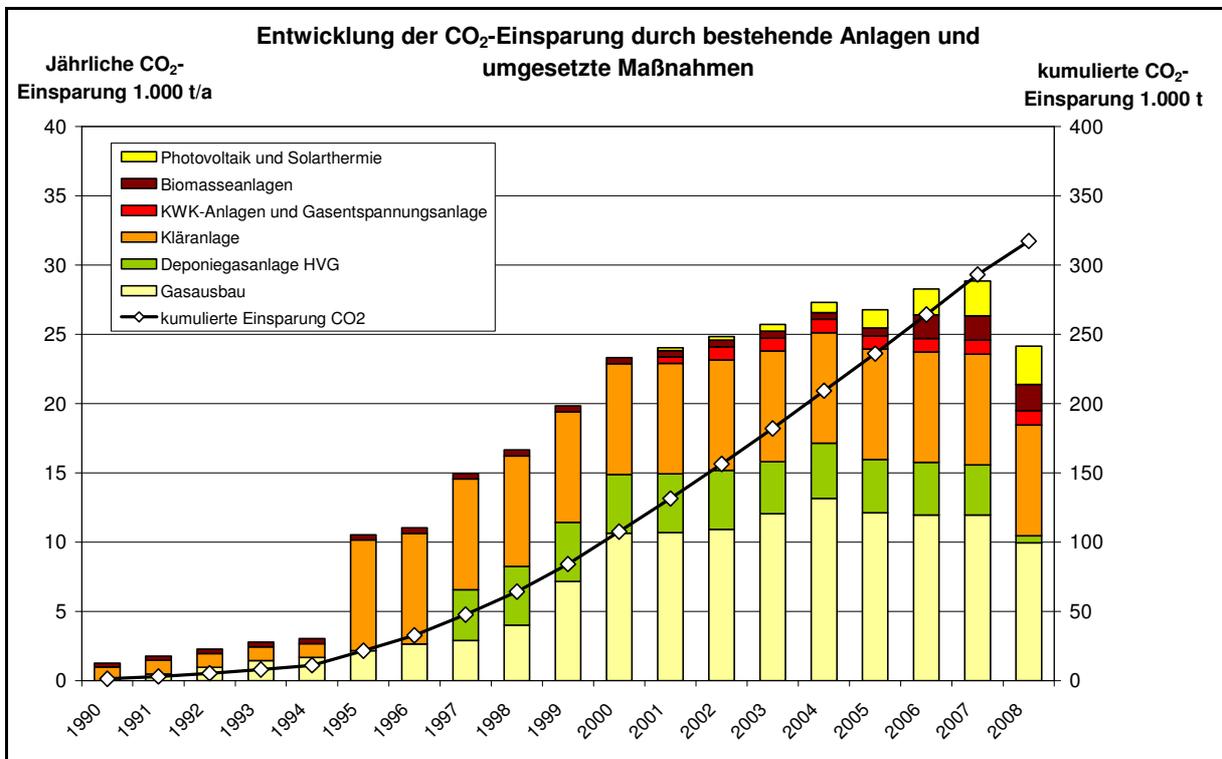


Abbildung 45: Entwicklung der CO₂-Einsparung durch bestehende Anlagen und umgesetzte Maßnahmen (Auswahl)

2.6.2 Bereich Verkehr

Verkehrsplanerische Maßnahmen wurden in der Vergangenheit in der Regel nicht unter Klimaschutz Gesichtspunkten geplant und umgesetzt. Dennoch können mit der Realisierung von Maßnahmen, insbesondere in umweltfreundlichere und damit zumeist auch energieeffizientere Verkehrsträger entsprechende CO₂-Minderungspotentiale erzielt werden.

In Heilbronn wurden mit der konsequenten Realisierung und Weiterentwicklung des Stadtbahnnetzes die entsprechenden Rahmenbedingungen auch für einen Beitrag zum Klimaschutz geschaffen. Insbesondere die in 2005 fertig gestellte Durchbindung über die Haltestelle Pfühlpark bis Öhringen hat einen deutlichen Schub in den Beförderungszahlen (+2,1 Mio. beförderte Personen in 2006) gebracht. Für 2007 lässt sich die dadurch generierte CO₂-Minderung wie folgt ausweisen.

	Minder-Fahrleistung (Pkwkm)	ΔCO ₂ (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2007	- 10,4 Mio.	- 1.938	- 0,9% / - 1,3%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 9: Wirkungen des Ausbaus der Stadtbahn bis Öhringen

Von der 6%igen CO₂-Minderung im Kfz-Verkehr, bezogen auf das gesamte Stadtgebiet, bzw. der 10%igen Minderung, bezogen auf den Verkehr ohne BAB wurde durch den Stadtbahnausbau jeweils etwa 1%-Punkt (das entspricht ca. 16% der Gesamtwirkung im Kfz-Verkehr bezogen auf 1992) realisiert.

Ansonsten sind unter Berücksichtigung der Fahrleistungsentwicklungen die überwiegenden Minderungen in 2007 geprägt durch die Verringerung der flottenmittleren CO₂-Emissionen, die im Gegensatz zum Personenverkehr im Güterverkehr in der Vergangenheit stetig zurückgegangen sind, wie nachfolgende Abbildung zeigt.

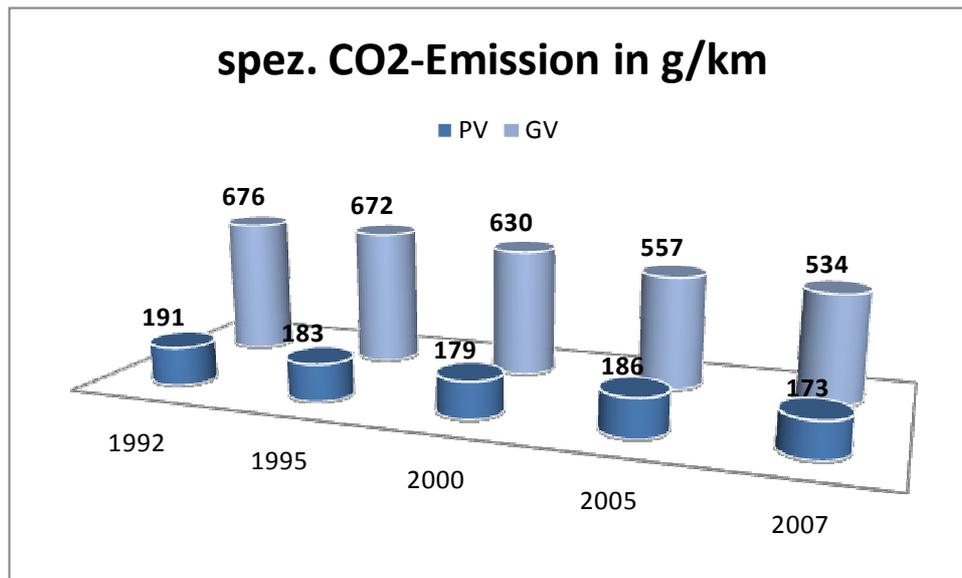


Abbildung 46: Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen bei Pkw und Krädern (PV) sowie leichten und schweren Nutzfahrzeugen (GV) unter den spezifischen Verkehrsablaufbedingungen in Heilbronn

Im Pkw-Bereich hat nach einer Abnahme in den 90iger Jahren des letzten Jahrhunderts wieder eine Erhöhung stattgefunden, die in 2007 durch den eingerechneten Anteil an Biokraftstoffen kompensiert werden konnte. Der Grund hierfür liegt im Wesentlichen in der stetigen Zunahme nicht nur der spezifischen Motorleistung sondern auch der Leermasse bei den Neufahrzeugen, die sich erst ab 2005 wieder etwas abflacht, wie in Abbildung 47 dargestellt. Beide Faktoren, Leistung und Leermasse, beeinflussen aber den spezifischen Kraftstoffverbrauch und damit die CO₂-Emission erheblich. Als weiterer erhöhender Faktor kommt die zunehmende Ausstattung der Pkw mit Klimaanlage hinzu.

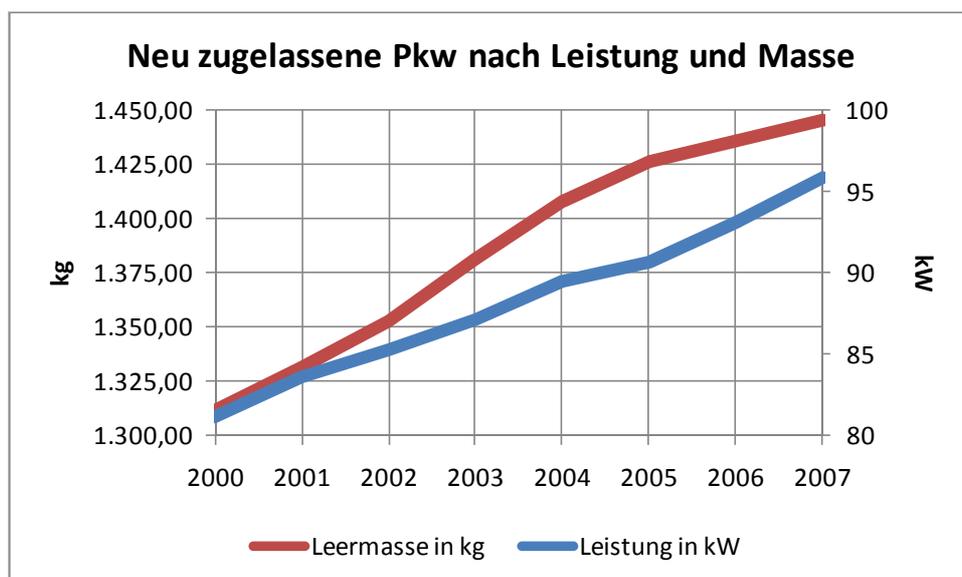


Abbildung 47: Entwicklung von Leistung und Leermasse neu zugelassener Pkw zwischen 2000 und 2007 [9]

2.7 Aktuelle politisch-rechtliche Rahmenbedingungen

Die Klimaschutzpolitik hat insbesondere in den letzten Jahren im nationalen und internationalen Raum einen hohen Stellenwert bekommen. Das Kyoto-Protokoll zur Klimarahmenkonvention ist 2005 in Kraft getreten und enthält in seinem Regelwerk für die beigetretenen Industriestaaten völkerrechtlich bindende Regelungen zur Reduzierung bzw. Begrenzung von Treibhausgasemissionen. Zwischenzeitlich wurde von wissenschaftlicher Seite ein deutlich beschleunigtes Ansteigen der Temperaturen und der Eisschmelze gegenüber den Ergebnissen der Klima-Modellrechnungen beobachtet, was zur Zielsetzung führt, die Bedingungen zur Begrenzung des Temperatur-Anstiegs auf 2 K zu erfüllen - damit erhöht sich der Handlungsdruck in einem kleiner werdenden Zeitfenster.

In 2009 fanden global weitreichende Diskussionen und Verhandlungen statt. Da nun auch USA und China, die gemeinsam ca. 40% der Treibhausgase ausstoßen, sich am Kyoto-Nachfolge-Prozess beteiligten, bestand die Hoffnung auf weitreichende und verbindliche Beschlüsse in Kopenhagen im Dezember 2009 zur Kyoto-Nachfolgeregelung ab 2013. Diese Hoffnung wurde jedoch enttäuscht, da die in Kopenhagen zusammentreffende Weltgemeinschaft sich nicht auf verbindliche Regeln zum weiteren Vorgehen innerhalb des Kyoto-Prozesses einigen konnte. Das Resultat der Konferenz beschränkte sich auf eine allgemeinverbindliche Willensbekundung zu Maßnahmen, die den Temperaturanstieg auf 2 K begrenzen. Es wurden keine konkreten und verbindlichen Minderungsziele der einzelnen Staaten zugesagt. Daran konnten auch die Europäische Union und Deutschland nichts ändern, die durch eigene konkrete Festlegungen zu Maßnahmen und Minderungszielen in Vorleistung gegangen waren.

Die kommunalen Zielvorgaben werden wesentlich durch diese verbindlichen Zielkorridore und die entsprechenden gesetzlichen Regelungen strukturiert.

2.7.1 Zielkorridor EU

Auf EU-Ebene hatte der Europäische Rat sich bereits im Frühjahr 2007 auf das Ziel festgelegt, die Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 um mindestens 20% zu reduzieren. Obwohl sich die anderen entwickelten Länder in Kopenhagen nicht zu vergleichbaren Emissionsreduzierungen verpflichteten, wird in der EU derzeit weiterhin darüber diskutiert, das verbindlich festgelegte Minderungsziel von 20% auf 30% zu erhöhen. Bis 2050 soll ein langfristiges Emissionsminderungsziel von 80% verfolgt werden. [10]

Abbildung 48 verdeutlicht die Zielkorridore der EU und die Zielfestlegungen der Bundesregierung, die zum Teil noch darüber hinausgehen und die bisherige Entwicklung der CO₂-Emissionen in Deutschland.

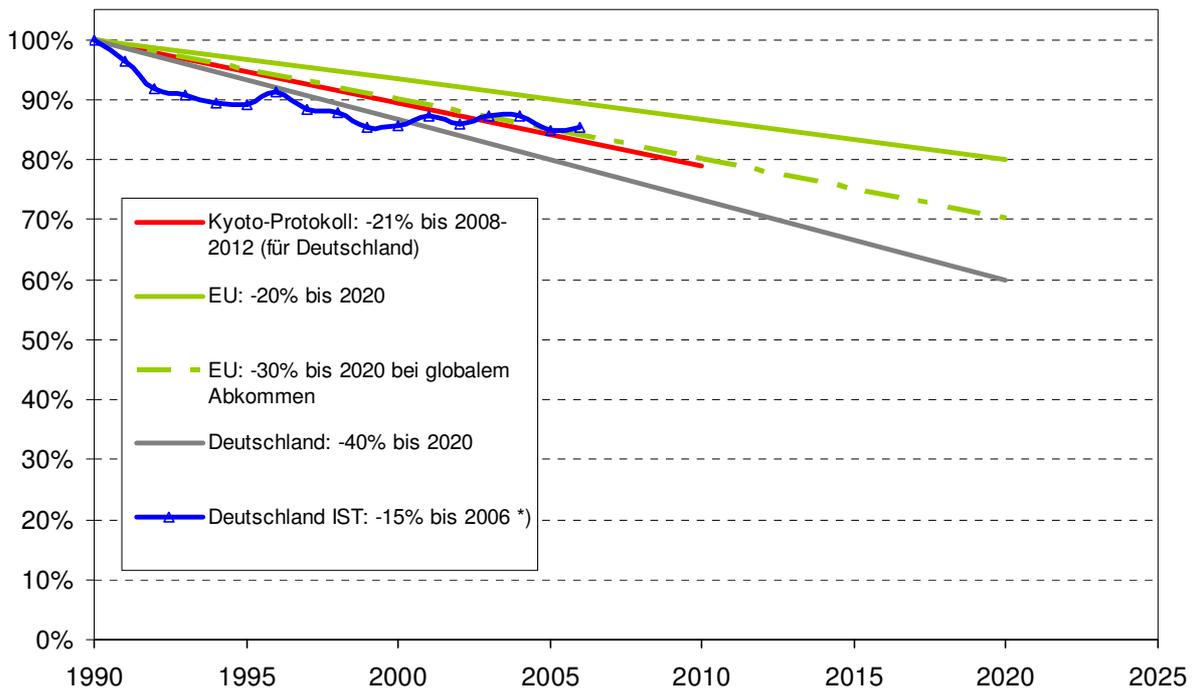


Abbildung 48: Ziele zur CO₂-Minderung in der EU und in Deutschland bis 2020

Schlicht zusammenfassen lässt sich der EU-Zielkorridor auf 20 20 bis 2020 – soll heißen

- Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen bis 2020 um 20% gegenüber 1990,
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf 20%
- Erhöhung der Endenergieeffizienz um 20%.

Das Europäische Parlament hat am 17.12.2008 **das EU-Klimapaket** zur Schaffung der Rahmenbedingungen für die langfristige EU Klima-Politik verabschiedet.

Das EU-Klimapaket beinhaltet die folgenden sechs Bestandteile:

1. Richtlinie über erneuerbare Energien

Ziel: Der Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, beim Heizen und Kühlen von Gebäuden und im Verkehrssektor in der EU soll auf insgesamt mindestens 20% im Jahr 2020 zu erhöht werden.

- Deutschland muss bis 2020 seinen Anteil an erneuerbaren Energien auf 18% steigern
- Bis 2020 müssen mindestens 10% aller Kraftstoffe im EU-Verkehrssektor aus erneuerbaren Energien gewonnen werden

2. Richtlinie über die Dritte Phase des Emissionshandelssystems (ETS)

Im Januar 2005 hatte die Europäische Union zur Umsetzung der Vorgaben des Kyoto - Protokolls ein Emissionshandelssystem für CO₂ (ETS) eingeführt. Die zulässigen CO₂-Emissionen und die Zuteilung der Emissionsberechtigungen an die Anlagenbetreiber sind bis zum Jahr 2012 in den Nationalen Allokationsplänen (NAP) geregelt. Im deutschen NAP stehen für 2008 - 2012 den betroffenen Anlagen in Deutschland jahresdurchschnittlich 453,1 Mio. Emissionsberechtigungen (EUA – European Union Allowances) zur Verfügung. Das entspricht im Vergleich zum Emissionsniveau von 2005 einer Minderungsvorgabe von knapp 32 Mio. t CO₂ bzw. 6,6%. Insgesamt werden nur noch 80% der Emissionen von 2005 kostenlos zugeteilt.

Ziel:

In der dritten Phase des ETS, ab 2013 bis 2020, Minderung der Treibhausgasemissionen der Anlagen **um 21% im Vergleich zu 2005**. Dazu sollen:

- die Anzahl der Emissionszertifikate jährlich um 1,74% gesenkt werden;
- die Zertifikate ab 2013 versteigert werden. In der Strom- und Wärmeerzeugung müssen dann 100% der benötigten Emissionsberechtigungen ersteigert werden, dabei werden die Emissionsberechtigungen für KWK-Wärme weiterhin kostenlos zugeteilt.

Für das Produzierende Gewerbe gibt es Ausnahmen wegen der Gefahr der Verlagerung von Emissionen ins Ausland aus wirtschaftlichen Gründen (carbon leakage) und damit auch weiterhin einen Teil der CO₂-Emissionen kostenlos.

Entsprechend der Zielsetzung der EU sollen auch weiterhin mindestens die Hälfte der Einnahmen aus den Versteigerungen der Emissionsberechtigungen zweckgebunden eingesetzt werden.

3. Entscheidung über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten, ihre Emissionen in nicht vom ETS erfassten Sektoren zu reduzieren

Die nicht vom Emissionshandelssystem erfassten Sektoren

- Heizungen und Klimaanlage in privaten Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- die Landwirtschaft,
- kleine Industrieanlagen,
- sowie der Verkehr,

verursachen zusammen etwa 60% der europäischen Treibhausgasemissionen.

Ziel:

Reduzierung der Treibhausgasemissionen dieser Sektoren entsprechend dem Bruttoinlandsprodukt der einzelnen EU-Staaten bis 2020 im Durchschnitt um 10%. **Deutschland muss hier um 14% reduzieren.**

4. Richtlinie zur Abtrennung und geologischen Speicherung von CO₂

Die Richtlinie schafft einen Rechtsrahmen für die Abscheidung und geologische Speicherung von CO₂ aus Kohlekraftwerken und Industrieanlagen. Über den Emissionshandel sollen 12 Demonstrationsprojekte finanziert werden (300 Mio. EUA stehen zur Finanzierung zur Verfügung).

5. Richtlinie zur Qualität von Kraftstoffen

Die Richtlinie zielt darauf ab, die während Herstellung, Transport und Nutzung von Kraftstoffen verursachten Treibhausgasemissionen bis 2020 um bis zu 10% zu senken.

6. Verordnung über CO₂-Emissionen von Neuwagen

Ab 2015 dürfen Neuwagen in der EU durchschnittlich nur noch 130 g CO₂/km ausstoßen. Derzeit beträgt der durchschnittliche CO₂-Ausstoß bei Neuwagen 160 g CO₂/km.

2012 müssen 65% der Neuwagen eines Herstellers das Ziel erreichen. 2013 sollen es 75% sein und 2014 dann 80%. Bei Überschreiten der Grenzwerte werden Geldbußen fällig.

Als Langzeitziel wurde ein Grenzwert von 95 g CO₂/km für 2020 durchgesetzt. 2013 wird dieses Ziel nochmals überprüft.

Bei der Umsetzung der europäischen Klimapolitik weist die EU den Städten und Kommunen z.B. in der „Leipzig Charta 2007“ eine Schlüsselrolle zu – die „Modellstadt des 21. Jahrhunderts“ wird gestaltet durch

- Modernisierung der Infrastruktur
- Steigerung der Energieeffizienz
- Leistungsstarken und preisgünstigen Stadtverkehr
- Berücksichtigung des Klimawandels bei der städtebaulichen Aufwertungsstrategie

2.7.2 Bundesebene

Die Bundesregierung hat sich zu einem Abbau der Treibhausgasemissionen um 30% (bei weitreichenden Beschlüssen in Kopenhagen sollte sogar auf 40% gesteigert werden) bis 2020, bezogen auf das Emissionsniveau von 1990, verpflichtet.

Dazu wurde ein integriertes Energie- und Klimaprogramm aufgelegt, das 2008 in rechtlich verbindliche Vorgaben (z.B. KWKG 2009, EEG 2009) umgesetzt wurde [11]. In einem **integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP)** wird die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen koordiniert. Folgende wichtige Ziele sollen erreicht werden:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 30 bzw. 40% bis 2020 (bezogen auf 1990);
- Steigerung der Anteile der erneuerbaren Energien an der

- Stromversorgung auf 25 -30%
- Wärmeversorgung auf 14%
- Treibstoffversorgung auf 12 -15% ,
- Steigerung des Anteils der KWK an der Stromerzeugung auf 25% bis 2020; Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung;
- Erhöhung der Energieeffizienz durch Verdoppelung der Energieproduktivität der gesamten Gesellschaft bis 2020 (Basisjahr 1990);
- Verringerung der Abhängigkeit vom internationalen Energiemarkt;
- Ausbau der Technologieführerschaft im Bereich der Erneuerbaren Energien und Energie-Effizienz.

Durch die Novellierung und Anpassung einiger Gesetze und Verordnungen wurde der Weg für die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und die stärkere Förderung der erneuerbaren Energien im Strom und Wärmemarkt frei gemacht. Im Einzelnen sind dies:

- die Novelle des Gesetzes zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG),
- die Verordnung über Rahmenbedingungen für Messstellenbetrieb und die Messung im Bereich der leitungsgebundenen Elektrizitäts- und Gasversorgung (MessZV),
- die Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG),
- das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
- eine weitere Novelle der Energieeinsparverordnung EnEV 2009.

Nach den vorläufigen Ergebnissen einer vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ [12] gehen Experten davon aus, dass die Maßnahmen des IEKP der Bundesregierung zusätzliche Investitionen in Höhe von 30 Milliarden € pro Jahr generieren und die Energiekosten bis 2020 um jährlich 20 Milliarden € senken. Beide Effekte zusammen führen nach Untersuchungen der Gutachter dazu, dass mehr Wachstum und Beschäftigung in Deutschland entsteht. Ein starker Beschäftigungszuwachs wird im Bereich der erneuerbaren Energien und umweltorientierten Dienstleistungen erwartet. Zusätzliche Arbeitsplätze sollen durch wachsende Exporte deutscher Umwelttechnik entstehen.

2.7.2.1 KWKG-Gesetz

Das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung trat am 1. April 2002 in Kraft und lief 2008 aus. Mit dem KWKG 2009 wurde es novelliert und bis 2016 verlängert. Wesentliche Punkte des neuen KWKG sind:

- Planmäßiges Auslaufen der Förderung von Bestandsanlagen gemäß dem KWKG 2002;

- Förderung des Neubaus und der Modernisierung von hocheffizienten KWK- Anlagen, die bis Ende 2016 in Betrieb gehen bei Beibehaltung des geltenden Fördersystems, dabei gleitende, leistungsanteilige Staffelung der Förderung nach Leistungsklassen.
- Die Förderung wird ausgeweitet auf Neuanlagen von mehr als 2 MW und auf Anlagen, die im Rahmen der Eigenversorgung Strom an Unternehmen des Produzierenden Gewerbes liefern (industrielle KWK).
- Zusätzlich Förderung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen durch einen Investitionszuschuss für die neu verlegte Wärmeleitung in Höhe von einem Euro je Millimeter Nenndurchmesser und pro Meter Trassenlänge, max. jedoch 20% der Investitionskosten.
- Weiterführung und Deckelung der KWK-Umlage auf derzeitigem Niveau (ca. 750 Mio. €/a), davon bis zu 150 Mio. €/a vorgesehen für den Ausbau Nah-/Fernwärmenetze.

Neben dem KWK-G werden kleine KWK-Anlagen seit Mitte 2008 auch durch ein neues Impulsprogramm direkt mit einem Bonus von 50-1.500 EUR/kW gefördert [13].

2.7.2.2 EEG 2009

Das novellierte Erneuerbare Energien Gesetz führt die Förderung erneuerbarer Stromerzeugung fort und passt die Fördermodalitäten an. Deutliche Steigerungen der Vergütungssätze sind vor allem in den Bereichen Geothermie und Off-shore Wind vereinbart worden, in diesen Bereichen wird auch ein verstärkter Ausbau erwartet.

Zum 1. Juli 2010 werden die zur Zeit sehr auskömmlichen Fördersätze für PV-Anlagen einmalig um weitere 16% reduziert, die Möglichkeiten der Eigennutzung sind aber gleichzeitig verbessert worden.

2.7.2.3 EEWärmeG (Bund)

Der wesentliche Ansatzpunkt des EEWärmeG [14] ist die Verpflichtung der Eigentümer von nach dem 31.12.2008 errichteten Wohngebäuden und beheizten Nichtwohngebäuden, für die Deckung des Wärmeenergiebedarfs anteilig Biomasse, Geothermie, solare Strahlungsenergie oder Umweltwärme einzusetzen oder Ersatzmaßnahmen wie dezentrale KWK-Anlagen, Anschluss an ein Nah-/Fernwärmesystem oder zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen vorzunehmen.

Schließlich ermächtigt das EEWärmeG die Gemeinden und Gemeindeverbände, aus klimapolitischen Gründen den Anschluss- und Benutzungszwang an ein Nah- oder Fernwärmenetz vorzusehen. Die Bundesländer werden ermächtigt, Gesetze und Verordnungen zu erlassen, die über das EEWärmeG hinausgehen.

Das EEWärmeG wird in den kommenden Jahren zu einer deutlichen Ausweitung des Einsatzes regenerativer Energien im Wärmemarkt vor allem in Neubauten, über die Ausweitung der Förderung aber auch im Gebäudebestand führen. Zielgröße der Bundesregierung ist die Erhöhung des Anteils regenerativer Energien im Wärmemarkt bis zum Jahr 2020 auf 14%.

2.7.2.4 Novelle des Baugesetzbuches und Neufassung des Raumordnungsgesetzes (ROG 2008)

Durch die Novelle des Baugesetzbuches wird allgemein der Klimaschutz als zu berücksichtigender Aspekt bei der Bauleitplanung festgelegt. Dadurch werden die Städte und Kommunen ermächtigt, innerhalb ihrer Stadtentwicklung Klimaschutzziele festzulegen und zu verfolgen. Im ROG 2008 wird der Klimaschutz und die notwendige Anpassung an den Klimawandel an zahlreichen Stellen berücksichtigt z.B.

- durch den Vorrang der Nutzung von Brachen, der Verdichtung und der Innenentwicklung vor der Neuinanspruchnahme und Versiegelung weiterer Flächen oder
- durch die Schaffung bzw. den Erhalt von Frischluft-Schneisen und ausreichend Grünflächen, um das Entstehen von innerstädtischen Wärmeinseln zu vermeiden.

2.7.2.5 Die Nationale Klimaschutz-Initiative

Die Nationale Klimaschutz-Initiative [8] richtet sich an die Zielgruppen – Verbraucher, Wirtschaft, Kommunen und soziale und kulturelle Einrichtungen.

Die Förderprogramme und Einzelprojekte sollen dabei

- verfügbare klimafreundliche Technologien gezielt voranbringen,
- zukunftsweisende Klimaschutztechnologien anhand von Modellprojekten demonstrieren und verbreiten, sowie
- Hemmnisse, die die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen bisher verhindert haben, identifizieren und abbauen.

Im nationalen Teil wurden bisher sechs Förderprogramme veröffentlicht [8]. Mittels der Förderprogramme werden in den Bereichen Effiziente Energienutzung und Einsparttechnologien sowie Regenerative Energien sowohl Konzepte und (wissenschaftliche) Untersuchungen, Sach- und Personalkosten (in der Umsetzung von Konzepten) und über Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen die Investitionen selbst gefördert.

2.7.3 Landesebene Baden-Württemberg

Auf Länderebene hat die Landesregierung Baden-Württemberg zur Umsetzung der Klimaschutzziele bereits im Juli 2007 einen Entwurf für ein Gesetz zur Nutzung Erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EEWärmeG) vorgelegt,

das am 07.11.2007 vom Land verabschiedet wurde und am 01.01.2008 in Kraft getreten ist [15].

Die Verpflichtungen, die das EEWärmeG zum Einsatz Regenerativer Energien für den Neubaubereich auf Bundesebene vorsieht, werden in Baden-Württemberg durch das EWärmeG auf den Gebäudebestand erweitert und bezüglich des Katalogs regenerierbarer Energiequellen um Bioöle und Biogas erweitert. Die Verpflichtungen zur Nutzung regenerativer Quellen betragen

- mindestens 20% bei neuen Gebäuden und mindestens 10% bei bestehenden Gebäuden; diese Anforderungen können durch Rechtsverordnung schrittweise auf 30% bzw. 20% angehoben werden.
- Die Anforderungen gelten erst ab dem Stichtag 01.01.2010 und für bestehende Gebäude nur dann, wenn Heizungsanlagen ausgetauscht werden.
- Ersatzweise gelten die Verpflichtungen als erfüllt:
- bei Unterschreiten des gemäß EnEV höchstens zugelassenen Primärenergiebedarfs um 30% bei Neubauten und weitere Einschränkung der Wärmeverluste älterer Gebäude je nach Altersklasse.
- oder bei Einsatz von Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 bei Elektrowärmepumpen bzw. von 1,2 bei mit Brennstoffen betriebenen Wärmepumpen
- oder bei Nutzung von Wärme aus überwiegend KWK
- oder bei Nutzung solarer Strahlungsenergie zur Stromerzeugung.

Das Land Baden-Württemberg hat das KLIMASCHUTZ-PLUS Förderprogramm zur Unterstützung von Maßnahmen aufgelegt, die in effizienter Weise oder mit dem Einsatz innovativer Techniken und Verfahren zur Senkung der CO₂-Emissionen beitragen. Es unterscheidet sich wesentlich von vergleichbaren Programmen, denn die Höhe des Förderzuschusses ist direkt abhängig von der tatsächlichen CO₂-Minderung und unabhängig von der verwendeten Technologie.

Das Programm besteht aus den drei Säulen:

1. Allgemeines CO₂-Minderungsprogramm:

Es werden Projekte mit einer Mindesteinsparung von 10 Jahrestonnen CO₂ gefördert. Die Programme richten sich an kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Kirchen und an Kommunen und Landkreise (50 € Zuschuss pro eingesparter Tonne CO₂, die über die technische Lebensdauer erzielt wird).

2. Beratungsprogramm Energieeffizienz und Klimaschutz:

Gebäudeenergieanalysen werden mit 50% der externen Beratungskosten für bis zu 5 Arbeitstagen bei KMUs und Kirchen bzw. 10 Arbeitstagen bei Kommunen bezuschusst

(max. 350 € pro Tag). Kommunen die am European Energy Award (eea®) teilnehmen, können einen Zuschuss von 8.000 € erhalten.

3. Allgemeine Modellprojekte Klimaschutz:

KMUs, kirchliche und sonstige Einrichtungen sowie Kommunen als Eigentümer von in Baden-Württemberg gelegenen Gebäuden können hier einen individuellen Zuschuss erhalten.

Im Rahmen des Operationellen Programms für das Ziel „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ Teil EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, Strukturförderung in Baden-Württemberg 2007 - 2013) hat das Umweltministerium die Förderrichtlinie "Heizen und Wärmenetze mit regenerativen Energien" erlassen.

Durch Nutzung geothermischer und solarer Energie, industrieller Abwärme und Wärme aus Abwasser sowie von Biomasse kann die Abhängigkeit von fossilen Importenergien gemildert werden. Die Potenziale auf der Wärmeabnehmerseite können durch Einspeisung in bestehende oder neue Wärmenetze erhöht werden.

Mit der Förderung sollen Hemmnisse abgebaut werden, die aus hohen Erschließungskosten sowie technischen und wirtschaftlichen Risiken resultieren und einer breiteren Realisierung der Potenziale entgegenstehen.

2.7.4 Kommunale Ebene

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Kommunen und Städten die zentrale Rolle bei der Umsetzung der oben beschriebenen Maßnahmen zu. Nur hier besteht die Möglichkeit der direkten Ansprache der Akteure der jeweiligen Zielgruppen. Darüber hinaus ist die Stadt als Eigentümer von Gebäuden, Wohnungsbaugesellschaft, Energieversorger, Verkehrsunternehmen, Gewerbetreibende und Endverbraucher selbst Akteur in den verschiedenen Zielgruppen.

Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Teilhabe am Prozess zur Reduktion der CO₂-Emissionen für die Städte und Kommunen hat mehrere Ebenen:

Die Selbstverpflichtung – aus Überzeugung in die Notwendigkeit des Handelns und die Übernahme von Verantwortung im Sinne der Daseinsfürsorge als ureigene Aufgabe der kommunalen Verwaltungen.

Die wirtschaftliche Motivation – erfolgt im Wesentlichen aus zwei verschiedenen Aspekten heraus.

Die Einsparung von Energiekosten – als Eigentümerin von zahlreichen Gebäuden besteht hier das Potential auf lange Sicht einen erheblichen Beitrag zur Sanierung der kommunalen Haushalte beizusteuern, insbesondere durch Nutzung der Gelder bei investiven Maßnahmen, die zur Förderung der Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung ihrer angestrebten Minderungsziele von der EU und dem Bund zur Verfügung gestellt werden.

Die Durchführung von Maßnahmen zusammen mit den entsprechenden Investitionen sind auch aus Gründen der Wirtschaftsförderung sinnvoll. Die Investitionen kommen dabei vorrangig den lokalen, regionalen, mittleren und kleineren Unternehmen zugute - im Wesentlichen im Handwerk und bei Planern, die mit der Bauausführung befasst sind.

Die eigenen Zielsetzungen in Sachen Klimaschutz können darüber hinaus in Konzepte zur Attraktivitätssteigerung und Identitätsbildung der Kommune münden und sollten nach dem ROG 2008 generell in die Bauleitplanung und in das Stadtentwicklungskonzept eingebunden sein.

Die bewusste und öffentlich gemachte Entscheidung, dem Klimawandel und seinen Herausforderungen aktive Handlungsbereitschaft und eine klare Zielsetzung entgegenzusetzen, kann nicht zuletzt auch Vorteile verschaffen im Zusammenhang mit privaten und unternehmerischen Standortentscheidungen.

Die Stadt/Kommune bildet das Verbindungsglied zwischen EU, Bund, Land und Endverbraucher/Akteur. Für das Handlungsfeld der Stadt ergeben sich damit drei Handlungsebenen (Abbildung 49).

Handlungsfelder der Kommune – Verbindungsglied und Schnittstelle zwischen EU, Bund, Land und den Endverbrauchern

<p>Stadt als Verbraucher und Vorbild</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiemanagement und -controlling • Einsparcontracting • Regenerative und dezentrale Energieversorgung <p>gemachte Erfahrungen an den Bürger weitergeben</p>	<p>Stadt als Versorger u. Vermieter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiesparendes Bauen • Vollsanierung im Bestand WBG Stadtsiedlung • Energiedienstleistung der Stadtwerke • ÖPNV und Mobilitätsplanung <p>Dienstleistung für den Bürger</p>	<p>Stadt als Planer und Regulierer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsequentes Umsetzen energetischen Vorgaben EnEV und E WärmeG • Möglichkeit zum Anschluß- und Benutzungszwang an Wärmenetze nutzen • Vorgaben über die EnEV und E WärmeG hinaus • Siedlungs- und Mobilitätskonzept <p>Den Bürger führen und kontrollieren</p>
Öffentlich machen + beraten + fördern	Nachhaltig und preisgünstig versorgen	Qualität sichern + Fortschritt dokumentieren

Abbildung 49: Handlungsfelder der Kommune beim Klimaschutz

2.8 Prognose bis 2020

Die Prognose umfasst eine Abschätzung der künftigen Entwicklung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020, die sich ohne zusätzliche Maßnahmen seitens der Kommune aufgrund existierender gesetzgeberischer Vorgaben und der absehbaren Marktentwicklungen ergeben wird. Die Ergebnisse - CO₂-Einsparungen bis 2020 - dienen als Messlatte und bilden die Entscheidungsgrundlage, in welchem Maße zusätzliche Maßnahmen durch die Stadt ergriffen werden müssen, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen.

In diesem Abschnitt werden die Prämissen für die Entwicklung des Heilbronner Energiemarktes untersucht und ein Entwicklungsszenario für den Zeitraum bis 2020 abgeleitet. Die Prognose umfasst den Heizenergiemarkt im Stadtgebiet Heilbronn für die leitungsgebundenen Heizenergieträger zzgl. der nicht leitungsgebundenen Heizenergieträger (NLG) sowie für den Strommarkt im Stadtgebiet

2.8.1 Bevölkerungsentwicklung

Die Entwicklung der Wohnbevölkerung Heilbronns ist einer der wesentlichen Einflussfaktoren für den zukünftigen Energieverbrauch. Gemäß der Berechnungen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (vgl. Tabelle 10 [16]) ist in den kommenden Jahren bis 2020 ausgehend vom Stand 2008 mit einem leichten Rückgang der Bevölkerung um rd 1.740 Einwohner bzw. -1,4% zu rechnen.

**Voraussichtliche Entwicklung der Bevölkerung bis 2030 (jährlich)
nach 5 Altersgruppen *)**
- mit Wanderungen -
Stadtkreis Heilbronn

Jahr	insgesamt	davon in der Altersgruppe von ... bis unter ... Jahren				
		unter 20	20 - 40	40 - 60	60 - 85	85 u. ä.
2008 ¹⁾	122098	23691	32548	34862	28093	2904
2009	122021	23529	32031	35208	28262	2991
2010	121903	23273	31667	35532	28309	3122
2011	121761	23081	31278	35782	28404	3216
2012	121678	22880	31061	35900	28549	3288
2013	121558	22659	30918	36006	28602	3373
2014	121445	22489	30737	36013	28746	3460
2015	121328	22342	30638	35846	28931	3571
2016	121188	22144	30579	35687	29167	3611
2017	121034	21928	30513	35489	29466	3638
2018	120838	21723	30450	35219	29768	3678
2019	120605	21540	30303	35018	30017	3727
2020	120356	21387	30116	34729	30223	3901
2021	120100	21249	29919	34359	30505	4068
2022	119823	21105	29735	33940	30792	4251
2023	119539	20966	29574	33478	31101	4420
2024	119232	20832	29391	32953	31438	4618
2025	118928	20712	29209	32565	31592	4850
2026	118587	20600	28976	32133	31914	4964
2027	118246	20457	28779	31731	32310	4969
2028	117886	20346	28523	31352	32704	4961
2029	117536	20231	28286	31026	33049	4944
2030	117175	20116	28029	30779	33433	4818

*) Für Gemeinden mit mindestens 5000 Einwohner.
1) Die der Vorausrechnung zugrunde liegende Ausgangsbevölkerung.

Tabelle 10: Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung in Heilbronn

2.8.2 Entwicklung der Wohn- und Gewerbeflächen

Nördlich der Bahnhofsvorstadt soll auf dem rd. 30 Hektar großen ehemaligen „Fruchtschuppenareal“ im Rahmen der Neugestaltung zur Durchführung der Bundesgartenschau im Jahr 2019 das neue Stadtviertel „Neckarvorstadt“ entstehen. Hier sollen im Endausbau Wohn- und Arbeitsflächen für bis zu 1.500 Menschen entstehen. Gemäß der Zeitplanung und Meilensteine zu diesem Projekt ist mit der Realisierung neuer Gebäude nicht vor 2017 zu rechnen [17]. Belastbare Einschätzungen über das Verhältnis von rückgebauten Gebäudeflächen zu neue entstehenden Gebäudeflächen bis zum Jahr 2020 liegen unseres Wissens nach nicht vor, so dass im Rahmen der Prognose bis 2020 keine Zuwachseffekte bzgl. des Bedarfs an Raumwärme und Elektrischer Energie berücksichtigt werden.

Wie die langfristige Entwicklung des Wohnflächenbestandes zeigt, ist jedoch generell auch künftig von einer Zunahme der Wohngebäude- bzw. Wohnungen auszugehen (vgl. Tabelle 11 [18]).

Bestand an Wohngebäuden, Wohnungen und Räumen in Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie Belegungsdichte 1998 bis 2008 (jährlich)							
Stadtkreis Heilbronn							
Zeit	Wohn- gebäude	Veränd.z. Vorjahr	Wohnungen insgesamt	Veränd.z. Vorjahr	Räume insgesamt	Veränd.z. Vorjahr	Belegungs- dichte
	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Einw./Whg.
1998	20243	+0,4	55090	+0,3	237395	+0,3	2,2
1999	20336	+0,5	55469	+0,7	238935	+0,6	2,2
2000	20399	+0,3	55715	+0,4	239975	+0,4	2,1
2001	20563	+0,8	56114	+0,7	241797	+0,8	2,1
2002	20692	+0,6	56463	+0,6	243347	+0,6	2,1
2003	20817	+0,6	56742	+0,5	244725	+0,6	2,1
2004	21013	+0,9	57099	+0,6	246540	+0,7	2,1
2005	21145	+0,6	57440	+0,6	248225	+0,7	2,1
2006	21248	+0,5	57624	+0,3	249238	+0,4	2,1
2007	21333	+0,4	57770	+0,3	250127	+0,4	2,1
2008	21380	+0,2	57967	+0,3	251112	+0,4	2,1

Tabelle 11: Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen und Belegsdichte 1998 bis 2008

Gemäß Untersuchungen zum Wärmemarkt (Wärmemarktstudie [19], Entwicklung der Energiemärkte bis 2030 [20]) ist aufgrund des steigenden Lebensstandards, kleinerer Haushalte und des Remanenzeffektes auch weiterhin mit einer Steigerung der mittleren Wohnfläche pro Einwohner von 39,3 m²/EW in 2005 auf 41,3 m²/EW in 2020 und weiter auf 52,3 m²/EW in 2050 zu rechnen.

Diese Effekte werden im Rahmen der Ansätze zum künftigen Wärmeverbrauch und Stromverbrauch berücksichtigt.

2.8.3 Entwicklung des Wärmemarktes bis 2020

Für den Gebäudebestand in Heilbronn sind bedarfsmindernde Effekte aufgrund von Wohnungs-/Gebäudesanierungen mit erhöhtem Wärmedämmstandard und stetigen Heizungsmodernisierungen zu berücksichtigen. Das Verbraucherverhalten kann sowohl bedarfssteigernden als auch bedarfsmindernden Einfluss haben und ist in erster Linie abhängig vom Energiepreisniveau.

Für die Entwicklung des Wärme- bzw. Heizenergiebedarfs wird ein Szenario „weiter wie bisher“ mit mittleren Energiepreisen und durchschnittlichen Bemühungen um Verbesserungen des Wärmedämmstandards und Modernisierung von Heizungsanlagen gemäß den technischen Notwendigkeiten (Erreichen der Lebensdauer) unterstellt.

Für dieses Szenario werden beruhend auf den allgemeinen Erfahrungswerten der Wärmebedarfsentwicklung der vergangenen Jahrzehnte zunächst Annahmen getroffen und beeinflussende Faktoren identifiziert. Diese beziehen sich auf Wärmedämmung, Verbraucherverhalten, Heizungsmodernisierung und Umstellraten auf andere Energieträger. Die resultierenden Einflussfaktoren sind in Tabelle 12 mit den resultierenden jährlichen Steigerungs- und Einspareffekten und dem Gesamteffekt über den Zeithorizont bis 2020 zusammengestellt.

Darüber hinaus wird es vor dem Hintergrund der Klimaschutzdiskussion und den aktuell entwickelten und beschlossenen ordnungspolitischen Maßnahmen und Anreizprogrammen (E-WärmeG auf Landesebene Baden-Württemberg) weitergehende Substitutions- und Einspar-effekte im Gebäudebestand geben, die differenzierter betrachtet werden müssen.

Jährliche Betrachtung	Änderung des Endenergiebedarfs in % p.a.
Einflussfaktoren:	
1. Wärmedämmung der Gebäude : Sanierung alle 30 Jahre <i>Einsparrate bei Sanierung x Faktor zur Potenzialumrechnung auf 1 Jahr</i>	-1,0% -30% x 1/30
2. Verbraucherverhalten	0,0%
3. Heizungsmodernisierung : Ersatz alle 20-25 Jahre <i>Einsparrate bei Modernisierung x Faktor zur Potenzialumrechnung auf 1 Jahr</i>	-0,2% -5% x 1/22
4. Umstellrate von Öl / Kohle /Strom auf Fernwärme oder Gas (jährlich)	0,9%
5. Neubauten: hier berücksichtigt über Einwohnerentwicklung und Wohnungsentwicklung	
a) Einwohnerentwicklung	-0,14%
b) Flächenentwicklung je Einwohner	0,2%

Betrachtung bis 2020 (10 Jahre)	Änderung des Endenergiebedarfs in % bis 2020
Einflussfaktoren :	
1. Wärmedämmung der Gebäude : Sanierung alle 30 Jahre	-9,6%
2. Verbraucherverhalten	0,0%
3. Heizungsmodernisierung : Ersatz alle 20-25 Jahre	-2,2%
4. Umstellrate von Öl / Kohle / Strom auf Fernwärme oder Gas	9,1%
5. Neubauten: hier berücksichtigt über Einwohnerentwicklung und Wohnungsentwicklung	
a) Einwohnerentwicklung	-1,4%
b) Flächenentwicklung je Einwohner	2,0%

Tabelle 12: Ansätze für die Prognosen zur Wärmemarktentwicklung im Bestand – allgemeine Einspar- und Zuwachsraten

Insbesondere folgende Einflüsse des EWärmeG sind zu beachten:

- Es entsteht zunächst kein Handlungsbedarf, wenn bestehende Gebäude:
 - zu einem ausreichenden Teil aus Biomasse oder Solarthermie beheizt werden
 - bereits durch Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 bei Elektrowärmepumpen bzw. von 1,2 bei mit Brennstoffen betriebenen Wärmepumpen beheizt werden

- aus kleinen objektbezogenen KWK-Anlagen oder aus einem Fernwärme-Netz versorgt werden, dessen Wärme aus KWK-Anlagen bereitgestellt wird.
- bzgl. ihres Wärmeschutzes die bestehenden Anforderungen (EnEV) um 1/3 übertreffen

sowie wenn die Umsetzung der Anforderungen eine unzumutbare wirtschaftliche Belastung für den Eigentümer darstellen würde.

Für die mit Fernwärme versorgten Gebäude in Heilbronn sind die Anforderungen aus dem EEWärmeG bzw. EWärmeG bereits erfüllt, hieraus entsteht daher kein Handlungsbedarf.

- Für alle anderen Neubauten und mittel- bis langfristig auch für alle bestehenden Gebäude wird ein Handlungsbedarf hinsichtlich (Teil-)Umstellung auf regenerative Energieträger (Biomasse, Biogas, Solarthermie etc.), Anschluss an die KWK-gespeiste Fernwärme, Installation von Wärmepumpen oder Erhöhung des Dämmstandards über EnEV-Niveau hinaus entstehen.

Das EWärmeG in Baden-Württemberg wird in Heilbronn insbesondere Folgen haben für die bisher von HVG mit Erdgas oder die dezentral mit Heizöl/Kohle beheizten Gebäude. Bei Sanierung der Gebäudehülle oder der Heizungsanlage wird direkt zu prüfen sein, mit welchen Maßnahmen die Anforderungen des EWärmeG am wirtschaftlichsten zu erfüllen sind.

Aus Sicht der Energieversorger HVG und EnBW und der Stadt lautet hier die Rangfolge:

- Umschluss der bisher mit Gas bzw. Heizöl beheizten Gebäude an die Fernwärme (wo wirtschaftlich machbar)
- Nachrüstung dezentraler KWK-Anlagen (gasversorgte Gebiete)
- Versorgung gasbeheizter Gebäude zu mindestens 10% mit Biogas
- Pellet-Anlagen, Solarthermie, verbesserter Wärmeschutz (Gebiete ohne Gasanbindung)

Um die Auswirkungen der Einflüsse aus dem EWärmeG auf die Entwicklung des Heizwärmebedarfs und auf die Anteile der einzelnen Heizenergieträger in Heilbronn abzubilden, wurden in Abhängigkeit vom bestehenden Heizenergieträger (Gas, Strom, Heizöl etc.) Ansätze für die Umsetzungswahrscheinlichkeit der verschiedenen Maßnahmen getroffen, die sich den Gebäudebesitzern zur Einhaltung der Anforderungen aus dem EWärmeG bieten. Diese Ansätze sind in der Tabelle 13 zusammengestellt.

Energieträger IST 2007	Einsparung aus erhöhtem Wärme- schutz	(Teil-)Umstellung auf anderen Energieträger				keine additiven Einspareffekte (Inanspruch- nahme von Härtefall- regelungen) 7)	Summe der Einsparungen des jeweiligen Heizenergie- trägers in % p.a.
		Solar- thermie	Biomasse, Biogas	Wärme- pumpen	Umstellung auf Fernwärme (Basisszenario ohne Gaskunden) 6)		
Einsparung bzgl. Substitution:	2) 33%	3) 10%	4) 75%	5)			
Anteil Geb. p.a. 7)							
Erdgas							
wenn FW > 0	0,07%	0,06%	0,21%	0,03%	0,00%	5,7%	0,38%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	5,00%	2,50%	0,50%	0,00%	82,0%
- Heizungsern.	4,5%	0,00%	10,00%	5,00%	0,50%	0,00%	84,5%
wenn FW=0	0,07%	0,07%	0,30%	0,17%	0,00%	5,2%	0,61%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	7,50%	2,50%	0,00%	0,00%	77,5%
- Heizungsern.	4,5%	0,00%	12,50%	7,50%	0,00%	0,00%	77,5%
Strom							
wenn FW > 0	0,07%	0,03%	0,03%	0,11%	0,22%	3,6%	0,46%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	5,00%	0,50%	2,50%	5,00%	77,0%
- Heizungsern.	2,3%	0,00%	7,50%	1,00%	2,50%	5,00%	84,0%
wenn FW=0	0,07%	0,03%	0,03%	0,22%	0,00%	3,7%	0,35%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	5,00%	0,50%	0,00%	0,00%	79,5%
- Heizungsern.	2,3%	0,00%	7,50%	1,00%	0,00%	0,00%	86,5%
Öl, Fl.gas, Kohle							
wenn FW > 0	0,07%	0,07%	0,34%	0,07%	1,47%	3,8%	2,02%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	7,50%	5,00%	1,00%	15,00%	61,5%
- Heizungsern.	4,5%	0,00%	12,50%	7,50%	1,00%	25,00%	54,0%
wenn FW=0	0,07%	0,10%	0,55%	0,17%	0,00%	4,7%	0,89%
- Gebäud.San.	2,2%	10,00%	10,00%	7,50%	2,50%	0,00%	70,0%
- Heizungsern.	4,5%	0,00%	16,67%	12,50%	2,50%	0,00%	68,3%
Biomasse, Solar, KWK-Fernwärme, Wärmepumpen:		keine Effekte, da diese bereits EEWärmeG (Bund) und EWärmeG (Land BaWü) entsprechen.					

Anmerkungen:

- Annahmen für die künftigen Einflüsse aus dem Gesetzauf Bundesebene ("Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz - EEWärmeG") bzw. aus dem Gesetz auf Landesebene BaWü ("Erneuerbare-Wärme-Gesetz - EWärmeG" vom 20.11.2007)
- Einsparung durch erhöhten Wärmeschutz 1/3 gegenüber den geltenden Wärmeschutzanforderungen nach EnEV
- Substitutionseffekt: Solarthermie mit Min.-Deckung rd. 60% des Heizwärmebedarfs für Warmwasser => rd. 10% des Gesamtenergiebedarfs
- Substitutionseffekt: Heizungsanlage mit Biomasse muss mind. 75% des Gesamtenergiebedarfs decken
- Substitutionseffekt: Wärmepumpenanlagen (Wasser-Wasser mit Arbeitszahl >=4) sind gem. EEWärmeG bzw. EWärmeG zugelassen
- Substitutionseffekt: im Basisszenario wird kein Substitutionseffekt Gas durch Fernwärme unterstellt.
- Wohngebäude fallen bei Sanierung unter EWärmeG: 2/3 des Gebäudebestandes HH + GHD, alle 30 Jahre => 2,2% p.a. von HH und GHD gesamt
Heizungsanlagenerneuerung für alle Gebäude HH+GHD alle 20 bis 25 Jahre (Ansatz hier Ø 22 Jahre) => 4,5% p.a. von HH+GHD gesamt

Tabelle 13: Ansätze für Einspar-/Substitutionspotenziale im Wärmemarkt zur Einhaltung des EWärmeG

Im Rahmen der Prognose 2020 wird zunächst keine Umstellung von Heizungsanlagen mit Gasfeuerung auf Fernwärme in vorhandenen Fernwärme-Gebieten unterstellt. Auch bzgl. der Prognose zur Umsetzung der Vorgaben des EWärmeG wird zunächst nicht davon ausgegangen, dass HVG bzw. EnBW außerhalb der vorhandenen Fernwärme-Gebiete gezielt die Fernwärme ausbauen. Die Wahrscheinlichkeit des Wechsels gasversorgter Kunden zur Fernwärme wird daher in der Tabelle 3 zu "Null" gesetzt.

Denkbare Contracting-Angebote der HVG zur Etablierung dezentraler KWK-Anlagen und Holz-Pellet-Anlagen in den nicht gasversorgten Objekten werden im Rahmen der Maßnahmen in den Abschnitten 3.5.5 bzw. 3.4.1 entwickelt und bewertet.

Die hier beschriebenen Prognoseansätze betreffen die Verbrauchssektoren Haushalte (HH) und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen. Für den Sektor Industrie wird mangels belastbarer Prognosen von einem konstanten Bedarf über den Zeitraum bis 2020 ausgegangen.

Die Ergebnisse der Prognose zur Entwicklung des Heizenergiemarktes sind in Abbildung 50 mit Unterscheidung der einzelnen Heizenergie-träger dargestellt.

Aus der Darstellungen ist deutlich die sukzessive Heizenergieeinsparung zu entnehmen, die in erster Linie auf die erhöhte Wärmedämmung und die Effizienzsteigerungen im Umwandlungsbereich (Heizungsmodernisierung) zurückzuführen ist. Insgesamt ist nach dieser

Prognose bis zum Jahr 2020 mit einer Reduzierung des Heizenergieverbrauchs um knapp 11% zu rechnen.

Gleichzeitig erfolgt eine Verschiebung vom Heizenergieträger Heizöl und geringfügig auch Erdgas zu den Regenerativen Energieträgern. Der Anteil der regenerativen Energieträger erhöht sich auf gut 3%.

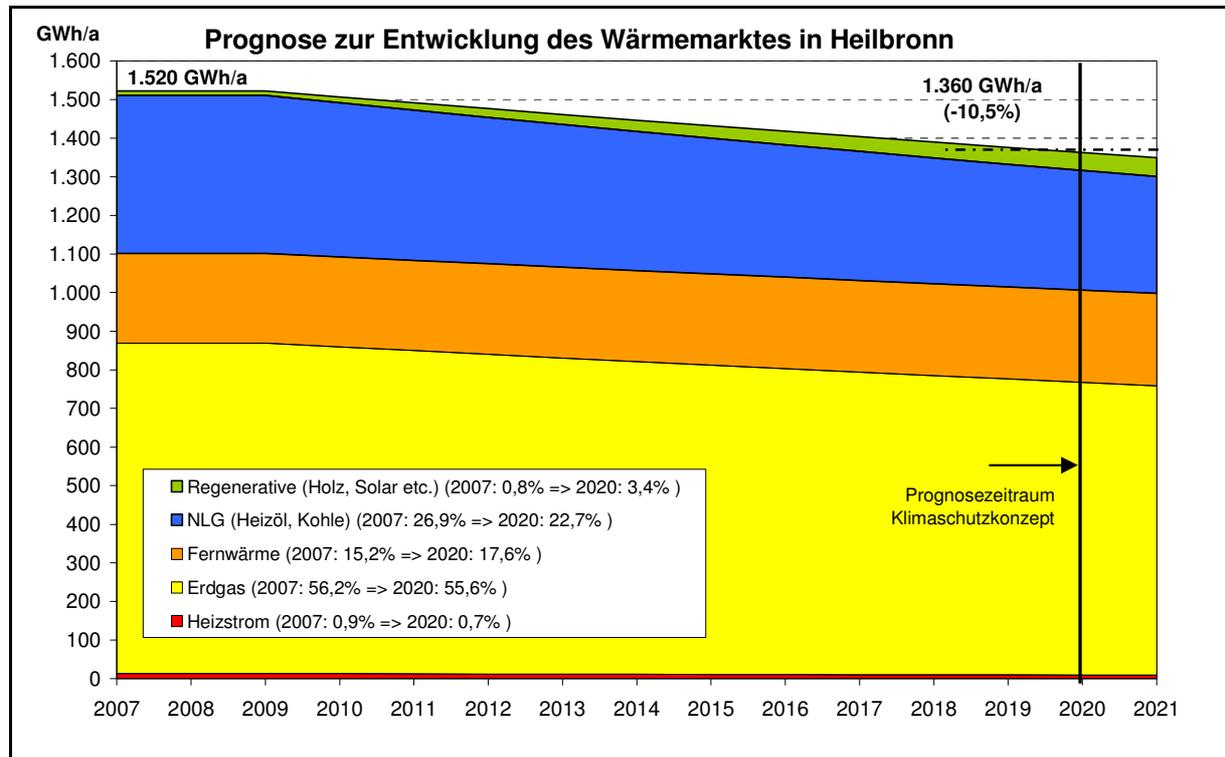


Abbildung 50: Prognose zur Entwicklung des Heizenergieverbrauchs in Heilbronn nach Heizenergieträgern

2.8.4 Entwicklung des Strombedarfs bis 2020

Der Strombedarf in der Stadt Heilbronn ist in den letzten Jahren trotz vielfacher Einsparbemühungen weiter leicht angestiegen und liegt bei 764 GWh/a. Der Strombedarf teilt sich zu rd. 21% auf den Sektor der Privaten Haushalte, zu rd. 10% auf die Tarifkunden im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (inkl. eines Teils der öffentlichen Einrichtungen) und zu rd. 68% auf den Sektor Sonderkunden (Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen) auf (vgl. Abbildung 25 in Abschnitt 2.2.4).

Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfes ist von mehreren gegenläufigen Trends gekennzeichnet (siehe [20]):

- Der Trend zu verbrauchsärmeren Elektrogeräten (Weiße Ware, Unterhaltungselektronik, Beleuchtung) wird sich fortsetzen
- Gleichzeitig wird sich der Ausstattungsgrad an Elektrogeräten weiter erhöhen

- Die Anzahl der Haushalte wird steigen, damit steigt automatisch auch die Anzahl verbrauchsintensiver Elektrogeräte (Kühlschrank, Spülmaschine, Beleuchtung etc.)
- Im Wohnungsmarkt wird der zunehmende Anteil von Gebäuden mit Klimaanlage, Lüftungsanlagen und/oder Wärmepumpen zu einer Verschiebung vom Wärmebedarf zum Strombedarf führen.
- Im Gewerbe und in der Industrie wird die Ausstattung und Nutzung von Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik sowie von Klimaanlage weiter intensiviert. Durch steigende Geräteeffizienz wird dies jedoch wieder (über)kompensiert.

In der Summe gehen die meisten aktuellen Prognosen von einem stagnierenden bis leicht rückläufigen Strombedarf aus, so z.B. die Leitstudie des BMU [21] oder die aktuellen Energieszenarien von Prognos/EWI [20].

Im Rahmen dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass vor dem Hintergrund des in den vergangenen Jahren stetig steigenden Strombedarfs in Heilbronn der Stromverbrauch bis 2020 nicht rückläufig ist sondern stagniert.

Bedeutenden Einfluss auf die CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch hat die Entwicklung des deutschen Strommix. Gemäß der Prognose bzgl. des künftigen Strombedarfs in Deutschland und der Anteile der Primärenergieträger am Kraftwerkspark nach EWI/Prognos [42] wurde für das Szenario Ausstieg aus der Kernenergie mit Restlaufzeiten der Kernkraftwerke gemäß der gegenwärtigen Gesetzeslage die Entwicklung des spezifischen CO₂-Ausstoßes im deutschen Strommix bis 2020 ermittelt. Die konjunkturell bedingte aktuelle Verschiebung in 2009 von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen hin zu regenerativen und Kernkraft-Anteilen wurde dabei berücksichtigt. Die Ergebnisse in Abbildung 51 zeigen eine geringfügige Zunahme des spezifischen CO₂-Ausstoßes aufgrund der gegenläufigen CO₂-Effekte der Zunahme des Anteils fossil befeuerter Kraftwerke (Ausgleich der rückläufigen Stromerzeugung aus Kernkraft) und der Zunahme der regenerativen Anteile.

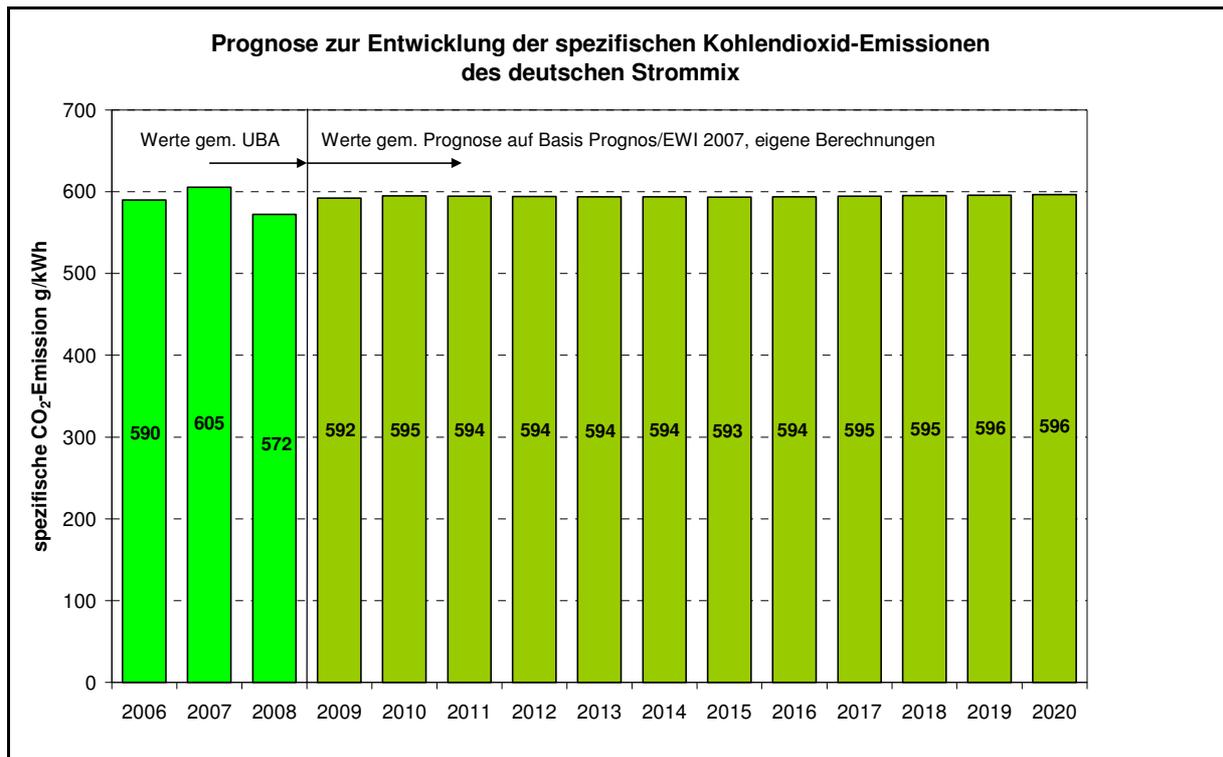


Abbildung 51: Prognose zur Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix bis 2020

2.8.5 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2020

Mit der skizzierten Prognose zur Fortschreibung des Heizenergiemarktes, des Stromverbrauchs in Heilbronn sowie der spezifischen CO₂-Emissionen des deutschen Strommix ergibt sich die in Abbildung 52 dargestellte Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen im Zeitraum bis 2020.

Bedingt durch den Rückgang des Heizenergieverbrauchs und die geringfügig niedrigere CO₂-Emission im Strommix gehen die Emissionen im Betrachtungszeitraum bis 2020 um rd. 50.000 t/a zurück. Bezogen auf die Emission im Basisjahr der Bestandsaufnahme 2007 ist eine Einsparung von 6% zu verzeichnen.

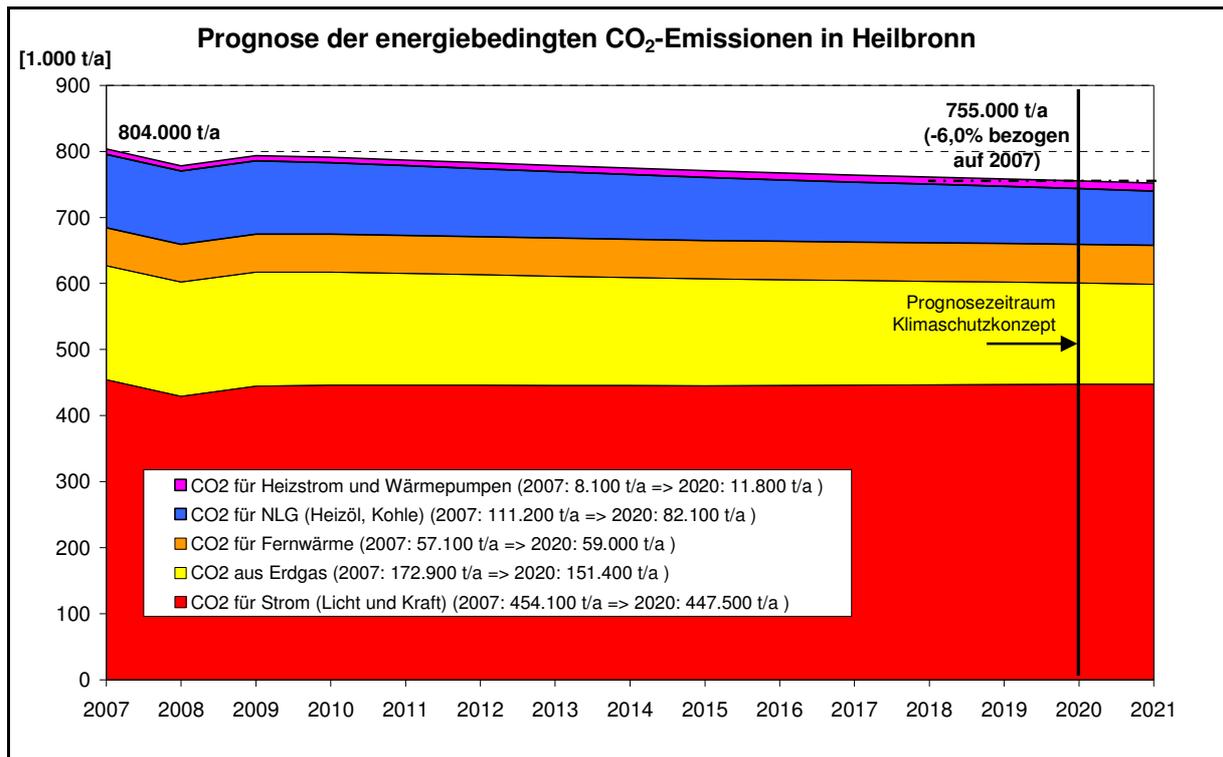


Abbildung 52: Prognose zur Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen der Stadt Heilbronn bis 2020

2.8.6 Verkehrsentwicklung bis 2020

Kfz-Verkehr

Fahrleistung

Die Kfz-Fahrleistungsentwicklung im Heilbronner Stadtgebiet wird weiter geprägt durch die Zunahmen auf der A 6. In 2020 werden etwa 27% von insgesamt 949,1 Kfzkm auf der BAB erbracht. Die Fahrleistungen auf den übrigen Straßen des Stadtgebiets werden hingegen bezogen auf 2007 leicht abnehmen. Auf den Innerortsbereich (igo) entfallen rd. 46%, auf den Außerortsbereich (ago, ohne BAB) knapp 27% der Kfz-Fahrleistungen.

Die prognostizierte Entwicklung der Anteile der schweren Nutzfahrzeuge zeigt eine deutliche strukturelle Verschiebung hin zur A 6 mit leicht abnehmenden Anteilen auf den übrigen Straßen (igo+ago).

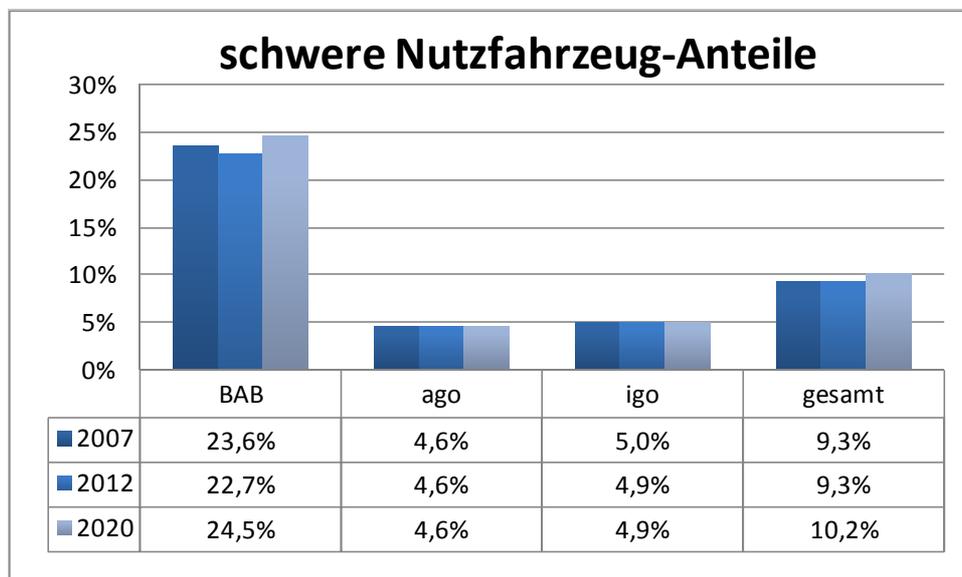
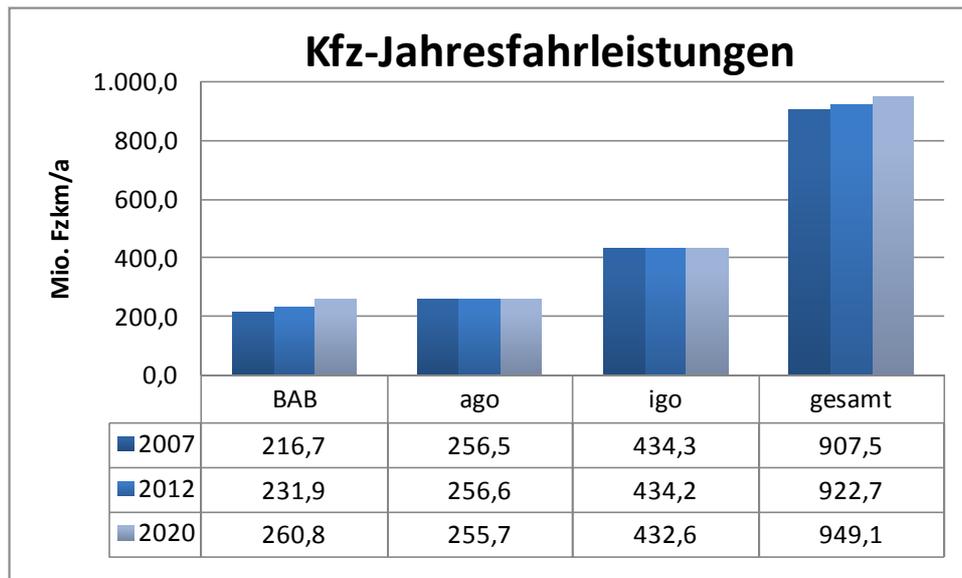


Abbildung 53: Entwicklung der Kfz-Fahrleistungen und der Anteile der schweren Nutzfahrzeuge in Heilbronn 2007-2020

Fahrzeugbestand und Entwicklung der spezifischen CO₂-Emission

Die in den letzten Jahren zunehmende Diskussion über die Entwicklung und Begrenzung des spezifischen Flottenverbrauchs und damit der spezifischen CO₂-Emission ist letztendlich gemündet in die „Verordnung (EG) Nr. 443/2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Pkw im Rahmen des Gesamtkonzeptes der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“ vom 23.04.2009 [22]. Aufgrund der Komplexität der Verordnung soll an dieser Stelle nur als wesentlich angemerkt werden, dass das Ziel von 130 gCO₂/km als Flottenmittel eines Herstellers bis 2015 für 100% der neu in Verkehr gebrachten Fahrzeuge erreicht werden soll. Die Emissionsgrenze gilt für einen definierten standardisierten Prüfzyklus.

Kraftstoffmix

Der Kfz-Bestand wird bis 2020 weiterhin von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren dominiert werden. Die fossilen Kraftstoffe werden, wie bereits heute, durch i.w. Beimischungen von Biokraftstoffen ergänzt, die in der Bilanzierung als CO₂-neutral gerechnet werden.

Der aktuelle Stand in Bezug auf die nationale Biokraftstoffgesetzgebung [23] ist ebenso komplex wie die CO₂-Richtlinie der EU. Kurz das Wesentliche zusammengefasst enthält das mit dem 15.07.2009 geänderte Biokraftstoffquotengesetz folgende Vorgaben:

- Mindestquote 2010 bis 2014: 6,25% energetisch (entspricht 7,5% auf die Masse bezogen, 2007 lag der Wert für Baden-Württemberg bei 8,4%)
- Umstellung von Mengenquote auf Treibhausgas-Minderungsziele ab 2015 bis 2020: 3% in 2015, 4,5% in 2017 und 7% in 2020

Aus den für Heilbronn durchgeführten Berechnungen ergibt sich für die Pkw folgende Entwicklung, wobei die Kernpunkte der EU-Verordnung und der Biokraftstoffgesetzgebung mit eingeflossen sind.

Unter Berücksichtigung der realen Verkehrsabläufe in Heilbronn ergeben sich bis 2020 insgesamt Reduktionen bis knapp über den Wert von 130 gCO₂/km für den gesamten Kfz-Verkehr einschl. BAB. Für die übrigen Straßen ohne BAB (igo+ago) lassen sich aufgrund der ungünstigeren Verbrauchsbedingungen im Innerortsbereich immerhin 144 gCO₂/km erreichen.

Elektrofahrzeuge werden aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Marktreifeentwicklung bis 2020 noch keine große Rolle im Bestand spielen und werden daher im Bestand nicht berücksichtigt.

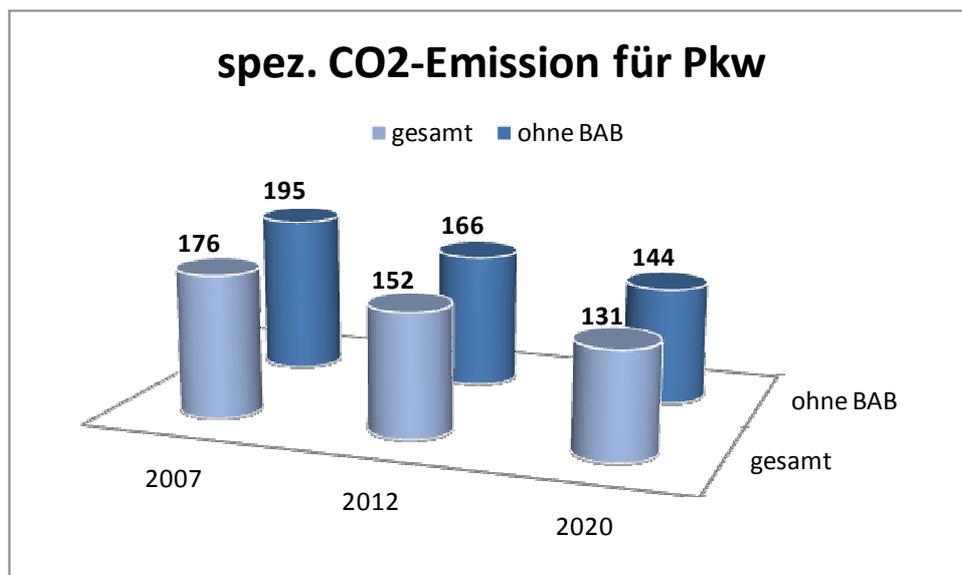


Abbildung 54: Entwicklung der mittleren spezifischen CO₂-Emissionen der Pkw 2007-2020 (jeweilige Bestandsflotte)

Gesetzte Maßnahmen im Zeitraum bis 2020 mit CO₂-Minderungswirkung

- Stadtbahnausbau Nordstrecke 2012/2013

Die Maßnahme steht kurz vor der Umsetzung und ist daher bei der Trendprognose zu berücksichtigen.

Die Nordstrecke führt bezogen auf das Stadtgebiet Heilbronn zu einer Verringerung der Pkw-Fahrleistung in 2012 um 4,6 Mio. Pkwkm/a, die bis 2020 auf 5,3 Mio. Pkwkm/a ansteigt. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Biokraftstoffquoten in den Prognosejahren und den Kaltstarteffekten schlägt sich die Minderfahrleistung in einer Verringerung der CO₂-Emission von 834 in 2012 bzw. 828 tCO₂/a in 2020 nieder. Bezogen auf den Ausgangswert 1992 entspricht dies einer Verringerung um 0,4% (gesamtes Straßennetz) bzw. 0,6% (ohne BAB) in 2012 und 0,4% bzw. 0,5% in 2020.

	Minder-Fahrleistung (Pkwkm)	ΔCO ₂ (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 4,6 Mio.	- 834	- 0,4% / - 0,6%
2020	- 5,3 Mio.	- 828	- 0,4% / - 0,5%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 14: Wirkungen des Ausbaus der Stadtbahn, Nordstrecke

- Entwicklung der Busflotte

Die weitere Entwicklung der Busflotte in Bezug auf Verbrauch und CO₂-Emissionen ist ebenfalls bereits durch die Trendprognose abgedeckt.

Die Entwicklung des gesamten Diesel-Kraftstoffverbrauchs seit 1999 für den Bereich Stadtbus Heilbronn nach Schadstoffklassen ist in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst. In 2008 wurde der Verbrauch zu 76% von EURO III und EURO IV Fahrzeugen erbracht. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der Flotte lag bei knapp 47 l/100 km (oder 40 kg/100km). Die weitere Entwicklung der Flotte wird nicht zuletzt durch die zukünftige Entwicklung der Abgasgesetzgebung mit bestimmt. So wird ein Großteil der Flotte in 2020 schon die EURO VI besitzen. Der mittlere Kraftstoffverbrauch wird dann in 2020 etwa 4-5% unter dem heutigen liegen. Bis 2012 ist keine entscheidende Senkung des mittleren Flottenverbrauchs zu erwarten.

Insgesamt ist mit CO₂-Minderungen im Busverkehr von 118 t/a in 2012 und 162 t/a in 2020 zu rechnen. In den Schätzungen sind neben den Flotteneffekten auch Verlagerungen auf die Nordstrecke der Stadtbahn enthalten. Die Minderungen entsprechen etwa 0,1% der Ausgangsgrößen 1992.

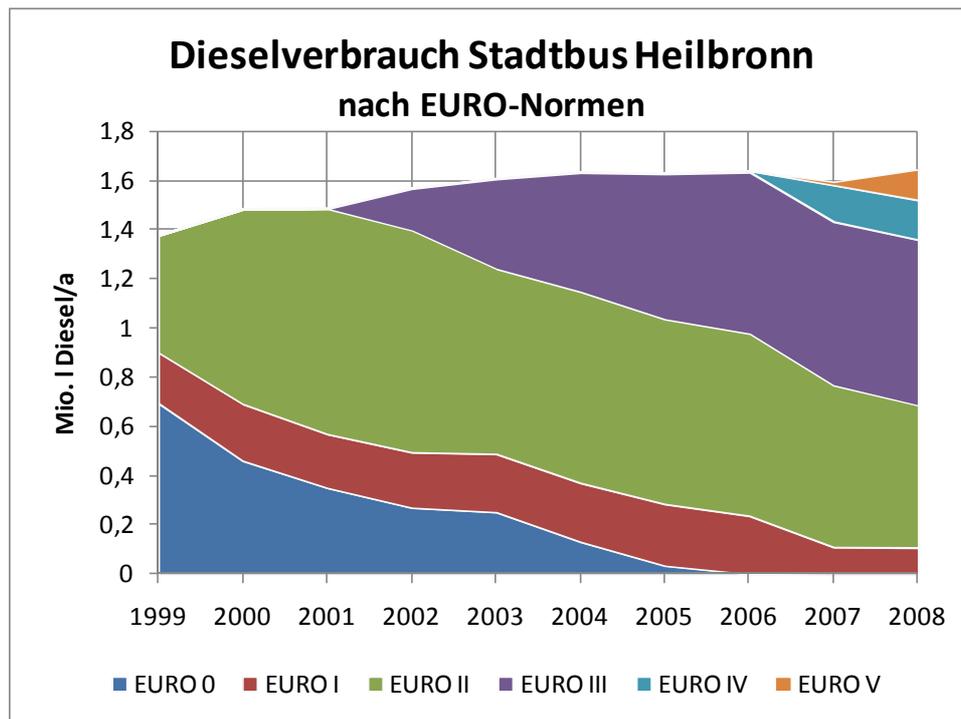


Abbildung 55: Entwicklung des Dieserverbrauchs Stadtbus Heilbronn 1999-2008 [6]

CO₂-Bilanz Kfz-Verkehr bis 2020

Unter Berücksichtigung aller vorgenannten Rangbedingungen ergeben die Berechnungen für den Kfz-Verkehr die in Abbildung 56 dargestellte Situation:

Bis 2020 lassen sich unter Berücksichtigung der dargestellten Entwicklungen in Bezug auf Fahrleistung, Fahrzeugbestand, Kraftstoffmix und kommunale Maßnahmen die CO₂-Emissionen bezogen auf 1992 um insgesamt 19% bzw. 31% (bei Betrachtung ohne BAB) reduzieren. Dabei spielen die kommunalen Maßnahmen mit knapp 0,6%-Punkten eine untergeordnete Rolle.

Gesamtverkehr 2020

Zusammenfassend lassen sich die CO₂-Emissionen aller Verkehrsträger wie folgt beschreiben.

Insgesamt werden im Verkehrsbereich in 2020 rd. 172 kt CO₂ in Heilbronn emittiert. Der Verkehrsträger Schiene wird aufgrund der weiteren Umstellung von Diesel auf elektrische Traktion, weiterer Effizienzsteigerungen und dem gesetzlich vorgeschriebenen Biokraftstoffanteil rückläufige Emissionen haben. Der Anteil sinkt gegenüber 2007 auf 0,2%. Die Binnenschifffahrt wird eine wachsende Quote an der zukünftigen Güterverkehrsleistung haben. Dadurch wird auch der Anteil an den Gesamt-CO₂-Emissionen des Verkehrs auf etwa 1,6% ansteigen, Effizienzsteigerungen und Biokraftstoffe mit berücksichtigt.

Der Kfz-Verkehr in Heilbronn wird auch in 2020 mit knapp 98% weiterhin den mit Abstand höchsten Anteil an den CO₂-Emissionen haben.

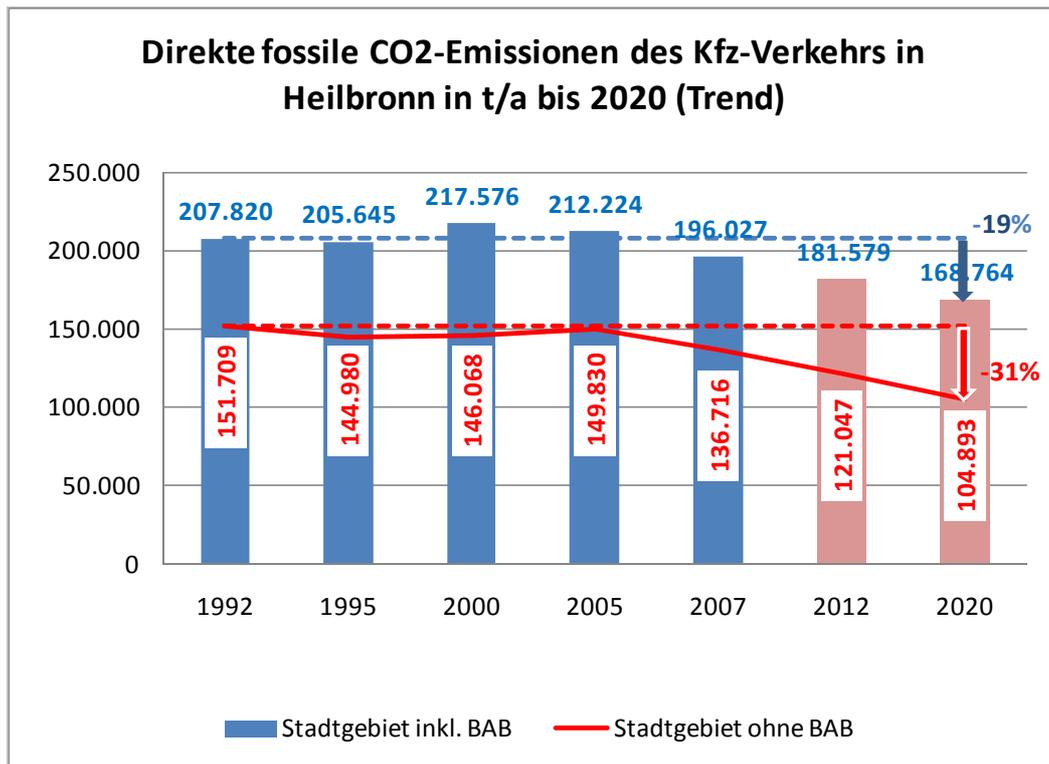


Abbildung 56: Entwicklung der direkten fossilen CO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs in Heilbronn bis 2020

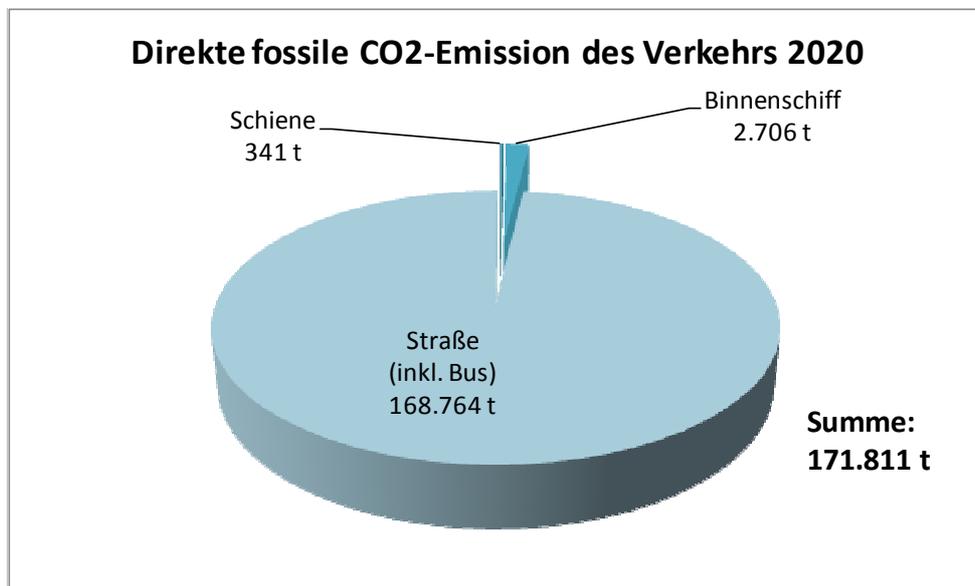


Abbildung 57: Direkte fossile CO₂-Emissionen des Verkehrs in Heilbronn 2020

2.8.7 Gesamtentwicklung der CO₂-Emissionen bis 2020

Die in den vorangegangenen Abschnitten ermittelten Prognosen zu den energie- bzw. verkehrsbedingten CO₂-Emissionen werden im folgenden zu einer Summenbilanz zusammengeführt.

Insgesamt ergibt sich für den Zeitraum bis 2020 eine Reduzierung des jährlichen CO₂-Ausstoßes auf 924.000 t/a. Gegenüber dem Jahr 2007 bedeutet dies eine Reduzierung um 76.000 t/a und für den Gesamtzeitraum 1990 bis 2020 eine Reduzierung um 143.000 t/a. Bezogen auf die Emission im Basisjahr 1990 ist eine Einsparung von rd. 13% zu erwarten.

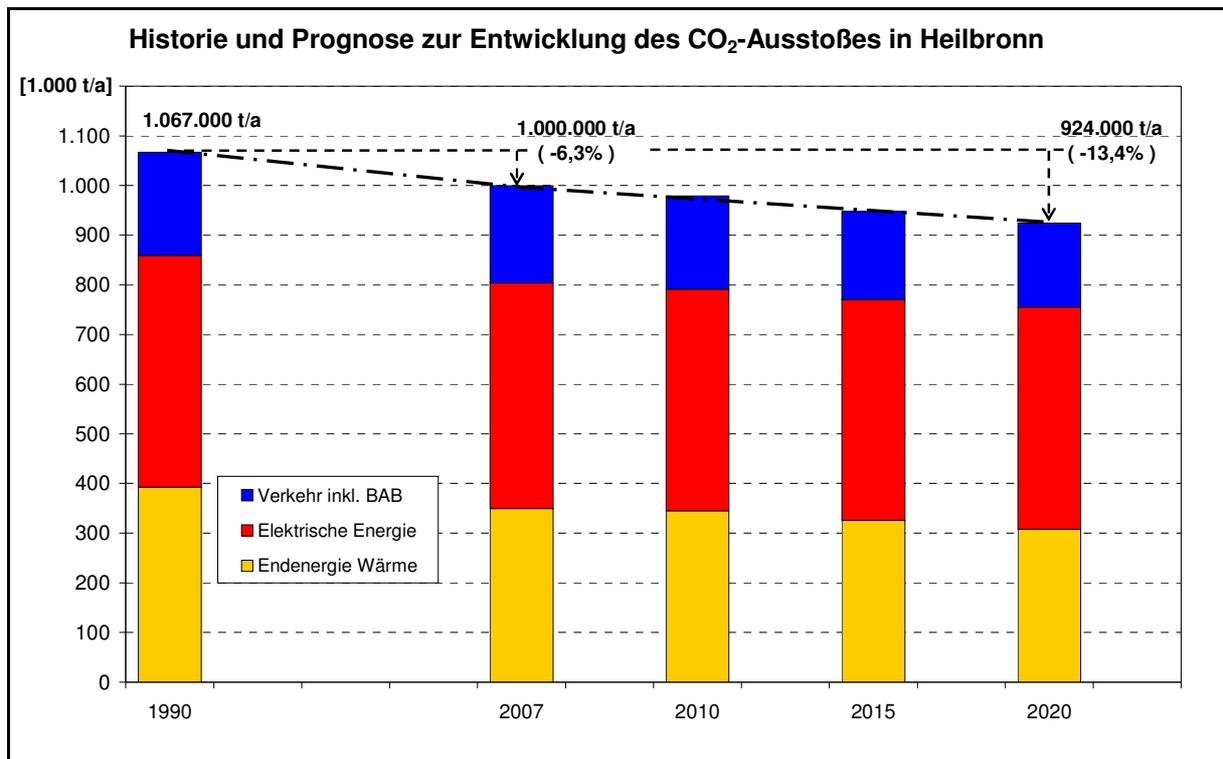


Abbildung 58: Historie und Prognose zur Entwicklung des CO₂-Ausstoßes in Heilbronn

2.9 Klimaschutzziele

Bei der Formulierung der Klimaschutzziele der Stadt Heilbronn sind die Klimaschutzziele auf den unterschiedlichen politischen Ebenen zu beachten.

Ziele auf Globaler Ebene (Kyoto-Protokoll, Kyoto Plus)

- Aus den Verhandlungen über Kyoto Plus folgt für die Folgeperiode 2013 bis 2020 das Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf +2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau in diesem Jahrhundert zu begrenzen.
- Dies erfordert die Halbierung der globalen CO₂-Emissionen bis 2050
- Aus dem ratifizierten Kyoto-Protokoll (2008 – 2012 mit Basisjahr 1990) folgt als Anforderungen für die EU bzw. für Deutschland:
 - ⇒ Minderungsverpflichtung EU gesamt um 8% der Treibhausgasemissionen
 - ⇒ Minderungsziel für Deutschland gemäß Burden Sharing Abkommen: Reduzierung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 bis Ende 2012 um 21%

Ziele auf Europäischer Ebene

- Bei den Verhandlungen zum Kyoto-Plus Abkommen hat die EU für die Periode 2013-2020 ein Minderungsziel von 20% für die Treibhausgasemissionen angeboten (Basisjahr 1990) mit Option der Erhöhung des Minderungszieles auf 30% bei Zustandekommen eines globalen Abkommens.

Zur Umsetzung dieser Ziele wurde die EU-Richtlinie Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen verabschiedet. Ziel der Richtlinie ist eine Endenergieeinsparung von 9% bis 2020 bezogen auf den Durchschnittsverbrauch der letzten 5 Jahre (2001 bis 2006) für die gesamte EU. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Einsparung von 1%.

Ziele Bundesrepublik Deutschland

- Die Bundesregierung hat in der Klimaagenda 2020 das Ziel der Minderung der THG um 40% bis 2020 (Basisjahr 1990) formuliert.

Zur Umsetzung wurde ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP) beschlossen in Verbindung mit Gesetzen und Verordnungen mit folgenden Teilaspekten:

- ⇒ Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energieträger
 - an der Stromversorgung auf 25-30% (EEG)
 - an der Wärmeversorgung auf 14% (EEWärmeG)
 - an der Treibstoffversorgung auf 12-15%
- ⇒ Erhöhung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung auf 25% mit Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen (KWKG)

- ⇒ Verordnung über Rahmenbedingungen für Messstellenbetrieb (MessZV) als Grundlage für den Einsatz von intelligenter Messtechnik (smart-metering)
- ⇒ Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) des BMWT (Umsetzung der Vorgaben der EU-Richtlinie Energieeffizienz und Energiedienstleistungen)

Umsetzung auf Landesebene Baden-Württemberg

- Die Landesregierung hat den Spielraum zur Verschärfung der Anforderungen des EEWärmeG auf Länderebene genutzt und das EWärmeG erlassen. Ziel ist die Einführung erneuerbarer Energieträger in der Beheizung im Gebäudebestand.

Ziele der Stadt Heilbronn

In Abbildung 59 sind die tatsächlichen Entwicklungen der CO₂-Emissionen in Deutschland und in Heilbronn den globalen, europäischen und nationalen Zielen bezüglich der CO₂-Einsparung bis zum Jahr 2020 gegenübergestellt. Wie die Abbildung zeigt, bewegt sich die Entwicklung der CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2007 in Heilbronn oberhalb des Durchschnitts in Deutschland. Dies ist vor allem mit der massiven Deindustrialisierung auf dem Gebiet der ehemaligen DDR zu erklären. Während in diesem Zeitraum über das gesamte Bundesgebiet circa 15% weniger Treibhausgase emittiert wurden, beläuft sich der Rückgang in Heilbronn auf rd. 6%.

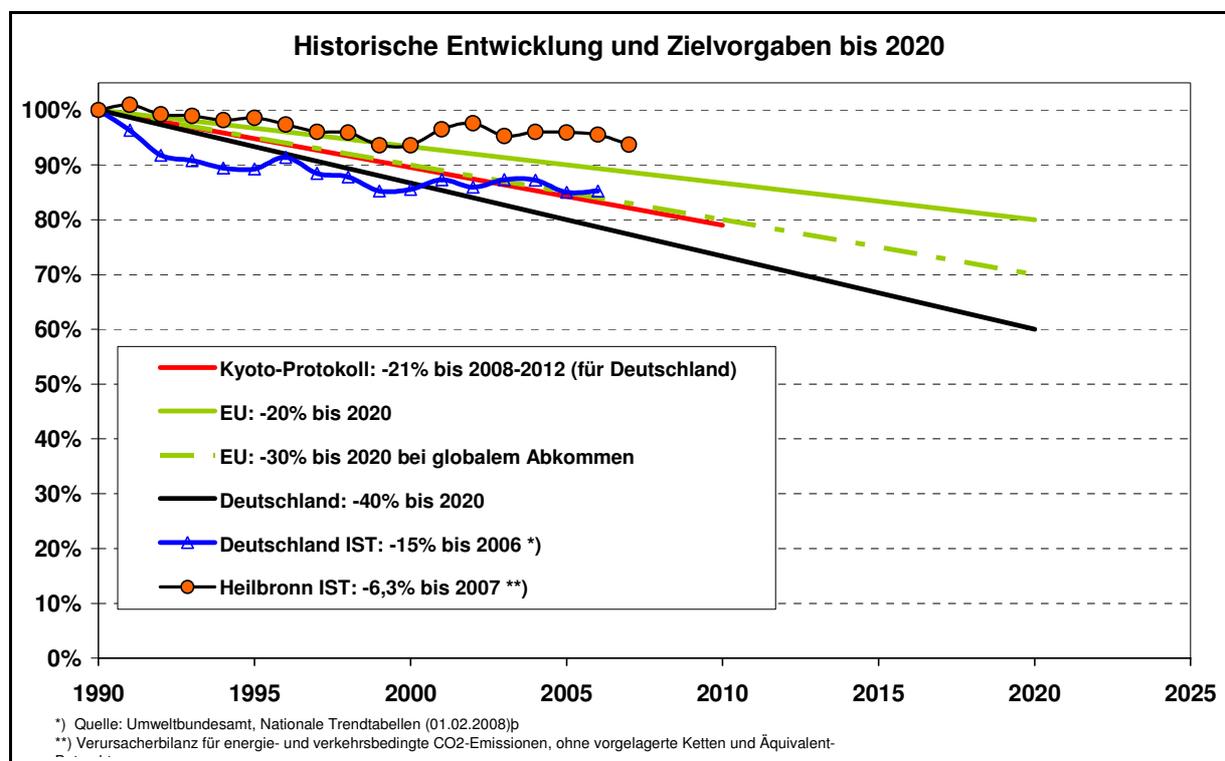


Abbildung 59: Historische Entwicklung und Zielvorgaben bis 2020

Vor allem der um 19% gestiegene Stromverbrauch (siehe Kapitel 2.2.4 und Abbildung 27) zeichnet für diese Entwicklung verantwortlich. Dass diese Zunahme im landesweiten Trend

liegt, zeigen die Zahlen des Statistischen Landesamtes Baden-Württembergs: hier stiegen die Zahlen des Stromabsatzes seit Beginn der 1990er Jahre im Landesdurchschnitt sogar um 35% [24]. Als Gründe für den Anstieg gelten trotz erhöhter Energieeffizienz bei den stromverbrauchenden Haushaltsgeräten zum einen die Erhöhung der Wohnfläche pro Einwohner und zum anderen die gestiegene Geräteausstattung in den Haushalten [25].

Die historische Entwicklung in Deutschland zeigt, dass die Zielvorgabe einer Reduzierung um 40% ohne massive Verstärkung der Klimaschutzbemühungen auf allen Ebenen voraussichtlich nicht erreicht werden wird. Aus Sicht der Stadt Heilbronn erscheint bereits die Umsetzung des EU-Zieles -20% bis 2020 als ambitioniert. Um ähnliche Einsparungen wie auf Bundesgebiet insgesamt auch in Heilbronn erreichen zu können, müssen die Bemühungen der Akteure in Heilbronn noch deutlich größer als im Bundesdurchschnitt ausfallen.

3 Handlungsfelder, Potenzialanalysen und Maßnahmen

In diesem Kapitel werden die Handlungsfelder und die sich daraus ergebenden Einzelmaßnahmen dargestellt.

Die untersuchten Maßnahmen werden in die Bereiche

- Regenerative Energien,
- Wärmeversorgung,
- Stromanwendung,
- Verkehr und
- übergeordnete Maßnahmen

unterteilt.

Die ersten vier Bereiche beinhalten konkret beschriebene Maßnahmen, die von einzelnen Akteuren umgesetzt werden können. Diese Maßnahmen werden mit Ihrem Minderungspotenzial bis 2020 und den damit einhergehenden Vermeidungskosten soweit wie möglich konkret bewertet.

In vielen Fällen sind die Gestaltungsmöglichkeiten der Stadt Heilbronn allerdings gering und somit sind nur indirekte Umsetzungen möglich.

Deshalb sind in dem letzten Bereich der übergeordneten Maßnahmen im Wesentlichen diejenigen Optionen zusammengefasst, mit denen eine Umsetzung durch Dritte forciert werden kann. Dazu gehören neben allgemeinen Beratungs- und Informationsangeboten auch ordnungsrechtliche und stadtplanerische Aspekte sowie Anreiz- und Fördermodelle.

Ziel der Maßnahmenbewertung ist die Erstellung einer Rangfolge von Klimaschutzmaßnahmen unter dem Aspekt der Wirkungs- und Kosteneffizienz: es soll geprüft werden, wie mit einem gegebenen Geldbetrag ein maximaler Klimaschutzeffekt realisiert werden kann und mit welchen Maßnahmen diese Investitionen auszulösen sind.

Die möglichen Maßnahmen wurden auch in einzelnen Workshops mit Akteuren aus Heilbronn diskutiert und bewertet. Die daraus resultierende Bewertung (Workshop Gebäude) ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Eine große Bedeutung hatte für die Teilnehmer der Altbaubereich inkl. dem Vorrang für Nachverdichtung in der Stadtplanung, auch die Aspekte „Nutzerverhalten“ und „Klimaschutzagentur“ wurden hoch bewertet.

Angemerkt werden muss, dass diese Bewertung ein Stimmungsbild der Workshopteilnehmer darstellt und nicht die Meinung der Gutachter.

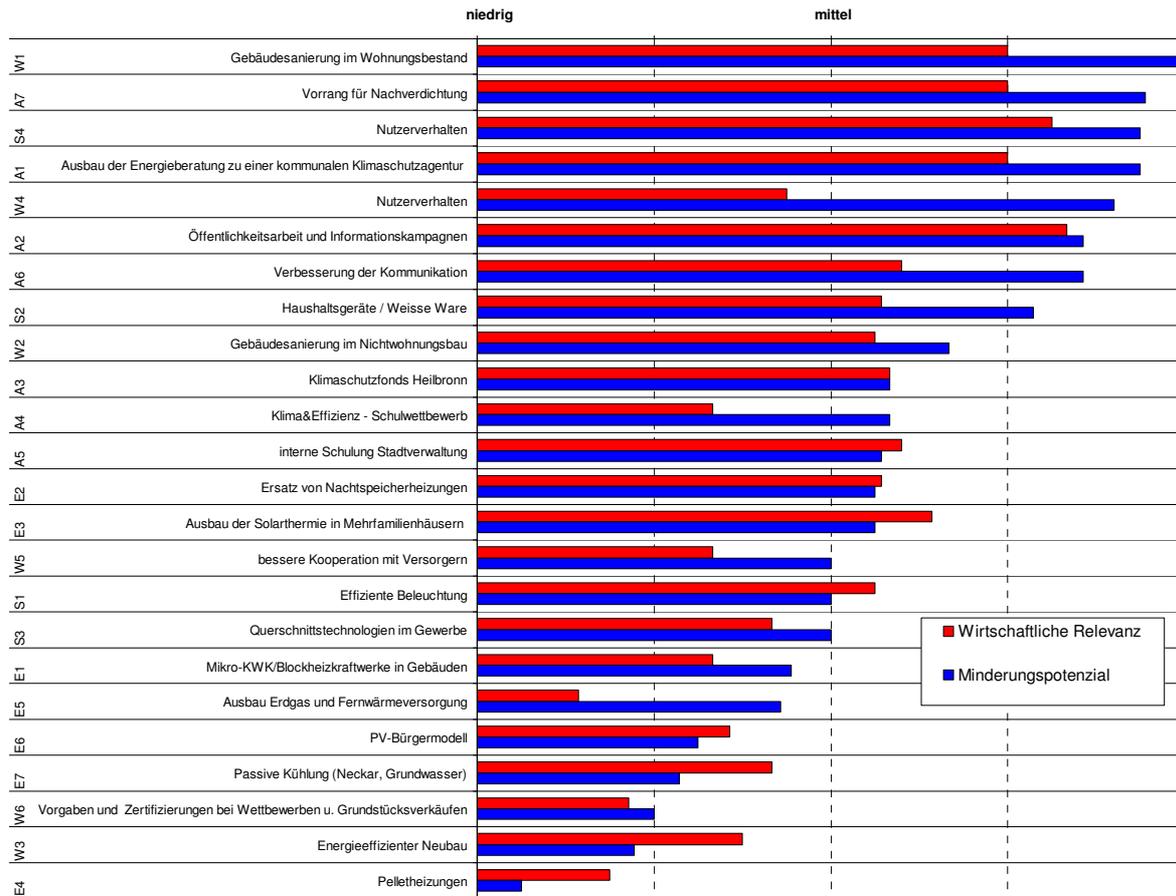


Abbildung 60: Gemittelte Maßnahmen Bewertungen der Teilnehmer des Workshops „Gebäude“

3.1 Methodisches Vorgehen und Randbedingungen

Die grundsätzliche Methodik zur Bestimmung der CO₂-Vermeidungskosten ist in Abbildung 61 dargestellt. Im ersten Schritt wird das jährliche Minderungspotenzial einer Maßnahme, bezogen auf das Stadtgebiet Heilbronn, abgeschätzt. Im zweiten Schritt werden die damit verbundenen Transaktionskosten, ebenfalls als annualisierter Wert, ermittelt.

Der Zeithorizont der Bewertung ist das Jahr 2020. Durch sukzessive jährliche Maßnahmen-senkungen ergeben sich Einsparungen, welche in der Summe im Jahr 2020 die Zielwerte für die CO₂- und Kosteneinsparungen bilden. Während der Umsetzungsphase ist die Einsparung natürlich entsprechend geringer. Da verschiedene Maßnahmen bezogen auf den Investitionszeitpunkt unterschiedliche Wirkungszeiträume haben (zum Beispiel Photovoltaik: 20 Jahre – Beleuchtung: 5 Jahre), müssen die Kosten über diesen Zeitraum als jährliche Annuität finanzmathematisch umgelegt werden. Bei sehr langfristig wirkenden Maßnahmen (Stadtplanung, Wärmedämmung) wird die Nutzungsdauer auf 20 Jahre begrenzt.

Dazu werden die Investitionen bzw. der damit verbundene Kapitaldienst und die zukünftigen jährlichen Betriebskosten des Investors / Entscheiders abzüglich aller direkten und indirekten

Fördermittel und abzüglich verminderter Kosten für die Energiebeschaffung für jede einzelne Maßnahme den erzielten Einsparungen beim CO₂-Ausstoß gegenübergestellt.

Als Kenngröße für die Kosteneffizienz dient der Quotient aus Kostenänderung und CO₂-Verminderung. Dabei werden folgende Kostenbestandteile einer Maßnahme betrachtet:

- Investitionskosten als jährlicher Kapitaldienst, bewertet mit 5% Kalkulationszinssatz und der Lebensdauer der Maßnahme (maximal 20 Jahre)
- Betriebskosten, falls vorhanden
- Personalkosten, falls vorhanden
- Brennstoffkosten und Hilfsenergie, falls vorhanden (nicht bei Einsparmaßnahmen)

Die Kosten geben eine einzelwirtschaftliche Perspektive wieder, enthalten also alle Steuerbestandteile (Energiesteuern, Umsatzsteuer bei privaten Nutzern) sowie auch Fördermittel (z.B. bei EEG-Maßnahmen, Investitionsförderung durch Bafa/KfW etc.).

Erlösseitig werden berücksichtigt:

- Eingesparte Energiekosten (bei Einsparmaßnahmen), bewertet mit den jeweiligen anlegbaren Preisen
- Erlöse aus Energieverkauf (z.B. Stromerlöse bei KWK-Anlagen, garantierte Erlöse aus der Stromvermarktung bei EEG-Anlagen)
- Fördermittel und Bonus-Vergütungen

$\text{Vermeidungskosten} = \frac{\text{Maßnahmenkosten} - \text{Maßnahmenerlöse}}{\text{CO}_{2,\text{vermieden}} - \text{CO}_{2,\text{emittiert}}} \quad \left[\frac{\text{EUR}}{t} \right]$	
<p>Maßnahmenkosten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapitaldienst Investition (20 Jahre, 6%) • Betriebskosten pro Jahr • Transaktionskosten (Marketing, administrativer Aufwand) pro Jahr 	<p>Maßnahmenerlöse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermiedene Investitionen • jährliche Energiekosteneinsparung • Zuschüsse (Bafa, KWK-G, EEG)
<p>CO₂, vermieden</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Vermeidung der eingesparten Energie (bei Einsparmaßnahmen) • CO₂-Gutschrift der erzeugten Wärme und des erzeugten Strom 	<p>CO₂, emittiert</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Emissionen des Energiebedarfs pro Jahr • CO₂-Emissionen Hilfsenergie

Abbildung 61: Berechnung der Vermeidungskosten

Die CO₂-Minderung wird aus der eingesparten Energie bzw. der erzeugten Energie mit den im Abschnitt 2.3 dokumentierten Emissionsfaktoren berechnet.

Aus der Differenz von Kosten und Erlösen in Relation zur CO₂-Minderung ergeben sich dann die spezifischen Vermeidungskosten. Sind diese negativ, übersteigen die Erlöse die Kosten und die Maßnahme ist wirtschaftlich.

Unterschieden werden muss bei der wirtschaftlichen Bewertung zwischen zwei Maßnahmenkategorien:

- Maßnahmen, die direkt von der Stadt Heilbronn umgesetzt werden können (Stadt ist Investor). Dies sind z.B. eigene KWK-Anlagen in kommunalen Gebäuden, Sanierung von Liegenschaften oder der Ausbau von Radwegen sowie Modellprojekte, die von der Kommune direkt durchgeführt werden (z.B. in Schulen). Bei diesen Maßnahmen entsprechen negative Vermeidungskosten einer direkten Kostenentlastung des Haushaltes.
- Maßnahmen, die von der Stadt durch Informationskampagnen und/oder Fördermittel unterstützt werden, deren direkte Umsetzung aber bei Dritten, auch kommunalen Gesellschaften, liegt (Stadt ist Multiplikator, aber nicht Investor). Dies sind z.B. Energieberatung, Solaranlagen auf nicht-kommunalen Gebäuden, KWK-Anlagen oder Anreizsysteme zur Stromeinsparung. Bei diesen Maßnahmen werden die Vermeidungskosten aus Sicht des jeweiligen Investors bewertet (Kapitaldienst, Betriebskosten sowie eingesparte Energiekosten / Fördermittel).

Zu beachten ist, dass die Berechnung der Vermeidungskosten aufgrund der in Abbildung 61 dargestellten doppelten Differenzenbildung sehr sensitiv gegenüber Änderungen der Eingangsparameter ist. Die ausgewiesenen Vermeidungskosten sind daher in vielen Fällen als beispielhaft für eine typische Maßnahmenkonstellation zu verstehen.

Ein wesentlicher Faktor bei der Bewertung ist auch das hinterlegte Preisgerüst bei den Energiepreisen. Diese wurden an einen HEL-Preis von 56 EUR/hl (mit Energiesteuer, ohne USt) angelegt. Alle anderen Energieträger wurden in Relation dazu plausibel abgeschätzt. Die resultierenden wesentlichen Führungsgrößen bei den Endkunden- und Großhandelspreisen sind in den folgenden Abbildungen enthalten.

Zu beachten ist, dass dieses Preisszenario weniger einen konkreten Preisstand zu einem bestimmten Zeitpunkt widerspiegelt, sondern die mittlere Erwartungshaltung der Autoren für den Zeithorizont bis 2020 darstellt.

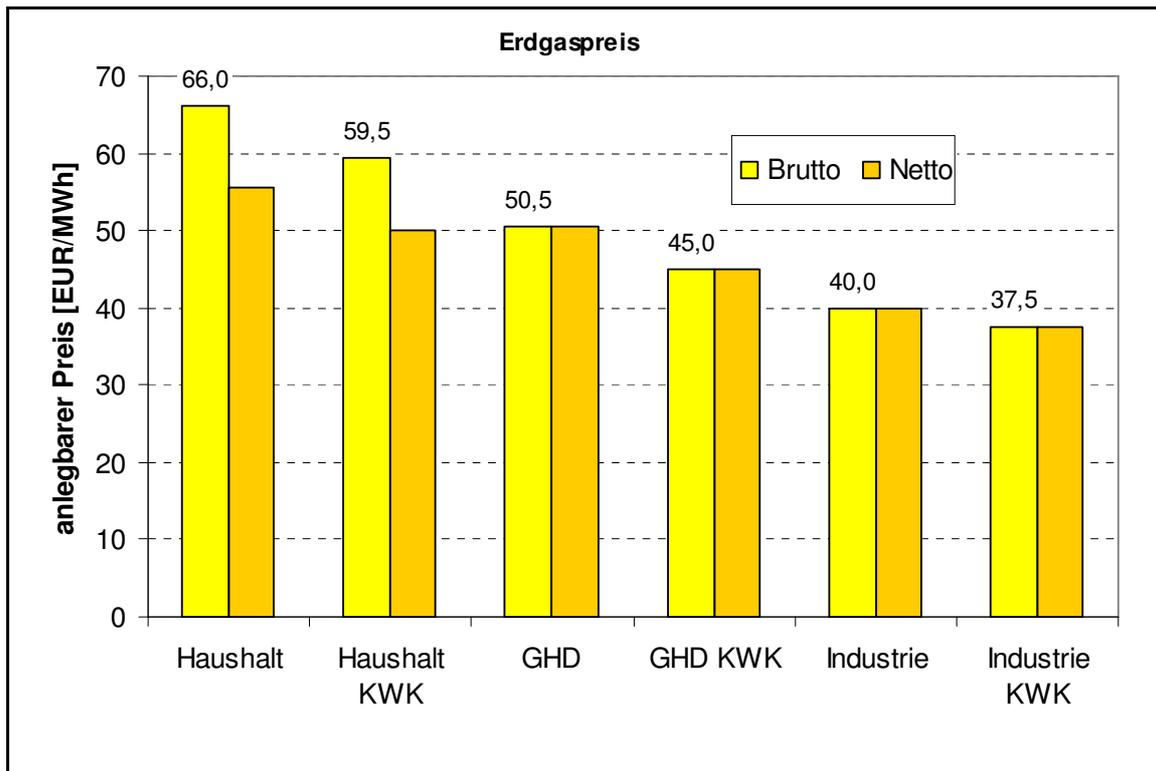


Abbildung 62: Anlegbare Erdgaspreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen

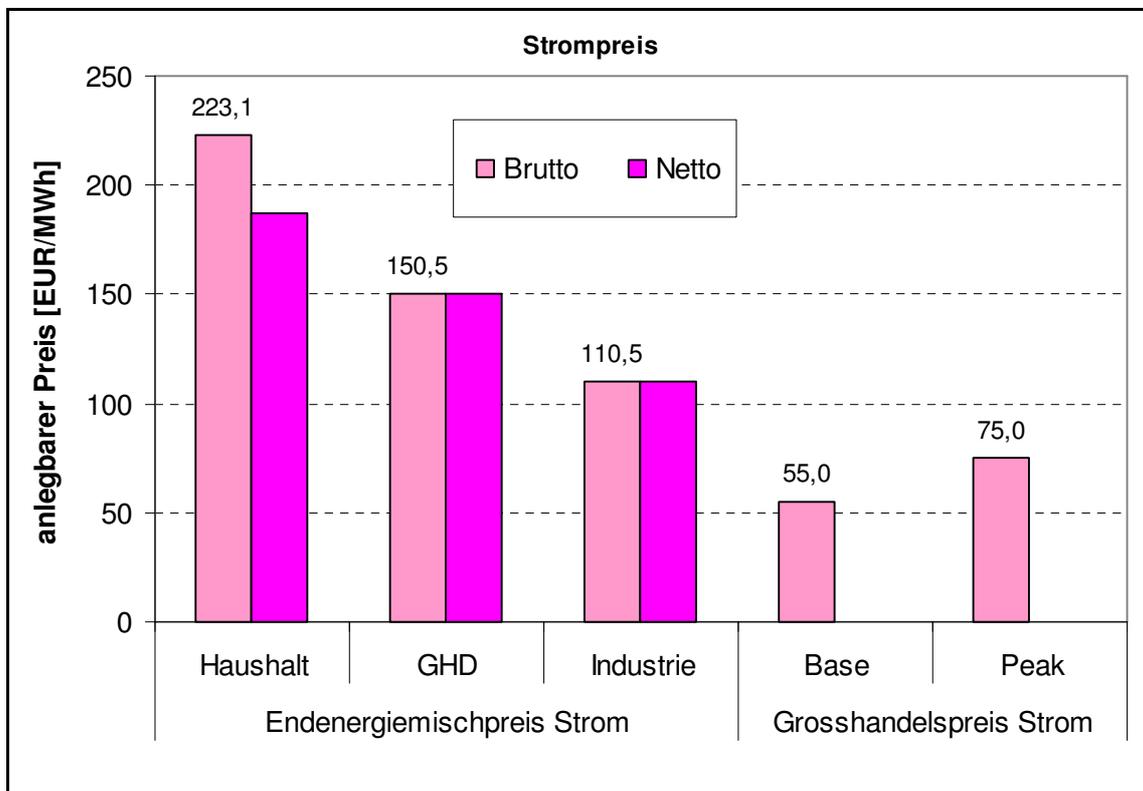


Abbildung 63: Anlegbare Strompreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen

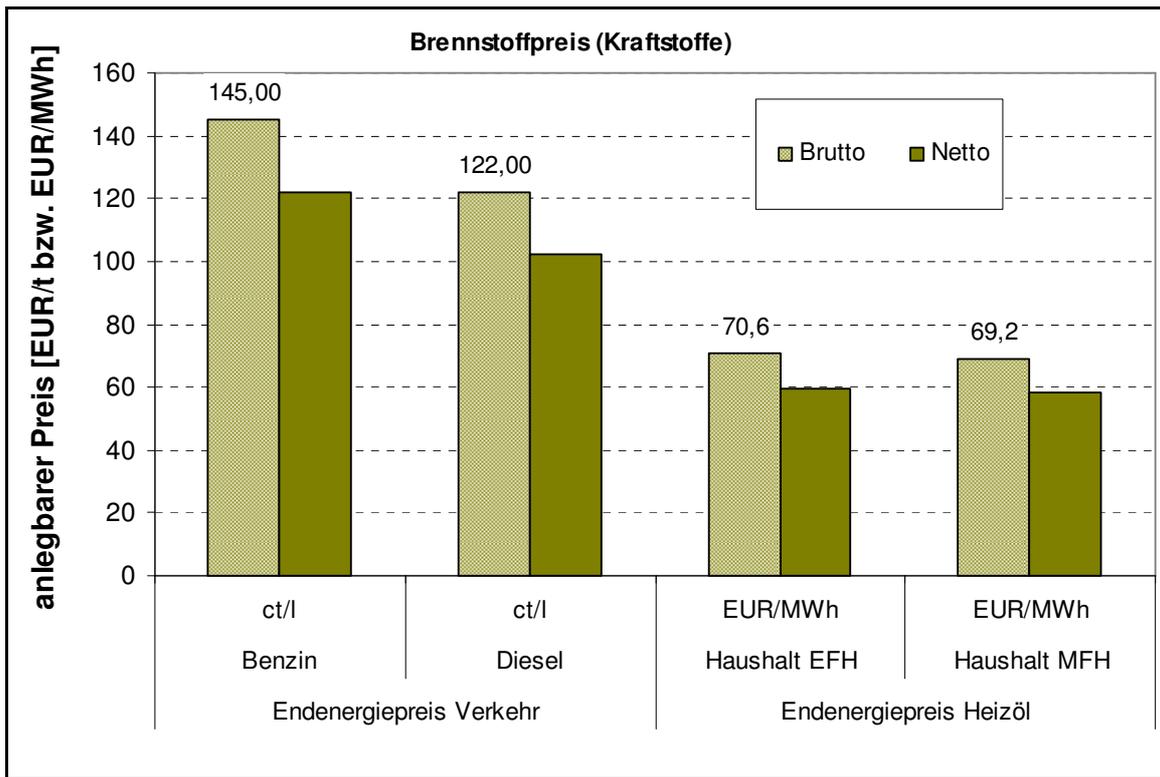


Abbildung 64: Anlegbare Kraftstoffpreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen

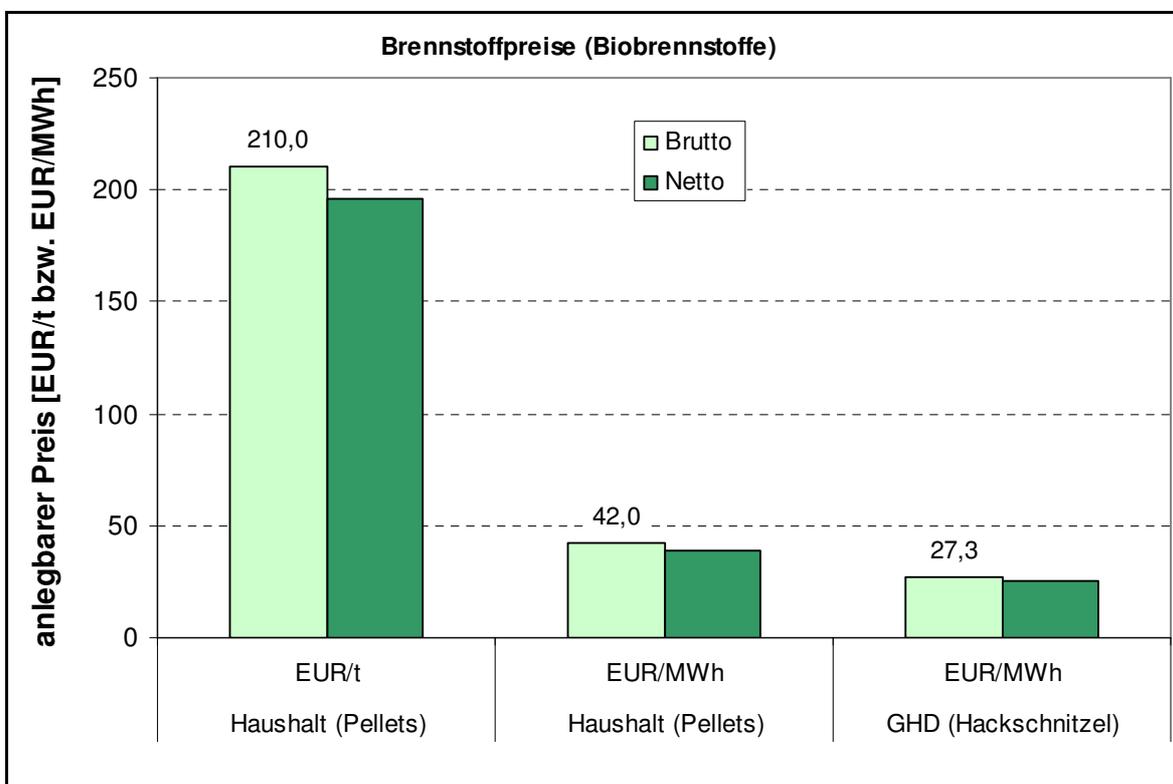


Abbildung 65: Anlegbare Bio-Brennstoffpreise für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Klimaschutzmaßnahmen

3.2 Handlungsfelder

Die Handlungsfelder, in denen direkt Einsparungen an Klimagasen zu erreichen sind, betreffen vier wesentliche Bereiche:

- 1) **Ausbau Erneuerbarer Energien:** Dies betrifft vor allem den verstärkten Einsatz von Biomasse sowie der Solarenergie (thermisch wie elektrisch) und der Nutzung von Umweltwärme. Windenergie und tiefe Geothermie sind in den Stadtgrenzen von Heilbronn weniger relevant. Gefördert werden Maßnahmen im Strombereich umfänglich durch das EEG [14], für erneuerbare Energien im Wärmebereich sind Zuschussprogramme verfügbar. In diesem Bereich kann die Stadt nur teilweise und indirekt Einfluss nehmen durch Beratungen, Bereitstellung von Frei- und Dachflächen sowie ggf. gezielte Förderprogramme.
- 2) **Effiziente Wärmeversorgung:** Im Bereich der Wärmenutzung kommt vor allem einem Handlungsfeld besondere Bedeutung zu: der energetischen Sanierung. Neben der Sanierung im Bestand lassen sich drei weitere, weniger relevante Maßnahmenfelder identifizieren: Der Neubaubereich spielt aufgrund der geringen Zubauraten nur eine geringere Rolle. Neben der baulichen Verbesserung lassen sich weitere Potenziale im Bereich der vorgelagerten Versorgung (Fernwärme, Heizungsmodernisierung) sowie im Ausbau der Objekt-KWK identifizieren.
- 3) **Effizienz in der Stromanwendung:** Dies ist ein wesentlicher Punkt, der alle Kundengruppen vom Haushalt bis zur Industrie betrifft. Von der Vielzahl denkbarer Einzelmaßnahmen kommen der energieeffizienten Beleuchtung, sparsameren Haushaltsgeräten und den sog. Querschnittstechnologien (Pumpen, Ventilatoren, Kühlaggregate, Druckluft) eine besondere Bedeutung zu. Maßnahmen in diesen Bereichen können sowohl die Nutzung im Sinne eines energiebewussten Nutzerverhaltens als auch die Investitionsentscheidung an sich beeinflussen.
- 4) **Verkehr:** Im Verkehrsbereich lassen sich neben der Vermeidung von Fahrleistung die Förderung von ÖPNV sowie des Radverkehrs identifizieren aber auch ein effizientes, verkehrsträgerübergreifendes Mobilitätsmanagement, sowohl im betrieblichen als auch im Individualverkehr.
- 5) **Übergeordnete Maßnahmen:** In diesem Bereich sind all die Maßnahmen subsumiert, die die Stadt Heilbronn ergreifen kann, um Einzelmaßnahmen Dritter in den ersten vier Bereichen anzustoßen. Die hier vorgestellten Instrumente können dabei natürlich nur einen Teilbereich abdecken, ergänzende Aktivitäten sind durchaus auch sinnvoll.

Um in den fünf Handlungsfeldern etwas zu erreichen, sind verschiedene Instrumente und Umsetzungshebel denkbar, die in Abbildung 66 dargestellt sind.

In dieser Darstellung sind die Instrumente von oben nach unten sortiert von „harten“ Maßnahmen, die mit Investitionen und langfristiger Kapitalbindung aber auch eindeutig nach-

weisbaren Effekten verbunden sind, über Fördermodelle, die zumindest direkt mit Investitionen Dritter verknüpft sind, bis hin zu „weichen“ Maßnahmen wie allgemeinen Beratungsangeboten und Informationskampagnen, bei denen eine Erfolgskontrolle zunehmend schwieriger wird.

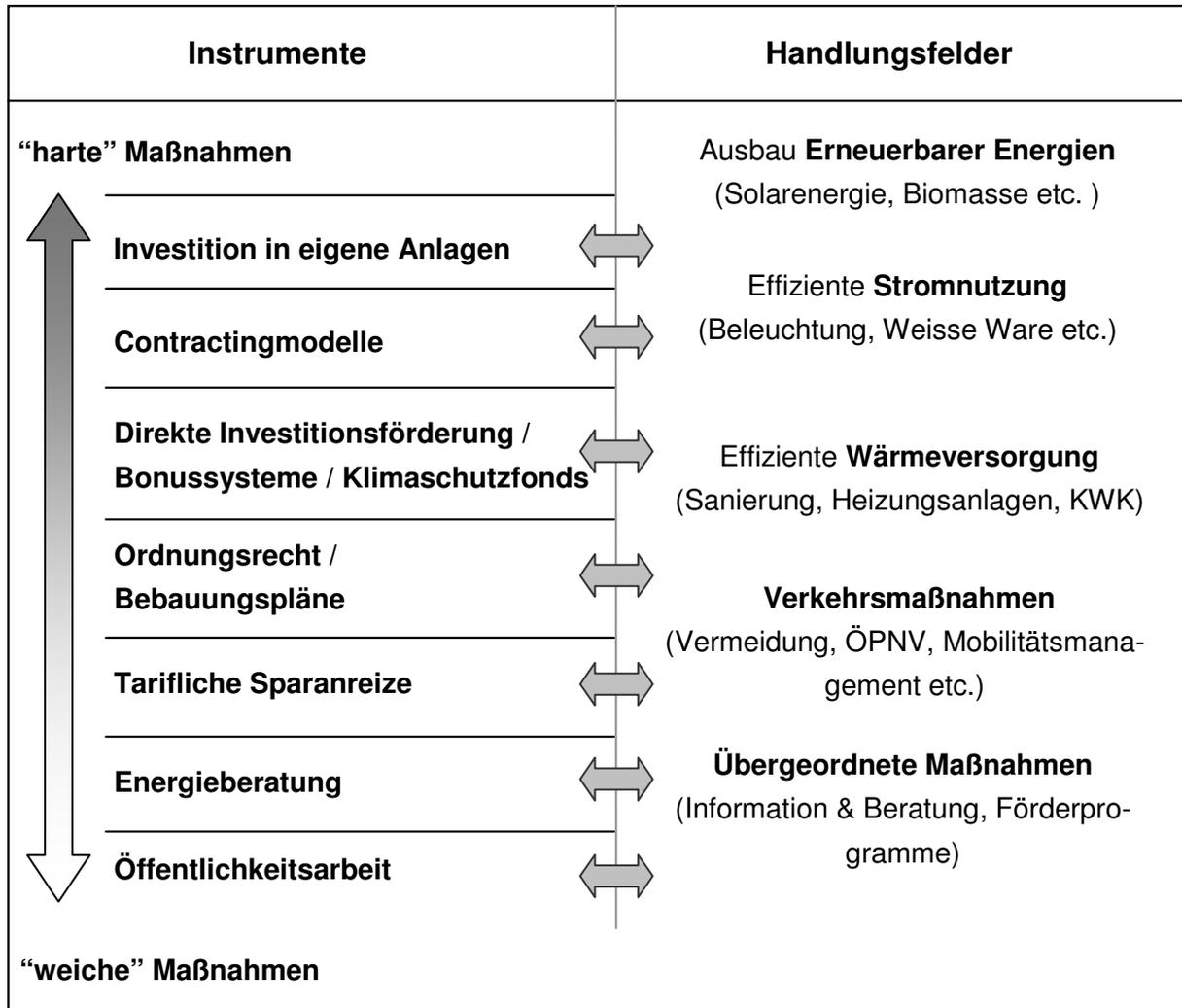


Abbildung 66: Instrumente und Handlungsfelder

3.3 Bewertung der Einzelmaßnahmen

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Einzelmaßnahmen beschrieben und diskutiert sowie auch wirtschaftlich bewertet. Diese sind gesamthaft in der folgenden Übersicht (Tabelle 15) dargestellt. Qualitativ bewertet sind dabei die Beteiligung der Einzelakteure und mögliche Umsetzungshebel der Stadt Heilbronn.

		Akteure						Umsetzungshebel der Stadt Heilbronn										
		Stadt Heilbronn	Energieversorger	Handwerk	Handel und Gewerbe	Alle Bürger	Wohnungswirtschaft	Sonstige	Direktinvestition	Contracting / PPP	Investitionsförderung	Bonussysteme	Tarifstrukturen	Ordnungsrecht / Bplan	Energieberatung	Öffentlichkeitsarbeit	Sonstige	
Regenerative Energien	R1	Biomasse-Heizkraftwerk	○	●				Forstwirtschaft, Holzverarb. Betriebe							○		Biomasse, Grundstück	
	R2	Nutzung von Biogas in der Erdgasversorgung / Biogasanlage	○	●			○ ○	Abfallwirtschaft							○		Biomasse, Grundstück	
	R3	Hackschnitzel- und Pelletanlagen	○	○	●	○	● ●	Eigentümer, Schornsteinfeger		○	○				○	○		
	R4	Ausbau der Solarthermie	○	○	●		● ●	Eigentümer, Banken	○		○				○	○	○	
	R5	Photovoltaik	○	●	●		● ○	Eigentümer, Banken			○				●	●	○	Bereitstellung Dachflächen
	R6	Umweltwärmenutzung	○	●	○	○									○	○		
	R7	Ökostrom	○	●		●	●			○								
Wärmeversorgung	W1	Gebäudesanierung im Wohnungsbestand	○	○	●	○	● ●			○					○	○		
	W2	Gebäudesanierung in öffentlichen Liegenschaften	●	○	○		○		●	●								
	W3	Energiesparende Neubauten	○		○	○	● ●	Bauherren			○				●	○	○	Stadtplanung
	W4	Ausbau leitungsgebundener Wärmeversorgung	○	●			○ ○	Eigentümer, Schornsteinfeger	○		○				○	○		
	W5	Dezentrale KWK-Anlagen	○	●			○ ○	Eigentümer, Schornsteinfeger	○	○	○				○	○		
	W6	Ersatz von Nachtspeicherheizungen	○	●	●		●	Eigentümer				○	○	○	○	○		
	W7	Energieeffiziente Gebäudekühlung	○		○	●			○									
Stromversorgung	S1	Effiziente Beleuchtung	○	○		● ●	○	Hausmeister	○	○						○		
	S2	Energieeffiziente Haushaltsgeräte	○	○	○	● ●					○				○	○		
	S3	Energiebewusstes Nutzerverhalten	○	○			●	Hausmeister, Lehrer								○	○	Schulen und Kindergärten als Multiplikator
	S4	Tarifstrukturen	○	●		○	○					○	○	○			○	nur Indirekt über kommunale Versorger
	S5	Querschnittstechnologien im Gewerbe	○	○	●	●				○	○	○			○	○		
Verkehr	V3	Förderung ÖPNV	●				●		●									
	V5	Verkehrsvermeidung	○				●		○						○	○		
	V7	Verkehrsablauf, Fahrverhalten			○	○	●	Fahrschulen									○	
	V10	Verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung	●						○									
	V11	Betriebliches Mobilitätsmanagement				●												
	V2	Radverkehr	●				●		●								○	
	V4	Carsharing				○	●											
	V12	Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehr	○	●		●		HVG als Hafenbetreiber	○						○			
Übergreifende Maßnahme	A1	Energieeffizienzberatung	●	●	○	○			●	○					●	●	Koordination, Klimaschutzbeauftragter	
	A2	Öffentlichkeitsarbeit und Informationsangebote	●	●	○	○	○								●	●		
	A3	Klimaschutzfonds Heilbronn	●	●	○	○	○	Sponsoren, Kreditwirtschaft			●	●			○	○		
	A4	Energieeffizienz in der Stadtplanung	●	○			○	○							●		○	
	A5	Interne Kommunikation und Schulung	●						●						●	○		
	A6	Kommunales Energiemanagement	●					Hausmeister	●			●			○			

- Hohe Relevanz: Entscheidender Akteur bzw. wesentlicher Umsetzungshebel
- Mittlere Relevanz: Akteur mit Einflussmöglichkeit bzw. unterstützender Umsetzungshebel

Tabelle 15: Übersicht über die untersuchten Einzelmaßnahmen

Die wesentlichen Aspekte der Maßnahmen werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben und in standardisierten Tabellen zusammengefasst. Da diese Tabellen in ähnlicher Weise für alle Maßnahmen Verwendung finden, werden die Tabellenfelder im Folgenden kurz erläutert:

- **Beschreibung:** Kurzbeschreibung der Maßnahme
- **Potenzial:** Bewertet als abgeschätztes praktisch realisierbares Potenzial bis 2020. Bewertet je nach Maßnahmentyp in Energieeinheiten oder in Anzahl der Haushalte, die erreicht werden.
- **Zeitraum:** Angabe, in welchem Zeitraum eine Realisierung möglich ist. Dadurch lassen sich kurzfristig umsetzbare Maßnahmen und längerfristige bzw. kontinuierlich erforderliche Maßnahmen unterscheiden.
- **Akteure:** An der Umsetzung beteiligte Institutionen / Interessengruppen, z.B. Wohnungswirtschaft, Handwerk, Energieversorger, Kommune etc.
- **Umsetzungshebel:** Benennung der Hebel, die die Stadt mit ihren Tochtergesellschaften hat, um eine Maßnahme zu adressieren.
- **Investition:** Dafür notwendige Investitionskosten (unabhängig davon, ob die Stadt oder ein Dritter investieren; (S) = Stadt Heilbronn als Investor, (V) = Versorgungsunternehmen als Investor, (A) = andere Akteure als Investoren).
- **Relevanz für die Stadt Heilbronn:** Aspekte, die aus kommunaler Sicht relevant sind, z.B. Einsparung eigener Energiekosten
- **Relevanz für weitere Akteure:** Aspekte, die für weitere Akteure eine Rolle spielen, z.B. weil zusätzliche Beschäftigungsimpulse ausgelöst werden oder neue Geschäftsfelder erschlossen werden können.
- **Aufwand für die Stadt:** Qualitative Abschätzung des Eigenaufwandes für die Stadt z.B. Bereitstellung von Personal oder Flächen, Durchführung von Beratungsmaßnahmen, der ggf. neben den reinen Investitionskosten anfällt. Eine Abschätzung des Gesamtaufwandes für die Maßnahmenbegleitung ist in Kapitel 4 enthalten.
- **Hemmnisse:** Gründe, warum vorhandene Potenziale (ggf. trotz Wirtschaftlichkeit) nicht erschlossen werden
- **Einsparpotenzial:** Soweit eine belastbare Abschätzung möglich ist, Bewertung der erreichbaren CO₂-Minderung in t/a, die bis 2020 erreicht werden kann.
- **Wirtschaftlichkeit:** Qualitative Bewertung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit für den durchführenden Akteur ((S) = Stadt Heilbronn, (V) = Versorgungsunternehmen, (A) = andere Akteure)
- **Vermeidungskosten:** die spezifischen Gesamtkosten (oder der Nutzen) pro eingesparte t CO₂- jeweils aus Sicht des Investors (kann die Stadt Heilbronn sein, muss aber nicht)

- **Wechselwirkungen:** Qualitative Bewertung möglicher Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen und/oder sonstigen nationalen Förderprogrammen bzw. gesetzlichen Randbedingungen
- **Umsetzungspriorität:** Bewertung der Priorität. Eine hohe Priorität haben die Maßnahmen, die eine signifikante Einsparung zur Folge haben bei moderat positiven oder negativen Vermeidungskosten und für die es wenig alternative Fördermöglichkeiten bzw. Umsetzungshebel durch Dritte gibt.

3.4 Handlungsfeld Regenerative Energien

In diesen Bereich fallen alle Maßnahmen, die den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien beinhalten. Neben den „klassischen“ Feldern der Biomassenutzung und der Solarenergie werden auch die Umweltwärme (oberflächennahe Geothermie) sowie der Bezug von zertifiziertem Ökostrom betrachtet. Windenergie und hydrothermale Geothermie spielt in Heilbronn lagebedingt keine große Rolle.

3.4.1 Hackschnitzel- und Pelletanlagen

Einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele können Wärmeerzeugungsanlagen leisten, welche mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz befeuert werden. Die bei der Holzverbrennung entstehenden Treibhausgase sind weitgehend CO₂-neutral und erhöhen somit nicht die Emissionsbilanz. Die Potenzialabschätzung wird aus dem objektscharfen Wärmeetlas für Heilbronn abgeleitet.

Eine Grundannahme der Berechnung ist, dass die Holzhackschnitzel- und Pelletheizungspotenziale nur die CO₂-bilanztechnisch unvorteilhafteren Ölheizungen substituieren, nicht aber die erdgas- und fernwärmeversorgten Heizanlagen. Zudem sind nur bei ölversorgten Gebäuden i.d.R. Heizräume und Lagermöglichkeiten für den Brennstoff in ausreichender Größe vorhanden. Damit sind möglichst geringe Kosten der CO₂-Vermeidung bei der Umstellung der Heizsysteme gewährleistet.

Der Einsatz von Holzgefeuerten Anlagen in Heilbronn sollte aufgrund der gegenüber Erdgasfeuerungen erhöhten Staubemissionen auf Gebiete begrenzt werden, die außerhalb des Talkessels gelegen sind. Ausgenommen wurden bei der Potenzialermittlung daher die Stadtteile Innenstadt, Äußere Kernstadt und Sontheim. Für die Stadtteile Neckargartach, Böckingen, Klingenberg und Horkheim wurden grundsätzlich nur 30% der rechnerischen Potenziale berücksichtigt.

Um der heterogenen städtischen Gebäudestruktur hinsichtlich der Größe und der Nutzung gerecht zu werden, erfolgt im Rahmen der Studie eine Untersuchung des jeweiligen Einsatzbereichs von Holzhackschnitzel- (HHS) und Pelletheizungen. Dafür werden Größenklassen des Wärmeverbrauchs bzw. Leistungsklassen gebildet, in welche jedes einzelne Gebäude auf Basis seines Verbrauchs eingeteilt wird.

Für die Pelletheizungen werden Leistungsbereiche von 10 kW bis 50 kW mit einem Wärmeverbrauch von 20 bis 100 MWh/a (Einfamilien- und kleinere Mehrfamilienhäuser) und von 50 kW bis 250 kW bzw. 100 bis 500 MWh/a (größere Mehrfamilienhäuser, Gewerbe- und Verwaltungsgebäude) abgebildet. Für die Hackschnitzelanlagen wird der Leistungsbereich ab 250 kW bzw. einem Wärmeverbrauch von mehr als 500 MWh/a betrachtet (größere öffentliche Liegenschaften, Gewerbe, Industrie).

Bezüglich der langfristig erzielbaren Umsetzung wird für die Pelletheizungen ein Umsetzungsfaktor von 0,33 unterstellt, für die Holz hackschnitzelheizungen wird ein Faktor von 0,5 angesetzt. In den Auswertungen ergibt sich ein rechnerisches Substitutionspotenzial für Holz hackschnitzelanlagen von rund 3 GWh/a (entspricht 3 Anlagen zu je 400 kW) und für Pelletanlagen von rd. 26 GWh/a. Bei Verdrängung von Ölkesseln ergibt sich insgesamt ein CO₂-Minderungseffekt von rund 9.500 t/a.

Einen beispielhaften Luftbildausschnitt mit Kennzeichnung der theoretischen Potenziale zeigt Abbildung 67. Die stadtteilscharfen Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

Tabelle 17 und Tabelle 18 geben die Kriterien für die Maßnahmenumsetzungen von Pellet- und Holz hackschnitzeln in zusammenfassenden Übersichten wieder.

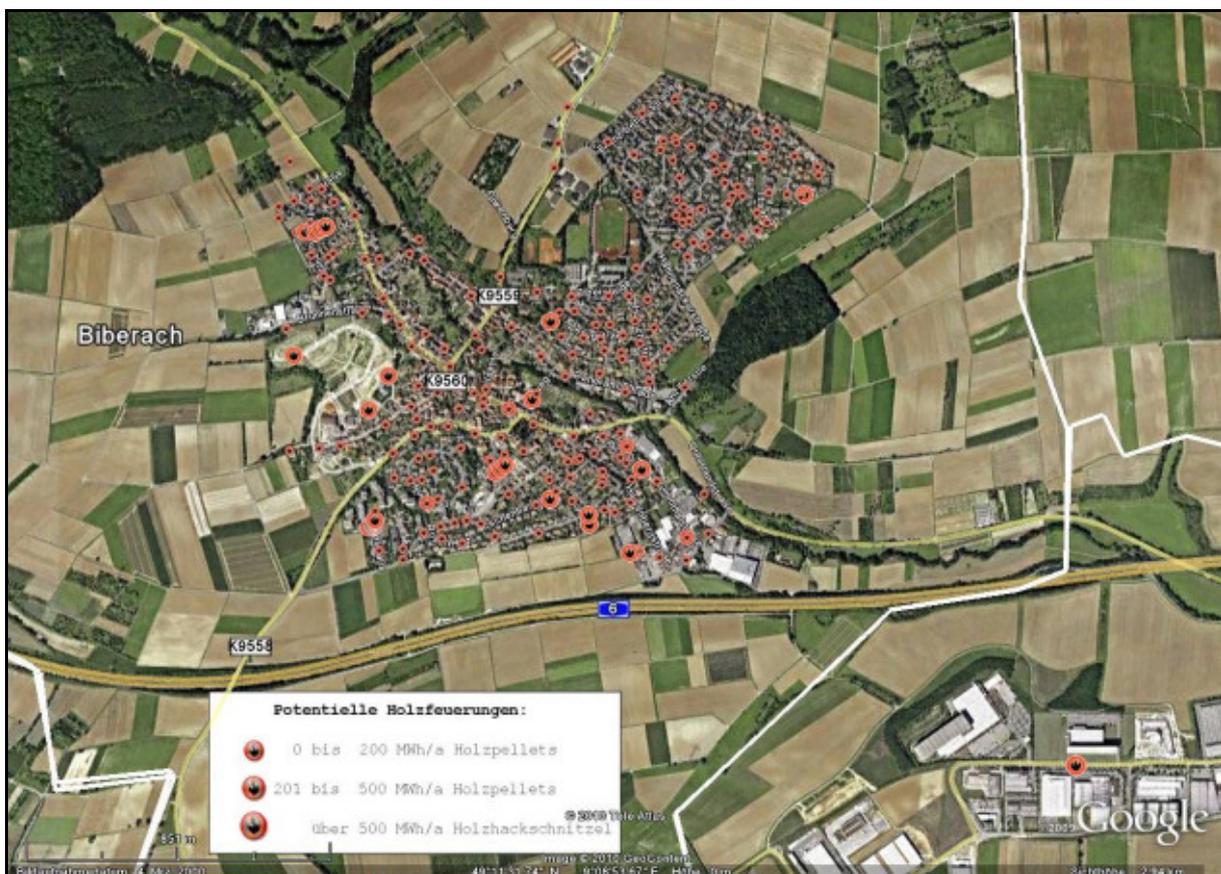


Abbildung 67: Beispielhafte Auswertung des Wärmetatlas zur Ermittlung von Potenzialen für dezentrale Pellet- und Hackschnitzelanlagen

Heilbronn: Potenzial für Holzpellet- und Holz hackschnitzel-Heizungen

Gesamt	Technisches Potenzial			Angesetztes Potenzial				
	Verbrauch Wärme ges. [MWh th]	Anzahl Anlagen	Wärmeleistung [kW th]	Umsetzungsfaktor (Umsetzung + Lage)	Wärmeerzeugung [MWh th]	Anzahl Anlagen	Wärmeleistung [kW th]	Kosten gesamt [€]
Heilbronn gesamt								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	198.981	5.439	93.963	0,14	22.360	678	10.559	8.446.968
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	69.175	374	32.666	0,14	3.786	21	1.788	1.162.087
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	69.618	63	30.941	0,21	3.129	3	1.391	556.247
Gesamtsumme	337.773	5.876	157.570		29.274	702	13.737	10.165.303
Aussere Kernstadt								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	45.186	1.255	21.338	0,00	0	0	0	0
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	20.005	100	9.447	0,00	0	0	0	0
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	32.626	23	14.501	0,00	0	0	0	0
Gesamtsumme	97.817	1.378	45.285		0	0	0	0
Böckingen								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	33.510	908	15.824	0,10	3.351	91	1.582	1.265.946
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	8.760	49	4.137	0,10	876	5	414	268.875
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	7.830	9	3.480	0,15	1.174	1	522	208.798
Gesamtsumme	50.100	966	23.441		5.401	97	2.518	1.743.619
Biberach								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	20.168	618	9.524	0,33	6.723	206	3.175	2.539.611
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	3.995	22	1.887	0,33	1.332	7	629	408.772
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	0	0	0	0,50	0	0	0	0
Gesamtsumme	24.163	640	11.410		8.054	213	3.803	2.948.384
Frankenbach								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	10.943	337	5.167	0,33	3.648	112	1.722	1.377.969
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	1.649	11	779	0,33	550	4	260	168.714
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	624	1	277	0,50	312	1	139	55.478
Gesamtsumme	13.216	349	6.223		4.509	117	2.121	1.602.160
Horkheim								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	8.627	223	4.074	0,10	863	22	407	325.910
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	1.918	12	906	0,10	192	1	91	58.876
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	979	1	435	0,15	147	0	65	26.102
Gesamtsumme	11.524	236	5.415		1.201	24	563	410.889
Innenstadt								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	27.912	591	13.181	0,00	0	0	0	0
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	22.789	123	10.762	0,00	0	0	0	0
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	12.588	15	5.595	0,00	0	0	0	0
Gesamtsumme	63.290	729	29.537		0	0	0	0
Kirchhausen								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	17.348	576	8.192	0,33	5.783	192	2.731	2.184.618
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	887	4	419	0,33	296	1	140	90.753
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	730	1	325	0,50	365	1	162	64.911
Gesamtsumme	18.966	581	8.936		6.444	194	3.033	2.340.282
Klingenberg								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	4.467	133	2.109	0,10	447	13	211	168.745
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	0	0	0	0,10	0	0	0	0
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	626	1	278	0,15	94	0	42	16.705
Gesamtsumme	5.093	134	2.388		541	13	253	185.450
Neckargartach								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	15.463	409	7.302	0,10	1.546	41	730	584.170
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	5.411	28	2.555	0,10	541	3	256	166.097
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	6.909	5	3.071	0,15	1.036	1	461	184.253
Gesamtsumme	27.784	442	12.928		3.124	44	1.446	934.520
Sontheim								
20 - 100 MWh/a Pelletheizung	15.161	386	7.159	0,00	0	0	0	0
100 - 500 MWh/a Pelletheizung	3.760	25	1.776	0,00	0	0	0	0
> 500 MWh/a Holz hackschnitzel	6.704	7	2.980	0,00	0	0	0	0
Gesamtsumme	25.625	418	11.914		0	0	0	0

Tabelle 16: Ermittelte Potenziale für Holz hackschnitzel- und Pelletanlagen in Heilbronn

R1 Pelletheizungen im Leistungsbereich 10 kW – 250 kW	
Beschreibung	<p>Öl-Heizungsanlagen lassen sich oftmals im Rahmen einer ohnehin geplanten Erneuerung durch Pelletkessel ersetzen, da Öltanklagerräume als Pelletlager genutzt werden können und vorhandene Schornsteine weitergenutzt werden können.</p> <p>Potenzialabschätzung: 1/3 aller Objekte laut Wärmeetlas zwischen 20 und 500 MWh/a, das entspricht ca. 26 GWh Wärme bzw. rund 700 Objekten.</p>
Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> • (I) Bereich 10-50 kW: ca. 10.600 kW bzw. 22 GWh/a • (II) Bereich 50-250 kW: ca. 1.800 kW bzw. 3,8 GWh/a
Zeitraum	Kontinuierlich
Akteure	SHK-Handwerk, Gebäudeeigentümer, Pelletlieferanten
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Zuschüsse (z.B. durch Bafa) • Zusatzförderung durch die Stadt • Flankierung durch Vorgaben in Bebauungsplänen • Vorgaben des EWärmeG in Baden-Württemberg • Information und Beratung durch Handwerk und Schornsteinfeger • Contracting-Modelle zur Umsetzung durch Energieversorger oder Dritte • Finanzierungsmodelle durch Banken und Sparkassen
Investitionen	<ul style="list-style-type: none"> • (I): ca. 8,4 Mio. EUR (S), (A) • (II): ca. 1,2 Mio. EUR (S), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Einsparung von Energiekosten in den Liegenschaften, Erreichung der Klimaschutzziele
Relevanz für weitere Akteure	Absatzrückgang für Heizöllieferanten, Zusatzgeschäfte für SHK-Handwerk, mögliches Geschäftsfeld für Energieversorger als Lieferant und ggf. Betreiber
Aufwand für Stadt	Identifikation geeigneter Liegenschaften; Beratungsleistungen für Bürger
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Einbausituation nicht immer gegeben • Nutzer/Investor-Dilemma im MFH-Bereich • Akzeptanzprobleme • unzureichende Kenntnisse über Feinstaubbelastungen und Bedienkomfort • Höhere Anfangsinvestitionen als Ölkessel
Einsparpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • (I): rd. 6.400 Tonnen CO₂/a • (II): rd. 1.070 Tonnen CO₂/a
Wirtschaftlichkeit	Vollkosten vergleichbar mit Ölkesseln, aber eine höhere Investition nötig
Vermeidungskosten	<ul style="list-style-type: none"> • (I): - 26,2 €/t (S), (A) • (II): - 9,5 €/t (S), (A)
Wechselwirkung	Maßnahme R6 (Wärmepumpe), Erfüllung EWärmeG
Umsetzungspriorität	Mittel bis hoch, je nach Wirtschaftlichkeit; Einzelfallprüfungen erforderlich

Tabelle 17: Maßnahmenbewertung Pelletheizung

R1	Holz hackschnitzelheizungen
Beschreibung	Erhöhter Einsatz von HHS-Kesseln im Bestand als Ersatz von Öl-NT-Kesseln unter Nutzung bestehender Heizungs- und Lagerräume. Potenzialabschätzung: 50% aller Objekte laut Wärmeatlas oberhalb 500 MWh/a, das entspricht ca. 3 GWh Wärme bzw. 3 Objekten.
Potenzial	ca. 1.400 kW bzw. 3 GWh/a
Zeitraum	Kontinuierlich
Akteure	SHK-Handwerk, Gebäudeeigentümer, Holzlieferanten
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Zuschüsse (z.B. durch Bafa) • Zusatzförderung durch die Stadt • Flankierung durch Vorgaben in Bebauungspläne • Vorgaben des EWärmeG in Baden-Württemberg • Information und Beratung durch Handwerk und Schornsteinfeger • Contracting-Modelle zur Umsetzung durch Energieversorger oder Dritte • Finanzierungsmodelle durch Banken und Sparkassen
Investitionen	ca. 0,6 Mio. EUR (S), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Einsparung von Energiekosten in den Liegenschaften, Erreichung der Klimaschutzziele
Relevanz für weitere Akteure	Absatzrückgang für Heizöllieferanten, Zusatzgeschäfte für SHK-Handwerk, mögliches Geschäftsfeld für Energieversorger als Lieferant und ggf. Betreiber
Aufwand für Stadt	Identifikation geeigneter Liegenschaften; Beratungsleistungen für Bürger
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Einbausituation nicht immer gegeben • Nutzer/Investor-Dilemma im MFH-Bereich • Akzeptanzprobleme • unzureichende Kenntnisse über Feinstaubbelastungen und Bedienkomfort • Höhere Anfangsinvestitionen als Ölkessel
Einsparpotenzial	rd. 900 Tonnen CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Vollkosten vergleichbar mit Ölkesseln, aber eine höhere Investition nötig
Vermeidungskosten	ca. -4 €/t (S), (A)
Wechselwirkung	
Umsetzungspriorität	mittel bis hoch, je nach Wirtschaftlichkeit; Einzelfallprüfungen erforderlich

Tabelle 18: Maßnahmenbewertung Holz hackschnitzelheizung

3.4.2 Biomasse-Heizkraftwerk

Eine andere Möglichkeit der regenerativen Wärmeerzeugung und der Nutzung fester Biomasse besteht in der Verstromung in größeren Heizkraftwerken, was technisch ab etwa 1 MW_{el} sinnvoll sein kann. Durch die Novellierung des EEG ab 2009 sind auch die Vergütungssätze für KWK-Anlagen auf Basis fester Biomasse leicht erhöht worden, vor allem durch die Anhebung des KWK-Bonus von 2 auf 3 ct/kWh.

Um eine ganzjährige Nutzung der Wärme sicherzustellen und einen möglichst großen Beitrag zur Emissionsreduktion zu leisten, sollte ein Biomasse-HKW die Wärme in ein Fern/Nahwärmenetz einspeisen.

Eine solche kleinere Anlage mit einer Feuerungsleistung von 8 MW und einer elektrischen Leistung von rund 1 MW ist seit 2004 im angrenzenden Neckarsulm in Betrieb (Wärmeinsel Trendpark, vgl. [26]). In Deutschland sind insgesamt rund 200 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.600 MW installiert (stand Ende 2008, vgl. [27] und [29]).

Die Verteilung der installierten Biomasseanlagen im nördlichen Baden-Württemberg ist in Abbildung 68 dargestellt.

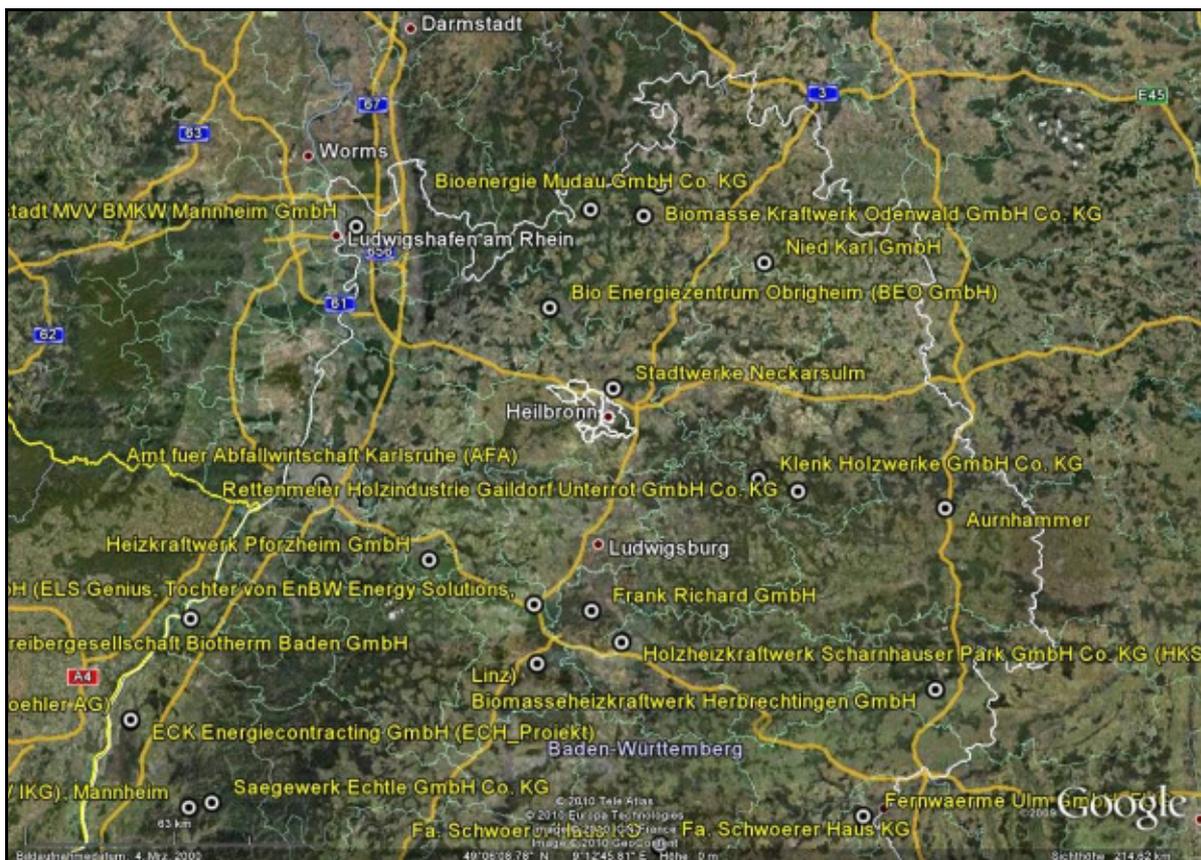


Abbildung 68: Biomasse-Heizkraftwerke im nördlichen Baden-Württemberg. Quelle: IE, Leipzig

Im Stadtgebiet Heilbronn liegen mit rund 1.400 ha nur relativ geringe Waldflächen. Aufgrund der waldreichen Umgebung mit einem Waldbestand von 28.100 ha im Landkreis Heilbronn, dessen Waldrestholz bisher nur teilweise energetisch genutzt wird, ist eine Ausweitung der Biomassenutzung grundsätzlich möglich (vgl. [28]).

Als realisierbares Potenzial wird für die Bewertung ein mit Nawaro-Biomasse (Hackschnitzel) gefeuertes Heizkraftwerk mit 5 MW_{el} und 10 MW_{th} angesetzt.

Der Holzbedarf liegt bei 134 GWh bzw. rund 50.000 m³ Festmeter Waldrestholz jährlich. Dies entspricht in etwa dem nutzbaren Holzertrag von 15.000 ha Waldfläche. Das bedeutet, dass für eine solche Anlage rund die Hälfte des Waldrestholzaufkommens in Stadt- und Landkreis Heilbronn eingesetzt werden würde.

Die Anlage würde bei Inbetriebnahme im Jahr 2012 mit Nawaro-Bonus und KWK-Bonus zwischen 13 und 14 ct/kWh EEG-Vergütung für den eingespeisten Strom erhalten.

Die CO₂-Einsparung unter Berücksichtigung von Hilfsstrombedarf und verdrängter alternativer Wärmeerzeugung aus Öl und Gas liegt bei rund 30.000 t/a.

Die Investitionen einer solchen Anlage liegen bei rund 4.000 bis 4.500 EUR/kW bzw. 20 bis 22 Mio. EUR insgesamt. Bei 7.500 Volllaststunden lassen sich so jährlich etwa 33 GWh Strom netto einspeisen und 67 GWh Nutzwärme erzeugen. Bei Holzpreisen von im Mittel 24 EUR/MWh ließe sich eine solche Anlage nicht kostendeckend betreiben; die Vermeidungskosten liegen jedoch mit 14 EUR/t noch relativ niedrig.

Allerdings fehlt in Heilbronn eine geeignete Infrastruktur zur Wärmeeinspeisung. Die vorhandenen Fernwärmenetze werden aus dem Großkraftwerk gespeist und die kleineren Nahwärmenetze haben einen zu niedrigen Bedarf für eine hohe Auslastung. Zudem müsste wegen der bereits recht hohen Feinstaubbelastung im Talkessel eine sorgfältige Standortwahl erfolgen.

Aufgrund dieser Aspekte und der eingeschränkten Wirtschaftlichkeit wird die Maßnahme nur mit einer niedrigen Priorität bewertet.

R2	Biomasse-Heizkraftwerk	
Beschreibung	Errichtung eines Heizkraftwerkes zur Nutzung regionaler Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen (Waldrestholz als Holzhackschnitzel). Realisierung als konventionelles Dampfkraftwerk der 5 MW-Klasse mit 10 MW thermischer Auskopplung und Einspeisung in Wärmenetz.	
Potenzial	Aufgrund der regionalen Holzverfügbarkeit ist höchstens 1 Anlage dieser Leistungsklasse möglich. Eine höhere Fernwärmeeinspeisung ist aufgrund der fehlenden Sommerlast und der Wärmeinfrastruktur nicht sinnvoll. Zudem besteht im Norden von Heilbronn in Neckarsulm bereits eine Anlage.	
Zeitraum	ab 2012	
Akteure	HVG oder ENBW als Investor und Betreiber, auch weitere Contractoren / Energieversorger	
Umsetzungshebel	Direktinvestition	
Investitionen	Abgeschätzte Kosten von rund 20 Mio. EUR (V)	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Diversifizierung der Wärmeversorgung, Beschäftigungseffekt	
Relevanz für weitere Akteure	Höhere Autarkie der Fernwärmeversorgung, Wirtschaftlichkeit durch EEG 2009 möglich bei günstiger Holzbeschaffung	
Aufwand für Stadt	gering	
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Holzbeschaffung kritisch, Beschaffungskonkurrenz zur Anlage in Neckarsulm • Wärmeabsatz schwierig • Fehlende Infrastruktur (Fernwärmenetz) • Feinstaubbelastungen • ggf. Verdrängung von KWK-Wärme aus dem Kraftwerk Heilbronn 	
Einsparpotenzial	ca. 30.000 Tonnen CO ₂ /a	
Wirtschaftlichkeit	Gering bis mittel, da hohe Investitionen notwendig sind und bestehende KWK verdrängt wird. (V)	
Vermeidungskosten	ca. 14 EUR/t (V)	
Wechselwirkung	konkurriert mit anderen Wärmeerzeugern. Beschaffungskonkurrenz zur Anlage der Stadtwerke Neckarsulm. Hinreichendes Wärmeabsatzpotenzial nur bei Fernwärmeausbau	
Umsetzungspriorität	gering	

Tabelle 19: Maßnahmenbewertung Biomasse-HKW

3.4.3 Nutzung von Biogas in der Erdgasversorgung

Eine weitere Option zur Nutzung regenerativer Energieträger in der Wärmeversorgung bietet die Beimischung von Biogas zum Erdgas.

Die Anforderungen zur Verwendung erneuerbarer Energieträger in der Wärmeversorgung neuer Gebäude sind auf Bundesebene durch das EEWärmeG [14] vorgegeben. Danach ist für den Einsatz gasförmiger Biomasse ein Anteil von mindestens 30% Biogas im verfeuerten Gas und darüber hinaus der Einsatz in einer KWK-Anlage erforderlich, um die Vorgaben gemäß EEWärmeG einzuhalten.

Die Anforderungen zur Erfüllung des EEWärmeG auf Basis von Biogas sind damit sehr hoch und die gezielte Verwendung eines Gasproduktes mit Biogas-Anteil im Neubaubereich wirtschaftlich unattraktiv. Wesentlich kosteneffizienter sind die Vorgaben des EEWärmeG durch Versorgung mit KWK-basierter Fernwärme oder den Einsatz dezentraler Erdgas-KWK-Anlagen zu erfüllen.

Im Gebäudebestand sind die Anforderungen des baden-württembergischen EWärmeG [15] maßgeblich. Hier sind nur die Wohngebäude bei Ersatz der Heizungsanlage betroffen. Die Anforderungen an den Einsatz regenerativer Energieträger in der Wärmeversorgung können hier durch Einsatz von Erdgas mit einem Biogasanteil von 10% erfüllt werden. Einsatz in KWK-Anlagen wird nicht vorausgesetzt. Damit ist der Einsatz von Erdgas mit Biogasbeimischung insbesondere aus Endkundensicht eine einfache und komfortable Möglichkeit, einen Beitrag zur CO₂-Reduzierung zu leisten. Insbesondere im Bereich der denkmalgeschützten Gebäude und im Mehrfamilienhausbereich mit Etagenheizungen, in denen z.B. der Anschluss an die Fernwärme oder die Nutzung solarthermischer Warmwasseraufbereitung mit erheblichem Umbaufwand verbunden sein kann, bietet sich ein effektiver Weg, die Kunden bei der Erfüllung der aus dem EWärmeG folgenden Anforderungen zu unterstützen.

Die Beschaffung des Biogases erfolgt in der Regel über den Gasversorger (hier: HVG) über den Gasmarkt oder durch eigene Erzeugung. Der Marktpreis für Biogas liegt zurzeit rd. 5 ct/kWh höher als der Erdgasbeschaffungspreis. Biogasprodukte mit einem Biogasanteil von 10% sind damit aus Endkundensicht mit einem Preisaufschlag von rd.10% verbunden.

Damit ist eine direkte Wirtschaftlichkeit nicht gegeben, außer in den Fällen, wo im Rahmen einer Sanierung die Vorgaben des EWärmeG nicht auf eine andere Art kostengünstig erfüllt werden kann (Solarthermie, Pellets etc.).

Bei einem abgeschätzten Absatzpotenzial von 2.000 Kunden ergibt sich ein Einsparpotenzial von rund 1.500 t/a bei Vermeidungskosten aus Kundensicht von 24 EUR je eingesparter t CO₂.

R3	Nutzung von Biogas in der Erdgasversorgung
Beschreibung	Verstärkter Einsatz von aufbereitetem Biogas in der Wärmeversorgung.
Potenzial	Bei einem angenommenen Absatzpotenzial von 2.000 Kunden (entspricht ca. 30% der gasversorgten EFH). Bei einem nach EWärmeG vorgeschriebenen Mindestanteil von Biogas von 10% führt das zu einer Substitution von rund 7 GWh/a Erdgas
Zeitraum	ab 2010
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • HVG als Lieferant für Biogasprodukte und ggf. Anlagenbetreiber. • Drittlieferanten die im Heilbronner Versorgungsgebiet anbieten. • Wohnungswirtschaft • Hausbesitzer
Umsetzungshebel	Indirekt über Öffentlichkeitsarbeit bzw. als Mit-Eigentümer der HVG, Erfüllungsoption EWärmeG (BW)
Investitionen	Gering für Biogasbezug am Markt, Eigenerzeugung mit Biogasaufbereitung und -einspeisung ab 2 Mio. EUR (V), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	gering
Relevanz für weitere Akteure	Erweiterung Produktportfolio der HVG, Option für Wohnungsgesellschaften und Hausbesitzer
Aufwand für Stadt	gering
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Produktentwicklung nötig • Bei Eigenerzeugung Biogas Risiko der Anlageninvestition • Bei Fremdbezug am Markt kein direkter Bezug zu Heilbronn • Mehrkosten für Gaskunden ohne direkten Mehrnutzen
Einsparpotenzial	ca. 1.500 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	niedrig, in den Fällen, wo bei einer Sanierung das EWärmeG erfüllt werden muss, ist z.T. auch ein wirtschaftlicher Einsatz möglich. (A)
Vermeidungskosten	ca. 25 EUR/t (A)
Wechselwirkung	Einfache Erfüllung des EWärmeG bei Sanierungen möglich.
Umsetzungspriorität	gering

Tabelle 20: Maßnahmenbewertung Biogasprodukte

3.4.4 Solarthermie

In Deutschland sind bis 2008 rund 11 Mio. qm Solarkollektoren installiert [29]. Bei der Nutzung der Solarenergie in thermischen Solaranlagen werden Wirkungsgrade von bis zu 70 Prozent erreicht. Die nutzbare Wärmeenergie liegt bei üblichen Auslegungen von rund 5 m² im EFH-Bereich bei maximal 450 kWh/m²a.

Für diese Studie wird das Potenzial ausgehend von den Gebäudestatistiken und dem Wärmeatlas durch folgende Ansätze ermittelt, wobei der Schwerpunkt auf Einfamilienhäusern liegt. Die Potenziale im Mehrfamilienhausbereich sind sowohl aus technischer Sicht (Flachdächer, Dachaufbauten, lange Wege zur Heizungsanlage im Keller, fehlender Platzbedarf für Speicher) als auch aus organisatorischer Sicht (Investor-Mieter-Dilemma) schwierig umzusetzen.

- Im Neubaubereich (EFH) wird das Potenzial aufgrund des nur noch geringen Zubaus auf maximal 120 Objekte geschätzt bei einer mittleren Kollektorgröße von 5 m².
- Im Bestand kommen grundsätzlich rund 10.000 Objekte im EFH-Bereich in Frage, bei denen sich bei rund der Hälfte eine Kollektoranlage nachrüsten ließe (geeignet ausgerichtete Dachfläche etc.). Wenn davon maximal 10% durch verbesserte Beratung und Information erreicht würden, entspräche dies rund 700 Anlagen. Eigentümer, die ohnehin eine Anlage nachrüsten werden, sind bereits in der Trendprognose berücksichtigt.
- Im Mehrfamilienhausbereich wird nur ein technisches Potenzial von 30% der Gebäude (rund 10.000 insgesamt) unterstellt, von denen bis 2020 maximal 20% erreicht werden können. Dies entspricht weiteren 360 Objekten.

Insgesamt ließen sich so rund 4,9 GWh solare Wärme erzeugen, die – unter Berücksichtigung der vor allem im Sommer niedrigeren Kesselwirkungsgrade – rund 5,5 GWh Endenergie, vor allem Erdgas, substituieren. Die CO₂-Einsparung unter Berücksichtigung des zusätzlichen Hilfsstrombedarfes beträgt 1.080 t/a.

Nach heutigem Stand der Technik liegen die Mehrkosten für eine solarthermische Anlage bei Einfamilienhäusern (Kollektorkreis, größerer Speicher, Regelung, Installation) bei rund 3.000-4.000 EUR für eine Flachkollektoranlage. Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten liegen bei Berücksichtigung der Förderung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zwischen 7 und 9 ct/kWh und damit leicht unter (bei Neubauten) bzw. über (bei Nachrüstung) den anlegbaren Wärmekosten aus Sicht des Investors/Bauherren.

Die nachfolgenden Tabellen unterscheiden die Wirtschaftlichkeit der Solarthermie nach Neubaubereich (EFH) und Gebäudebestand (EFH und MEF).

R4	Solarthermie
Beschreibung	Ausbau von solarthermischen Anlagen. Zielgruppe sind vor allem Einfamilien- bzw. Reihenhäuser, aber auch der MFH-Bereich.
Potenzial	In Heilbronn gibt es rund 6.000 Wohngebäude mit mehr als 2 Wohnungen sowie 14.000 Ein- und Zweifamilienhäuser. Grob geschätzt dürften rund 30-50% davon für eine solarthermische Erzeugung in Frage kommen, der Rest ist aus technischen Gründen (Dachneigung, Ausrichtung, fehlender Platz, Anlagentechnik) ungeeignet. Das zusätzliche Ausbaupotenzial wird abgeschätzt auf <ul style="list-style-type: none"> i. rund 120 EFH im Neubau ii. rund 500 EFH im Bestand und iii. rund 360 MFH
Zeitraum	2010-2020
Akteure	Stadt, Handwerk, Wohnbaugesellschaften, Gebäudeeigentümer
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Prämienprogramm durch Energieversorger und/oder Stadt • Vorgaben des EWärmeG in Baden-Württemberg • Information und Beratung durch Handwerk und kommunale Beratung • Contractingmodelle zur Umsetzung durch Energieversorger • Finanzierungsmodelle durch Banken und Sparkassen
Investitionen	abhängig von der baulichen Situation, rund 600 EUR/m ² . Bei kleineren MFH (4-6 WE) mit 12 m ² Kollektorfläche 7.200 EUR. (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Erhöhung der regionalen Wertschöpfung (Handwerk)
Relevanz für weitere Akteure	Absatzrückgang für Energieversorger aber auch mögliches neues Geschäftsfeld (Solarcontracting z.B.). Beschäftigungssicherung für das ausführende Handwerk
Aufwand	geringer Aufwand außer bei direkter Förderung
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzer/Investor-Dilemma im MFH-Bereich • Mitunter hohe Nachrüstungskosten im Bestand • Unterschiedliche Interessenlage der Eigentümer bei Gebäuden mit Eigentumswohnungen • Technische Umsetzung oft schwierig (Platzbedarf, Steigleitungen zum Dach, Warmwasser z.T. dezentral)
CO₂-Einsparpotenzial	i) rd. 70 t/a; ii) rd. 290 t/a; iii) rd. 720 t/a; gesamt rd. 1.080 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Abhängig vom Objekt, i.d.R. Amortisation >10 Jahre, z.T. nur durch Zusatzförderung erreichbar. (A)
Vermeidungskosten	i) ca. -13 €/t; ii) ca. 44 €/t; iii) ca. 48 €/t (A)
Wechselwirkungen	Erfüllung EWärmeG in Baden-Württemberg, im Einzelfall Dachflächenkonkurrenz zur Photovoltaik
Umsetzungspriorität	mittel

Tabelle 21: Maßnahmenbewertung Solarthermie in Heilbronn

Eine Heizungsunterstützung durch Solarkollektoren, die in der Regel ein hinreichend niedriges Temperaturniveau erfordert, um in den Übergangsjahreszeiten Solarwärme in den Heizkreis einkoppeln zu können, wurde hier wegen des geringen Potenzials in Heilbronn nicht berücksichtigt.

Weitere geringe Potenziale bestehen im Gewerbebereich. Da die günstigen Einsatzbereiche (Schwimmbäder) allerdings bereits weitgehend autonom erschlossen werden und die Potenziale im restlichen GHD-Sektor aufgrund des niedrigen Brauchwasserbedarfes nur gering sind, wurde hier auf die Definition einer separaten Maßnahme verzichtet.

3.4.5 Photovoltaik

Im Bereich der Photovoltaik gibt es durch das EEG bereits eine umfangreiche Förderung, die im Jahr 2009 einen massiven Boom beim Neuanlagenbau ausgelöst hat. So sind in Deutschland 2009 knapp 3 GW Neuanlagen installiert worden, das entspricht etwa der Hälfte der weltweiten Neuinstallationen. Der Gesamtbestand lag Ende 2009 bei 8,4 GW mit einem Anteil an der Stromerzeugung von rund 1,2% [30].

Über die individuelle Anlageninvestition auf eigenen oder gepachteten Dächern hinaus kommt als ergänzendes Angebot zum Beispiel ein Bürger-Beteiligungsangebot in Frage. Heilbronner Bürger könnten sich im Rahmen eines solchen Projektes als Gesellschafter einer Projektgesellschaft an der Errichtung einer PV-Anlage in Größenordnung 500 kW beteiligen und so selbst Unternehmer und "Stromerzeuger" werden.

Ein regionaler Versorger (ZEAG, HVG) würde mit seinem Know-how die kaufmännische und technische Betriebsführung übernehmen, die Stadt könnte einen geeigneten Standort bereitstellen (z.B. Schule, Turnhalle). Die ZEAG betreibt bereits mehrere eigene Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 300 kW.

Bei einer Stromeinspeisung von 0,45 GWh/a ergäbe sich eine CO₂-Minderung von rund 270 t/a. Die Wirtschaftlichkeit ist durch die Nivellierungswirkung des EEG weitgehend gegeben, aus Sicht des Betriebsführers ist die Einwerbung und Verwaltung von vielen einzelnen Beteiligungen allerdings mit einmaligem und wiederkehrenden Aufwand verbunden. Hieraus resultieren die ausgewiesenen Vermeidungskosten von 8 EUR/t.

R5	Bürgermodell Photovoltaik
Beschreibung	<p>Ein Angebot für die Bürger, die erneuerbaren Energien positiv gegenüber stehen, aber aus unterschiedlichen Gründen keine eigene Photovoltaik-Anlage bauen können oder möchten.</p> <p>Durch ein Bürger-Beteiligungsangebot wird eine Möglichkeit geschaffen, sich als Gesellschafter an der Errichtung einer PV-Anlage zu beteiligen und so selbst Unternehmer und "Stromerzeuger" werden. Ein regionaler Versorger übernimmt die kaufmännische und technische Abwicklung, die Stadt könnte einen geeigneten Standort zur Verfügung stellen und sich am Marketing beteiligen.</p>
Potenzial	Aufgrund der Erfahrungen anderer Energieversorger scheint für Heilbronn eine Anlage bis 500 kW realistisch zu sein, dies entspricht Investitionen von bis zu 1,5 Mio. EUR.
Zeitraum	2010-2012
Akteure	ZEAG und/oder HVG, ggf. in Kooperation mit der Stadt und Kreditinstituten.
Umsetzungshebel	Marketing, Kundenansprache, ggf. Bürgschaften sowie Bereitstellung von Dachflächen
Investitionen	1,5 Mio. EUR, aufzubringen durch Einlagen der Gesellschafter (V), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Hoch. Sichtbarer Beitrag und Multiplikatorwirkung.
Relevanz für weitere Akteure	Kundenbindung, Imageverbesserung, Beschäftigungseffekt für das Handwerk
Aufwand für Stadt	gering, ggf. administrativer Aufwand und Bereitstellung Standort
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzierungsaufwand • Vorbehalte gegen „komplizierte“ Beteiligungsmodelle • Geringere Identifikation und Sichtbarkeit im Vergleich zu einer „eigenen“ Anlage auf dem Dach • Renditechancen durch Novellierung EEG ab Julie 2010 und höheren administrativen Aufwand geringer
Einsparpotenzial	ca. 270 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	mittel, da bereits durch das novellierte EEG Anreize geschaffen sind (V), (A)
Vermeidungskosten	8 EUR/t (V), (A)
Wechselwirkung	Dachflächenkonkurrenz mit Solarthermie (Maßnahme R4)
Umsetzungspriorität	mittel

Tabelle 22: Maßnahmenbewertung Photovoltaik Bürgermodell

3.4.6 Umweltwärmenutzung

Die oberflächennahe Geothermie in Verbindung mit Erdwärmesonden und Wärmepumpenanlagen erlebt nach einem Einbruch in den 90er Jahren seit 2004 eine Renaissance. Deutschlandweit sind heute rund 400.000 Wärmepumpen installiert, von denen rund die Hälfte oberflächennahe Geothermie nutzen (Grundwasser, Erdreich) und die restlichen Anlagen Luft (Aussenluft, Abluft) (vgl. [29]).

Die Bewertung von Wärmepumpenanlagen aus der Sicht des Klimaschutzes ist nicht eindeutig. Einerseits wird im Rahmen des EEWärmeG und EWärmeG der Einsatz von Umweltwärme mittels Wärmepumpen den regenerativen Energieträgern gleichgestellt, wenn gewisse Jahresarbeitszahlen (JAZ, Verhältnis von erzeugter Wärme zu eingesetzter elektrischer Energie) erreicht werden. Die Anforderungen liegen bei mind. 3,3 für Luft/Wasser- oder Luft/Luft-Wärmepumpen bzw. bei mind. 3,8 für alle anderen Wärmepumpen). Für eine Förderung durch das Bafa muss die Jahresarbeitszahl bei mindestens 4 (Neubau) oder 3,7 (Bestand) bzw. besser liegen.

Andererseits zeigt die Praxis jedoch, dass die hohe Energieausbeute von Wärmepumpen zwar hinsichtlich des Nennbetriebs mit Leistungszahlen bis über 4 Stand der Technik ist, die geforderten JAZ aber häufig nicht erzielt werden.

In einem Feldtest wurden von der Lokalen Agenda 21 in Zusammenarbeit mit der Ortenauer Energieagentur 33 Heiz- und 5 Warmwasser-Wärmepumpen im süddeutschen Raum mit einem Alter von nicht mehr als 4 Jahren von Oktober 2006 bis September 2008 einem umfangreichen Messprogramm unterzogen [31]. Die 7 untersuchten Grundwasser-Wärmepumpen erreichten im Mittel nur eine JAZ von 3,0, die 13 Erdwärmesysteme (Sonden oder Kollektoren) im Mittel 3,4. Nur zwei von 20 Erdwärmesystemen genügten mit JAZ von mehr als 4 den Anforderungen aus dem EEWärmeG. Bei den 13 Luft-Wärmepumpen blieben die JAZ mit 2,8 bei Fußbodenheizung und 2,3 bei Radiatoren recht deutlich unter den Anforderungen des EEWärmeG. Nur zwei Anlagen überschritten mit 3,1 bzw. 3,3 eine JAZ von 3.

Die Anforderungen des EEWärmeG an die Energieeffizienz von Wärmepumpen scheinen ausgehend von diesen Ergebnissen nur in wenigen Fällen erzielt zu werden. Da eine Nachrüstung im Gebäudebestand wegen des Aufwandes für die Erdsonden bzw. Erdkollektoren und der oftmals ungeeigneten Heizungssysteme (keine Niedertemperaturverteilung) schwierig ist, sollte eine mögliche Förderung von Wärmepumpen eher auf den Neubaubereich abzielen und hier nur auf Bereiche, in denen aufgrund fehlender Wärmedichte keine leitungsgebundene Versorgung mit Fernwärme oder Erdgas erfolgt.

Die Potenziale in Heilbronn werden daher vorsichtig bewertet. Bei einer Durchdringung im Neubaubereich von 30% können rund 20 Anlagen im Jahr im Neubaubereich (Einfamilienhäuser) hinzukommen, das entspricht bis 2020 einem Flächenpotenzial von 30.000 m² Wohnfläche.

Eine finanzielle Förderung ist in der Regel nicht notwendig, da diese Anlagen durch die vorhandenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Wirtschaftlichkeit liegen, was auch die stark gestiegenen Installationszahlen der letzten Jahre zeigen.

Bei einer Arbeitszahl von 3,8 können bei 20 Neuinstallationen pro Jahr unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen im Endausbau bis Ende des Betrachtungszeitraumes 2020 199 t CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Die Bewertung der Vermeidungskosten kann hier nur exemplarisch erfolgen, da diese sehr stark von den konkreten Gegebenheiten abhängt. So spielen neben der Eignung des Untergrundes auch die Ausführung der Heizungssysteme (Vorlauf- und Rücklauftemperaturen, Solarkollektoren, Heizwärmebedarf) sowie die Gebäude- und Grundstücksgeometrie eine Rolle. Bei geschätzten Mehrkosten von 7.000 EUR im Vergleich zu einem konventionellen Heizungskessel, einem Wärmepumpen-Stromtarif, der 10% unter dem allgemeinen Tarif liegt und einer Förderung nach den Richtlinien des Bafa ergeben sich Wärmegestehungskosten von rund 9 ct/kWh. Diese liegen etwas über den anlegbaren Wärmepreisen, so dass sich aus individueller Sicht Vermeidungskosten von rund 67 EUR/t ergeben.

Neben elektrisch betriebenen Wärmepumpen kommen bei größeren Objekten ab 50 kW auch gasbetriebene Wärmepumpen in Frage, im Leistungsbereich bis 200 kW als Gasabsorptionswärmepumpe, darüber durch gasmotorische Wärmepumpen. Beide erreichen auch mit Luft als Medium Arbeitszahlen von rund 1,4 und sind damit deutlich effizienter als Brennkessel.

Beide Anlagenvarianten können zudem im Sommer auch als Kälteerzeuger betrieben werden, was vor allem bei gewerblichen Anwendungen relevant ist.

Das Potenzial hierfür wird grob mit ca. 30 Objekten pro Jahr mit 50 - 200 kW Leistungsbedarf, bei denen die Heizungsanlage erneuert wird, abgeschätzt und mit ca. 5 Objekten mit mehr als 200 kW. Davon kommt allerdings nur ein Teil für Wärmepumpen in Frage, da diese am besten mit Fußbodenheizungen kombiniert werden sollten.

Die Wirtschaftlichkeit und die Substitutionspotenziale hängen allerdings sehr stark vom Anwendungsfall ab, so dass hier keine quantifizierbaren Aussagen zu Minderungspotenzial und Wirtschaftlichkeit getroffen werden können.

Ein weiteres, innovatives Einsatzfeld von Wärmepumpen ist die Nutzung warmer Siedlungsabwässer in Sammelkanälen mit einem Durchmesser größer DN 800. Durch das ganzjährig warme (ca. 10-15°C auch im Winter) Abwasser lassen sich Wärmepumpen zur Versorgung nahegelegener Abnehmer (Kindergarten, Schulen, Schwimmbäder, Mehrfamilienhäuser) sehr effizient und ohne Eingriffe ins Erdreich und Grundwasser betrieben (vgl. z.B. [32], [33]).

Aufgrund der Abschätzungen aus anderen Projekten wird ein überschlägiges Potenzial von bis zu 10 Projekten in der Größenordnung 200 kW abgeschätzt. Dadurch ließen sich überschlägig weitere 200 t CO₂ einsparen.

R6	Umweltwärme
Beschreibung	<p>In Wohngebieten, die nicht leitungsgebunden versorgt sind, lassen sich durch Wärmepumpen mit Erdreich oder Grundwasser als Wärmequelle Primärenergie und Emissionen einsparen, möglichst in Verbindung mit Solarkollektoren (Warmwasser im Sommer).</p> <p>Im Mietwohnungsbau und im Gewerbebereich können gasbetriebene Wärmepumpen auch mit Luft als Wärmequelle eine Effizienzverbesserung gegenüber Kesselanlagen erreichen.</p> <p>Die Nutzung der Abwärmequelle Abwasser sollte im Stadtgebiet geprüft werden</p>
Potenzial	<p>In Heilbronn können bei rund 60 neugebauten EFH rund 20 Neuinstallationen pro Jahr hinzukommen.</p> <p>Bis 2020 ergibt sich so ein zusätzliches Potenzial von 200 Objekten.</p> <p>Im Gewerbe und MFH-Bereich wird das Potenzial für gasbetriebene Anlagen mittlerer Leistung auf maximal 10 Objekte geschätzt.</p>
Zeitraum	2010-2020
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • HVG, Wohnungswirtschaft, Besitzer von Gewerbeimmobilien • Stadt (Tiefbauamt): Auswertung zur Eignung der Abwassersammler als Wärmequelle
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmecontracting durch Gasversorger • Einige eigene Liegenschaften der Stadt (z.B. Schulen) • Information und Beratung • Bereitstellung Abwassersammler zur Nutzung als Wärmequelle
Investitionen	abhängig von der baulichen Situation, rund 400-600 EUR/kW für Wärmepumpenanlage, also deutlich teurer im Invest als ein neuer Kessel. Insgesamt Mehrkosten von rund 7.000-10.000 EUR/Anlage, bei 20 Anlagen pro Jahr insgesamt bis 2020 rund 1,5 Mio. EUR (V), (A)
Relevanz Stadt	Erhöhung der regionalen Wertschöpfung (Handwerk)
Relevanz für weitere Akteure	Geschäftsfeld für Energieversorger, Beschäftigungssicherung für das ausführende Handwerk
Aufwand	geringer Aufwand außer bei direkter Förderung. Geringer Aufwand zur Untersuchung der Abwasserwärmenutzung (20.000 EUR Grobanalyse)
Hemmnisse	Fehlende Information, Höherer Liquiditätsbedarf beim Bauherren, ungeeignete Grundstücke
Einsparpotenzial	ca. 190 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Abhängig vom Objekt, Amortisation >10 Jahre. Vollkosten sind i.d.R. vergleichbar mit Kesselanlagen (A)
Vermeidungskosten	ca. 67 €/t (A)
Wechselwirkungen	Erfüllung EWärmeG in Baden-Württemberg
Umsetzungspriorität	Niedrig

Tabelle 23: Maßnahmenbewertung Umweltwärme

3.4.7 Ökostrom

Die Stadt Heilbronn deckt seit 2009 den eigenen Strombedarf aus Anlagen zur Nutzung erneuerbaren Energie. Die ZEAG Energie AG hat die europaweite Ausschreibung der Stadt Heilbronn gewonnen und versorgt bis 2011 die Stadt Heilbronn, wobei die Straßenbeleuchtung ausschließlich mit Ökostrom vorwiegend aus heimischen Wasserkraftwerken betrieben wird.

Die ZEAG bietet mit den Ökostromprodukten „NaturEnergie Silber“ und „NaturEnergie Gold“ Produkte aus Erneuerbaren Energien und KWK an und beliefert damit Kunden im Netzgebiet der NHF.

Das Produkt „NaturEnergie Gold“ ist mit dem „Gütesiegel ok-Power“ von EnergieVision ausgezeichnet und garantiert einen anteiligen Ausbau der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energiequellen. Aus dem Aufpreis von 2,5 ct/kWh werden über ein Fondsmodell auch Neuanlagen mitfinanziert und somit wird ein Beitrag zum Ausbau geleistet. Der Strom kommt vollständig aus regenerativen Quellen und kann wegen der Ausbaukomponente als CO₂-emissionsfrei bilanziert werden

Bei der Bestimmung der CO₂-Emissionsminderung wird aus der Sicht der ZEAG ein zusätzliches Absatzpotenzial bis 2020 im Stadtgebiet von 6.000 Haushaltskunden (10% des Haushaltskunden) und 300 Gewerbekunden (rund 5% der Gewerbekunden) bzw. insgesamt rund 18.000 MWh/a angenommen. Ein noch höherer Anteil ist angesichts der bisherigen Vertriebserfahrungen in Heilbronn und bei anderen Versorgern mit qualitativ hochwertigen und damit deutlich teureren Produkten (mit Förderung von Neuanlageninvestitionen, keine reine Zertifikatelösung) nicht realistisch. Auch diese Zielvorgabe von 5-10% Kundenanteil ist vermutlich nur bei einem deutlich gesteigerten Problembewusstsein der Kunden in Verbindung mit hohem Marketingaufwand erreichbar.

Dadurch kann ein Minderungsbeitrag von 12.100 t bei Vermeidungskosten (aus Kundensicht) von rund 41 EUR/t erschlossen werden.

R7	Ausbau Ökostromvertrieb
Beschreibung	Durch geeignetes Marketing werden ökologisch verantwortungsbewusste Verbraucher für den Bezug von Ökostrom gewonnen. Das Ökostromangebot zielt auf die Kundengruppen Haushalte und Kleinverbraucher
Potenzial	Städtische Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung sind bereits mit Ökostrom versorgt. Im Bereich der Haushaltskunden werden bis 2020 ein maximal adressierbares Potenzial von 10%, im gewerblichen Bereich von 5% für ein Premiumprodukt wird „NaturEnergie Gold“ angenommen. Dies entspricht einem Stromabsatz von 20.000 MWh/a.
Zeitraum	Bis 2020
Akteure	Alle Kunden, ZEAG Energie AG, Stadt
Umsetzungshebel	Einsatz in eigenen Liegenschaften der Stadt, Vertrieb selber durch ZEAG
Investitionen	Gering (V)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	gering
Relevanz für weitere Akteure	Zeag Energie: Kundenbindung Produktportfolio
Aufwand	Stadt: ggf. Mehrkosten für Eigenverbrauch
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Signifikante Mehrkosten • Weiter steigende Strompreise und EEG Umlagen erschweren Vertrieb • Z.T. wenig transparentes Labeling/Gütesiegel • Zusammenhang zwischen Mehrkosten und Umweltnutzen schwer vermittelbar, fehlende Sichtbarkeit beim Kunden
Einsparpotenzial	ca. 12.100 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Keine direkte Wirtschaftlichkeit beim Kunden, da es keinen direkten monetären Nutzen gibt. (S), (A) Wirtschaftlichkeit des Lieferanten hängt von den Beschaffungskosten und der Produktgestaltung ab. (V)
Vermeidungskosten	41 EUR/t CO ₂ (S), (A)
Wechselwirkungen	Konkurrenz von Ökostromangeboten anderer Lieferanten, Kopplung mit Tarifen mit Sparanreiz (Maßnahme S4) sinnvoll
Umsetzungspriorität	mittel

Tabelle 24: Maßnahmenbewertung Ausbau Ökostromangebot

3.5 Handlungsfeld Wärmeversorgung

Da nach wie vor der größte Teil des Endenergieverbrauches im Gebäudebereich auf die Heiz- und Warmwasserversorgung entfällt, liegen in diesem Bereich auch die größten Einsparpotenziale. Zwar wird durch die Energieeinsparverordnung bereits für Neubauten wie auch im Bestand ein deutlich besserer Standard vorgeschrieben, die Praxis zeigt jedoch, dass dies nicht immer umgesetzt wird. Nach heutigem Stand sind sowohl im Neubau als auch – mit kleinen Einschränkungen – im Bestand U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizient) von 0,1-0,15 W/m²K (Bestand: rund 1 W/m²K) für opake Bauteilflächen und 0,6 W/m² für Fensterflächen (Bestand: 1,4-2,8W/m²K) aus technischer Sicht erreichbar. Eine Verringerung des Transmissionsverlustes um den Faktor 3 ist somit problemlos erreichbar.

Auch im Bereich der Wärmezeugung bieten sich durch Mikro-KWK Anlagen, Heizungssanierung und Brennstoffwechsel Möglichkeiten zur Emissionsreduktion.

Der Wohnungsbestand von rund 57.000 Wohneinheiten in Heilbronn ist sehr stark durch den Bestand älterer Gebäude der Jahre bis 1979 geprägt, also noch überwiegend aus der Zeit vor der ersten Wärmeschutzverordnung. Über ¾ der Wohnflächen fallen in diese Baualterklasse.

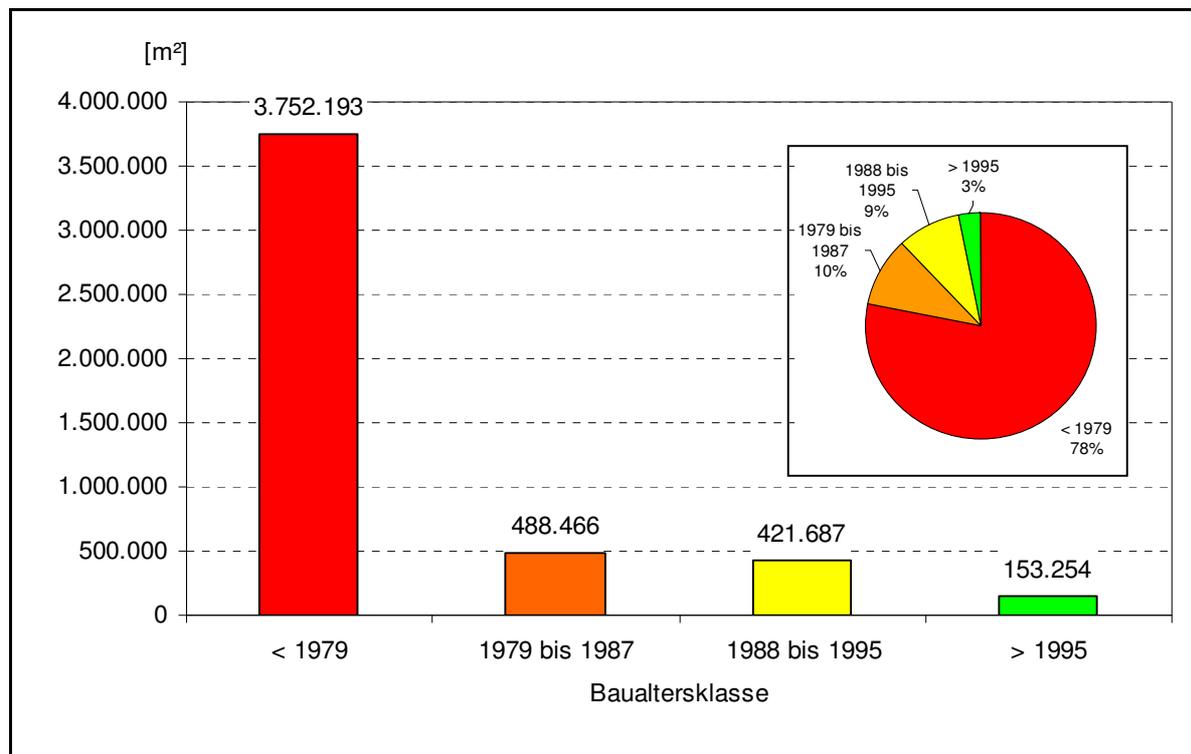


Abbildung 69: Aufteilung des Wohnflächenbestandes auf Baualterklassen. Quelle: Landesamt für Statistik BW

3.5.1 Gebäudesanierung im Wohnungsbestand

Die Aufteilung der Altersklassen zeigt bereits, dass der Gebäudebestand der bestimmende Faktor ist. Im Bestand werden Bauteilflächen (Dach, Fenster, Fassade) etwa alle 30 Jahre im Mittel saniert, allerdings zum Teil – trotz anderslautender gesetzlicher Vorschriften – nur baulich und nicht energetisch. Für das Referenzszenario wurde eine energetische Sanierungsquote von 50% Prozent unterstellt, was bedeutet, dass jedes Jahr 1,5% der Bestandsgebäude umfassend energetisch saniert werden. Bei den Restlichen findet nur eine Teilsanierung statt oder es wird nur optisch, nicht aber energetisch saniert.

Diese autonome Verbesserung ist bereits in der Referenzprognose bis 2020 enthalten und kann daher nicht als adressierbare Maßnahme gewertet werden.

Als zusätzlicher Einsparhebel wird eine Sanierungsquote von 100% bewertet, d.h. eine Ausschöpfung der Potenziale, die innerhalb der Renovierungszyklen liegen. Dies setzt eine bessere Vollzugsüberwachung und auch ein entsprechendes Bewusstsein der Handelnden voraus.

Eine Bewertung der Einsparpotenziale kann angesichts der Vielfalt von rund 20.000 Gebäuden natürlich nicht einzelfallscharf erfolgen. Es wird daher auf den Wärmeatlas und die baublockscharfen Wärmekennzahlen zurückgegriffen.

Auf Basis des Wärmeatlas mit ca. 900 baublockscharfen Verbrauchszahlen und Flächenangaben werden diejenigen Baublöcke herausgefiltert, die eine weitgehende Wohnungsnutzung haben, eine Mindestanzahl von 50 Einwohnern und die einen hohen flächenbezogenen Wärmeverbrauch aufweisen.

Eine solche beispielhafte Auswertung ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Zu erkennen sind alle Baublöcke mit einem aus den Verbrauchsdaten hochgerechneten Wärmebedarf von mehr als 160 kWh/m² Nettogrundfläche. Da in der Darstellung nicht zwischen der Nutzung unterschieden ist, fallen auch einige Bereiche mit überwiegender Gewerbenutzung (z.B. Neckgartach Nord, Baublock 33) darunter.

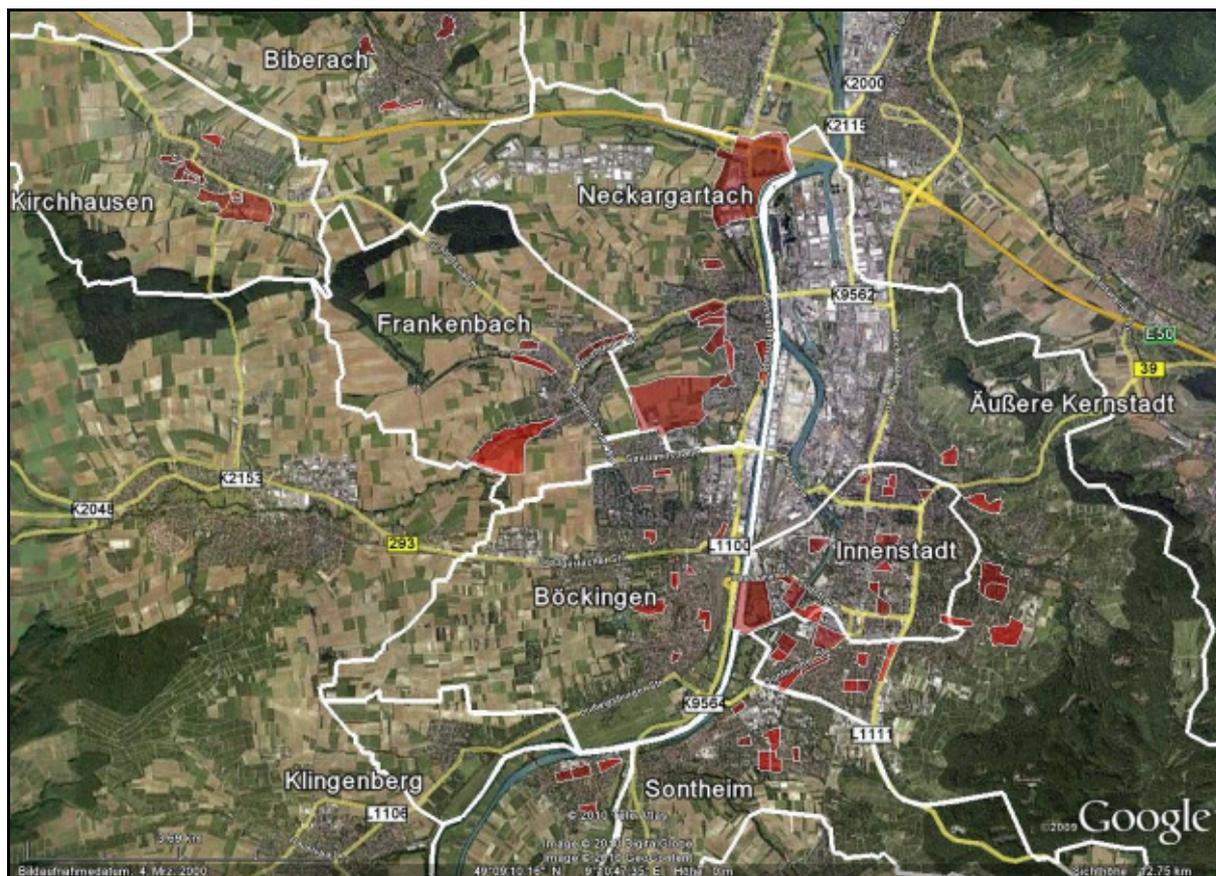


Abbildung 70: Auswertung der Baublöcke mit einem spezifischen Wärmebedarf von mehr als 160 kWh/m²

Von den rund 400 Baublöcken mit überwiegender Wohnungsnutzung haben 45 eine mittlere Verbrauchszahl von mehr als 160 kWh/m² und sind damit vorrangige Ziele einer Sanierung. Natürlich bedeutet das nicht, dass alle Objekte in einem Baublock energetisch ineffizient sind, es spricht aber schon dafür, dass eine große Anzahl von Objekten mit Handlungsbedarf vorhanden ist, zumal in der Regel die Bebauung innerhalb eines Baublockes relativ homogen (z.B. hinsichtlich Baujahr) ist.

Die 45 Baublöcke mit den höchsten Verbräuchen sind in der Tabelle 25 zusammengestellt. Für diesen Teil errechnet sich ein Einsparpotenzial für Sanierungen innerhalb des Sanierungszyklus von rund 4.000 t CO₂. Für alle betrachteten 414 Baublöcke liegt das Einsparpotenzial bis 2020 bei rund 9.000 t CO₂.

Baublock ID	GTI_KEY	BAUBLOCK	ST_NAME	SV_NAME	BB_NAME	Einwohner	Wohnfläche m²/EW	Verbrauch bewertet kWh/m²	Verbrauch bewertet MWh	Einsparung Endenergie MWh	Einsparung CO2 t/a
115	1212	1212	Innenstadt	Nordstadt	Baublock 12	219	48,9	526,3	5635,8	1.127	300
605	1761	1761	Innenstadt	Bahnhofsvorstadt	Baublock 61	342	38,5	505,3	6649,7	1.330	354
187	4315	4315	Neckargartach	Neckargartach - West	Baublock 15	122	25,5	488,5	1519,5	304	81
861	7525	7525	Frankenbach	Frankenbach - Maihalde	Baublock 25	139	47,1	442,8	2896,6	579	154
461	5173	5173	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 73	175	42,9	436,9	3276,2	655	174
85	10213	10213	Horkheim	Horkheim - Nord	Baublock 13	100	31,9	328,1	1047,2	209	56
708	1243	1243	Innenstadt	Nordstadt	Baublock 43	116	47,3	274,0	1504,1	301	80
270	7425	7425	Frankenbach	Frankenbach - Nord	Baublock 25	92	71,8	271,3	1792,3	358	95
488	5124	5124	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 24	97	49,5	259,9	1247,5	250	66
514	2944	2944	Äußere Kernstadt	Suedviertel	Baublock 44	99	44,8	258,6	1147,7	230	61
182	4237	4237	Neckargartach	Neckargartach - Sued	Baublock 37	197	37,2	251,4	1841,4	368	98
477	5183	5183	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 83	62	64,1	245,7	975,9	195	52
299	2514	2514	Äußere Kernstadt	Gemmingstal	Baublock 14	159	29,4	224,1	1046,6	209	56
433	3361	3361	Boeckingen	Alt-Boeckingen - Ost	Baublock 61	59	84,0	217,7	1079,0	216	57
561	1526	1526	Innenstadt	Suedoststadt	Baublock 26	359	51,6	209,3	3874,8	775	206
87	10214	10214	Horkheim	Horkheim - Nord	Baublock 14	221	54,5	207,8	2504,5	501	133
510	2931	2931	Äußere Kernstadt	Suedviertel	Baublock 31	152	58,5	207,0	1840,2	368	98
535	2834	2834	Äußere Kernstadt	Suedbhf. / John-F.-Kennedy	Baublock 34	87	57,5	202,4	1013,0	203	54
201	3125	3125	Boeckingen	Boeckingen - Nord	Baublock 25	54	51,8	195,7	547,6	91	18
849	7514	7514	Frankenbach	Frankenbach - Maihalde	Baublock 14	66	78,5	193,3	1001,4	167	34
119	1226	1226	Innenstadt	Nordstadt	Baublock 26	137	79,1	192,8	2088,5	348	70
569	2824	2824	Äußere Kernstadt	Suedbhf. / John-F.-Kennedy	Baublock 24	168	56,5	189,4	1799,0	300	61
513	2942	2942	Äußere Kernstadt	Suedviertel	Baublock 42	106	58,9	188,7	1177,0	196	40
534	2833	2833	Äußere Kernstadt	Suedbhf. / John-F.-Kennedy	Baublock 33	163	50,6	184,5	1522,5	254	51
800	9331	9331	Biberach	Biberach - Sued	Baublock 31	98	76,0	183,8	1369,2	228	46
244	3231	3231	Boeckingen	Boeckingen - Nordwest	Baublock 31	78	65,2	179,0	909,9	152	31
16	5188	5188	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 88	1005	32,7	175,6	5765,1	961	194
611	3311	3311	Boeckingen	Alt-Boeckingen - Ost	Baublock 11	73	62,0	175,4	793,5	132	27
414	10216	10216	Horkheim	Horkheim - Nord	Baublock 16	293	46,9	174,4	2394,7	399	81
28	4225	4225	Neckargartach	Neckargartach - Sued	Baublock 25	175	48,9	174,3	1490,8	248	50
455	5192	5192	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 92	155	69,1	173,7	1861,5	310	63
694	1635	1635	Innenstadt	Suedstadt	Baublock 35	433	72,7	172,2	5423,8	904	183
586	1512	1512	Innenstadt	Suedoststadt	Baublock 12	286	51,4	170,7	2510,4	418	85
540	2844	2844	Äußere Kernstadt	Suedbhf. / John-F.-Kennedy	Baublock 44	176	48,4	170,0	1448,8	241	49
527	3343	3343	Boeckingen	Alt-Boeckingen - Ost	Baublock 43	264	47,5	169,7	2127,5	355	72
705	1224	1224	Innenstadt	Nordstadt	Baublock 24	297	42,6	168,9	2135,4	356	72
506	2938	2938	Äußere Kernstadt	Suedviertel	Baublock 38	155	50,5	166,4	1302,1	217	44
309	2553	2553	Äußere Kernstadt	Gemmingstal	Baublock 53	382	46,8	165,5	2955,5	493	100
442	3426	3426	Boeckingen	Alt-Boeckingen - West	Baublock 26	356	44,4	164,3	2595,8	433	87
227	3182	3182	Boeckingen	Boeckingen - Nord	Baublock 82	128	53,6	163,2	1119,5	187	38
474	5193	5193	Sontheim	Sontheim - Ost	Baublock 93	158	66,9	162,4	1715,8	286	58
546	2842	2842	Äußere Kernstadt	Suedbhf. / John-F.-Kennedy	Baublock 42	220	45,5	162,3	1626,5	271	55
76	10318	10318	Horkheim	Horkheim - Sued	Baublock 18	95	62,0	161,7	952,2	159	32
566	2952	2952	Äußere Kernstadt	Suedviertel	Baublock 52	326	51,8	161,3	2720,8	453	92
625	3415	3415	Boeckingen	Alt-Boeckingen - West	Baublock 15	123	62,9	160,3	1239,4	207	42
Summe						8.767			93.486	16.944	3.946

Tabelle 25: Übersicht Baublöcke mit hohem Wärmebedarf Quelle: Wärmeatlas Heilbronn

Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit kann natürlich nicht pauschal auf Baublockebene erfolgen. Diese wird anhand einer typischen Aufteilung der Hüllflächen auf die Bereiche Fassade, Dach, Fenster und Keller bewertet. Die Hochrechnung von Wohnflächen auf Bauteilflächen wurde anhand der IWU-Typologie [34] vorgenommen. Den Bauteilen wurden entsprechende Effizienzverbesserungen und die damit verbundenen Mehrkosten zugeordnet.

Tabelle 26 zeigt eine Zusammenfassung der hinterlegten Daten. Die Kostenangaben beziehen sich auf die Mehrkosten der energetischen Sanierung (Dämmmaterial, Montage) im Rahmen einer „Sowieso“-Sanierung, die Zahlen in Klammern geben die Gesamtkosten pro Bauteilfläche an. Kellersanierung und die Wärmeisolierung von Heizleitungen können immer durchgeführt werden, hier gibt es keinen Unterschied zwischen Durchführung innerhalb und außerhalb von Renovierungszyklen.

Bereich	Bauteil	U-Wert vorher	U-Wert nachher	Mehrkosten	Bemerkung
		[W/m ² K]	[W/m ² K]	[EUR/m ²]	
EFH	Fassade	0,92	0,15	60 (130)	
	Dach	1,44	0,20	30 (70)	
	Fenster	1,95	0,70	50 (350)	3-Scheibenverglasung
	Keller	0,97	0,27	25	Dämmung unterste Ge- schoßdecke
MFH	Fassade	1,14	0,18	60 (110)	
	Dach	1,46	0,20	28 (70)	
	Fenster	1,95	0,70	50 (300)	3-Scheibenverglasung
	Keller	1,01	0,27	23	
Bereich	Bauteil	Ψ-Wert vorher	Ψ-Wert nachher	Mehrkosten	
		[W/mK]	[W/mK]	[EUR/m ²]	
EFH	Rohrleitung	0,73	0,18	6	Ausführung durch Nutzer
MFH	Rohrleitung	0,73	0,18	10	

Tabelle 26: Maßnahmenparameter Gebäudehülle. Quelle: [35], [34]

Da die Maßnahmen an Dach, Fassade und Fenstern in der Regel nicht isoliert vorgenommen werden, wurden diese zu einer Kombi-Maßnahme zusammengefasst.

Bei einem Hüllflächenpotenzial (zusätzlich zu der im Trendszenario bereits unterstellten Sanierung) im Zeitraum von 2010 bis 2020 von 350.000 m² bei EFH und 400.000 Mio. m² bei MFH ergibt sich eine mittlere Effizienzverbesserung der zu sanierenden Bauteile von bis zu 80% (U-Wert 0,25 statt 1,25 W/m²K bei EFH, 0,25 statt 1,46 bei MFH). Diese geht einher mit einer CO₂-Minderung von rund 11.000 t. Endenergetisch können 48 GWh zusätzlich eingespart werden. Diese Werte sind etwas höher als die Auswertungen des Wärmeatlas, da hier die gesamte Fläche und nicht nur die Baublöcke mit überwiegender Wohnnutzung bewertet wurde.

Würde man auch die Gebäude vollsanieren, bei denen keine Instandsetzung ansteht, könnte man weitere 45.000 t CO₂ einsparen, mit allerdings sehr viel höheren Vermeidungskosten.

Die Isolierung von Kellerdecken (bei unbeheiztem Keller) sowie von Heizungs- und Warmwasserrohren, die jederzeit durchgeführt werden können, bringt eine weitere Einsparung von insgesamt 3.400 t CO₂.

Neben den Einsparpotenzialen im Bestand lassen sich grundsätzlich auch im Neubau noch weitere Effizienzverbesserungen bei der Gebäudehülle erreichen, etwa in der Form von Pas-

sivhäusern. Da die Energieeinsparverordnung EnEV und deren erwartete Fortschreibung im Jahr 2012 aber bereits sehr ambitionierte Vorgaben machen und das Neubauvolumen im Vergleich zum Gebäudebestand nur gering ist, wurden diese sehr kleinen Zusatzpotenziale nicht betrachtet.

Die Vermeidungskosten wurden auf Basis der im vorigen Abschnitt dargestellten Effizienzverbesserungen, landestypischen Heizgradstundenwerten sowie den flächenspezifischen Investitionskosten berechnet.

Alle untersuchten Maßnahmen innerhalb der Renovierungszyklen sind aus Sicht des Betreibers wirtschaftlich, zum Teil ergeben sich erhebliche Einsparungen von über 100 EUR/t CO₂. Dass viele dieser Maßnahmen nicht autonom umgesetzt werden, liegt an einer Vielzahl von Hemmnissen, die in dem nächsten Abschnitt näher diskutiert werden.

W1 Sanierung im Wohngebäudebestand innerhalb Renovierungszyklus	
Beschreibung	Energetische Sanierung im Renovierungszyklus
Potenzial	Bei einem Gebäudebestand von rund 10.000 Einfamilienhäusern und ebenfalls rund 10.000 Zwei- und Mehrfamilienhäusern mit insgesamt rund 50.000 Wohnungen werden rund 1/3 bis 2020 sanierungsfällig (30 Jahre Sanierungszyklus). Bei einer Vollzugsquote von 50% verbleiben rund 750.000 m ² Hüllfläche, die nicht autonom bzw. nicht optimal energetisch saniert werden.
Zeitraum	kontinuierlich
Akteure	Bauherren, Mieter, Wohnbaugesellschaften, Eigentümer, Stadt
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbildfunktion durch beispielhafte Sanierungen eigener Liegenschaften • Energieberatung • Vollzugskontrolle (Bauamt) • Initiierung und Förderung von Stadtteilsanierungsprojekten
Investitionen	Rund 46 Mio. EUR (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Hoch, großes Potenzial, außerdem Stadtbildverbesserung und größere Wohnattraktivität
Relevanz für weitere Akteure	HVG als Gasversorger, Handwerk, Bauwirtschaft
Aufwand	Unterstützung von Quartiersanierungsprojekten (administrativ, ggf. auch Förderung sinnvoll)
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Informationen • Mangelnde Vollzugskontrolle • Hoher Liquiditätsbedarf • Investor-Mieter-Dilemma • Denkmalschutz
Einsparpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • EFH: 4.500 t CO₂/a • MFH: 6.100 t CO₂/a • Kellerisolierung: 3.400 t CO₂/a
Wirtschaftlichkeit	Oft hohe Wirtschaftlichkeit durch die Energieeinsparung (A)
Vermeidungskosten	<ul style="list-style-type: none"> • EFH : ca. -124 €/t (A) • MFH : ca. -137 €/t (A)
Wechselwirkungen	Kopplung mit Maßnahmen zur Heizungserneuerung (R3,R4, R6) sinnvoll
Umsetzungspriorität	hoch

Tabelle 27: Maßnahmenbewertung Wohngebäudesanierung

Für die beiden Kombinationsmaßnahmen EFH und MFH wurden die Vermeidungskosten auch für Sanierungen außerhalb des Renovierungszyklus bewertet. Setzt man die Vollkosten gem. Tabelle 26 an, ergeben sich erwartungsgemäß relativ hohe Vermeidungskosten von im Mittel 160-180 EUR/t bei einem zusätzlichen Potenzial bis 2020 von 30.000 t. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Investor bei vorgezogenen Sanierungen auch den Wert seiner Immobilie steigert. In der Praxis werden umfangreiche energetische Sanierungen allerdings ohne bauliche und/oder optische Notwendigkeit nur selten durchgeführt.

3.5.2 Energiesparende Neubauten

Neben der Altbausanierung bietet natürlich auch der Neubaubereich Einsparpotenziale. Da die aktuell gültige ENEC 2009 bereits einen Standard in etwa auf Höhe eines Niedrigenergiehauses vorschreibt, sind weitere, deutliche Verbesserungen nur noch durch erheblichen konstruktiven Mehraufwand zu erreichen. Dazu zählen 3-Scheibenverglasung und vor allem eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, was dann weitgehend zu einem Passivhausstandard (Kein Heizverteilsystem mehr, Beheizung über Abwärme und Zuluftkonditionierung) führt.

Dadurch lässt sich der Wärmebedarf von rund 50 kWh/m² nach ENEC 2009 auf rund 15 kWh/m² reduzieren bei Mehrkosten von 4-8% der gesamten Baukosten.

Allerdings ist der Minderungsbeitrag aufgrund der nur noch geringen zu erwartenden Neubautätigkeit sowie des schon guten Standards erwartungsgemäß sehr viel kleiner als im Bereich der Bestandssanierung. So würde eine Ausführung von 50% der Neubauten im Einfamilienhausbereich (Annahme: 30 Bauten pro Jahr) zu einem Minderungsbeitrag bis 2020 von gut 300 t/a führen. Dies entspricht nur 1,5% des adressierbaren Potenzials bei einer konsequenten energetischen Sanierung im Bestand und illustriert, dass der Gebäudebestand der entscheidende Faktor zur Einsparung ist.

Die Vermeidungskosten liegen bei Passivhäusern je nach unterstellten Energiepreisen im positiven oder negativen Bereich. Das hier angenommene Szenario führt zu positiven Vermeidungskosten von rund 60 EUR/t, die allerdings bei nur leicht höheren Energiepreisen schon ins Negative fallen (vgl. auch z.B. [36]).

W2	Energieeffiziente Neubauten	
Beschreibung	Ausführung von 50% der neugebauten Einfamilienhäuser als Passivhaus	
Potenzial	Bei einer Neubautätigkeit von rund 60 Objekten pro Jahr können bis 2020 maximal 600 Passivhäuser entstehen. 50% davon wurden als maximales Potenzial angenommen.	
Zeitraum	Bis 2020	
Akteure	Bauherren, Architekten	
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweis von Vorgaben in Bebauungsplänen • Energieberatung • Finanzielle Förderung 	
Investitionen	Rund 3 Mio. EUR (Nur Mehrkosten) (A)	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	niedrig	
Relevanz für weitere Akteure	HVG und ZEAG, Handwerk, Architekten, Bauwirtschaft	
Aufwand für die Stadt Heilbronn	gering	
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Liquiditätsbedarf • Akzeptanzprobleme (dichte Gebäudehülle) • Fehlende Informationen • Wirtschaftlichkeit nur bei höheren Energiepreisen gegeben 	
Einsparpotenzial	315 t CO ₂ /a	
Wirtschaftlichkeit	Längere Amortisationszeit (20 Jahre und mehr), abhängig von der Energiepreisentwicklung. Fördermöglichkeiten durch KfW. (A)	
Vermeidungskosten	ca. 60 €/t (A)	
Wechselwirkungen	Wechselwirkung mit Maßnahme Wärmepumpe (S6) und Solarthermie (S4).	
Umsetzungspriorität	mittel	

Tabelle 28: Maßnahmenbewertung Energieeffiziente Neubauten

3.5.3 Gebäudesanierung in öffentlichen Liegenschaften

Im Vergleich zu dem Hauptteil der privaten Liegenschaften, kann die Stadt Heilbronn bzw. ihre Tochtergesellschaften bei den kommunalen Objekten einen direkten Einfluss nehmen.

3.5.3.1 Städtische Liegenschaften

Die Stadt Heilbronn führt seit 2003 ein umfangreiche Berichtswesen mit Energiecontrolling durch, in dem die Verbrauchs- und Kostenentwicklung der städtischen Liegenschaften dokumentiert wird (vgl. [58]). Daher wird im Rahmen dieses Gutachtens keine ausführliche Analyse der städtischen Liegenschaften vorgenommen.

Die Aufteilung der stadt-eigenen Gebäude ist Abbildung 71 dargestellt. Auf Schulen und Kindergärten entfallen 60% der Fläche und auch rund 60% des Wärmebedarfes.

Die temperaturbereinigte Verbrauchskennzahl liegt bei den meisten Typenklassen zwischen 100 und 150 kWh/m² und damit in einem typischen Bereich (z.B. Verglichen mit ages-Kennwerten [37]), mit Ausnahme von Sondernutzungen wie Krematorien, Werkstätten und Sporthallen.

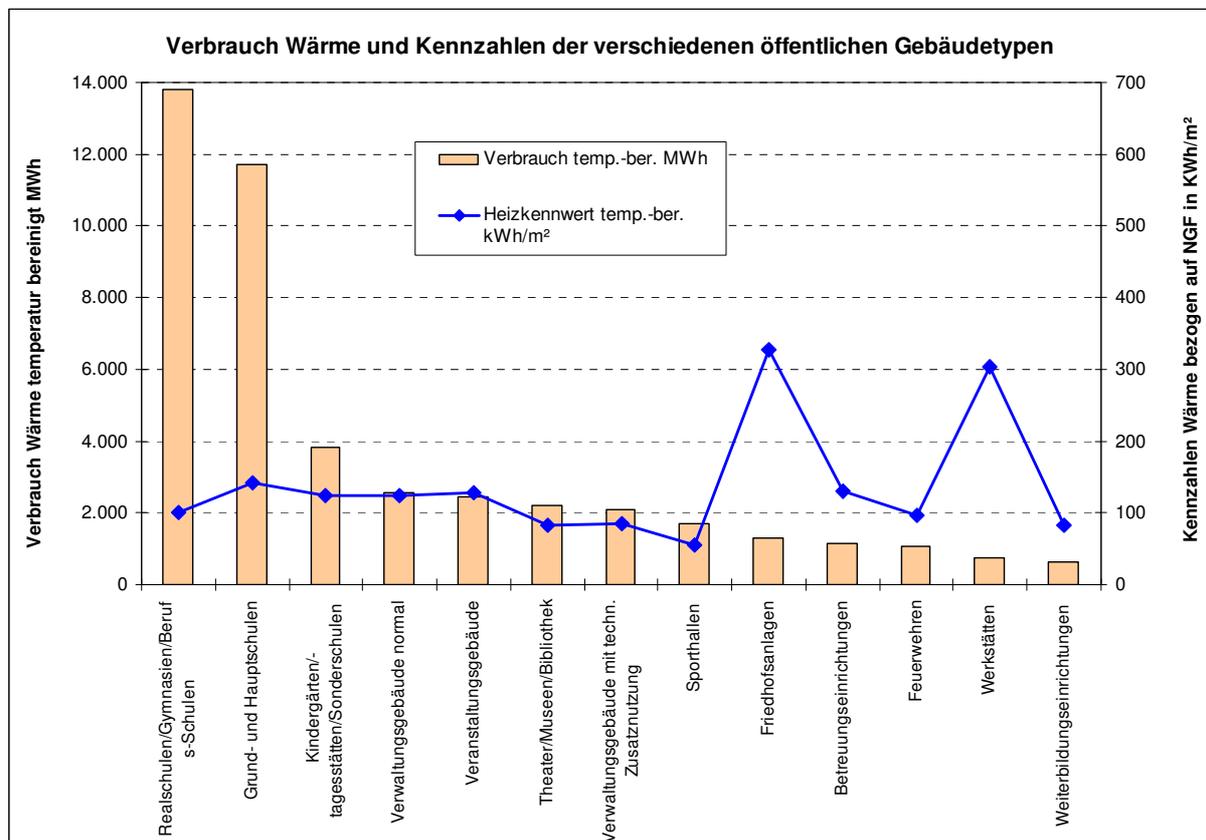


Abbildung 71: Aufteilung der Liegenschaften auf unterschiedliche Typen

Dass in diesem Bereich trotz der erfolgreichen Sanierungen einiger Objekte (vor allem im Schulbereich) durchaus noch weitere Einsparpotenziale liegen, zeigt die Darstellung der größten Verbraucher (Wärmebedarf über 200 MWh). Diese decken 80% des Gesamtbedarfes städtischer Liegenschaften ab. Hier ist eine erheblich größere Schwankungsbreite erkennbar, z.B. im Bereich der Schulen, die einen Bereich zwischen 50 und 350 kWh abdecken.

Aufgrund des großen Einflusses ist der Bereich der Schulen und Kindergärten noch einmal detailliert in Abbildung 73 im Vergleich zu Bestwerten dargestellt:

Etwa ein Viertel der Objekte liegt sehr deutlich über den Durchschnittswerten. Diese sind noch nicht baulich saniert worden, so dass hier die größten Einsparpotenziale liegen. Allerdings sind auch zahlreiche Objekte bereits im Bereich des Vergleichswertes (unteres Quartilsmittel der ages-Datenbank), so dass hier keine signifikanten Einsparungen mehr zu erwarten sind.

Im Bereich der Schulen und Kindergärten ergibt sich so ein rechnerisches zusätzliches Potenzial von 10.000 MWh Endenergie für Wärme bzw. 2.200 t CO₂.

Für die restlichen, in der Nutzung und Baustruktur sehr heterogenen Liegenschaften lässt sich ein weiteres Potenzial von rund 1.000 t CO₂ abschätzen.

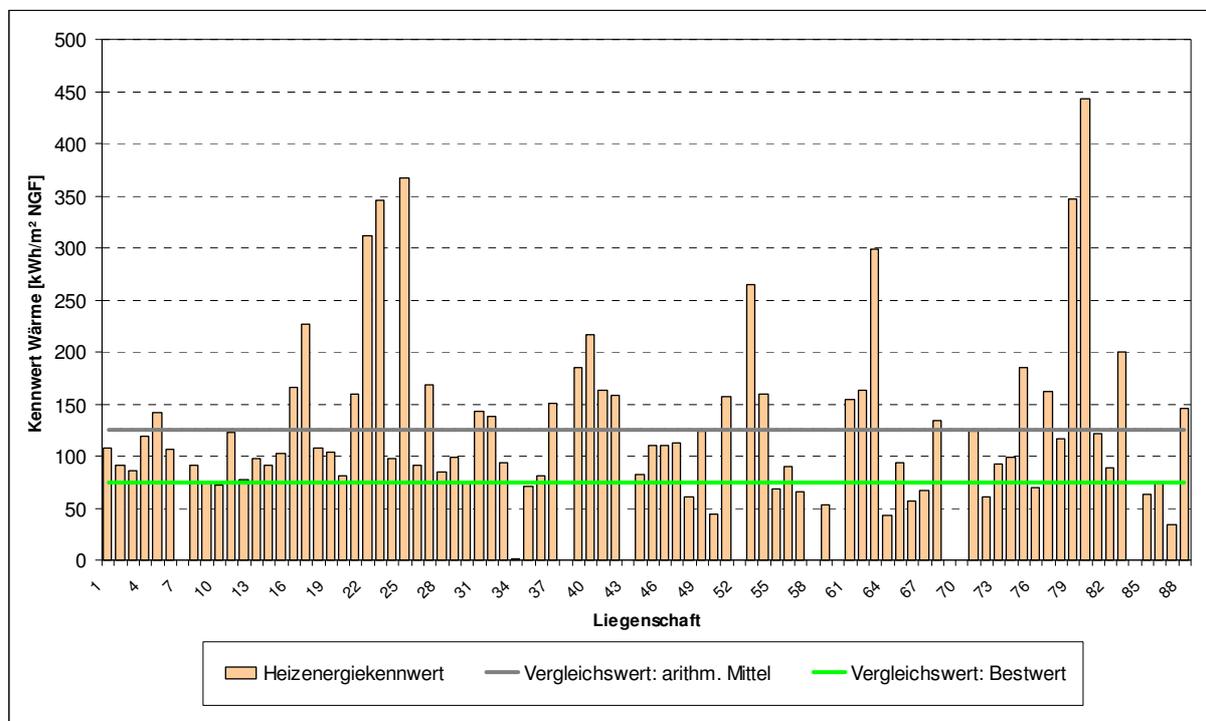


Abbildung 73: Heizenergiekennwerte der Schulen und Kindergärten im Vergleich zu Durchschnittswerten und Bestwerten (Quelle: Stadt Heilbronn, Hochbauamt, ages)

Die Vermeidungskosten zur Erschließung dieser Potenziale unterliegen derselben Grundlogik wie im Wohnbau: Energetische Verbesserungen innerhalb sowie geplanter Sanierungen sind i.d.R. hochwirtschaftlich und sollten umfassend – und ggf. auch über die Anforderung der EnEV hinaus – umgesetzt werden. Insbesondere bei den Objekten mit Verbrauchskennwerten über 200 kWh/m² ist eine wirtschaftliche Umsetzung zu erwarten, wenn nicht besondere Verhältnisse vorliegen (z.B. Denkmalschutz).

Die Umsetzung dieser Potenziale ist bereits im Referenzszenario enthalten, da diese gesetzlich vorgeschrieben sind und hier bei städtischen Gebäuden auch von einem 100%igem Vollzug der EnEV 2009 ausgegangen werden kann.

Eine Detailuntersuchung der Liegenschaften zur Bewertung und Priorisierung zusätzlicher Maßnahmen außerhalb der baulich Erforderlichen sollte zeitnah durchgeführt werden, z.B. im Rahmen eines auch förderfähigen Teilkonzeptes für kommunale Liegenschaften.

W3 Sanierung öffentliche Liegenschaften	
Beschreibung	Investitionen in den öffentlichen Gebäudebestand zur Verbesserung der Energiekennwerte und zur Verminderung der Energiekosten und Emissionen.
Potenzial	Der Schwerpunkt liegt dabei auf Schulen und Kindergärten (2/3 des Gesamtpotenzials)
Zeitraum	Bis 2020 und dann weiter fortlaufend
Akteure	Stadt Heilbronn, Handwerk
Umsetzungshebel	Direktinvestition
Investitionen	n.b.
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Verringerung der laufenden Heiz- und Stromkosten.
Relevanz für weitere Akteure	Beschäftigungsimpuls für Handwerk und Investoren
Aufwand für die Stadt Heilbronn	hoch
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Liquiditätsbedarf • Kameralistische Haushaltsführung
Einsparpotenzial	In Heilbronn ergibt sich durch die Sanierung der kommunalen Gebäude ein abgeschätztes CO ₂ -Einsparpotenzial von 3.200 Tonnen
Wirtschaftlichkeit	Vor allem bei Gebäuden mit spezifischen Verbrauchskennwerten von 200 kWh/m ² ist in der Regel Wirtschaftlichkeit gegeben. (S)
Vermeidungskosten	n.b.
Wechselwirkungen	Wechselwirkungen bestehen zur Maßnahme des kommunalen Energiemanagements (A5).
Umsetzungspriorität	mittel

Tabelle 29: Maßnahmenbewertung Sanierung öffentliche Gebäude

3.5.3.2 Objekte der Stadtsiedlung Heilbronn

Die Stadtsiedlung Heilbronn vermietet rund 4000 Wohnungen in rund 300 Liegenschaften und deckt damit 7% des gesamten Bestandes ab. Das Baualter reicht von 1905 bis 2010, wobei der Schwerpunkt in den Jahren 1950-1970 liegt. Ein Großteil der älteren Objekte ist bereits ganz oder teilweise saniert worden, vor allem im Bereich der Fenster sind viele Erneuerungen vorgenommen wurden (Abbildung 74).

Dies zeigt sich auch in den Verbrauchswerten: Der mittlere Energieverbrauch der Altersklassen von 1951-1970 liegt unter denen der Jahre 1971-1990. Allerdings sind die Verbräuche auch nur bedingt vergleichbar, da es z.B. in den 80er Jahren eher einen Trend zu kleineren Objekten mit dementsprechender Kubatur (größeres A/V-Verhältnis) gegeben hat.

Durch die fortschreitenden Sanierungen werden sich auch in den nächsten 10 Jahren die Verbräuche weiter verringern. Vor allem im Bereich der dominierenden Altersklasse von 1950-1970 gibt es größere energetische Einsparpotenziale, die bis 2020 im Rahmen baulicher Sanierungen erschlossen werden können. Das abgeschätzte Einsparpotenzial dieser zur Sanierung anstehenden Objekte liegt bei rund 5.500 MWh bzw. 1.200 t CO₂.

Das Gesamtpotenzial dürfte noch einmal doppelt so hoch bei rund 2.500 t CO₂/a liegen, wobei dessen Erschließung dann aber in vielen Fällen nicht mehr wirtschaftlich sein dürfte (Denkmalgeschützte Gebäude, Vorgezogene Sanierung neuerer Objekte).

Neben der baulichen Sanierung und dem Austausch von Heizungsanlagen sind in verschiedenen Objekten bereits jetzt weitere Maßnahmen zur Energieeinsparung umgesetzt worden. So sind auf Dächern der Stadtsiedlung Photovoltaikanlagen mit rund 240 kW installiert (rund 190 t CO₂- Minderung) und in rund 25 Objekten BHKW installiert.

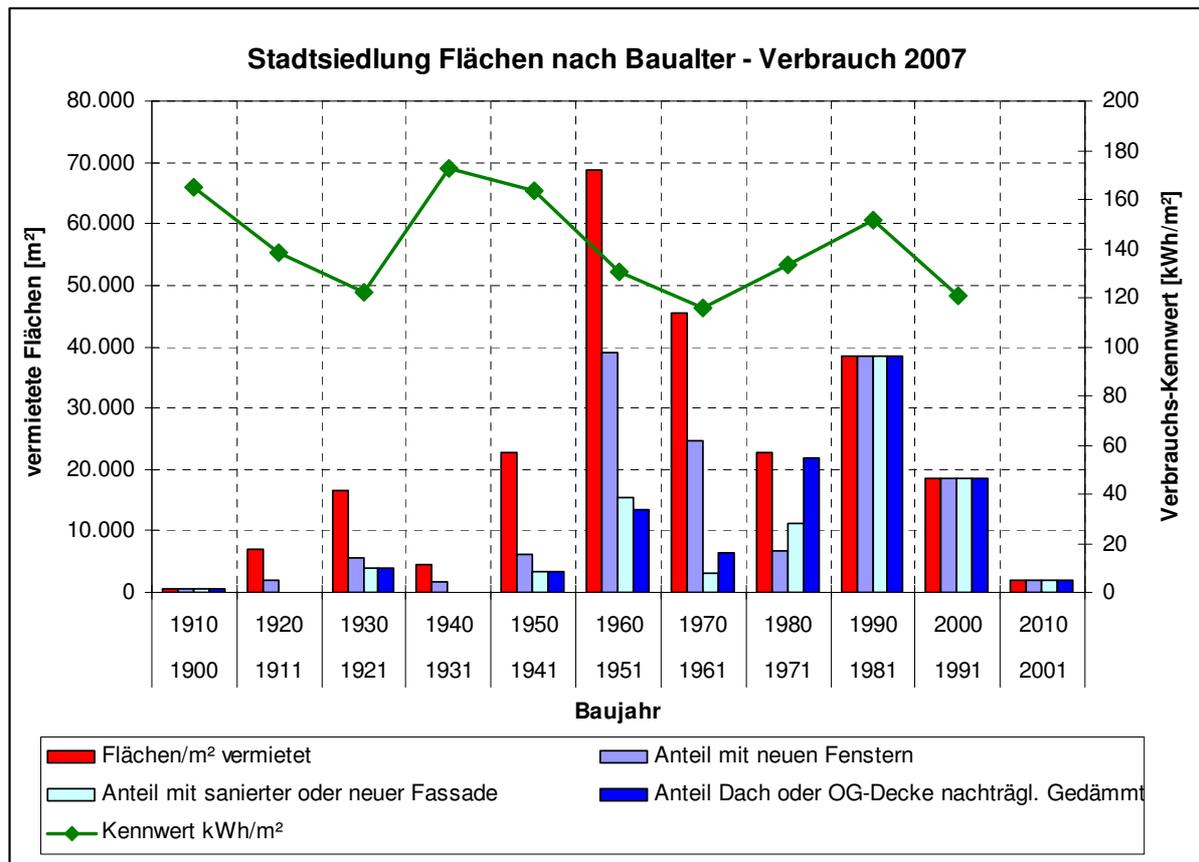


Abbildung 74: Wärmebedarf, Flächenverteilung und Sanierungsstand nach Baualterklasse der Liegenschaften der Stadsiedlung Heilbronn. Quelle: Stadsiedlung Heilbronn

3.5.3.3 Liegenschaften des Landes Baden-Württemberg

Neben den Kommunalen Liegenschaften gibt es noch 5 größere Objekte in Heilbronn, die vom Land Baden-Württemberg betrieben werden:

- Hochschule HN,
- Lindenparkschule,
- Finanzamt / PD HN,
- Behördenzentrum mit Gerichten und
- JVA Heilbronn.

Während die ersten vier einen für diese Objekte typischen durchschnittlichen Wärmebedarf zwischen 100 und 150 kWh/m² aufweisen, liegt die Justizvollzugsanstalt mit 240 kWh/m² deutlich über den Vergleichswerten. Da dieses Objekt mit rund 3.000 MWh auch der größte Verbraucher dieser Gruppe ist, liegen hier nennenswerte – allerdings nutzungsbedingt nicht einfach zu erschließende – Potenziale im Bereich der baulichen Sanierung.

Für dieses Objekt ist auch ein BHKW in der Planung.

3.5.4 Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Die Stadt Heilbronn wird bereits zu rd. 70% mit leitungsgebundener Heizenergie versorgt (53% Erdgas, 16% Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung). Alle Stadtteile sind an das Erdgasnetz angebunden. Das Industriegebiet nördlich der Innenstadt, der Kernbereich der Innenstadt und seit 2004 auch einige Verbraucher in der Bahnhofsvorstadt sind an das Fernwärmenetz angebunden.

Die Erdgasversorgung bietet aufgrund des geringeren CO₂-Emissionsfaktors ein Einsparpotenzial von 24% gegenüber der Versorgung mit leichtem Heizöl. Auch die Fernwärmeversorgung aus dem EnBW-Heizkraftwerk kann aufgrund der Erzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung ein CO₂-Einsparpotenzial von 18% gegenüber der Heizölversorgung bieten.

EnBW hat bereits in der Vergangenheit Untersuchungen zum möglichen Ausbau der Fernwärmeversorgung durchgeführt. Abbildung 75 gibt einen Überblick über die Lage dieser Gebiete in Heilbronn. Die Untersuchungen hatten ergeben, dass der Ausbau der Fernwärme zur Versorgung der Industriegebiete Böllinger Höfe, Wohlgelegen und Fruchtschuppenareal aufgrund der hohen Kosten für die Transport- und Erschließungstrassen nicht wirtschaftlich gestaltet werden konnte.

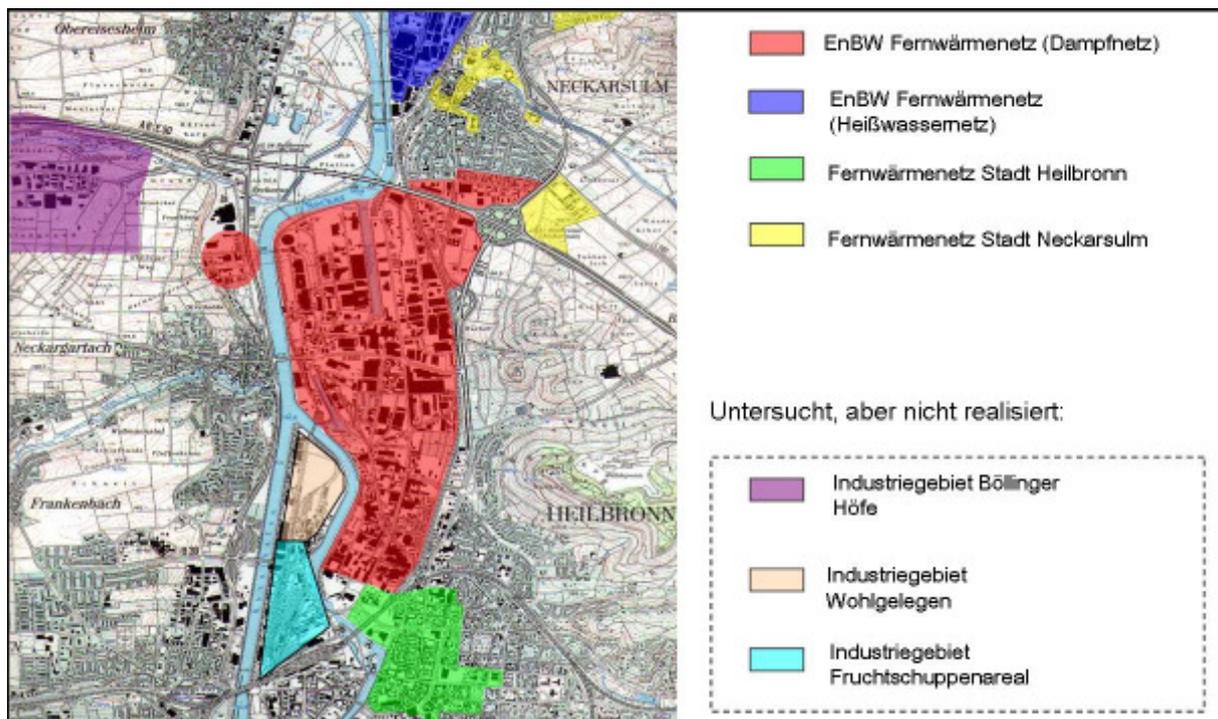


Abbildung 75: Überblick der von EnBW in der Vergangenheit untersuchten Fernwärme-Ausbaugebiete (Quelle: EnBW)

Das Industriegebiet Böllinger Höfe ist zwischenzeitlich mit Erdgas erschlossen, die Gebiete Wohlgelegen und Fruchtschuppenareal befinden sich nach Rückbau von Industrie- und Gewerbebetrieben und Stilllegung von Bahnanlagen in der Umgestaltung zur Ausrichtung der BUGA 2019 und werden im Anschluss an die BUGA das neue Stadtviertel Neckarvorstadt bilden.

In den kommenden Jahren sind Untersuchungen zur optimierten Neugestaltung der Infrastruktur dieser Gebiete durchzuführen. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden geringen Wärmedichte ist dabei für die Erschließung mit Fernwärme/Ferndampf eher mit ungünstigen Randbedingungen zu rechnen.

Im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeatlas wurden in den meisten Stadtteilen zahlreiche nicht leitungsgebunden versorgte Gebäude identifiziert. Auf Basis dieser Daten wurden daher die möglichen Verdichtungspotenziale für die leitungsgebundene Versorgung mit Erdgas bzw. mit Fernwärme untersucht.

Ausgehend von den rechnerischen Umstellungspotenzialen in den einzelnen Stadtteilen wurden Abschätzungen für den möglichen Erschließungsgrad (Anschlusswahrscheinlichkeit) im Betrachtungszeitraum bis 2020 vorgenommen. Dabei wurde unterstellt, dass eine Umstellung bevorzugt für den Fall einer ohnehin anstehenden Modernisierung von Heizungsanlagen erfolgen wird. Als Umstellungskosten wurden zunächst nur die Kosten für die Erstellung der Hausanschlüsse bilanziert. Die Ergebnisse sind im Folgenden differenziert nach Erdgas bzw. Fernwärme zusammengefasst.

Verdichtung der Erdgasversorgung

Für die Bewertung der Potenziale für die Verdichtung der Erdgasversorgung wurde eine Unterscheidung vorgenommen zwischen den innerstädtischen Gebieten im Neckartal und den außenliegenden Gebieten, in denen auch die Umstellung auf die Beheizung mit Holz-Pellets oder Hackschnitzeln Möglichkeiten zur CO₂-Einsparung bietet (vgl. Abschnitt 3.4.1). In letzteren wurde die Anschlusswahrscheinlichkeit niedriger angesetzt als im Kerngebiet des Neckartals.

Das fernwärmeversorgte Industriegebiet nördlich der Innenstadt wurde in die Potenzialermittlung nicht einbezogen, da sich hier die Versorgung aus dem bestehenden Dampfnetz der EnBW anbietet.

Die Ergebnisse der Potenzialermittlungen und die abgeschätzten Umsetzungspotenziale mit den zugeordneten Investitionen für die Hausanschlüsse sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. Es ergibt sich danach insgesamt ein Einsparpotenzial von rd. 1.180 t/a in den Außengebieten und von 5.800 t/a im Kerngebiet. Die Gesamtinvestition für die Erstellung der Hausanschlüsse beläuft sich auf knapp 5,0 Mio.€.

Eine Ermittlung der spezifischen CO₂-Vermeidungskosten wird aufgrund der vielschichtigen Bewertungskriterien (Sicht des Gasnetzbetreibers und Gaslieferanten, Sicht des Gebäudeeigentümers) nicht vorgenommen.

Wärme aus NLG zur Umstellung auf Gas	Wärme aus NLG außerhalb Kerngebiet (Neckartal)						
	> 10 bis 50 MWh/a		> 50 bis 100 MWh/a		> 100 MWh/a		Summe
	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	
Stadtteil							
Äußere Kernstadt	0	0	0	0	0	0	
Biberach	20.630	796	5.573	80	3.995	22	
Böckingen	10.012	392	3.618	53	3.739	15	
Frankenbach	12.184	480	2.754	42	2.273	12	
Horkheim	2.049	75	1.294	21	896	6	
Innenstadt	0	0	0	0	0	0	
Kirchhausen	20.291	804	3.055	48	1.617	5	
Klingenberg	1.478	59	333	6	0	0	
Neckargartach	2.238	81	693	10	5.427	9	
Sontheim	0	0	0	0	0	0	
Gesamt	68.882	2.687	17.320	260	17.948	69	
Ansatz Erschließungsgrad	15,0%		15,0%		15,0%		
Wärmepotenzial MWh	10.332	403	2.598	39	2.692	10	15.623
Einsparpotenzial CO ₂ 75 g/kWh t/a	778		196		203		1.176
Kosten Hausanschlüsse 1.000 €	1.008		98		36		1.141
€/HA	2.500		2.500		3.500		

Wärme aus NLG zur Umstellung auf Gas	Wärme aus NLG Kerngebiete Neckartal (ohne Industriegebiet)						
	> 10 bis 50 MWh/a		> 50 bis 100 MWh/a		> 100 MWh/a		Summe
	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	
Stadtteil							
Äußere Kernstadt	39.369	1.442	14.617	223	21.395	73	
Biberach	0	0	0	0	0	0	
Böckingen	19.688	698	9.813	152	12.850	43	
Frankenbach	0	0	0	0	0	0	
Horkheim	5.054	185	2.709	43	2.001	7	
Innenstadt	15.156	502	18.737	273	35.378	139	
Kirchhausen	0	0	0	0	0	0	
Klingenberg	3.113	115	869	13	626	1	
Neckargartach	10.754	400	5.393	82	4.794	14	
Sontheim	12.229	447	7.160	106	10.464	32	
Gesamt	105.363	3.789	59.298	892	87.509	309	
Ansatz Erschließungsgrad	30,0%		30,0%		30,0%		
Wärmepotenzial MWh	31.609	1.137	17.789	268	26.253	93	75.651
Einsparpotenzial CO ₂ 75 g/kWh t/a	2.380		1.339		1.977		5.696
Kosten Hausanschlüsse 1.000 €	2.842		669		324		3.835
€/HA	2.500		2.500		3.500		

Tabelle 30: Potenzialabschätzung NLG zur Umstellung auf Erdgasversorgung

W4 Ausbau leitungsgebundener Versorgung - Erdgasversorgung	
Beschreibung	Ausbau der Erdgasversorgung zur Substitution von Heizöl im Stadtgebiet (außerhalb des fernwärmeversorgten Industriegebiets nördlich der Innenstadt). Anlagenumstellung wenn Heizungsmodernisierung ansteht.
Potenzial	Mit Unterscheidung des Versorgungsgebietes i) 30% der HEL-versorgten Objekte im Kerngebiet => 75.600 MWh _{th} /a ii) 15% der HEL-versorgten Objekte in Außenbez. => 15.600 MWh _{th} /a Summe: 91.200 MWh_{th}/a
Zeitraum	Fortlaufend
Akteure	HVG (Gasversorger)
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> Wärmecontracting durch Gasversorger Information und Beratung durch Handwerker/Installateure
Investitionen	5 Mio. EUR (nur Hausanschlüsse ohne zusätzliche Leitungen und Heizungsanlagen) (V), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Emissionsminderungen in diesem Bereich helfen bei der Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele
Relevanz für weitere Akteure	HVG: Ausbau der Gasversorgung, erhöhte Auslastung der Netze
Aufwand für die Stadt Heilbronn	kein Aufwand
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> Nutzer/Investor-Dilemma im MFH-Bereich Akzeptanzprobleme/Vorbehalte gegen Versorgungsunternehmen
Einsparpotenzial	7.000 t/a (24% Einsparungen gegenüber der Versorgung mit leichtem Heizöl)
Wirtschaftlichkeit	aus Sicht der Gebäudebesitzer i.d.R. kostenneutral bzw. wirtschaftlich, wenn Kessel ohnehin modernisiert werden müssen; aus Sicht des Netzbetreibers i.d.R. wirtschaftlich (Netzentgelte). (A), (V)
Vermeidungskosten	n. b.
Wechselwirkungen	bei großen Objekten Vorrang für dezentrale KWK-Lösungen (W5)
Umsetzungspriorität	Mittel - hoch, da vergleichsweise große Minderungspotenziale i.d.R. kostenneutral erzielbar

Tabelle 31: Maßnahmenbewertung Ausbau der Erdgasversorgung

Verdichtung der Fernwärmeversorgung

Für die Bewertung der Potenziale für die Verdichtung der Fernwärmeversorgung wurden die bereits mit Fernwärme erschlossenen Bereiche im Industriegebiet und in der Innenstadt ausgewertet. Zudem wurde das erschließbare Potenzial eingeschränkt auf Wärmeverbraucher mit einem Wärmeverbrauch von mehr als 50 MWh/a.

Die Ergebnisse der Potenzialermittlungen für die Fernwärmeverdichtung und die abgeschätzten Umsetzungspotenziale mit den zugeordneten Investitionen für die Hausanschlüsse

sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. Die Einsparpotenziale sind mit rd. 200 t/a sehr überschaubar. Die Gesamtinvestition für die Erstellung der Hausanschlüsse beläuft sich auf 90 T€.

Eine Ermittlung der spezifischen CO₂-Vermeidungskosten wird aufgrund der vielschichtigen Bewertungskriterien (Sicht des Fernwärmebetreibers, Sicht des Gebäudeeigentümers) auch hier nicht vorgenommen.

Wärme aus NLG zur Umstellung auf FW	Wärme aus NLG Industriegebiet für Fernwärme						Summe
	> 10 bis 50 MWh/a		> 50 bis 100 MWh/a		> 100 MWh/a		
	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	
Stadtteil							
Äußere Kernstadt	2.224	76	892	14	7.610	30	
Biberach	0	0	0	0	0	0	
Böckingen	0	0	0	0	0	0	
Frankenbach	0	0	0	0	0	0	
Horkheim	0	0	0	0	0	0	
Innenstadt	0	0	0	0	0	0	
Kirchhausen	0	0	0	0	0	0	
Klingenberg	0	0	0	0	0	0	
Neckargartach	374	12	547	8	2.100	10	
Sontheim	0	0	0	0	0	0	
Gesamt	2.598	88	1.440	22	9.709	40	
Ansatz Erschließungsgrad	0,0%		10,0%		10,0%		
Wärmepotenzial	MWh	0	144	2	971	4	1.115
Einsparpotenzial CO ₂	67 g/kWh t/a	0	10		65		75
Kosten Hausanschlüsse	1.000 € €/HA	0	6		14		20
			2.500		3.500		

Wärme aus NLG zur Umstellung auf FW	Wärme aus NLG Innenstadt für Fernwärme						Summe
	> 10 bis 50 MWh/a		> 50 bis 100 MWh/a		> 100 MWh/a		
	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	MWh/a	Anzahl	
Stadtteil							
Äußere Kernstadt	0	0	0	0	0	0	
Biberach	0	0	0	0	0	0	
Böckingen	0	0	0	0	0	0	
Frankenbach	0	0	0	0	0	0	
Horkheim	0	0	0	0	0	0	
Innenstadt	3.268	108	4.716	67	14.853	50	
Kirchhausen	0	0	0	0	0	0	
Klingenberg	0	0	0	0	0	0	
Neckargartach	0	0	0	0	0	0	
Sontheim	0	0	0	0	0	0	
Gesamt	3.268	108	4.716	67	14.853	50	
Ansatz Erschließungsgrad	0,0%		10,0%		10,0%		
Wärmepotenzial	MWh	0	472	7	1.485	5	1.957
Einsparpotenzial CO ₂	67 g/kWh t/a	0	32		99		131
Kosten Hausanschlüsse	1.000 € €/HA	0	34		35		69
			5.000		7.000		

Tabelle 32: Potenzialabschätzung NLG zur Umstellung auf Fernwärmeversorgung

W4 Ausbau leitungsgebundener Versorgung - Fernwärmeversorgung	
Beschreibung	Ausbau der Fernwärmeversorgung zur Substitution von Heizöl im Industriegebiet und in der Innenstadt. Anlagenumstellung wenn Heizungsmodernisierung ansteht
Potenzial	Heizölversorgte Objekte mit einem Wärmebedarf > 50 MWh/a. => rd. 3.000 MWh _{th} /a
Zeitraum	Kontinuierlich
Akteure	EnBW, HVG
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> Akquisition / Beratung durch EnBW, HVG
Investitionen	0,09 Mio. EUR (nur Hausanschlüsse ohne zusätzliche Leitungen und Hausstationen) (V), (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Emissionsminderungen in diesem Bereich helfen bei der Erreichung der Klimaschutzziele
Relevanz für weitere Akteure	EnBW, HVG: Ausbau/Sicherung des Fernwärmeabsatzes
Aufwand für die Stadt Heilbronn	kein Aufwand
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> Nutzer-/Investor-Dilemma im MFH-Bereich Akzeptanzprobleme/Vorbehalte gegenüber der Fernwärme
Einsparpotenzial	200 t/a (18% Einsparungen gegenüber der Versorgung mit leichtem Heizöl)
Wirtschaftlichkeit	aus Sicht der Gebäudebesitzer i.d.R. wirtschaftlich, wenn Kessel ohnehin ersetzt werden müssen (Anlegbarkeit des Fernwärme-Preises (A)); aus Sicht des Versorgungsunternehmens i.d.R. wirtschaftlich bei großen Kunden und Fernwärme-Verdichtung (V)
Vermeidungskosten	n.b.
Wechselwirkungen	Konkurrenz zur Gasversorgung
Umsetzungspriorität	Mittel

Tabelle 33. Maßnahmenbewertung Ausbau der Fernwärmeversorgung

3.5.5 Dezentrale KWK-Anlagen

Als Energieerzeugung mit einer sehr effizienten Brennstoffausnutzung hat sich die Kraft-Wärme-Kopplung seit Jahrzehnten in der Energiewirtschaft etabliert. Die Effizienz dieser Technik erreicht mittlerweile Wirkungsgradwerte von reichlich 90%. Die Weiterentwicklung kleinerer KWK-Anlagen - hier im wesentlichen erdgasgefeuerte Blockheizkraftwerke - hat den zunehmenden Einsatz auch in der dezentralen Wärmeversorgung ermöglicht. Besonders in Gebieten, in denen eine Fernwärmenutzung auf Basis großer KWK-Anlagen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht nicht machbar ist, hat sich die dezentrale Stromerzeugung mit Wärmeauskopplung bewährt.

Zum Ende des Jahres 2009 waren in Heilbronn bereits 46 dezentrale KWK-Anlagen verschiedenster Leistungsklassen, teils in städtischer, teils in privater Trägerschaft, in Betrieb.

Um die Potenziale für einen weiteren Ausbau der dezentralen KWK zu bewerten, wurden die Daten des Wärmeatlases ausgewertet. Hierbei wurden nur die gasversorgten Objekte außerhalb der mit Fernwärme erschlossenen Gebiete herangezogen und eine gestufte Ermittlung der Potenziale für vier BHKW-Leistungsklassen durchgeführt (vgl. auch Zusammenstellung in Tabelle 35):

Bereich i): Kleinstanlagen bis 5 kW_{el} für Ein- und Zweifamilienhäuser

Bereich ii): 5 bis $50 \text{ kW}_{\text{el}}$ für Mehrfamilienhausbereich

Bereich iii): 50 bis $200 \text{ kW}_{\text{el}}$ für große Mehrfamilienhäuser und Gewerbeobjekte

Bereich iv): BHKW $> 200 \text{ kW}_{\text{el}}$ für große Gewerbeobjekte

Entscheidend für die Dimensionierung und Auslastung von KWK-Anlagen ist der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude, da dezentrale KWK-Anlagen aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen i.d.R. wärmegeführt betrieben werden. Auf Basis der vorliegenden Gasverbrauchsdaten wurde jeweils das Gesamtpotenzial in vier den BHKW-Klassen zugeordneten Wärmeverbrauchsklassen durchgeführt. Diese vier Bereiche wurden mit Ansätzen für die Umsetzungswahrscheinlichkeit gewichtet und daraus die folgenden Gesamtpotenziale abgeleitet (vgl. Tabelle 35):

i) 10% der Anlagen mit $\leq 100 \text{ MWh}_{\text{th}}$	=>	$\Sigma 1,2 \text{ MW}_{\text{el}}, 2,8 \text{ MW}_{\text{th}}$
ii) 10% der Anlagen mit $\leq 500 \text{ MWh}_{\text{th}}$	=>	$\Sigma 1,1 \text{ MW}_{\text{el}}, 2,0 \text{ MW}_{\text{th}}$
iii) 33% der Anlagen mit $\leq 2.500 \text{ MWh}_{\text{th}}$	=>	$\Sigma 2,7 \text{ MW}_{\text{el}}, 4,1 \text{ MW}_{\text{th}}$
iv) 33% der Anlagen mit $> 2.500 \text{ MWh}_{\text{th}}$	=>	$\Sigma 1,2 \text{ MW}_{\text{el}}, 1,6 \text{ MW}_{\text{th}}$
Summe:		$6,2 \text{ MW}_{\text{el}}, 10,5 \text{ MW}_{\text{th}}$

Die Potenziale wurden objektscharf und stadtteilbezogen ermittelt. Die Gesamtpotenziale sind in Tabelle 34 zusammengestellt.

Einen beispielhaften Luftbildausschnitt für diese Auswertungen zeigt die Abbildung 76.

Heilbronn: Potenzial für dezentrale KWK-Anlagen

Leistungsklasse BHKW	Verbrauch Wärme ges. [MWh th]	KWK-Anlagen [Anzahl]	Wärme -leistung KWK [kW th]	Wärme -erzeugung KWK [MWh th]	el Leistung [kW el]	Umsetzungs-faktor	Wärme -erzeugung UF KWK [MWh th]	Strom -erzeugung KWK [MWh el]	Kosten gesamt [€]	
Heilbronn gesamt										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	158.290	5.121	28.492	113.969	12.343	0,10	11.397	4.937	5.067.507
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	111.357	566	20.044	80.177	11.425	0,10	8.018	4.570	3.084.824
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	68.830	77	12.389	49.558	8.301	0,33	16.519	11.068	6.364.042
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	26.000	6	4.680	18.720	3.604	0,33	6.240	4.805	2.402.377
Gesamtsumme		364.477	5.770	65.606	262.424	35.673		42.174	25.380	16.918.750
Aussere Kernstadt										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	45.164	1.484	8.130	32.518	3.519	0,10	3.252	1.407	1.457.740
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	25.361	131	4.565	18.260	2.602	0,10	1.826	1.041	702.537
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	19.796	21	3.563	14.253	2.387	0,33	4.751	3.183	1.830.323
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	15.676	3	2.822	11.287	2.173	0,33	3.762	2.897	1.448.469
Gesamtsumme		105.997	1.639	19.079	76.318	10.681		13.591	8.528	5.439.069
Böckingen										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	22.375	812	4.027	16.110	1.741	0,10	1.611	696	728.827
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	12.001	67	2.160	8.641	1.231	0,10	864	493	332.465
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	9.441	11	1.699	6.798	1.139	0,33	2.266	1.518	872.929
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		43.818	890	7.887	31.549	4.111		4.741	2.707	1.934.221
Biberach										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	5.814	215	1.047	4.186	452	0,10	419	181	190.169
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	2.012	10	362	1.449	206	0,10	145	83	55.740
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	2.264	2	407	1.630	273	0,33	543	364	209.308
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		10.090	227	1.816	7.265	932		1.107	627	455.217
Frankenbach										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	7.230	277	1.301	5.205	563	0,10	521	225	234.729
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	4.694	18	845	3.380	482	0,10	338	193	130.032
500 - 2.500 MWh/a BHKW	50 - 200 kW	1.044	1	188	752	126	0,33	251	168	96.564
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW/GT	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		12.968	296	2.334	9.337	1.170		1.109	586	461.324
Horkheim										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	7.742	286	1.393	5.574	602	0,10	557	241	252.873
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	3.893	18	701	2.803	399	0,10	280	160	107.832
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		11.634	304	2.094	8.377	1.002		838	401	360.704
Innenstadt										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	33.767	816	6.078	24.312	2.644	0,10	2.431	1.058	1.040.973
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	35.437	179	6.379	25.514	3.636	0,10	2.551	1.454	981.663
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	21.063	23	3.791	15.165	2.540	0,33	5.055	3.387	1.947.441
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	3.936	1	708	2.834	546	0,33	945	727	363.675
Gesamtsumme		94.202	1.019	16.956	67.825	9.366		10.982	6.626	4.333.751
Kirchhausen										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	2.581	89	465	1.858	201	0,10	186	80	83.628
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	373	3	67	269	38	0,10	27	15	10.340
500 - 2.500 MWh/a BHKW	50 - 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW/GT	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		2.954	92	532	2.127	239		213	96	93.968
Klingenberg										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	3.039	125	547	2.188	236	0,10	219	94	100.338
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	534	2	96	384	55	0,10	38	22	14.790
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		3.572	127	643	2.572	291		257	116	115.127
Neckargartach										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	13.893	475	2.501	10.003	1.083	0,10	1.000	433	446.237
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	11.406	60	2.053	8.213	1.170	0,10	821	468	315.978
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	8.883	10	1.599	6.396	1.071	0,33	2.132	1.428	821.296
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	3.722	1	670	2.680	516	0,33	893	688	343.889
Gesamtsumme		37.904	546	6.823	27.291	3.840		4.847	3.017	1.927.400
Sontheim										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	16.686	542	3.003	12.014	1.302	0,10	1.201	521	531.995
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	15.647	78	2.816	11.266	1.605	0,10	1.127	642	433.447
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	6.340	9	1.141	4.565	765	0,33	1.522	1.019	586.182
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	2.666	1	480	1.920	370	0,33	640	493	246.344
Gesamtsumme		41.339	630	7.441	29.764	4.041		4.489	2.675	1.797.968
Unbekannt										
≤ 100 MWh/a Stirling-Motor+Kleinst BHKW	1 - 5 kW	62	1	11	45	5	0,10	4	2	1.722
100 - 500 MWh/a Klein-BHKW	5 - 50 kW	523	2	94	377	54	0,10	38	21	14.498
500 - 2.500 MWh/a Klein-BHKW	50 - 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
2.500 - 10.000 MWh/a BHKW	> 200 kW	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0
Gesamtsumme		585	3	105	422	59		42	23	16.220

Tabelle 34: Ermittelte Potenziale für dezentrale KWK-Anlagen in Heilbronn

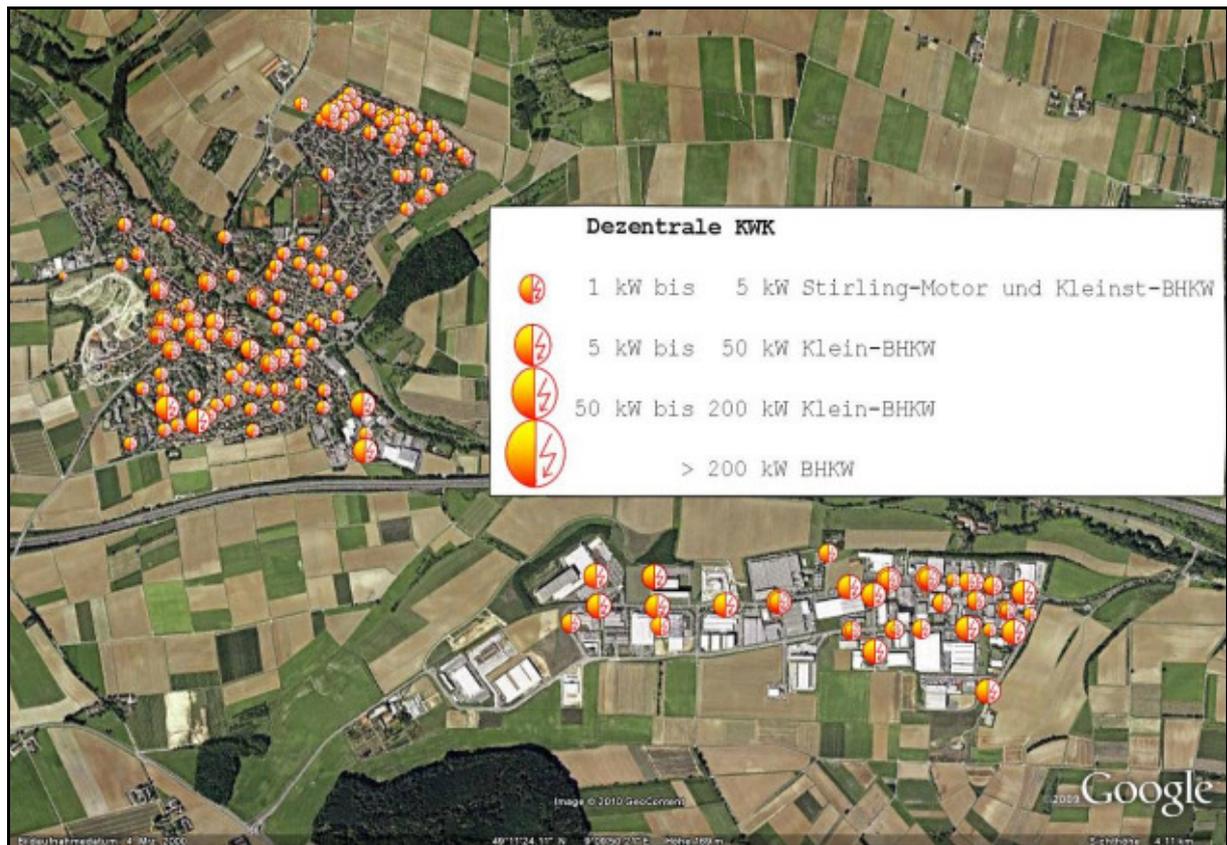


Abbildung 76: Beispielhafte Auswertung des Wärmetlas für die Potenziale dezentraler Erdgas-KWK-Anlagen

Auf Basis dieser Einschätzung der Umsetzungswahrscheinlichkeit ergibt sich insgesamt ein Einsparpotenzial von jährlich rd. 10.500 t CO₂.

Grundsätzlich ist unterstellt, dass die Errichtung und der Betrieb durch die Gebäudeeigentümer vorgenommen wird und nach Möglichkeit Eigennutzung des erzeugten Stromes erfolgt. Im Mietwohnungsbau mit einem typischen Leistungsbereich von größer als 5 kW_{el} bis 200 kW_{el} wird die Eigennutzung aufgrund der Vielzahl der Stromabnehmer erschwert. Damit wird sich auch die wirtschaftliche Situation der Anlagen ungünstiger darstellen als bei Eigennutzung des Stromes. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die CO₂-Vermeidung durch Zubau dezentraler KWK-Anlagen mit Mehrkosten gegenüber dem Istzustand verbunden ist.

Vor dem Hintergrund der Anforderungen aus dem EWärmeG können sich aber bei konkretem Sanierungsbedarf in bestehenden Objekten (z.B. Heizungsanlagen-Erneuerung) positive Randbedingungen für den BHKW-Zubau ergeben. Es empfiehlt sich daher grundsätzlich, Einzelfallprüfungen vorzunehmen.

3.5.6 Ersatz von Nachtspeicherheizungen

Bis in die jüngste Vergangenheit wurde unter anderem im Zusammenhang mit der Niedrigenergiehaus-Bauweise versorgungstechnisch die Stromheizung als vorteilhafte Variante für die Deckung des Restwärmebedarfes empfohlen. In den Eckpunkten zum integrierten Energie- und Umweltprogramm (IEKP) hat das Bundeskabinett jedoch beschlossen, Nachtstromspeicherheizungen im Rahmen des wirtschaftlich Vertretbaren auszutauschen. Die gesetzliche Grundlage dafür ist in der Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2009 gelegt worden.

Demnach müssen in Wohngebäuden mit mehr als 5 Wohneinheiten und gewerblich genutzten Gebäuden elektrische Speichersysteme sukzessive außer Betrieb genommen werden.

In Heilbronn liegt das Aufkommen an Heizstrom bei rund 14.000 MWh/a, was in etwa 1.200 elektrisch beheizten Wohneinheiten entspricht (bei 12.000 kWh pro WE). Damit sind rund 2% der Haushalte elektrisch beheizt, was eine jährliche CO₂-Emission von rd. 9.000 t zur Folge hat.

Im Folgenden wird unterstellt, dass in Heilbronn etwa analog zum Bundesdurchschnitt ca. 57% der elektrobeheizten Wohnungen nicht vom Eigentümer bewohnte Mietwohnungen sind. Dieser Umstand erschwert die Umstellung auf andere Heizungsformen. Die Investitionen in andere Heizungssysteme sind vom Vermieter zu tragen, während die Mieter davon profitieren (Nutzer/Investor-Dilemma). Die Investitionen in alternative Heizungen sind meist deutlich höher als die Reinvestition in eine Elektro-Nachtspeicherheizungsanlage, bei der die Erneuerung sogar nach und nach geräteweise erfolgen kann. Deshalb sind Umstellungen auf eine andere Heizungsform viel seltener als wünschenswert.

Es ist daher notwendig, die Umstellung von Nachtspeicherheizungen auf Fernwärme und Nahwärme aus KWK oder Erdgas finanziell zu fördern. Das Marketing sollte ausschließlich auf Umstellungen ausgerichtet sein, mit denen Verdichtungen bei der Fernwärmeversorgung oder Erdgasversorgung erreichbar oder Kombinationen mit erneuerbaren Energieträgern wie Solarenergie oder Pellets angedacht sind.

Von den rund 1.200 Nachtspeicherkunden dürften bei intensivem Marketing in den nächsten 10 Jahren etwa 400 Kunden für eine Umstellung über die gesetzlich vorgeschriebene Austauschpflicht hinaus erreichbar sein. Es wird vorgeschlagen, den vollständigen Austausch von Nachtspeicherheizungen in Mietwohngebäuden mit 800 €, den in selbst genutzten Wohnungen/Häusern mit 400 € zu fördern. Mit den Annahmen von oben zu Nutzer/Investor ergibt sich daraus die Bereitstellung von Fördergeldern in Höhe von etwa 250.000 € verteilt auf die nächsten Jahre. Auf diese Summe sollte das aufzulegende Programm begrenzt werden.

Aus Sicht des Investors ergeben sich abgeschätzte spezifische Vermeidungskosten von rund 40 EUR/t, bedingt durch den hohen investiven Aufwand einer Nachrüstung im Bestand. Natürlich hängt die Wirtschaftlichkeit im Einzelfall sehr stark von den individuellen Gegebenheiten ab. Bei Umsetzung dieser 400 Umrüstungen ließen sich 2.000 t CO₂ sparen.

W5	Förderung Ersatz Nachtspeicherheizungen durch Fernwärme und Erdgas
Beschreibung	Ersatz von bis zu 400 Nachtspeicherheizungen und Umschluss an Fernwärme bzw. Gasnetz, möglichst in Verbindung mit Solarenergienutzung. Förderung durch 400-800 EUR pro Kunde. Beschränkung auf kleinere Gebäude, die nicht unter die Vorschriften des §10a der ENEV 2009 fallen.
Potenzial	rund 400 Kunden (1/3 des Nachtspeicherheizungsbestandes), vor allem bei EFH und kleinen MFH. Große Mehrfamilienhäuser müssen nach Maßgabe der ENEV behandelt werden.
Zeitraum	01.01. 2011 bis 31. 12. 2019
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • HVG als Gasversorger • Stadt (mögliches Bonusprogramm, Beratung und Information) • Handwerk • Wohnungsbaugesellschaften
Umsetzungshebel	Prämienprogramm, Marketingkampagne
Investitionen	rund 6 Mio. EUR zur Heizungsnachrüstung (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Imageverbesserung („kein Heizen mit Strom“), Beitrag zur Zielerreichung, Attraktiveres Wohnumfeld
Relevanz für weitere Akteure	Impulse für das HLK-Handwerk, Rückgang Stromabsatz für ZEAG, Ausweitung Gasabsatz
Aufwand für die Stadt	Bei Eigenfinanzierung eines Förderprogrammes: 250.000 EUR bis 2020
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzer/Investor-Dilemma, • Nur eingeschränkte Umlegbarkeit der Kosten • Hohe Umrüstkosten • Im Einzelfall technisch aufwändig
CO₂-Einsparpotenzial	1.850 t/a
Wirtschaftlichkeit	Mittel bis niedrig, da in der Regel ein hoher Aufwand für den Umbau des Heizungssystems anfällt. (A)
Vermeidungskosten	45 EUR/t (A)
Wechselwirkungen	Wohngebäudesanierung (W1), Solarenergie und Wärmepumpen (R4, R6)
Umsetzungspriorität	Mittel

Tabelle 36: Maßnahmenbewertung: Förderung Ersatz von Nachtspeicherheizungen in Mietwohngebäuden und selbst genutzten Wohnungen

3.5.7 Energieeffiziente Klimatisierung

Neben der Beheizung von Gebäuden kommt auch der Klimatisierung und Lüftung aufgrund steigender Komfortanforderungen eine zunehmende Bedeutung zu.

In diesem Handlungsfeld gibt es eine Vielzahl möglicher Maßnahmen, die aber immer nur im Einzelfall zu bewerten sind. Dazu gehören unter anderem:

- Begrenzung der mechanischen Kühllast:
 - Passiver Sonnenschutz
 - Vorkühlung durch Erdkanäle (Neubau)
 - Nutzung der Kühlpotenziale des Neckarwassers in flussnahen Liegenschaften
 - Nachtlüftung

- Effiziente Kältebereitstellung
 - Stille Kühlung durch Kühldecken mit höheren Vorlauftemperaturen (16-18°C)
 - Prüfung von Ad/Absorptionskühlung in Bereichen, wo im Sommer günstige Abwärme oder Dampf aus dem Kraftwerk zur Verfügung steht
 - Verdunstungskühlung und Sorptionsgestützte Systeme (Desiccant cooling)
 - Austausch älterer Anlagen
 - Nutzung der Abwärme von Tiefkühlsystemen im Handel zur Beheizung der restlichen Bereiche
 - Kraft/Wärme/Kältekopplung (BHKW + Absorber)

- Effizienter Betrieb
 - Bedarfsabhängiger Luftvolumenstrom, z.B. durch CO₂-Regelung der Abluft
 - Nutzung von Eisspeichern
 - Laufzeitreduzierung
 - Höhere Solltemperaturen

Bei einem grob abgeschätzten Kältebedarf in Heilbronn von rund 20-30 GWh liegen die damit zusammenhängenden CO₂-Emissionen bei rund 4.500 t/a. Durch die oben beschriebenen Maßnahmen lassen sich diese nach einer überschlägigen Abschätzung um ca. die Hälfte reduzieren.

W6	Energieeffiziente Klimatisierung
Beschreibung	Nutzung effizienter Kühl- und Klimatisierungssysteme im Gewerbe und Handel
Potenzial	Rund 20-30 GWh Komfort-Kältebedarf in Heilbronn (ohne Prozesskälte in der Industrie)
Zeitraum	Kontinuierlich
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • HVG und ZEAG als Contractoren • Stadt und Stadsiedlung • Handwerk, IHK • GHD- Betriebe
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Beratungsangebote (siehe A1), • Demonstrationsprojekte (z.B. in kulturellen Einrichtungen der Stadt) • Informationskampagne
Investitionen	Nicht bewertbar
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Gering
Relevanz für weitere Akteure	Impulse für das HLK-Handwerk, Geschäftsfeld für Contractoren
Aufwand für die Stadt	gering
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Anfangsinvestitionen für innovative Kühlsysteme (z.B. Erdkanäle) • Nutzer/Investor-Dilemma (z.B. bei Mietflächen im Gewerbe) • Wirtschaftlichkeit nur eingeschränkt (z.B. Absorptionskälte, Solare Klimatisierung) • Informationsdefizite über neue Techniken
CO₂-Einsparpotenzial	ca. 2.000 t/a (grobe Abschätzung)
Wirtschaftlichkeit	einzelfallabhängig von der jeweiligen Technologie, der Bedarfsstruktur und dem Umfeld
Vermeidungskosten	Nicht bewertbar
Wechselwirkungen	Effizienzberatung (A1), Informationsangebote (A2)
Umsetzungspriorität	Mittel bis Niedrig, da es wenig direkte Hebel der Stadt gibt

Tabelle 37: Maßnahmenbewertung: Effiziente Klimatisierung

3.6 Handlungsfeld Stromanwendungen

Unter das Handlungsfeld Stromanwendungen fallen alle technischen Maßnahmen, die zu einer effizienteren Stromnutzung ohne Komfortverlust führen. Bei der Adressierung dieser Maßnahmen muss weiterhin zwischen der Beeinflussung der Investitionsentscheidung in Richtung effizienterer Geräte und Beeinflussung der Nutzung unterschieden werden.

3.6.1 Effiziente Beleuchtung

Die für die Klimaschutzziele relevanten Potenziale teilen sich auf die Bereiche des privaten, des öffentlichen sowie des gewerblichen Sektors auf. Einen direkten Einfluss auf eine Potenzialerschließung besitzt die Stadt lediglich in ihren eigenen Liegenschaften.

3.6.1.1 Öffentliche Haushalte

In diesem Sektor kann wiederum unterschieden werden in die Straßenbeleuchtung und die Beleuchtung der öffentlichen Gebäude. Auf beiden Feldern kann die Stadt direkten Einfluss auf Kosten- und Emissionseinsparungen nehmen. Im Jahr 2007 kostete Heilbronn die Straßenbeleuchtung knapp eine Million Euro und verursachte Emissionen² von ca. 3.700 t/CO₂. Die durchführbaren möglichen Maßnahmen zur Kosten- und Emissionsminimierung im Bereich der Straßenbeleuchtung lassen sich an Hand ausgewählter Beispiele vergleichbar großer Kommunen [38, 39] wie folgt zusammenfassen:

- Großflächige Sanierung alter, ineffizienter Leuchten und Austausch zu moderner Spiegeltechnik (langlebig, wartungsfreundlich, gute Blendungsbegrenzung)
- Aufbau intelligenter Schalttechnik (Nachtregelung „Schlummermodus“, Regulierung einzelner Laternen, Vorschaltgeräte für effizientes Vorwärmen der Lampen, Bewegungsmelder)
- Vergrößerung der Abstände zwischen den Laternen (den sog. Lichtpunkten)
- Zukünftige Umstellung auf LED-Technik (Nutzungsdauer bis zu 50.000 Stunden, effiziente Energieumwandlung – mehr Licht, weniger Wärme, Eindämmung der Lichtverschmutzung)

Bereits mit der heutigen verfügbaren Technik (ohne LED) sind CO₂-Einsparungen von bis zu 50% möglich [38]. Verschiedene Untersuchungen [z.B. 40] zeigen, dass eine Sanierung der alten, ineffizienten Beleuchtung mit negativen Vermeidungskosten, d.h. mit Kostenverringering bei gleichzeitiger CO₂-Verminderung, realisiert werden kann. Bei konservativer Berechnung können bei einer Durchführung der Maßnahme Vermeidungskosten von -400 €/t CO₂-

² Seit 2009 wird der Strom für die Straßenbeleuchtung aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt

Äquivalent angenommen werden. Nach den vorliegenden Zahlen des Energieberichts des Hochbauamtes beliefen sich die jährlichen Energieaufwendungen der Stadt für die Straßenbeleuchtung auf rund 5.800 MWh_{el}. Dieser Energieverbrauch entspricht dabei einer CO₂-Emission von ca. 3.700 t/a. Eine Verringerung der Emissionen von 50% pro Jahr erscheint bis 2020 durchaus realistisch – damit ergeben sich für das Jahr 2020 CO₂-Einsparungen von ca. 2000 t/a sowie eine Kostenreduktion von rund 800.000 €/a. Diese sind bereits in der Referenzprognose berücksichtigt und nicht mehr als zusätzliche Maßnahme ausgewiesen.

Weiter verwaltungstechnische Einflussmöglichkeiten hinsichtlich der Maßnahme einer energieeffizienten Beleuchtung ergeben sich in den städtischen Gebäuden. Für diesen Bereich werden folgende Maßnahmeprioritäten diagnostiziert [41]:

- Überprüfung der Lichtstärke
- Einbau von Spiegeltechnik hinter die Lampen zur Optimierung der Reflexion
- Lampen, die in die Deckenabhängung integriert wurden sollten vor der Abhängung installiert werden, da sonst häufig die gesamte Decke saniert werden muss
- Ermittlung der Art der Elektroverkabelung mit ihren Kreisen für den Einsatz zentraler Abschaltungen, Nachlaufrelais oder Dimmer
- Installation von Lichtsteueranlagen mit Präsenztastern, Zeitschaltungen, Bewegungsmeldern und Dämmerungsschaltern (lohnen sich meist nur bei größeren Beleuchtungsfeldern wie Turnhallen)
- Einsatz von Energiesparlampen dort, wo Diebstahl (durch z.B. Spezialsicherungen verhindern) und Überhitzung unmöglich ist
- Nutzung von Tageslicht

Einige Maßnahmen wurden im Laufe der letzten Jahre im Zuge des Energiemanagements in Heilbronn durchgeführt (z.B. die Reduzierung der Beleuchtungsstärke in der Rosenausschule). Für das Controlling bereits durchgeführter Maßnahmen und der Identifizierung neuer Potenziale wird die Fortführung des KEM und die Schaffung einer Stelle eines Energiebeauftragten dringend empfohlen (siehe auch Kapitel 3.8.5).

3.6.1.2 Kleinverbraucher, Industrie und private Haushalte

Der Kleinverbraucher- und der Industriesektor werden in diesem Unterkapitel gemeinsam aufgeführt, da die Einsparpotenziale durch effiziente Beleuchtung gleich groß und die Hemmnisse, die einer Umsetzung dieser Effizienzmaßnahme im Wege stehen, ähnlich sind. Für diese beiden Sektoren bieten sich Steuer- und Regelungselemente für eine optimale und effiziente Beleuchtung an. Nach Prognosen von prognos/EWI [42] liegen dafür die Einsparpotenziale bis 2020 je nach Szenario bei 21 bis 40% bezogen auf den Energieverbrauch von 2005. Bei den privaten Haushalten liegt der Rückgang im Verbrauch noch etwas höher und befindet sich laut prognos/EWI zwischen 21 und 53%.

Durch den gesetzlichen vorgeschriebenen Austausch von Glühlampen bis zur letzten Stufe im Jahr 2016 (2020 wird der Austausch weitgehend stattgefunden haben) und technische Verbesserungen werden sich Einspareffekte durch effizientere Technik in der Beleuchtung quasi von selbst einstellen. Die einzigen Einflussmöglichkeiten auf den Energiebedarf durch Beleuchtung in diesen Sektoren besitzt die Kommune durch gezielte Nutzerinformationen und durch das Anstoßen einer Kooperation zwischen dem Energieversorger (ZEAG) und dem Elektrogerätechandel (siehe Kapitel 3.6.2).

S1	Maßnahmenpaket: Effiziente Beleuchtung (im Bereich private Haushalte)	
Beschreibung	Ausstattung der privaten Haushalte mit Energiesparlampen	
Potenzial	Das zusätzlich über das Trendszenario (70% Verbreitung von Energiesparlampen) hinausgehende Potenzial wird auf weitere 25% geschätzt. Bei circa 60.000 Haushalten beträgt die eingesparte Energiemenge 3,7 GWh pro Jahr.	
Zeitraum	2010-2020	
Akteure	Private Haushalte	
Umsetzungshebel	Über die Energieeffizienzberatung der Bürger könnte ein schnellerer Austausch und eine insgesamt höhere Austauschrate erzielt werden.	
Investitionen	-	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele	
Relevanz für weitere Akteure	-	
Aufwand für Stadt	-	
Hemmnisse	Sind durch die stetigen Verbesserungen der Lichtqualität („Behaglichkeit“), den prognostizierten fallenden Anschaffungskosten, den gesetzlichen Vorgaben und den tatsächlichen Kosteneinsparungen sehr gering.	
Einsparpotenzial	ca. 1.800 t CO ₂ /a	
Wirtschaftlichkeit	Hoch, da sich die höheren Investitionskosten über die Kosteneinsparungen über die (lange) Laufzeit rentieren. (A)	
Vermeidungskosten	ca. -370 EUR/t (A)	
Wechselwirkung	Eine Wechselwirkung kann es mit der Maßnahme der Energieeffizienzberatung geben.	
Umsetzungspriorität	hoch	

Tabelle 38: Maßnahmenbewertung Effiziente Beleuchtung (private Haushalte)

3.6.2 Energieeffiziente Haushaltsgeräte

Der stetig zunehmende Stromverbrauch führt, wie die Entwicklung der Bilanz in Heilbronn zeigt, zu steigenden CO₂-Emissionen bzw. kompensiert die Einsparerfolge, die im Wärmebereich in der Vergangenheit erzielt wurden.

Der Betrieb von Elektro-Haushaltsgeräten (sogenannte „Weiße Ware“ wie Kühlschränke, Waschmaschinen, Spülmaschinen, Trockner etc.) trägt mit rund einem Drittel zum Stromverbrauch der privaten Haushalte bei. Ohne Komfortverlust lassen sich durch Einsatz besonders energieeffizienter Geräte (A+, A++) Energieeinsparungen von bis zu 45% gegenüber „normalen“ Geräten (Effizienzklasse A) erzielen.

Zur Aktivierung dieser Potenziale können die ZEAG durch ein Förderprogramm in Zusammenarbeit mit dem Elektrogerätefachhandel beitragen. Zielsetzung ist die Erhöhung der Marktdurchdringung von energieeffizienten Haushaltsgeräten. Auch hier, wie auf dem Wärmemarkt, sind die Investitionen in die Energieeinsparung aus Entscheidungssicht meist wirtschaftlich. Oft sind die Kosten für ein Gerät mit geringerem Verbrauch gar nicht oder nur wenig höher (Ausnahme: Trockner mit Wärmepumpe 400 - 500 €). Einen Anstoß zu dieser Zusammenarbeit könnte die noch zu gründende Energieeffizienzberatung (siehe Kapitel 3.8.1) liefern.

Die direkte Förderung durch den Stromanbieter soll dazu führen, dass bei der Entscheidung für den Kauf eines Gerätes auch der Stromverbrauch als wesentliches Kriterium gegenüber den vielen anderen an Bedeutung gewinnt oder überhaupt erst als solches gewertet wird. Die Maßnahme kann in Form der direkten Förderung des Kaufs eines Haushaltsgerätes mit dem besten Energielabel (in der Regel A++, A+) durchgeführt werden, z.B. in Form der kostenlosen Bereitstellung des Stromverbrauchs für das geförderte Gerät für ein Jahr an Kunden der ZEAG.

Idealerweise sollte das Bonussystem in Kooperation mit dem Elektrogerätefachhandel durchgeführt und durch eine gemeinsame Werbekampagne begleitet werden. Wichtig bei der Entwicklung der Maßnahme ist auch die Vernetzung mit der kommunalen Klimaschutzagentur (Energieeffizienzberatung).

S2 Maßnahmenpaket: Förderung Energieeffizienz Haushaltsgeräte	
Beschreibung	Direkte Förderung beim Kauf eines Haushaltsgerätes mit dem besten Energielabel. <ul style="list-style-type: none"> • Förderung der Geräte durch kostenlosen Strom für das Gerät für ein Jahr • Durchführung des Bonussystems zusammen mit dem Handel • Informationskampagne über den Bonus beim Handel und im Internet • Vernetzung mit der Energieeffizienzberatung und deren Projekten zur Energieeffizienz beim Gewerbe!
Potenzial	Das Potential ergibt sich aus dem Anteil der "weißen Ware" am Stromverbrauch der Haushalte und einem Schätzwert über die Anzahl der effizienten Neugeräte pro Jahr (Annahme von 10% der Neukäufe induziert durch das Prämienprogramm über 5 Jahre).
Zeitraum	2010-2020
Akteure	ZEAG in Koordination mit der Energieeffizienzberatung und dem Elektrofachhandel
Umsetzungshebel	Informationen über den gewährten Bonus sind im Internet und in Kooperation mit dem Elektrofachhandel zu streuen.
Investitionen	Zum Teil fallen nur geringfügige Mehrkosten bei der Anschaffung an. (A)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Aufgrund des Potenzials mittel, jedoch quasi „nebenbei“ erreicht die Stadt durch den natürlichen Erneuerungszyklus bei Haushaltsgeräten Verbesserungen bzgl. Ihrer Zielerreichung von CO ₂ -Einsparungen bis 2020. Außerdem erhöhte Aufmerksamkeit und Akzeptanz für die Energieeffizienzberatung.
Relevanz für weitere Akteure	Erhöhte Kundenbindung für den Stromversorger und für beteiligte Händler durch das Förderprogramm.
Aufwand für Stadt	Sofern die Energieeffizienzberatung an der Entwicklung + Durchführung einer Kampagne beteiligt ist, fallen hier für die Stadt Kosten an.
Hemmnisse	Trotz Wirtschaftlichkeit ist geringerer Energieverbrauch als Entscheidungskriterium beim Kunden oft nicht vorhanden.
Einsparpotenzial	ca. 2.200 t/a
Wirtschaftlichkeit	Die meisten effizienten Haushaltsgeräte sind in der Anschaffung unwesentlich teurer als weniger effiziente Geräte. Daher stellt sich eine wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit durch geringere laufende Kosten ein. (A)
Vermeidungskosten	ca. -21 EUR/t (A)
Wechselwirkung	Die Maßnahme ist Teil des Maßnahmenpakets hinsichtlich des Aufbaus einer Energieeffizienzberatung. Außerdem bestehen Wechselwirkungen zur Maßnahme des energieeffizienten Nutzerverhaltens.
Umsetzungspriorität	Mittel; das Gesamtpotenzial ist begrenzt, aber jeder Kauf innerhalb des Erneuerungszyklus, der hinsichtlich der Energieeffizienz suboptimal ausgeführt wird, verringert auf ca. 10 Jahre hinaus das Einspar-Potential.

Tabelle 39: Maßnahmenbewertung Energieeffiziente Haushaltsgeräte

3.6.3 Energiebewusstes Nutzerverhalten

Die in der Literatur verwendete Methodik zur Abgrenzung der von Verhalten und Lebensstil abhängigen Energieeinsparpotenziale unterscheidet zum einen das Verhalten bei Kauf- und Investitionsentscheidungen und zum anderen das Verhalten bei der Nutzung energieverbrauchender Güter und Dienstleistungen [43].

Der erste Punkt, die sogenannte Kaufphase (Investitionen), lässt sich über die Potenziale und die erfolgende Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen abbilden. Das bedeutet, dass die Stadt Heilbronn selbst und ihre Bürger und Gewerbetreibenden sich durch ihre Investitionsentscheidungen aktiv an einer nachhaltigen Energienutzung beteiligen können. Die Aufgabe einer Verwaltung wie der Stadt Heilbronn könnte hierbei z.B. die Beratung ihrer Bürger und Gewerbetreibenden hinsichtlich des Kaufes energieeffizienter Anlagentechnik sein.

Die Nutzungsphase (Punkt zwei) handelt von der effizienten Nutzung vorhandener Geräte, Fahrzeuge und Produkte. Hierbei kann es sich zum Beispiel um verbrauchsbewusstes Autofahren oder das Abschalten leerlaufender Maschinen handeln. Gerade beim privaten Konsum nimmt in den letzten Jahren ein Verhalten, welches auf einen bewussten Verzicht traditioneller Qualitätsansprüche und den vollen Umfang von Energiedienstleistungen abzielt (sog. Suffizienz), einen immer größeren Raum ein. In diesen Bereich lassen sich auch Einsparungen durch gesunkene Leerlaufverluste (Stand-by-Verluste) einordnen. Neben legislativen Maßnahmen (EU-Verordnung zur Regelung des Stand-By-Modus bei Haushalts- und Bürogeräten mit dem Ziel, bis 2020 75% des Stromverbrauchs aus dem Leerlaufbetrieb einzusparen [44]), hilft auch der Wertewandel und ein gesteigertes Kostenbewusstsein der Bürger (Wertigkeit der laufenden Kosten nimmt gegenüber den Anschaffungskosten zu), diese Einsparungen durch z.B. Verhaltensänderungen und Anfangsinvestitionen in Regelungstechnik zu erreichen.

Eine Quantifizierung verhaltensbedingter Einsparpotenziale erweist sich in der Regel als schwierig. Dies liegt unter anderem an den unklaren Prognosen hinsichtlich zukünftig veränderter Lebensstile, Nutzungskonzepten („nutzen statt besitzen“) sowie Design und Kreislaufführung. Diese Probleme erschweren es, bei politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern das Verständnis dafür zu wecken, dass die verhaltensbedingten Potenziale langfristig ebenso wichtig sein können wie die technisch-wirtschaftlichen.

Trotz dieser Schwierigkeiten und dem Fehlen „harter Daten“ gibt es eine Reihe von Abschätzungen über die nationalen Potenziale durch verändertes Nutzerverhalten, u.a. in einer Studie des Öko-Instituts in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut und der TU München [45]. In dieser Studie wird von einem umsetzbaren Verhaltenspotenzial beim Kleinverbrauch von 8% der gesamten CO₂-Emissionen im Jahr 2020 ausgegangen. Auf Grund der unsicheren Reliabilität dieser Annahme soll für Heilbronn ein verhaltenbezogenes Potenzial zwischen 5% und 10% der im Jahr 2020 prognostizierten Treibhausgasemissionen der Kleinverbraucher angesetzt werden. Auf Grund dieser Annahmen wird das Einsparpotenzial bis zum Jahr 2020 auf rund 2.000 t/a CO₂ abgeschätzt.

Die Programme und Maßnahmen, die für die prognostizierte Emissionsminderung durchzuführen sind, werden in der Studie den Bereichen Information, Motivation, Beratung und Weiterbildung zugeordnet.

Für die Stadt Heilbronn lassen sich daraus folgende Maßnahmen ableiten:

- Schüler in Schulen in Energiesparen unterrichten; ggf. mit finanziellem Anreizsystem / Schul-Wettbewerb
- Beratung der Bürger zu Kaufentscheidungen (z.B. durch kommunale Energieagentur, vgl. Maßnahme A1)
- Informationsbroschüren zum richtigen Heizen verteilen (z.B. über die städtische Wohnungsgesellschaft)
- Modellprojekte in ausgewählten Quartieren durchführen und messtechnisch begleiten
- die Schulung kommunaler Angestellter

S3 Maßnahmenpaket: Energieeffizientes Nutzerverhalten	
Beschreibung	Es handelt sich um die effiziente Nutzung vorhandener Geräte, Fahrzeuge und Produkte. (z.B. verbrauchsbewusstes Autofahren, Abschalten leerlaufender Maschinen). Dabei bewusster Verzicht auf tradierte Qualitätsansprüche ohne zwingend Verzicht zu üben.
Potenzial	Als CO ₂ -Einsparpotenzial können 5 – 10% der im Jahr 2020 prognostizierten Treibhausgasemissionen der Kleinverbraucher angesetzt werden.
Zeitraum	2010-2020
Akteure	In erster Line sind im Paket die privaten Verbraucher zusammengefasst, aber auch in anderen Sektoren ist effizientes Nutzerverhalten denkbar.
Umsetzungshebel	Über die städtische Energieeffizienzberatung lassen sich Bürger und andere Verbraucher in vielfältiger Weise informieren und beraten.
Investitionen	Sind bei der Nutzung vorhandener effizienter Geräte (in der Nutzungsphase) nicht vorhanden.
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Emissionsminderungen in diesem Bereich helfen bei der Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele, in eigenen Liegenschaften bei Kostenminimierungen.
Relevanz für weitere Akteure	
Aufwand für Stadt	gering
Hemmnisse	Die Unwissenheit der Verbraucher über die genaue Aufteilung und Höhe ihrer Energiekosten und die teilweise zu geringen Kosten für Energie verhindern erheblich ein bewusstes Energiesparen.
Einsparpotenzial	Abgeschätzt 2.000 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Energiesparen vermindert nicht nur Emissionen, sondern schont auch den Geldbeutel, da keine nennenswerten Investitionen vonnöten sind.
Vermeidungskosten	keine
Wechselwirkung	Teilweise Wechselwirkungen mit dem Maßnahmenpaket Energieeffiziente Haushaltsgeräte und Energieeffizienzberatung
Umsetzungspriorität	Hoch, da geringe Anstoßimpulse (durch z.B. Aufklärung in Schulen) eine nachhaltige Wirkung entfalten können.

Tabelle 40: Maßnahmenbewertung Energieeffizientes Nutzerverhalten

3.6.4 Tarifstrukturen

Der Stromversorger ZEAG bietet seinen Kunden im Netzgebiet der NHF Netzgesellschaft Heilbronn-Franken zwei Stromtarife aus 100% regenerativ erzeugter Energie an. Dies ist zum einen der Tarif „NaturEnergie Silber“, der vollständig aus Wasserkraft, vor allem heimischer, erzeugt wird und zum anderen der Tarif „NaturEnergie Gold“ aus ebenfalls „grünem“ Strom. Teile des Erlöses dieses Tarifs fließen unter anderem in den Ausbau neuer Solar- und Wasserkraftwerke.

Zur energetischen Untersuchung der Gebäudehülle ihrer Häuser bietet die ZEAG ihren Kunden in einer Frühjahrs-Aktion die verbilligte Dienstleistung einer Thermografie (Thermografie-Aufnahmen verdeutlichen die energetischen Schwachstellen einer Gebäudehülle) inklusive einer Handlungsempfehlung hinsichtlich des Energie- und Kostensparens an.

Neben diesen Dienstleistungen, die die ZEAG für ihre Kunden bereithält, um Ihnen beim Sparen von elektrischer Energie und Heizenergie zu helfen, bietet sich die Möglichkeit, die bestehende Tarifstruktur durch einen Stromeinspartarif mit Bonuszahlung bei sinkendem Stromverbrauch zu ergänzen.

Zielsetzung dabei ist es, den Stromverbrauch im Haushalt und Kleingewerbe ohne den Einsatz von Investitionen zu senken. Dazu wird im Stromeinspartarif ein Bonus gezahlt, wenn der Stromverbrauch des Vorjahres um z.B. mindestens 5% unterschritten wird. Die Idee dabei ist, dass allein durch eine erhöhte Aufmerksamkeit (Controlling) der Stromverbrauch auch ohne Komfortverlust gesenkt wird. Durch den Tarif mit Stromeinsparbonus soll diese Aufmerksamkeit geweckt und möglichst aufrechterhalten werden.

Der Bonus kann gestaffelt gestaltet werden, z.B. ab 5% Einsparung 5,- € je 5% mit einem Deckel von 30 oder 40 €/a.

S4 Maßnahmenpaket: Stromspartarife mit Bonuszahlung	
Beschreibung	Zur Senkung des Stromverbrauchs im Haushalt und Kleingewerbe wird das Strom-Einsparen direkt belohnt. <ul style="list-style-type: none"> • Bei gesunkenem Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr wird der Kunde mit einem Bonus belohnt, • der Bonus wird abhängig von der Höhe der Einsparung gestaffelt, • der Bonus beträgt z.B. 5 € je 5% mit einem Deckel von 30 oder 40 €/a.
Potenzial	rund 5.000 Kunden, von denen die Hälfte eine maßnahmeninduzierte Einsparung von 5% erreicht.
Zeitraum	über die Laufzeit zwischen 2010 bis 2020
Akteure	ZEAG Energie AG möglichst in Koordination mit den anderen Akteuren innerhalb der Energieberatung, Zusammenarbeit mit den entsprechenden Gewerbebetrieben und dem Handel
Umsetzungshebel	Informationskampagne über die Umstellung des Tarifs/ direkte Kundenansprache über die Rechnung / Kundenmagazin
Investitionen	-
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Emissionsminderungen in diesem Bereich helfen bei der Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele.
Relevanz für weitere Akteure	-
Aufwand für Stadt	-
Hemmnisse	Motivation zu Verhaltensänderungen hinsichtlich der Stromverbrauchs noch zu gering, generell noch niedrige Wechselbereitschaft
Einsparpotenzial	ca. 210 t CO ₂ /a
Wirtschaftlichkeit	Hoch, da der Kunde ohne bzw. mit geringen Investitionskosten neben eingesparten Stromkosten zusätzlich noch einen Bonus erhält. (A)
Vermeidungskosten	-
Wechselwirkung	Wechselwirkungen ergeben sich mit den Maßnahmenpaketen Energieeffiziente Haushaltsgeräte und Nutzerverhalten sowie dem Aufbau einer Energieeffizienzberatung.
Umsetzungspriorität	Hoch, da ohne große Kosten einer Stromverbrauchssteigerung in den nächsten Jahren entgegengewirkt werden kann.

Tabelle 41: Maßnahmenbewertung Tarifgestaltung

3.6.5 Querschnittstechnologien

Im industriellen und gewerblichen Bereich kommt den sog. Querschnittstechnologien besondere Bedeutung zu.

Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz finden sich in der Kältetechnik durch die Wärmerückgewinnung aus Kältemaschinen. In der Drucklufttechnik sind energieeffiziente

Regelungen sowie Vermeidung von Leckagen entscheidend. Im Bereich der Fördertechnik können technisch verbesserte Kugel- und Rollenlager den Energieverbrauch um knapp 30 Prozent senken.

Bei Beleuchtungssystemen lassen sich durch elektronische Vorschaltgeräte, Reflektoren und optimierte Regelungen Einsparungen von bis zu 50% erreichen [46].

Emissionsminderungspotenziale und –kosten sind in diesem Bereich schwerlich im Rahmen einer solchen Studie zu bestimmen, da sie sich realistisch nur durch eine Analyse der jeweiligen Prozessabläufe bestimmter energieintensiver Betriebe bestimmen lassen.

In vielen Betrieben bieten sich Stromeinsparpotenziale von 20 Prozent und mehr. Weniger Stromverbrauch führt zu deutlichen Kosteneinsparungen und zur Reduktion der klimarelevanten CO₂-Emissionen.

Das adressierbare Potenzial wird basierend auf dem Gesamtverbrauch im Bereich GHD und Kleinindustrie auf rund 2.000 t CO₂/a geschätzt.

Im Folgenden werden beispielhaft einige Handlungsfelder qualitativ beleuchtet.

3.6.5.1 Druckluft

Große lufttechnische Systeme im gewerblichen und industriellen Bereich können sehr komplex werden. Es gibt eine Vielzahl von Vorgaben zu beachten. Für die Umsetzung gibt es zahlreiche Möglichkeiten.

Der Auslegungsvolumenstrom und die Anpassung der Förderleistung und des Druckniveaus an den tatsächlichen Bedarf sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und die Energiekosten der Anlage.

Der Betrieb einer lufttechnischen Anlage kann mit erheblichen Dauerkosten verbunden sein. Auf die Höhe dieser Kosten können der Anlagenbauer und der Betreiber an vielen Stellen auch nach der Inbetriebnahme Einfluss nehmen. Bei der Planung und bei regelmäßigen Optimierungen während der Lebensdauer, sollte die Leistung der Anlage möglichst genau an die tatsächlichen Erfordernisse angepasst werden. Eine bewusste Auswahl der Komponenten, Optimierung der Steuerung und eine regelmäßige Instandhaltung können eine hohe Energieeffizienz gewährleisten.

Beispielhafte Einsparpotenziale zeigt die folgende Abbildung:

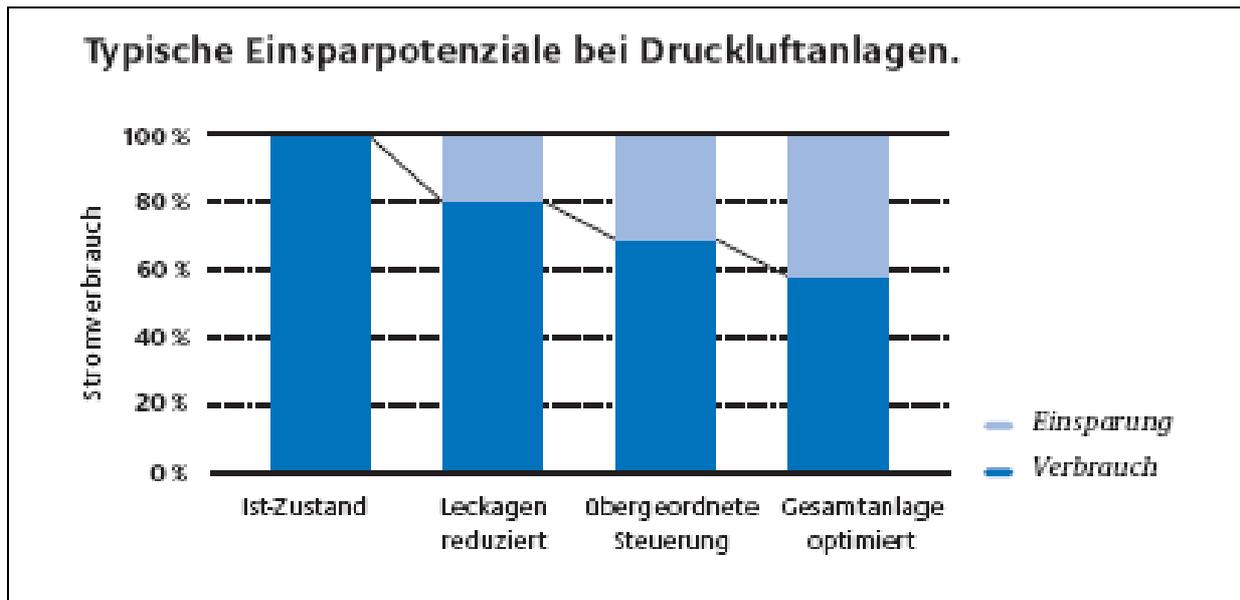


Abbildung 77: Typische Einsparpotenziale bei Druckluftanlagen (Quelle: dena)

3.6.5.2 Effiziente Kältetechnik

Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten, die Energieeffizienz bei der Kälteerzeugung zu verbessern.

Die Kältetechnik hat einen Anteil von 14 Prozent am Stromverbrauch in Deutschland. Die Tendenz ist steigend.

Um die Kälteerzeugung energie- und kosteneffizient zu gestalten, sind grundsätzlich eine Reihe von Maßnahmen geeignet. Die Tabelle unten zeigt einige von ihnen beispielhaft auf. Zu berücksichtigen ist dabei auch die Summierung der Einzelpotenziale zum Gesamtergebnis.

Die Optionen im Bereich der Kältebereitstellung sind in Abschnitt 3.5.7 detaillierter beschrieben.

Maßnahme	Einsparpotenzial
Stärkere Wärmedämmung	5-15%
Hocheffizienter Kälteprozess	2-5%
drehzahlgeregelte Antriebe	4-6%
Steuerung des Verdichterdrucks am Kältekompressor	10-15%

Tabelle 42: Beispielhafte Einsparpotenziale in der Kälteerzeugung (Quelle: www.industrie-effizienz.de)

3.6.5.3 Beleuchtung

Im Gegensatz zum Haushalt ist die Beleuchtung im gewerblichen Bereich oftmals bereits effizienter wegen der längeren Nutzungsdauer und des größeren Einflusses der Betriebskosten (inkl. Lampenwechsel).

Trotzdem können in vielen Bereichen durch effizientere Beleuchtung mit elektronischen Vorschaltgeräten und Reflektoren sowie einer optimierten Regelung mit Präsenzmeldern und tageslichtabhängiger Steuerung noch Verbesserungen erreicht werden. Insbesondere in öffentlichen Einrichtungen (Schulen, Krankenhäuser, Altenheime, Verwaltung) lassen sich Einsparungen bis zu 40% realisieren (siehe Abschnitt 3.6.1).

3.6.5.4 Pumpen und Antriebe

Im Bereich der Pumpen und allgemein den elektrischen Antrieben gibt es im Sektor GHD vor allem in mittleren und kleineren Leistungsklassen Effizienzsteigerungsmöglichkeiten durch drehzahlvariable Pumpen mit Frequenzumrichter, die oftmals noch nicht ausgeschöpft worden sind.

Die Einsparpotenziale werden auf etwa 30% geschätzt [47].

3.6.5.5 Hebel der Stadt Heilbronn

Die Möglichkeiten der Stadt, im Bereich der GHD und Industrie sind vergleichsweise beschränkt. Möglichkeiten, Investitionen in energieeffizientere Techniken anzustoßen, bestehen in:

- Verbrauchsanalysen (Wärme, Strom, Prozessenergie) und Vor-Ort-Energieberatung im Gewerbe durch städtische Töchter
- Initiierung von Branchenenergiekonzepten
- Kooperative Aktionen, z.B. mit dem Handel
- Beschaffung von Bestgeräten und Berücksichtigung des Energieverbrauches bei Ausschreibungen dazu im eigenen Bereich
- Branchenspezifische Informationsprogramme unter Nutzung verfügbarer Materialien (z.B. dena)

3.7 Handlungsfeld Verkehr

3.7.1 Maßnahmenübersicht

Im Rahmen des im September 2009 mit Vertretern der Verwaltung, der Verkehrsbetriebe, der Deutsche Bahn AG, des Fahrlehrerverbandes Baden-Württemberg sowie der Hochschule Heilbronn durchgeführten Workshops „Verkehr“ wurde folgendes Spektrum von Maßnahmen im Verkehrsbereich vorgestellt, diskutiert und bewertet.

Personenverkehr	Güter- und Wirtschaftsverkehr
V1 Förderung Fußverkehr	V12 Organisation Güter- und Wirtschaftsverkehr
V2 Radverkehr	V13 Erhalt/Ausbau Infrastruktur umweltfreundlicher Verkehrsträger
V3 Förderung ÖPNV	V14 städtischer Fuhrpark (s. auch 8)
V4 Car-Sharing	V15 städtische Beschaffung
V5 Verkehrsvermeidung	
V6 Städtebau, Stadtentwicklung	
V7 Verkehrsablauf, Fahrverhalten	
V8 Städtischer Fuhrpark (s. auch 14)	
V9 ordnungsrechtliche und fiskalische Instrumente	
V10 verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung	
V11 betriebliches Mobilitätsmanagement	
Weitere Maßnahmen	
Elektromobilität - Demonstrationsprojekte	
Verkehrserziehung an Schulen	
Kampagnen	

Tabelle 43: Spektrum der Maßnahmen im Verkehrsbereich, Workshop „Verkehr“

Die Maßnahmen wurden von den Teilnehmern hinsichtlich der Kriterien „geschätztes Potential“, „Wirksamkeit“, „Wirtschaftlichkeit“, „Umsetzungsbedingungen/Hemmnisse“, „Synergien/Zusatzeffekte“, „gesamtstrategische Bedeutung“, „Akteure“ und „Realisierungshorizont“ bewertet. In der nachfolgenden Abbildung sind die Einschätzungen zusammengefasst.

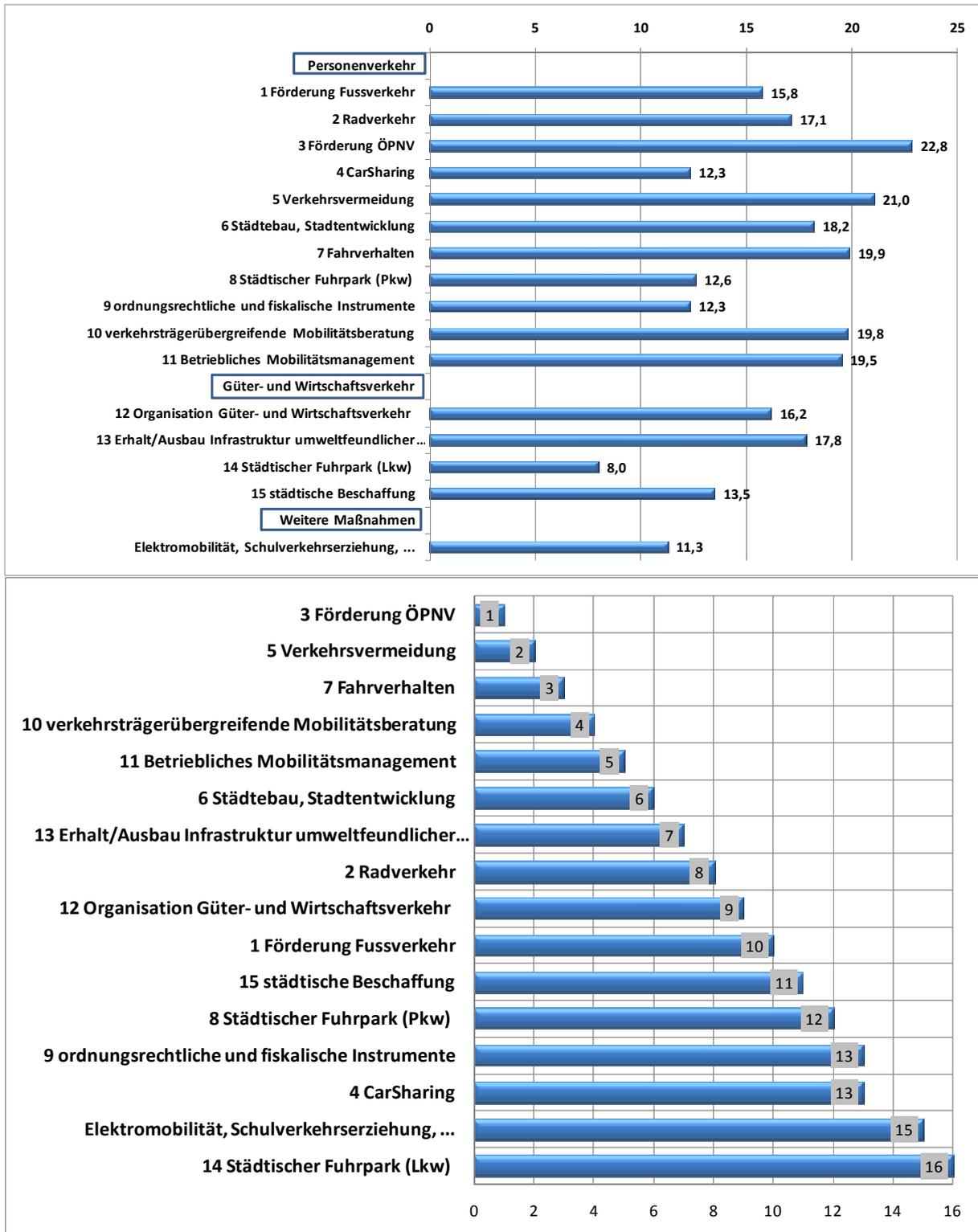


Abbildung 78: Zusammenfassung der Einschätzungen der Teilnehmer des Workshops „Verkehr“ (oben: Punkte, unten: Rangreihung)

Demnach wurde von den Teilnehmern des Workshops für Heilbronn die Förderung des ÖPNV als wichtigste Maßnahme eingestuft, gefolgt von Vermeidung unnötigen Verkehrs, Fahrverhalten und Mobilitätsdienstleistungen.

Im folgenden Kapitel werden einige wesentliche Maßnahmen hinsichtlich ihrer CO₂-Minderungspotentiale für Heilbronn eingeschätzt. Dabei werden die bereits verkehrspolitisch verankerten oder in der Diskussion befindlichen Maßnahmen sowie die Einschätzungen der Workshop-Teilnehmer berücksichtigt.

3.7.2 Einschätzung von Maßnahmenwirkungen (Literaturwerte)

Zur Einordnung der weiteren Abschätzungen der Maßnahmenwirkungen für Heilbronn werden im Folgenden die Ergebnisse aus entsprechenden Untersuchungen zusammengefasst [48], [49], [50].

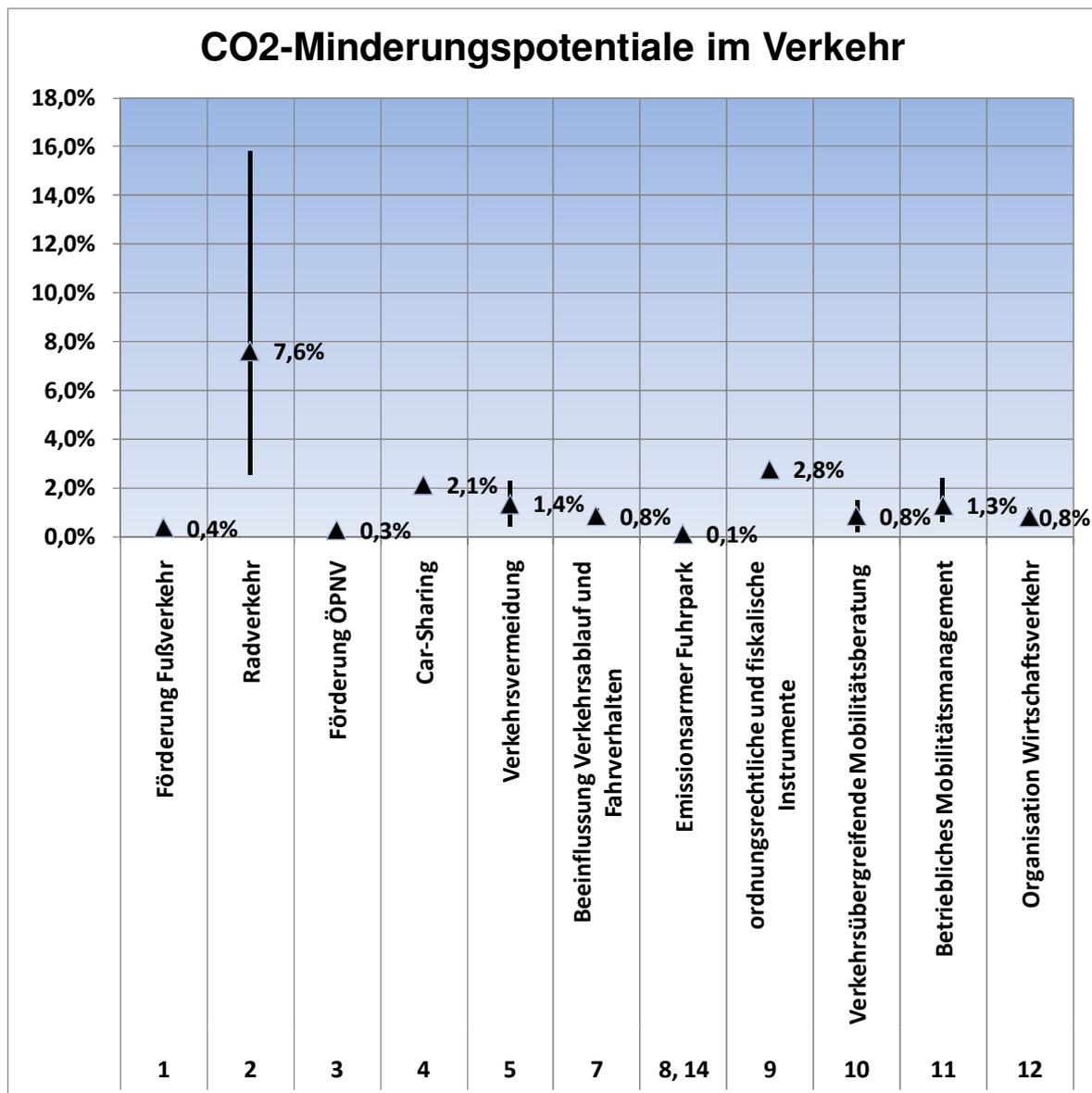


Abbildung 79: Zusammenfassung der Ergebnisse aus Abschätzungen zu Maßnahmenwirkungen im Verkehr (Literaturwerte)

Die Gutachter gehen in ihren Einschätzungen von eher geringen bis mittleren Minderungsra-ten aus. Eine Ausnahme bildet der Radverkehr, der i. M. mit -7,6% eingeschätzt wird (Span-ne von 2,5 bis 16%). Die weite Spanne der Schätzungen ist stark abhängig von der Aus-gangssituation im Radverkehr, je niedriger der Radverkehrsanteil umso höher das Entwick-lungspotential. Weitere Maßnahmen mit einem höheren Potential von über 2% sehen die Gutachter im Car-Sharing und bei ordnungspolitischen/fiskalischen Maßnahmen.

3.7.3 Wirkungsabschätzung für Heilbronn

3.7.3.1 Förderung ÖPNV (V3)

Die Maßnahmen zum Stadtbahnausbau, Nordstrecke und Busflottenerneuerung sind bereits im Rahmen der Trendprognose bilanziert.

3.7.3.2 Verkehrsvermeidung (V5)

Unter dem Begriff wird hier in erster Linie eine bessere Verzahnung von Stadt- bzw. Stand-ortentwicklung und Verkehrsplanung verstanden. Im Einzelnen ist z.B. der Ausbau der Stadt-teilversorgung, die Nutzungsverdichtung in gut ÖPNV-erschlossenen Gebieten oder die Ent-wicklung von Siedlungs- und Gewerbeschwerpunkten an ÖPNV-Knoten zu verstehen. Die Umsetzung solcher Maßnahmen kann kurzfristig sein, ist i.d.R. aber längerfristig angelegt. Eine Quantifizierung ist i.a. schwierig. Für Heilbronn kann daher nur der Schätzwert aus der Literaturrecherche von 1,4% CO₂-Reduktion (bezogen auf den Fall ohne Maßnahme) ange-nommen werden.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich für Heilbronn folgende CO₂-Reduktionen abschät-zen.

	ΔCO ₂ (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 1.695	- 0,8% / - 1,1%
2020	- 1.468	- 0,7% / - 1,0%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 44: Abschätzung der Wirkungen von koordinierter Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung in Heilbronn

Bei konsequenter Verzahnung von Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung könnte langfris-tig ein Potential in Heilbronn entfaltet werden, das etwa doppelt so hoch liegt wie das der Nordstrecke der Stadtbahn.

3.7.3.3 Verkehrsablauf, Fahrverhalten (V7)

Hierunter lassen sich Maßnahmen subsummieren, die sowohl in die Rahmenbedingungen des Betriebs-/Verkehrsablaufs (Signalsteuerung, Priorisierung, ...) eingreifen als auch das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer durch Vermittlung einer kraftstoffsparenden Fahrweise im Sinne auch des Klimaschutzes nachhaltig beeinflussen. Der Verkehrsablauf wird sich durch einen geplanten neuen Verkehrsrechner verbessern lassen. Der Effekt auf eine CO₂-Reduktion dürfte insgesamt jedoch eher gering sein (deutlich unter 1%). Bei der Beeinflussung hin zu einer energiesparenden Fahrweise geht man von einer möglichen maximalen Reduktion von -30% aus.

In Bezug auf die Einflussnahme durch Kurse für Führerscheinaltbesitzer bzw. während der Fahrschule für Führerscheinneulinge lässt sich für Heilbronn folgende Rechnung aufmachen. Es wird angenommen, dass die Beteiligungsquote bei den Altbesitzern bei 5%, die mögliche Kraftstoffeinsparung durch die angepasste Fahrweise bei -10% und die Nachhaltigkeitsquote (die die energiesparende Fahrweise beibehalten) bei 33% liegt. Bei den Führerscheinneulingen werden eine mögliche Kraftstoffeinsparung von -20% und ebenfalls eine Nachhaltigkeitsquote von 33% unterstellt. Als Berechnungsbasis wird die Pkw-Fahrleistung der Heilbronner von geschätzt 340 Mio. Pkwkm/a auf dem Stadtgebiet herangezogen.

	Beeinflussbare Fahrleistung (Pkwkm)	ΔCO_2 (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	21,9 Mio. (6,4%)	- 463	- 0,2% / - 0,3%
2020	69,2 Mio. (20,0%)	- 1.386	- 0,7% / - 0,9%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 45: Abschätzung der Wirkungen energiesparender Fahrweise in Heilbronn

Durch Kumulationseffekte kann unter den unterstellten Randbedingungen die beeinflussbare Fahrleistung der Heilbronner auf 20% in 2020 gesteigert werden. Hierdurch lassen sich die Wirkungen auf knapp 1.400 t CO₂/a beziffern. Dies entspricht, auf 1992 bezogen, einer Minderung zwischen 0,7 bzw. 0,9%.

Damit würde sich in etwa die gleiche Minderung erzielen lassen wie bei der Maßnahme Verkehrsvermeidung (V5).

3.7.3.4 Verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung (V10)

Verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung meint die bessere Verzahnung von Informationen zum räumlich-zeitlichen Angebot der verschiedenen Verkehrsträger, um seine Wege

individuell besser planen zu können. Die Informationen können über eine Mobilitätszentrale verwaltet und z.B. über eine Internetplattform auch mobil zugänglich gemacht werden.

Eine Quantifizierung ist i.a. schwierig. Für Heilbronn kann daher nur der Schätzwert aus der Literaturrecherche von 0,8% CO₂-Reduktion (bezogen auf den Fall ohne Maßnahme) angenommen werden.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich für Heilbronn folgende CO₂-Reduktionen berechnen.

	ΔCO ₂ (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 968	- 0,5% / - 0,4%
2020	- 839	- 0,6% / - 0,6%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 46: Abschätzung der Wirkungen von verkehrsträgerübergreifendem Mobilitätsmanagement in Heilbronn

Das mit dieser Maßnahme erreichbare Minderungspotential liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie die vorherigen Maßnahmen.

3.7.3.5 Betriebliches Mobilitätsmanagement (V11)

Betriebliches Mobilitätsmanagement entspricht i.w. dem der Maßnahme V10, nur auf die Betriebsebene verlagert. Das Management kann um weitere Bausteine ergänzt werden wie Job-Tickets, Car-Pooling/Car-Sharing, Firmenfahrrad etc.

Eine Quantifizierung ist i.a. schwierig. Für Heilbronn kann daher nur der Schätzwert aus der Literaturrecherche von 1,3% CO₂-Reduktion (bezogen auf den Fall ohne Maßnahme) herangezogen werden.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich für Heilbronn folgende CO₂-Reduktionen berechnen.

	ΔCO ₂ (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 1.573	- 0,8% / - 0,7%
2020	- 1.364	- 1,0% / - 0,9%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 47: Abschätzung der Wirkungen von verkehrsträgerübergreifendem Mobilitätsmanagement in Heilbronn

Mit konsequentem betrieblichem Mobilitätsmanagement können Minderungspotentiale bis zu 1% erreicht werden. Diese geschätzten Werte sind wesentlich abhängig von der Anzahl und

Größe der sich beteiligenden Firmen und der Intensität der Umsetzung des Verkehrsmanagements.

3.7.3.6 Radverkehr (V2)

Für die Stadt Heilbronn existiert ein Radverkehrsplan /HN200851/, in dem entsprechende Planungsziele und Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs in Heilbronn fixiert sind. Die Verwaltung geht davon aus, dass mit der konsequenten Verfolgung und Umsetzung des Radverkehrsplans 2008 der heutige Radverkehrsanteil (RVA) am Modal Split von 8% auf mindestens 10% bis 2012 und mindestens 15% bis 2025 (13% bis 2020) gesteigert werden kann. Die Steigerung des Radverkehrsanteils führt jedoch nicht nur zur Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs aufs Fahrrad, sondern auch vom ÖPNV und vom Fußverkehr. In der einschlägigen Literatur wird davon ausgegangen, dass 73% der Fahrten vom Pkw und 13% vom ÖPNV (überwiegend Busverkehr) kommen.

Die Berechnungsergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

	Minder-Fahr- bzw. Verkehrsleistung**	ΔCO_2 (t/a)	CO_2 -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012 (RVA=10%)	- 19,9 Mio. Pkwkm - 3,0 Mio. Pkm	- 3.870	- 1,9% / - 2,6%
2020 (RVA=13%)	- 51,4 Mio. Pkwkm - 7,7 Mio. Pkm	- 8.600	- 4,1% / - 5,7%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

**) Verkehrsleistung – Bus in Personen-Kilometer (Pkm)

Tabelle 48: Abschätzung der Wirkungen der Erhöhung des Radverkehrsanteils durch die Umsetzung des Radverkehrsplans Heilbronn 2008

Wie bereits auch schon in anderen Studien abgeschätzt, hat die konsequente Umsetzung der Radverkehrsplanung das mit weitem Abstand höchste Minderungspotential, ganz im Gegensatz zur Einschätzung der Workshop-Teilnehmer, die den Radverkehr, überwiegend aus Gründen der nicht gesicherten Finanzierung, in seiner Priorität auf den 8. Rang gesetzt hatten.

Die zu erwartenden Wirkungen liegen noch deutlich über der Summe der Wirkungspotentiale der bis hierher diskutierten und abgeschätzten Maßnahmen.

3.7.3.7 Car-Sharing (V4)

In einer Studie zur Evaluierung des Car-Sharing (CS) in der Schweiz /BFE200652/ wurden einige Eckwerte zur Entwicklung der Anzahl und Struktur (z.B. Pkw-Verfügbarkeit im Haushalt ja/nein) der CS-Kunden, der Anzahl der bereitgestellten CS-Fahrzeuge sowie dem Mobilitätsverhalten erarbeitet. Demnach liegt die Rate CS-Kunden/Führerscheinbesitzern bei 1,2%, CS-Fahrzeuge/Pkw-Bestand bei 0,05%. Der Durchschnittskunde nutzt CS für 16 Fahrten pro Jahr und legt durchschnittlich je Fahrt 42,6 km zurück. Der durchschnittliche Flottenverbrauch der CS-Fahrzeuge liegt ca. 20% unter dem des gesamten Pkw-Bestandes. In Zukunft werden sich die Durchschnittsverbräuche jedoch stärker annähern, so dass für 2020 von nur noch 10% ausgegangen werden kann.

Für Heilbronn lassen sich die Erkenntnisse auf folgende Werte herunter brechen. Wenn in 2012 mit dem Car-Sharing begonnen würde, könnte man, eine Anlaufphase eingerechnet, mit etwa 650 aktive CS-Kunden rechnen, für die etwa 20 Pkw bereitzustellen wären. In 2020 kann dann mit der vollen Akzeptanz des Systems gerechnet werden. Die aktive Kundenzahl würde auf 1.100, die Anzahl der Fahrzeuge auf 34 steigen.

Auf das Heilbronner Stadtgebiet bezogen ergeben sich auf Basis der genannten Werte folgende Minderungspotentiale.

	Minder-Fahrleistung (Pkwkm)	ΔCO_2 (t/a)	CO_2 -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 0,05 Mio.	- 22	- 0,01% / - 0,01%
2020	- 0,08 Mio.	- 24	- 0,01% / - 0,02%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 49: Abschätzung der Wirkungen der Einführung von Car-Sharing in Heilbronn

Im Gegensatz zur Einschätzung in der Literatur, wo dem Car-Sharing ein Potential von 2,1% (München) zugeordnet wird, ist in der konventionellen Form das Car-Sharing für Heilbronn relativ unwirksam als Klimaschutzmaßnahme. Die Abschätzungen beziehen sich auf privates Car-Sharing. Business Car-Sharing ist Teil der Maßnahme betriebliches Mobilitätsmanagements (V11) und dort wirkungsseitig erfasst.

Neue Formen der „öffentlichen“ Pkw-Verfügbarkeit in der Fläche wie das neue System Car2Go von Daimler-Benz, das in einem Großversuch in Ulm getestet wurde, können möglicherweise akzeptable Klimaschutzpotentiale generieren. Erste Zahlen sprechen dafür, wenn es gelingt die Fahrleistung insgesamt nicht zu erhöhen und dem ÖPNV und den Taxi-Unternehmen keine Konkurrenz zu machen.

3.7.3.8 Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehr (V12)

Dieser Maßnahme sind im Wesentlichen Bausteine zuzuordnen wie ein kommunales, in der Region verankertes Güterverkehrskonzept mit der Definition eines Vorrangnetzes und des Ausbaus und der Sicherung der Infrastruktur von Schiene und Binnenschiff einschl. der Freihaltung von Trassen für Gleisanschlüsse bei neuen Gewerbegebieten. Mit dem Ausbau des Neckar und dem geplanten Containerhafen in Heilbronn wird grundsätzlich die Binnenschifffahrt für Heilbronn an Bedeutung gewinnen. Dennoch ist aufgrund der Lage und der Straßennetzstruktur mit einem Zuwachs an Lkw-Verkehr bezogen auf den Hafen zu rechnen, der möglichst umweltverträglich abgewickelt werden sollte. Dies kann mit den oben genannten Maßnahmen unterstützt werden.

Eine Quantifizierung ist i.a. schwierig. Für Heilbronn kann daher nur der Schätzwert aus der Literaturrecherche von 0,8% CO₂-Reduktion (bezogen auf den Fall ohne Maßnahme) angenommen werden.

Unter dieser Voraussetzung lassen sich für Heilbronn folgende CO₂-Reduktionen berechnen.

	ΔCO_2 (t/a)	CO ₂ -Minderung* (bezogen auf 1992)
2012	- 1.453	- 0,7% / - 1,0%
2020	- 1.350	- 0,7% / - 0,9%

*) 1. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt, 2. Zahl: Bezug auf Kfz-Gesamt ohne BAB

Tabelle 50: Abschätzung der Wirkungen einer verbesserten Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehrs in Heilbronn

Das auf Basis von Literaturwerten abgeschätzte Minderungspotential einer besseren Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehrs entspricht in etwa dem des betrieblichen Mobilitätsmanagements, die Effekte hier nur bezogen auf den Güterverkehr.

3.7.3.9 Geschätztes CO₂-Minderungspotential im Verkehr

Die diskutierten und abgeschätzten Maßnahmen sind in Abbildung 80 nochmals zusammengefasst. Dabei sind diejenigen Maßnahmen, für die nur eine Abschätzung nach Literaturwerten vorgenommen werden konnte, mit einem (*) gekennzeichnet. Die Ziffer in () vor der Maßnahmenbezeichnung bezeichnet den Rang, den die Teilnehmer des Workshops der Maßnahme zugeordnet hatten.

Die dargestellten Maßnahmen bilden in Summe ein CO₂-Minderungspotential im Kfz-Verkehr bezogen auf 1992 von 4,8 bzw. 6,6%-Punkten in 2012 und 7,3 bzw. 10,0%-Punkten in 2020 ab, je nachdem ob man die BAB mit einbezieht (jeweils 1. Zahl) oder nicht. Für die Einflussnahme der Stadt Heilbronn ist die jeweils 2. Zahl (ohne BAB) entscheidend, da der Verkehr

auf der BAB i.w. Fernverkehr ist und daher im Sinne einer kommunalen Handlungsoption wenig beeinflussbar ist.

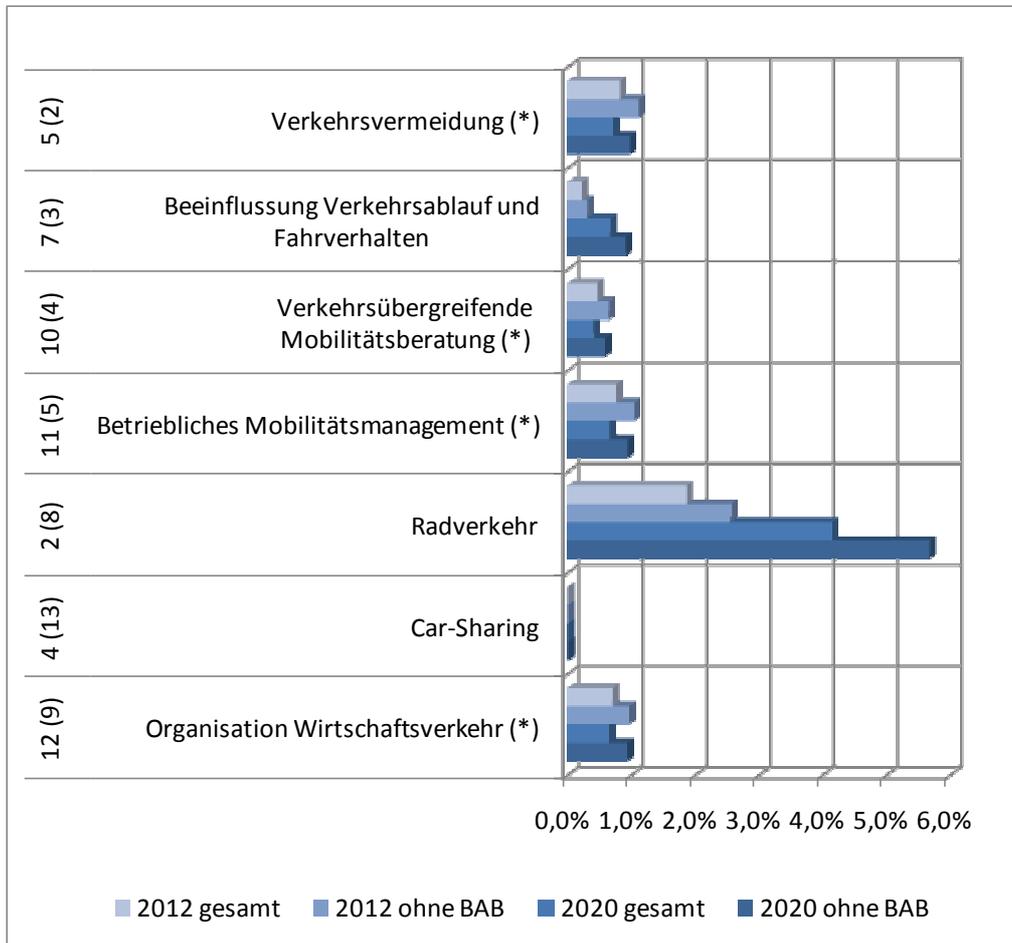


Abbildung 80: Ergebnisse der Wertung der im Workshop Verkehr diskutierte Maßnahmen

Herausragend sind die möglichen Wirkungen eines verbesserten Radverkehrs mit annähernd 6%-Punkten. Rechnet man die bereits durch die Rahmenbedingungen der Trendprognose erzielbaren Minderungen von 31%-Punkten hinzu, so ist das Klimaschutzziel von -40% bezogen auf 1990 schon fast erreicht. Die noch fehlenden Minderungen lassen sich aus dem Spektrum der übrigen Maßnahmen darstellen, so dass Heilbronn das gesteckte Klimaschutzziel im Kfz-Verkehr mit entsprechenden Anstrengungen durchaus erreichen kann.

3.8 Übergeordnete Maßnahmen

3.8.1 Energieeffizienzberatung – regionale Energieagentur

Das Maßnahmenpaket Energieeffizienzberatung besteht im Wesentlichen aus „weichen“ Maßnahmen, die ohne bzw. mit geringen Investitionen zu effizienterem Einsatz der Endenergie beim Verbraucher und damit zur Senkung der CO₂-Emissionen führen sollen.

In Baden-Württemberg wurden zu diesem Zweck in den letzten Jahren zahlreiche kommunale Energie- und Klimaschutzagenturen gegründet, z.B. in Mannheim, Heidelberg, Karlsruhe oder Reutlingen.

Diese haben sich zum Ziel gesetzt, die Erfüllung der von der EU initiierten, vom Bund und vom Land Baden-Württemberg durch zahlreiche gesetzliche Vorgaben konkretisierten, Aufgaben hinsichtlich der Energieeffizienz und des Klimaschutzes regional zu gestalten und die jeweiligen Akteure konkret vor Ort zusammenzubringen, zu beraten und zu begleiten. Darüber hinaus gilt es, die Bundesprogramme (Träger der Förderung KfW und BAFA), die die Finanzhilfen zur Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen zur Verfügung stellen, zu regionalisieren.

Die Energie- und Klimaschutzberatungsaktivitäten für Endverbraucher sind in Heilbronn und im Landkreis Heilbronn derzeit nicht gebündelt, sondern werden von den einzelnen Akteuren in Eigenregie vorgenommen.

Unter der Überschrift Effizienzberatung wird hier zur Bündelung der vielschichtigen und komplexen Aufgaben die Gründung und der Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (Stadt unter Einbeziehung des Landkreises Heilbronn) vorgeschlagen. Ziel ist dabei nicht, eigene Beratungsleistungen der Stadt Heilbronn konkurrierend zu den schon bestehenden Leistungen der verschiedenen Akteure aufzubauen (Stadt, Stadtwerke, Stromversorger ZEAG, Energieberatungszentrum Handwerksförderung Heilbronn Franken e.V., Energieberater), sondern die bestehende Beratungsleistungen zu vernetzen und auszuweiten. Dazu sollten idealer Weise die Energieversorger in Heilbronn sowie Handwerks- und Architektenkammern in die zu gründende Agentur eingebunden werden.

Die Energie- und Klimaschutzagentur soll durch ihre Beratungs- und Dienstleistungen die Umsetzung der unter Kapitel 3 beschriebenen Maßnahmen

- initiieren,
- verstärken,
- und koordinieren.

Darüber hinaus soll durch die Aktivierung der von EU, Bund und Land in den verschiedenen Fördertöpfen zur Verfügung gestellten Gelder deren Finanzierung unterstützt werden.

Um das Thema Klimaschutz und Energieeffizienz nachhaltig zu bearbeiten, ist

- in regelmäßigen Abständen der Erfolg der Maßnahmen zu evaluieren,
- über Öffentlichkeitsarbeit das Thema im öffentlichen Bewusstsein dauerhaft und immer wieder neu zu verankern und
- durch Aus- und Weiterbildungsangebote die Kompetenz der Akteure zu stärken sowie durch Informationsangebote, Kampagnen und (Mitmach-)Aktionen zu vertiefen.

Im Bereich der Energieeffizienz und dem Klimaschutz gilt es dabei zahlreiche und in ihren Bedürfnissen und ihrer Ausgangsbasis (Informationen, Kenntnisse, finanzielle Ausstattung, Motivation) sehr unterschiedliche Akteure zu erreichen:

- Bürgerinnen und Bürger; mit den Schwerpunkten Bauen und Renovieren, Erneuerbare Energien und Energiesparen; Anforderungen durch aktuelle Gesetzeslage und Nutzung der verschiedenen staatlichen Förderprogramme
- Wohnungsbaugesellschaften, Vermieter mit ähnlichen Schwerpunkten; da sie nicht direkt Nutznießer von Einsparungseffekten sind mit grundsätzlich anderer Motivation
- Handwerker und Architekten; Schwerpunkte sind hier Ausbildung/Schulung, Informationen über Förderprogramme, durchgeführte Modellprojekte und der Energieausweis für Gebäude
- Stadt/Kommunen; Schwerpunkte dabei Informationen zum kommunalen Energiemanagement/-controlling und zum Einspar-Contracting, sowie die Durchführung des Energiemanagements und des Energiecontrollings bei den eigenen Liegenschaften
- Industrie, Handwerk, Gewerbe; kommt eine doppelte Rolle zu: ein Schwerpunkt ist hier die eigene Information/Ausbildung/Schulung, um energieeffiziente und zum Klimaschutz geeignete Dienstleistungen und Produkte anbieten zu können; ein zweiter Schwerpunkt ist die Information/Beratung/Erwerb der Kenntnisse, den eigenen Betrieb bzw. das eigene Unternehmen energieeffizient und aus Sicht des Klimaschutzes optimal zu betreiben

Den grundsätzlichen Aufbau einer Energieeffizienzberatung als Geschäftsfeld einer Klimaschutz- und Energieagentur zeigt die Grafik in Abbildung 81. Darin sind die in einer Studie des Bremer-Energie-Instituts im Auftrag der ASEW dargestellten Ergebnisse [53] zum grundsätzlichen Aufbau einer Energieeffizienzberatung konkret auf die hier vorgeschlagenen Maßnahmen bezogen.

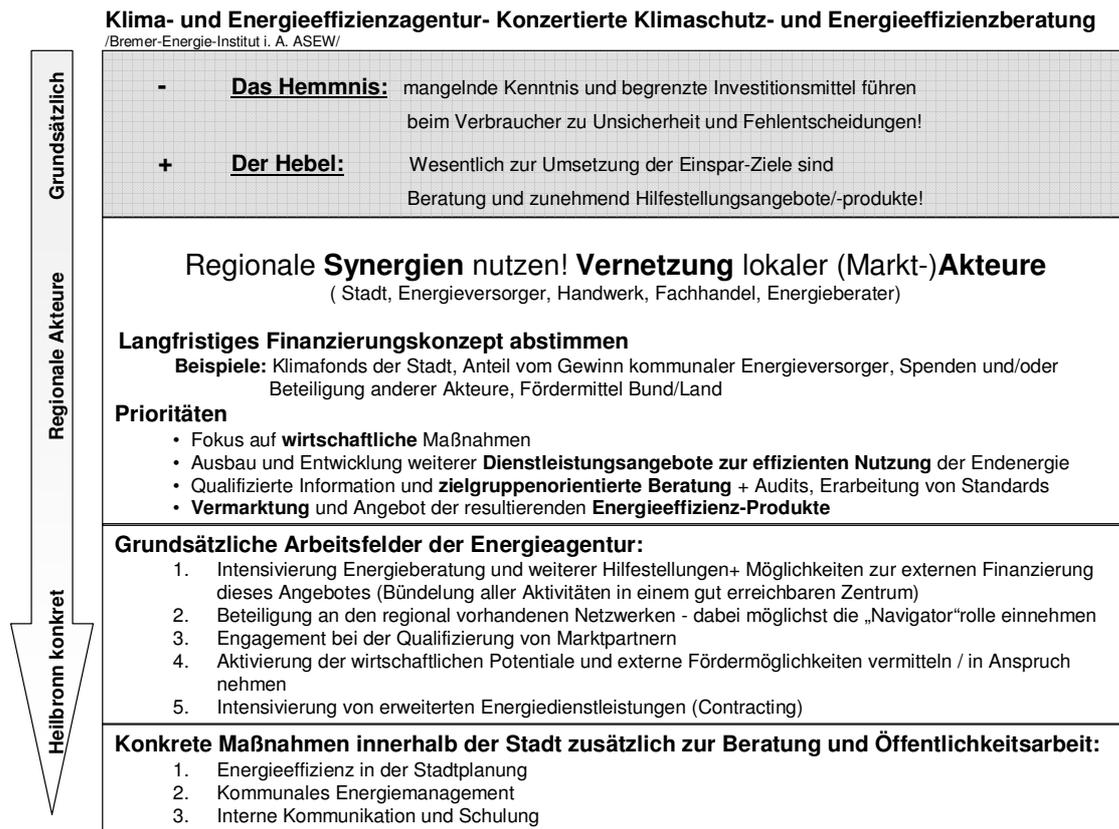


Abbildung 81: Grundsätzlicher Aufbau Energieagentur – Arbeitsfelder

Bei Gründung und Aufbau der Agentur kann die Stadt Heilbronn auf die Erfahrungen der mittlerweile schon zahlreichen regionalen Energieagenturen in Baden-Württemberg zurückgreifen. In Baden-Württemberg gibt es derzeit, neben der KEA als Landes-Energieagentur, 28 regionale, kreisweit tätige Energieagenturen. Einige weitere befinden sich in Gründung. Diese Einrichtungen sind unterschiedlich organisiert, beteiligt sind meist die Verwaltung (Stadtverwaltungen, Landratsamt), das örtliche Handwerk und die örtlichen Energieversorger sowie Banken bzw. Bausparkassen. Auch künftig soll die Neugründung weiterer Einrichtungen dieser Art finanziell und organisatorisch unterstützt werden. Ziel ist eine möglichst flächendeckende Versorgung des Landes mit kompetenter Beratung und Unterstützung in Belangen des Klimaschutzes. Die regionalen Energieagenturen haben sich zu einem Netzwerk (ArGe EA) zusammengeschlossen und kooperieren in verschiedenen Projekten, zum Teil auch mit verwandten Organisationen wie dem "Modell Hohenlohe" (Energietische) oder dem "Informationszentrum Energie" des Wirtschaftsministeriums.

Eine Förderung wird vom Land Baden-Württemberg in Form eines einmaligen Zuschusses von 100.000 € gewährt, der als Anschubfinanzierung für Personal- und Sachkosten gilt und gleichmäßig verteilt auf drei Jahre ausgezahlt wird.

Notwendige Voraussetzungen für eine Förderung der Gründung einer neuen, stadt- und kreisweit tätigen, regionalen Energieagentur Heilbronn sind:

- die Gründung der Energieagentur muss bis zum 31.12.2010 geplant sein
- die Beteiligung kommunaler Gebietskörperschaften muss mindestens 50% betragen
- die Agentur ist kreisweit tätig
- mindestens eine Vollzeit-Personalstelle muss gebildet werden (Universitäts- / Fachhochschulabschluss oder vergleichbar)
- eine Bestandsgarantie von fünf Jahren muss gewährleistet sein
- Rechtsform: gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung (gGmbH), Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) oder als Gesellschaft des bürgerlichen Rechts (GbR)
- eine Beteiligung oder das Einverständnis des Landkreises muss gegeben sein
- eine Beteiligung weiterer interessierter Kommunen an der Einrichtung muss ermöglicht werden
- die Gemeinderats- oder Kreistagsbeschlüsse bedürfen der Anhörung der örtlichen Verwaltungsorganisationen von Handwerk, Industrie und Handel; deren Beteiligung ist anzustreben
- eine Zusammenarbeit mit den örtlichen Organisationen von Handwerk, Architekten und Ingenieuren im Landkreis muss gegeben sein

3.8.1.1 Mögliches Leistungsprofil der Agentur

Ein mögliches Leistungsprofil besteht aus

- Verbreitung des Wissens über die Zusammenhänge von Energieverbrauch und Klimawandel sowie über notwendige Anpassungen des Verhaltens
- Technik- und anbieterneutrale Beratung von Bürgern, Handwerk, Handel und Industrie über konkrete Handlungsmöglichkeiten, insbesondere kostenfreie Erstberatungen zum Abbau bestehender Hemmschwellen
- Energiediagnosen für private und öffentliche Gebäude

- Teilnahme an kommunalen / regionalen Energietischen, örtlichen konzertierten Aktionen der Lokalen Agenda; Teilnahme am regelmäßigen landesweiten Erfahrungsaustausch der regionalen Energieagenturen
- Kurzdokumentation der Arbeitsinhalte und der erzielten Ergebnisse nach dem ersten und nach dem dritten vollständigen Haushaltsjahr

3.8.1.2 Aufbau der Energieagentur Heilbronn

Ein sukzessiver Aufbau kann in folgenden Schritten erfolgen:

1. Entscheidung und Beantragung vorbereiten

- Beteiligte Kreise und mögliche Gesellschafter zusammenbringen
- Gesellschafter bestimmen – Arbeitsteilung definieren
- Personal- und Finanzbedarf definieren – Finanzierung langfristig sichern
- Notwendige Anhörungen der örtlichen Verwaltungsorganisationen von Handel, Handwerk, Industrie usw.
- Stadtrats- bzw. Kreistags–Beschlüsse herbeiführen
- Standortsuche - sollte möglichst zentral und gut zugänglich sein

2. Ziel definieren über die Höhe der angestrebten:

- Minderung des Energieverbrauchs bzw. der CO₂-Emissionen
- Erhöhung der Energieeffizienz
- Erhöhung des Anteils regenerativer Energien
- Erhöhung Nutzung KWK

3. Aufgabendefinition

Zunächst erfolgt der Aufbau einer allgemeinen Beratung mit Vermittlung der zugänglichen Informations- und Fördermöglichkeiten über eine Internet-Plattform zur Vernetzung und zum Know-how-Aufbau beispielsweise. Es sollte weiterhin eine kostenlose Initiativ-Beratung mit Vermittlung zur Einzelberatung mit Einbindung eines kommunales Energiemanagements und –controllings (KEM) erfolgen.

Später sollen vertiefte Beratungsangebote (zielgruppenorientiert), Öffentlichkeitsarbeit/Kampagnen/Ausbildung und zunehmend auch eigene Energiedienstleistungsangebote, wie z.B. eigene Energiekonzepte, angeboten werden.

Nach Abschluss der Phase des Aufbaus könnte die zukünftige Energie- und Klimaschutzagentur ihr Beratungsangebot durch direkte Hilfestellungs- und Dienstleistungsangebote erweitern. Sie könnte direkte Hilfestellung anbieten bei:

- der bei Planung und Durchführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen und
- der Beantragung von Fördergeldern etc

Es sollte angedacht werden, die Angebote bei zunehmender Beratungstiefe und Hilfestellung dann kostenpflichtig anzubieten.

Untenstehende Tabelle zeigt beispielhaft und auszugsweise die Kosten je nach Beratungstiefe und Eigenbeteiligung, wie sie in der Auswertung von durchgeführten Projekten dieser Art ermittelt wurden [1].

Persönliches Beratungsgespräch (im Beratungszentrum)	80€	0 %
Vor-Ort-Beratung	400 €	50 %
Maßnahmenempfehlung	60 €	50 %
Maßnahmen Kosten-Nutzen Schätzung	210 €	50 %
Unterstützung bei einer Förderantragstellung	50 €	20 %
Festlegen der Kriterien für Firmenauswahl	10 €	20%

Tabelle 51: Kostenstaffelung und Eigenbeteiligung der verschiedenen Beratungsinhalte

Zur Verbesserung der eigenen Motivation und auch um die Grundlage zur Außendarstellung der Maßnahmen zu haben, sollten Möglichkeiten zur Überprüfung der Wirkung / Evaluierung der Beratungsangebote geschaffen werden. Es sollten

- die Anzahl Beratungen,
- die jeweilige Beratungstiefe,
- die Kosten, die durch die Beratung entstehen und möglichst
- die erreichte Einsparung

erfasst, dokumentiert und auch veröffentlicht werden.

Bisher schon gemachte Erfahrungen zeigen, dass von der Beratungstätigkeit der Energieagenturen sowohl die Umwelt als auch die regionale Wirtschaft profitieren. Eine Auswertung der Ergebnisse von neun Energieagenturen hat ergeben, dass im Zusammenhang mit der Beratungstätigkeit dieser Energieagenturen insgesamt jährlich Investitionen in Höhe von ca. 90 Mio. Euro und CO₂-Einsparungen in Höhe von 18.000 Tonnen angestoßen wurden. Auch wenn diese Wirkung von anderen Akteuren mit getragen wird (Planer, Investoren, Fördergeber etc.), so kommt doch der Arbeit der Energieagenturen hierbei eine Schlüsselrolle zu [54].

A1	Ausbau der Energieberatung zu einer kommunalen Klimaschutzagentur	
Beschreibung	Die Gründung einer kommunalen Klimaschutzagentur, kann durch Vernetzung der verschiedenen Akteure vor Ort, die zur Umsetzung der Maßnahmen innerhalb eines von der Stadt entwickelten Klimaschutzkonzeptes tätig werden müssen, wesentlich zum Gelingen beitragen. Dabei sollte auf schon vorhandene Kapazitäten (z.B. Energieberatungszentrum, kommunales Energiemanagement) und /oder Räume, zur Nutzung von Synergie-Effekten aufgebaut werden. Die Agentur sollte daher idealerweise aus einem Zusammengehen der Stadt Heilbronn mit den weiteren Hauptakteuren des Klimaschutzkonzeptes entstehen. Erfahrungswerte von bereits gegründeten kommunalen Energieagenturen könnten durch Vernetzung zum erfolgreichen Umsetzen des Klimaschutzkonzeptes beitragen.	
Potenzial	Das Potenzial dieser Maßnahme ist insofern hoch, da sie wesentlich zur Aktivierung der in den anderen Maßnahmen entdeckten und bezifferten Potenziale beiträgt.	
Zeitraum	kontinuierlich	
Akteure	Stadt, Energieversorger, Energieberater, Handwerk	
Umsetzungshebel	Information/Beratung, Öffentlichkeitsarbeit, Dienstleistung bzw. Vermittlung von Dienstleistungen, Aktivierung von finanziellen Fördermitteln (Bund/Land), eigene Projekte	
Investitionen	Personalkosten, mindestens für eine Vollzeitstelle, Budget (S)	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	hoch	
Relevanz für weitere Akteure	Öffentlichkeitsarbeit und Imageverbesserung für alle Akteure, Werbung für Dienstleistungen / Aktivitäten rund um den Klimaschutz	
Aufwand	Hoch; die jährliche Finanzausstattung in der Gründungsphase sollte mindestens 150.000 € betragen; abhängig von Ausstattung und Aufgabenumfang	
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • mangelndes Interesse der verschiedenen Akteure an einer Vernetzung ihrer eigenen Aktivitäten • Unterschiedliche Interessenslagen • fehlende finanzielle Mittel 	
Einsparpotenzial	Nur indirekt	
Wirtschaftlichkeit	kann hier nicht beziffert werden, dient zur Aktivierung der wirtschaftlichen Potenziale der anderen vorgeschlagenen Maßnahmen	
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • unter Federführung der Stadt Möglichkeiten der Finanzierung prüfen (z.B. Klimafonds) • Akteure identifizieren und ansprechen • Struktur und Rechtsform der Klimaschutzagentur festlegen 	
Wechselwirkung	Einstieg und Basis für Akteure bei der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen	
Umsetzungspriorität	hoch	

Tabelle 52: Maßnahmenbewertung Aufbau einer Energieberatung

3.8.2 Öffentlichkeitsarbeit und Informationsangebote

Öffentlichkeitsarbeit und der Aufbau verschiedenster Beratungsleistungen vor Ort ist eine der vorrangigen Aufgaben der zu gründenden regionalen Energieagentur.

Dabei kann zunächst auf Grundlage der vorhandenen Kampagnen und Konzepte und mittels der Materialien, die die Landes- und die Bundes-Energieagenturen (KEA und DENA) bereits erstellt haben und zur Verfügung stellen, gearbeitet werden.

Hierbei ist auch die Kooperation mit dem Energieberaternetzwerk der Verbraucherzentralen, gegründet mit der Zielsetzung, Informationen zu Energieausweisen, Sanierung und Neubau von Gebäuden durch Vernetzung verschiedener Informationsportale optimiert zur Verfügung zu stellen, zu empfehlen.

Auf einem eigenen Online-Portal bzw. direkt in der Beratungsstelle, können dann zum Beispiel

- Broschüren und Online-Informationen z.B. zu sparsamen Haushaltsgeräten, Strom- und Wasserspartipps, Infomaterialien für den Schulunterricht, Informationen zur Photovoltaik-Anwendung oder auch
- ein Online-Gebäudecheck und
- eine regionale erstellte Liste von empfohlenen Fachleuten und Fachbetrieben

veröffentlicht werden.

A2	Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen	
Beschreibung	Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen sind flankierend unbedingt notwendig, um die Zielsetzung der Stadt zum Klimaschutz zu erreichen, denn die Aufgabe besteht zu wesentlichen Teilen darin, verschiedene lokale Akteure auf die Durchführung von Maßnahmen zum Klimaschutz hinzuführen oder zu verpflichten. Darüber hinaus sind ein großer Teil der Bevölkerung zu klimaschonendem Verhalten zu motivieren und die Unkenntnis, die bei vielen ja auch wirtschaftlichen Maßnahmen das Haupthemmnis darstellt, zu beseitigen. Um Menschen zum Handeln zu motivieren, muss neben dem Verstand aber auch Herz und Bauch angesprochen werden. Nicht zuletzt gehört dazu auch, dass man mit gutem Beispiel vorangeht.	
Potenzial	Hoch, aber nicht zu beziffern. Die Bündelung und Weitergabe der aktuell verfügbaren Informationen ist die Grundvoraussetzung um Maßnahmen erfolgreich umzusetzen.	
Zeitraum	Kontinuierlich, Kampagnen	
Akteure	Stadt, Energieberatung bzw. zu gründende Klimaschutzagentur (A1)	
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Informationskampagnen (Aktionen, Wettbewerbe, Veranstaltungen) • Kontinuierliche Informationsplattformen 	
Investitionen	Personal- und Materialkosten, Preise, Belohnung (S)	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	hoch	
Relevanz für weitere Akteure	Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen sind für alle Akteure relevant, sollten jedoch „konzertiert“ werden.	
Aufwand	mittel	
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende finanzielle Mittel • Akteure im Klimaschutz sind selten gleichzeitig Kommunikationsexperten 	
Einsparpotenzial	Nur indirekt, kann nicht bewertet werden	
Wirtschaftlichkeit	direkt keine Wirtschaftlichkeit, aber mögliche große Hebelwirkung	
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzen und Verantwortlichkeiten festlegen • Vernetzen und vorhandene Materialien (Landes- / Bundesenergieagentur) • Ideen sammeln • Konzept erstellen 	
Wechselwirkung	Effektive Begleitung aller durchzuführender Klimaschutzmaßnahmen	
Umsetzungspriorität	Mittel, wirksam nur in Verbindung mit weiteren Maßnahmen	

Tabelle 53: Maßnahmenbewertung Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen

3.8.3 Klimaschutzfonds

Ein flankierendes Instrument zur Umsetzung beispielhafter Projekte kann auch ein Klimaschutzfonds oder auch ein Innovations- und Klimaschutzfonds sein, der gemeinsam von der Stadt mit weiteren Partnern bzw. Sponsoren aufgelegt wird.

Durch einen solchen Fonds werden Energiesparprojekte, innovative Technologien und umweltpädagogisch vorbildliche Projekte möglichst mit Multiplikatorwirkung gefördert.

Vergleichbare Ansätze gibt es z.B. in der Region Freiburg (Innovationsfonds der badenova ag), in Wiesbaden (Innovations- und Klimaschutzfonds der ESWE Versorgungs AG) oder Mannheim (MVV Energie und Stadt Mannheim).

Möglich wäre in Heilbronn eine Partnerschaft der Stadt mit den lokalen Versorgern (HVG, ZEAG) und ggf. weiteren Partnern wie der Sparkasse oder der IHK.

Der Klimaschutz-Fonds gewährt projektgebundene Zuschüsse im Rahmen eines Breiten- und Einzelförderprogramms. Diese Gelder müssen nicht zurückgezahlt werden und dienen der Anschubfinanzierung von beispielhaften Einsparprojekten. Antragsberechtigt sind Privatleute, Institutionen und Unternehmen im Stadtgebiet sowie Kindergärten und Schulen. Dabei stehen Projekte im Fokus, die nachweislich zur Reduktion der klimawirksamen Gase wie Kohlendioxid beitragen.

Um eine signifikante Wirkung zu entfalten, sollte ein solcher Fonds mit mindestens 100.000 EUR pro Jahr ausgestattet sein. Die Beantragung von Einzelzuschüssen kann jährlich oder halbjährlich erfolgen und wird von einer Jury entschieden.

Um eine unabhängige Bewertung zu gewährleisten, sollte der Klimaschutzfonds organisatorisch von der Klimaschutzagentur Heilbronn (Maßnahme A1) betreut werden.

A3	Klimaschutzfonds
Beschreibung	Förderung beispielhafter Investitionsprojekte durch projektgebundenen Zuschüsse. Entscheidung durch eine unabhängige Jury anhand definierter Kriterien (Keine Standardlösung, nachgewiesenes Einsparpotenzial). Förderfähig sollten Investitionsprojekte aus dem Bereich Regenerative sowie Energieeinsparung sowie solche mit pädagogischer Wirkung sein.
Potenzial	Je nach Förderhöhe könnten rund 5-10 Einzelprojekte pro Jahr gefördert werden.
Zeitraum	2012-2015, danach Entscheidung über Fortführung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Heilbronn, • HVG • ZEAG • Weitere Sponsoren
Umsetzungshebel	Umsetzung durch zu gründende Klimaschutzagentur
Investitionen	Gering (S), (V)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Hoch, da hohe Öffentlichkeitswirkung
Relevanz für weitere Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Energieversorger, • Kreditwirtschaft, • Handel, Handwerk und Industrie als Sponsor
Aufwand für Stadt	Rund 50.000 Beteiligung am Fondsvolumen
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Organisatorischer Aufwand relativ hoch • Finanzierung durch weitere Akteure notwendig • Eigenbeteiligung der Stadt
Einsparpotenzial	Nicht direkt bewertbar, abhängig von den unterstützten Projekten. Bei 5-10 geförderten Projekten im Jahr wird der Minderungsbeitrag nach dem o.g. 4-Jahreszeitraum grob auf rund 200-400 t CO ₂ /a geschätzt. Bis 2020 wäre bei Fortführung ein Beitrag von rund 1.000 t CO ₂ /a realistisch.
Wirtschaftlichkeit	Keine direkt Wirtschaftlichkeit
Vermeidungskosten	Nicht bewertbar, abhängig von den geförderten Projekten
Wechselwirkung	Setzt idealerweise Einrichtung einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur voraus (Maßnahme A1) sowie die Kooperation mit weiteren Akteuren.
Umsetzungspriorität	mittel

Tabelle 54: Maßnahmenbewertung Klimaschutzfonds

3.8.4 Energieeffizienz in der Stadtplanung

Das Aufstellen allgemein verbindlicher und anerkannter Regeln stellt die wichtigste Aufgabe bei der Organisation menschlichen Zusammenlebens dar. Diese Regeln haben neben der sozialen, historischen und wirtschaftlichen auch eine ökologische Bedeutung. Es ist heute Konsens, dass urbane Siedlungen so organisiert sein sollen, dass sie auch ökologischen Grundsätzen und einer Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Landflächen und Ressourcen nicht zuwiderlaufen.

In der Vergangenheit wurden schon einige Grundsätze einer „neuen“ Stadtpolitik in Europa diskutiert. So wurden zum Beispiel in der „Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt“ im Jahr 2007 Strategien zur Umsetzung von der Theorie in die Praxis festgehalten [55] (im Rahmen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft in der ersten Jahreshälfte 2007 fand am 24. und 25. Mai in Leipzig das informelle Ministertreffen der für Stadt- und Raumentwicklung zuständigen Minister statt). Im Sinne des Klimaschutzes durch Städte wurde mit der Charta eine Modernisierung der Infrastrukturnetze, eine forcierte Steigerung der Energieeffizienz, die Förderung eines leistungsstarken und preisgünstigen Stadtverkehrs sowie eine den Klimawandel berücksichtigende städtebauliche Aufwertungsstrategie beschlossen.

Den europäischen Städten kommt dabei die Aufgabe zu, verstärkt die Auflage von integrierten Stadtentwicklungsprogrammen auf gesamtstädtischer Ebene zu prüfen. Ziel dieser Programme sollte sein, eine soziale Balance innerhalb und zwischen den Städten zu finden, welche kulturelle Vielfalt ermöglicht und eine hohe gestalterische, bauliche und ökologisch nachhaltige Qualität schafft.

Als besonders wichtiger Punkt bei der nachhaltigen Stadtplanung ist eine kompakte Siedlungsstruktur anzusehen [56]. Durch die Stadt- und Regionalplanung ist die Zersiedlung des städtischen Umlandes zu verhindern. Dazu müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, dass das Flächenangebot gesteuert und Spekulationen eingedämmt werden. Hierzu als nachhaltig hat sich ein Konzept erwiesen, welches Wohnen, Arbeiten, Bildung, Versorgung und Freizeitgestaltung in Stadtquartieren miteinander verbindet. Als beispielhaft innovativ und richtungsweisend kann die architektonische Gestaltung der neuen Neckarvorstadt (Fruchtschuppenareal) angesehen werden, welche Wohnen, Forschen, Arbeiten und Leben in integrativer Weise miteinander verbinden wird.

Rechtlich rahmengebende Vorgaben der EU hinsichtlich einer Energieeffizienz in der Stadtplanung ist z.B. die „Gebäuderichtlinie“ 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Auf Bundesebene gibt die EnEV 2009 Mindestanforderungen bezüglich eines effizienten Energieverbrauchs bei Neubauten vor (siehe Kapitel 3.5.2 Energiesparende Neubauten).

A4 Energieeffizienz in der Stadtplanung	
Beschreibung	Durch eine integrierte Stadtentwicklung kann das Ziel des Klimaschutzes verfolgt werden.
Potenzial	Neben dem Klimaminderungspotenzial bietet integrierte Stadtentwicklung auch Potenziale bei der Wettbewerbsfähigkeit, des Wachstums und des Miteinanders.
Zeitraum	2010-2020
Akteure	Stadt Heilbronn
Umsetzungshebel	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffiziente Bebauungspläne (z.B. Dachausrichtung) und Bauleitplanung • Vorranggebiete für ökologische Versorgung • Priorisierung bei der Entwicklung neuer Wohn- und Gewerbeflächen (z.B. Verdichtung im Bestand) • Energetische Auflagen bzw. Mindestanforderungen beim Grundstücksverkauf
Investitionen	
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Hoch
Relevanz für weitere Akteure	Bauherren, Wohnungsbaugesellschaften, Architekten
Aufwand für Stadt	
Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Abschreckungswirkung bei zu hohen Auflagen bzw. Ansprüchen • Interessenkonflikte • Rechtsunsicherheiten, z.B. bei Solarnutzungspflicht
Einsparpotenzial	Nicht direkt bewertbar
Wirtschaftlichkeit	Nicht bewertbar
Vermeidungskosten	-
Wechselwirkung	Besteht vor allem zu Maßnahme W2 Energiesparende Neubauten
Umsetzungspriorität	Mittel, da ein direkter Einfluss zwar gegeben ist, aber der Gestaltungsspielraum in der Praxis oft gering ist.

Tabelle 55: Maßnahmenbewertung Energieeffizienz in der Stadtplanung

3.8.5 Kommunales Energiemanagement

Unter dem Begriff des Kommunalen Energiemanagements (KEM) lassen sich vielfältige Aufgaben zusammenfassen, deren Ziel es ist, durch Effizienzsteigerungen Kosten im Bereich der städtischen Energieversorgung einzusparen. Gerade in Zeiten knapper Kassen und von Sparzwängen bietet das weite Feld des Energiemanagements Einsparpotentiale, die weitestgehend ausgeschöpft werden können, ohne Einbußen in der Energiebereitstellung und der Versorgungssicherheit fürchten zu müssen.

In den nächsten Jahren steht Heilbronn vor Investitionen in die Infrastruktur, neben zum Beispiel neuen Straßen auch in moderne Energieanlagentechnik in den öffentlichen Liegenschaften. Während der Straßenbau aber nur Kosten verursacht, generieren Energieeffizienzmaßnahmen nachhaltig über Jahre hinaus weniger Kosten..

Laut einer Studie der Deutschen Energieagentur [57] belaufen sich die Energiekosten im Bereich der kommunalen Gebietskörperschaften in Deutschland auf über 2 Milliarden Euro - die Einsparmöglichkeiten durch Optimierung der Energieerzeugung und -versorgung werden dabei auf bis zu 30% geschätzt. Auf Grund dieser Zahlen und vor dem Hintergrund einer angespannten Finanzsituation sollte ein kosten- und leistungsbewusster Umgang mit öffentlichen Geldern für jede Stadt eine selbstverständliche Verpflichtung sein, um auch in Zukunft ihren Bürgern die ursächlichen kommunalen Aufgaben gewährleisten zu können.

Der Aufbau eines KEM erfolgt im ersten Schritt über die Formulierung realistischer Ziele. Ziele können zum Beispiel betriebswirtschaftlicher, ökologischer oder verwaltungsorganisatorischer Natur sein. Neben der Zieldefinition obliegt der Verwaltungsleitung die Festlegung der Organisationsstruktur des KEM. Hierbei wird im Wesentlichen nach der Größe einer Gemeinde unterschieden - die jeweilige Aufbau- und Ablauforganisation wird entsprechend dieser Einteilung entwickelt. Eine Stadt der Größe Heilbronn (ca. 120.000 Einwohner) zählt beispielsweise als „mittelgroß“. Entscheidend ist, dass die Strukturen einem endlosen Prozess standhalten müssen, da eine Optimierung bestehender Abläufe und das Suchen (und Finden) neuer Einsparpotentiale niemals abgeschlossen sein wird.

Die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile des KEM und die Notwendigkeit zur Umsetzungen verschiedener Maßnahmen wurden in Heilbronn schon relativ früh erkannt. So existieren seit 1999 Energiemanagementstrukturen, die in der Folge zu beachtlichen Einsparungen beim Energieverbrauch, den Energiekosten sowie den CO₂-Emissionen führten. Laut dem Energiebericht der Stadt Heilbronn [58] konnten seit Einführung des KEM jährliche Einsparungen im Bereich der thermischen Energie (im Jahr 2007 im Vergleich zu 1999 minus 17%), der elektrischen Energie (2006: minus 9,8%, 2007: minus 7,7%) und der CO₂-Emissionen (2007: 3.300 t) verzeichnet werden. Die damit einhergehenden Kosteneinsparungen betragen allen für das Jahr 2007 rund 970.000 Euro. Die geschätzten Kostenaufwendungen für das Management betragen im selben Jahr knapp 100.000 Euro, womit sich ein Einsparfaktor (Nutzen zu Kosten) von 9,8 ergab.

Insgesamt kann eine Fortführung und ein Ausbau des KEM nur empfohlen werden, da sich gerade im Bereich der Energieeffizienz durch Investitionen in Anlagentechnik oder die Optimierung bestehender Organisationsstrukturen und Verfahrensabläufen immer wieder Einsparpotenziale ergeben werden. Neben der finanziellen Entlastung des Haushalts helfen optimierte Energiemanagementstrukturen in nicht geringem Ausmaß, Emissionsminderungen und damit gesteckte Klimaschutzziele zu erreichen.

Im Rahmen der Initiative des BMU zur Förderung von Klimaschutzprojekten [59] können unter anderem Förderungen zu Klimaschutzmaßnahmen in den eigenen Liegenschaften und

zur Erschließung des Potenzials der Erneuerbaren Energien beantragt werden. Es wird vorgeschlagen, die Antragstellung über den Energiebeauftragten der Stadt vorzunehmen.

A5 Kommunales Energiemanagement	
Beschreibung	Vielfältige Aufgaben zur Energieeffizienzsteigerungen bei der städtischen Energieversorgung und damit nachhaltige Senkung der Energiekosten.
Potenzial	Potenzial vor allem beim Austausch alter Versorgungsanlagen in kommunalen Liegenschaften durch moderne Technik und bei der Optimierung bestehender Organisationsabläufe bei der Energieversorgung.
Zeitraum	2010-2020
Akteure	Stadt Heilbronn
Umsetzungshebel	Durch den Aufbau eigener Strukturen, evtl. flankiert durch Einsparcontracting
Investitionen	Je nach Art investive oder nicht-investive Maßnahmen (S)
Relevanz für die Stadt Heilbronn	Erhebliche Senkungen der städtischen Energiekosten möglich.
Relevanz für weitere Akteure	Bei investiven Maßnahmen (Investitionen in Anlagentechnik) Stärkung des Handwerks oder externer Anbieter (bei Contracting).
Aufwand für Stadt	Kosten beim Aufbau der KEM-Strukturen
Hemmnisse	vielfältiger Natur, z.B. die komplexe kommunale Organisation aus verschiedenen Ämtern, Interessen- und Verantwortlichkeitskonflikte, fehlender Anreiz zum Energiesparen, Kommunikationsprobleme innerhalb der Verwaltung
Einsparpotenzial	Unterschiedlich, von der Liegenschaft abhängig
Wirtschaftlichkeit	unterschiedlich, von mittel bis hoch (S)
Vermeidungskosten	Nicht bewertbar
Wechselwirkung	Wechselwirkungen bestehen vor allem zur Energieeffizienzberatung und zum Maßnahmenpaket der Gebäudesanierung in öff. Liegenschaften.
Umsetzungspriorität	hoch

Tabelle 56: Maßnahmenbewertung Kommunales Energiemanagement

3.8.6 Interne Kommunikation und Schulung

Für eine erfolgreiche Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist eine interne Kommunikation unerlässlich. Dafür müssen Strukturen in der Aufbau- und Ablauforganisation geschaffen werden. (siehe Kapitel 3.8.5). In der Praxis haben sich einige Kommunikationsregeln bewährt [41]; deren wichtigste sollen kurz beschrieben werden.

Gegenüber Verwaltungsspitze: Erfolge darstellen!

Für die Etablierung des Energiemanagements in die Strukturen der Verwaltung müssen regelmäßig Ziele und Erfolge dargestellt werden, da gute fachliche Arbeit trotz sichtbarer Erfolge leicht übersehen wird.

Gegenüber Kämmerer: Finanzielle Einsparungen darstellen!

Das finanzielle Budget des Energiemanagements muss durch den regelmäßigen Nachweis der Wirtschaftlichkeit (z.B. in jährlichen Energieberichten) auf Dauer abgesichert werden.

Bündelung verschiedener Arbeitsbereiche

Der interne Stellenwert des Energiemanagements lässt sich steigern, indem alle Arbeiten in der Verwaltung, die sich im KEM bündeln lassen, durch dieses auch tatkräftig mit übernommen werden. So entlastet man zum einen die restliche Verwaltung und schafft Akzeptanz bei den Kollegen.

Neue Mitarbeiter – gezielt integrieren!

Innerhalb des im Hochbauamt angesiedelten Energiemanagements ist ebenfalls eine hohe Kommunikationskultur unverzichtbar (z.B. klare Vereinbarungen zur Dokumentation geleisteter Arbeiten). Gerade die Einarbeitung neuer Mitarbeiter in Projekte bzw. allgemein in die Struktur ist wichtig, da diese aus Uninformiertheit oder Unmotiviertheit erheblichen Schaden anrichten können.

Hausmeister auf seine Seite ziehen!

Ein dem Energiemanagement gewogener Hausmeister ist von großem Vorteil. Dieser hat vor Ort ständig mit den Gebäudenutzern zu tun und kennt die alltäglichen Probleme vor Ort. Seine Tipps und die kleinen Hinweise aus dem Gebäudealltag helfen häufig weiter.

Gegenüber Gebäudenutzern – Energiesparen bedeutet keinen Verzicht!

Durch gezielte Information der Nutzer muss immer wieder auf den Umstand hingewiesen werden, dass Energiesparen nichts mit Verzicht zu tun hat und mit dem gleichen Komfort möglich ist.

Öffentlichkeit – Stärkung des KEM durch positives Image

Da sich Erfolge beim Energiesparen, also der Verminderung von Kosten und Emissionen, positiv auf das Image der Verwaltung auswirken, stärken sie rückwärts auch die Stellung des Energiemanagements innerhalb der Verwaltung.

Interessierte Laien und Nutzer einbeziehen

Im Sinne einer guten Stimmung und der Akzeptanz bei den Nutzern sind deren Vorschläge immer ernst zu nehmen, auch wenn diese nicht immer durchzuführen sind.

Schulung und Berichterstattung

Wie in den obigen Kommunikationsregeln erwähnt, ist die Schulung und Einarbeitung sowie die Dokumentation der Arbeit ein wichtiger Bestandteil eines erfolgreichen Energiemanagements und deshalb ebenfalls in der Aufbau- und Ablauforganisation klar zu regeln.

Folgende Tätigkeiten sind als Begleitung der technisch ausgerichteten Einsparmaßnahmen beziehungsweise eines umfassenden Energiecontrollings zu verstehen.

- Schulung und Motivation des Betriebspersonals
- Aufklärung und Motivation der Gebäudenutzer bzw. aller Zielgruppen
- Weiterbildung der Verwaltungsangestellten
- Erstellung von Energieberichten (Kontrolle der Verbräuche, Kosten und Emissionen)
- Dokumentation energiepolitischer Beschlüsse
- Tätigkeitsbericht und Dokumentation der Wichtigkeit von Ressourcenschutz
- Planung von Verbesserungen
- Öffentlichkeitsarbeit zur Dokumentation der Vorbildrolle
- Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen
- Gesamtstädtische Energiekonzepte
- Mitwirkung bei laufenden Vorgängen (z.B. Beschaffung)

4 Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlungen

4.1 Übersicht der Vermeidungspotenziale und Kosten

Die in dem vorangegangenen Kapitel dargestellten Einzelmaßnahmen der Handlungsfelder Erneuerbare, Wärme, Strom und Verkehr sind in Abbildung 82 zusammengefasst. Im Bereich der regenerativen Maßnahmen summieren sich die Maßnahmen auf ein Einsparpotenzial von rund 53.600 t/a bei (theoretisch) vollständiger Umsetzung. Den größten Beitrag liefern die Maßnahmen aus dem Bereich der festen Biomasse aufgrund der erheblichen Substitutionspotenziale in der Strom- und Wärmeerzeugung sowie die Ausweitung des Bezugs von Ökostrom.

Im Bereich der Energieeffizienz kommt vor allem der Altbausanierung im Wohnbereich mit einem Potenzial von rund 59.000 t CO₂/a eine besondere Bedeutung zu. Andere Einsparmaßnahmen bei Kunden können auch zur CO₂-Minderung beitragen, allerdings ist das Potenzial dieser teilweise sehr kleinteiligen Maßnahmen deutlich geringer.

Das Gesamtpotenzial (ohne Berücksichtigung von Umsetzungshemmnissen und Wechselwirkungen) liegt bei rund 161.000 t CO₂. Von diesem Potenzial könnten unter den hier getroffenen Randbedingungen (vgl. Abschnitt 3.1) aus Sicht des Investors allerdings nur Teile wirtschaftlich erschlossen werden, wenn dem nicht Hemmnisse (Akzeptanz, Informationsdefizite, Finanzierungskraft) entgegen stünden.

Die Abbildung 83 stellt ein Gesamtranking derjenigen Maßnahmen, die monetär bewertet wurden, dar und ordnet diese nach ihren spezifischen Minderungskosten (Höhe des Balkens) sowie ihrem Minderungsbeitrag (Balkenbreite). Vor allem die umfassende Wärmedämmung von Wohngebäuden bei Sanierungen und die Substitution von Ölheizungen durch Pelletkessel haben ein deutliches Einsparpotenzial bei guter bis akzeptabler Wirtschaftlichkeit. Ein sehr großes Einsparpotenzial weist darüber hinaus ein Biomasse-HKW auf. Dieses ist jedoch mit den Preisparametern dieser Untersuchung nicht ohne weiteres wirtschaftlich umsetzbar und daher mit CO₂-Vermeidungskosten verbunden. Zudem wird ein Bau in Heilbronn durch die Nutzungskonkurrenz der Anlage in Neckarsulm sowie die höheren Restholzpreise und die Feinstaubproblematik erschwert.

Zu beachten ist, dass alle Maßnahmen hier aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der gleichen Methodik bewertet wurden (u.a. gleiche kalkulatorische Zinssätze und Nutzungsdauern). Die hier vorgenommene wirtschaftliche Bewertung entspricht somit nicht unbedingt in jedem Fall den Anforderungen eines Einzelinvestors. Im Einzelfall muss die Wirtschaftlichkeit natürlich unter projektspezifischen Vorgaben bewertet werden.

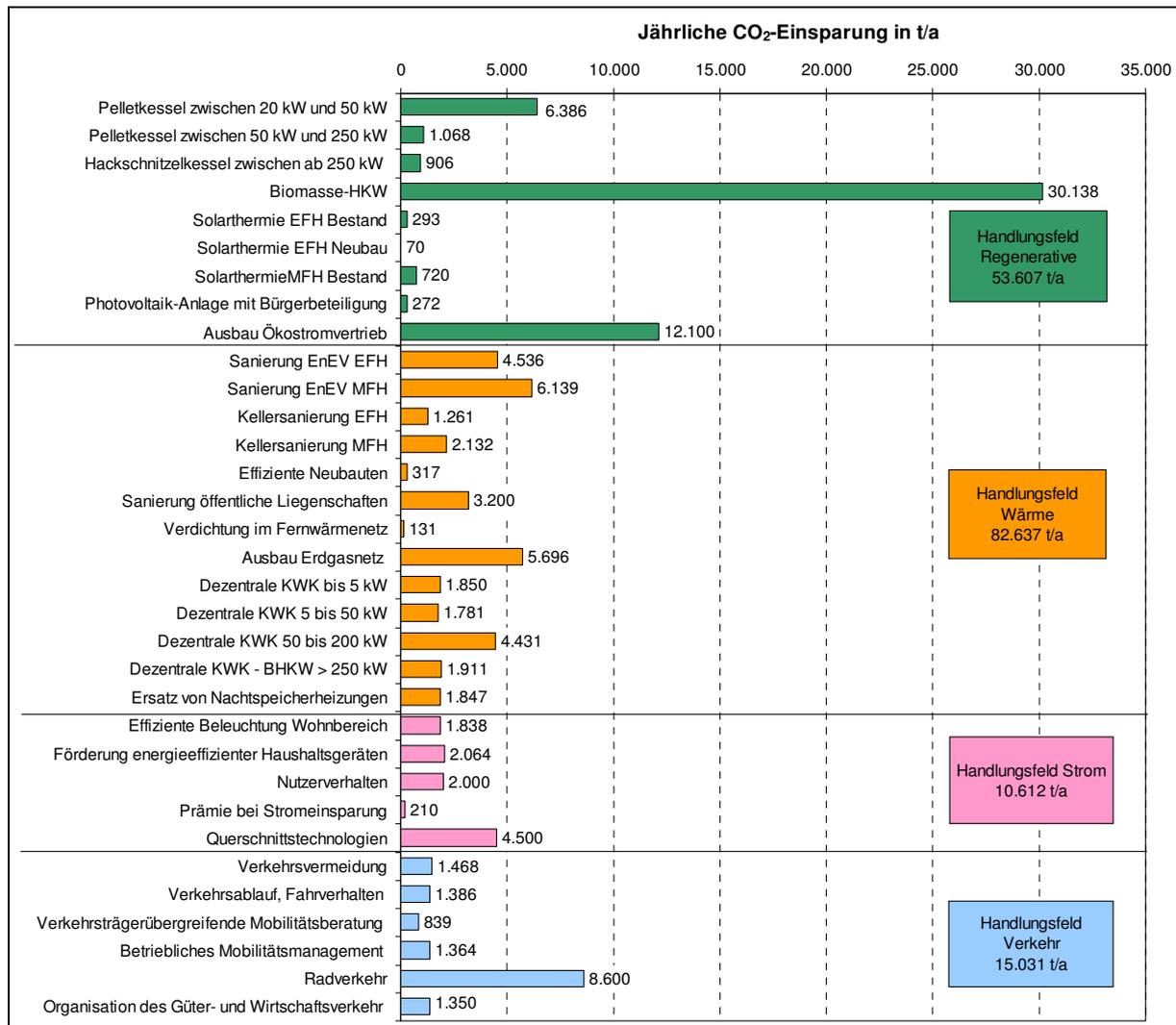


Abbildung 82: Übersicht Einsparpotenziale der untersuchten Maßnahmen

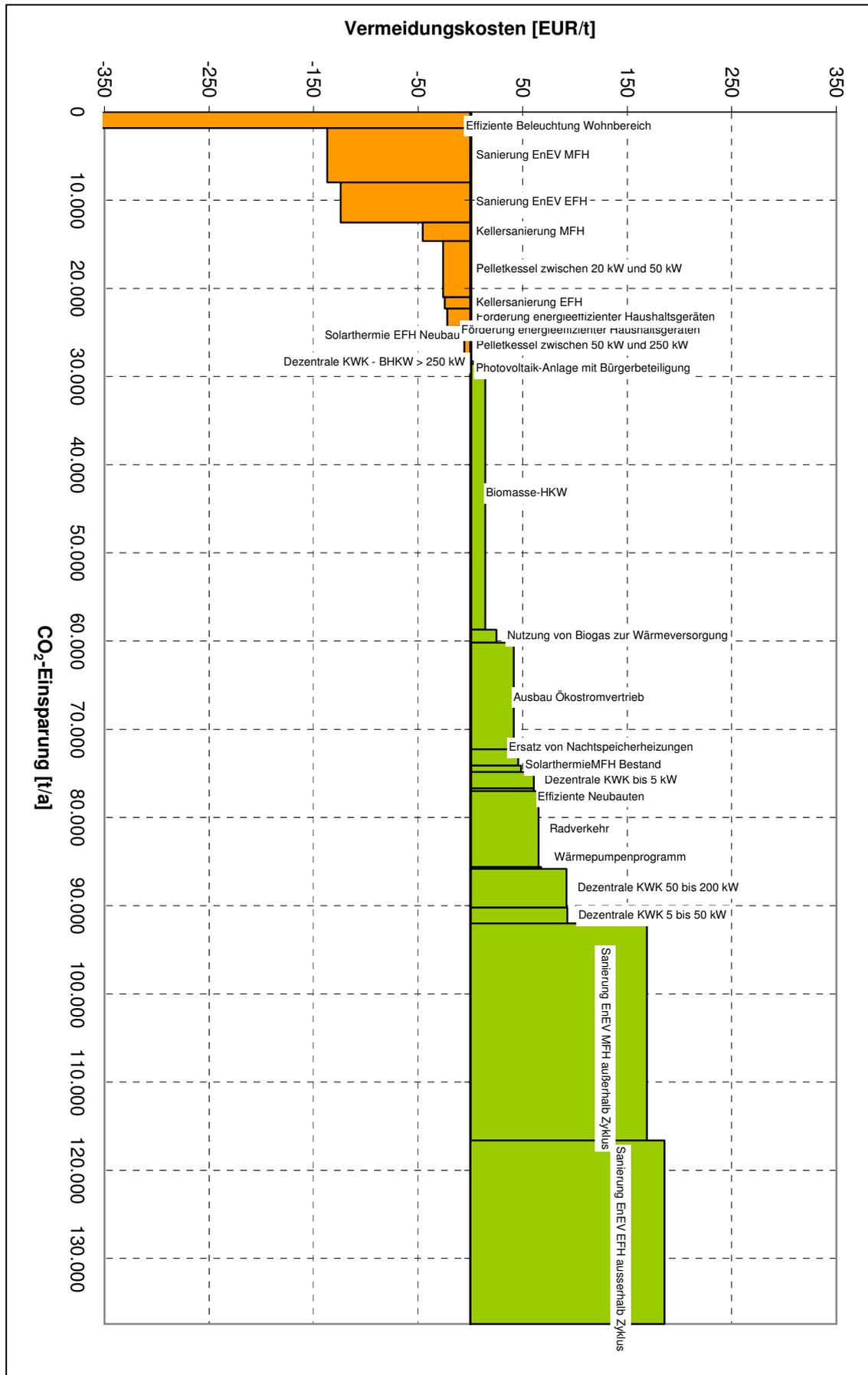


Abbildung 83: Vermeidungskostenkurve der bewerteten Maßnahmen

4.2 Maßnahmen-Katalog

Die Bewertung der Einzelmaßnahmen zeigt, dass es eine große Bandbreite hinsichtlich der Wirkung, der Wirtschaftlichkeit und auch der Umsetzbarkeit gibt. Die Maßnahmen sind daher nach folgendem Bewertungsschema priorisiert worden:

Priorität hoch:

- Minderungspotenzial ist größer als 1.000 t/a
- Maßnahme ist im Bereich der Wirtschaftlichkeit
- Umsetzung wird durch Hemmnisse behindert, auf die die Stadt einen wesentlichen Einfluss hat
- und
- für die Maßnahme gibt es noch keine ausreichenden Fördermöglichkeiten (Gegenbeispiel: Photovoltaik)

Priorität mittel:

- Minderungspotenzial ist größer als 200 t/a
- Umsetzung wird durch Hemmnisse behindert, auf die die Stadt einen Einfluss hat
- Keine grundsätzlichen Hemmnisse erkennbar

Alle weiteren Maßnahmen sind mit der Priorität „niedrig“ eingestuft, einige Maßnahmen je nach konkretem Anwendungsfall auch zwischen zwei Kategorien (z.B. KWK). Die Gesamtübersicht ist in Abbildung 85 dargestellt.

Eine besondere Bedeutung kommt den übergeordneten Maßnahmen zu. Viele Maßnahmen sind durch Dritte (Hausbesitzer, Privatleute, Gewerbebetriebe) umzusetzen, auf die die Stadt Heilbronn keinen direkten Einfluss hat. Es wird daher entscheidend sein, auch diese Handlungsfelder zu adressieren.

		Minderungspotenzial direkt t/a	Investitionsvolumen (geschätzt, bis 2020) Mio. EUR	Umsetzungspriorität			Bemerkungen
				Niedrig	Mittel	Hoch	
Regenerative Energien	R1 Pellet- und Hackschnitzelkessel	8.360	10,2		●	●	
	R2 Biomasse-HKW	30.138	20,0	●			Beschaffungskonkurrenz zu bestehenden Anlagen, Feinstaubproblematik, fehlende Wärmeabnahmepotenziale
	R3 Nutzung von Biogas zur Wärmeversorgung	1.454	0,0	●			Biogasbeimischung, Erzeugung ausserhalb der Stadtgrenze
	R4 Ausbau Solarthermie	1.084	5,5		●		
	R5 Photovoltaik-Anlage mit Bürgerbeteiligung	272	1,5		●		
	R6 Wärmepumpenprogramm	199	1,4	●			
	R7 Ausbau Ökostromvertrieb	12.100	0,0		●		nur bei zertifizierten Produkten, die einen Neuanlagenanteil enthalten
Wärmeversorgung	W1a Gebäudesanierung Wohngebäude innerhalb Renovierungszyklus	14.068	35,7			●	Sanierungen innerhalb Renovierungszyklus
	W1b Gebäudesanierung Wohngebäude außerhalb Renovierungszyklus	45.406	277,2	●			energetische Sanierung aller Wohngebäude >30 a
	W2 Effiziente Neubauten	317	3,2		●		nur geringe Neubautätigkeit erwartet,
	W3 Sanierung öffentliche Liegenschaften	3.200	n.b.			●	Schwerpunkt Schulen und Kindergärten, hier liegen 2/3 des Potenzials. Kopplung mit A5
	W4 Ausbau leitungsgebundener Versorgung	5.827	5,0		●		
	W5 Dezentrale KWK-Anlagen	9.973	17,0		●	●	
	W6 Ersatz von Nachtspeicherheizungen	1.847	5,8		●		
W7 Effiziente Gebäudekühlung	2.000	n.b.	●	●		nur individuell bewertbar	
Stromversorgung	S1 Effiziente Beleuchtung Wohnbereich	1.838	~0			●	oft hoch wirtschaftlich, aber nur indirekt adressierbar (siehe A1)
	S2 Förderung energieeffizienter Haushaltsgeräten	2.064	6,0		●		
	S3 Nutzerverhalten	2.000	~0			●	oft hoch wirtschaftlich, aber nur indirekt adressierbar (siehe A1)
	S4 Prämie bei Stromersparung	210	~0		●		
	S5 Querschnittstechnologien	4.500	n.b.		●		
Verkehr	V5 Verkehrsvermeidung	1.468	n.b.		●		
	V7 Verkehrsablauf, Fahrverhalten	1.386	n.b.			●	
	V10 Verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsberatung	839	n.b.		●		
	V11 Betriebliches Mobilitätsmanagement	1.364	n.b.		●		
	V2 Radverkehr	8.600	6,5			●	
	V4 Carsharing	24	n.b.	●			
	V12 Organisation des Güter- und Wirtschaftsverkehr	1.350	n.b.		●		
Übergreifende Maßnahme	A1 Energieeffizienzberatung	-				●	Unter Beteiligung wichtiger Akteure
	A2 Öffentlichkeitsarbeit und Informationsangebote	-			●		
	A3 Klimaschutzfonds Heilbronn	-			●		
	A4 Energieeffizienz in der Stadtplanung	-			●		
	A5 Kommunales Energiemanagement	-				●	
	A6 Interne Kommunikation und Schulung	-			●		
Summe aller Maßnahmen		161.890	395,0				
Summe der Maßnahmen mit Priorität hoch und mittel		82.670	96,4				
Summe der Maßnahmen mit Priorität niedrig		79.220	298,6				

n.b.=nicht bewertbar

Tabelle 57: Maßnahmenkatalog mit Priorisierungen

4.3 Umsetzungskonzept und Maßnahmen-Controlling

Eine effektive Umsetzung der in diesem Konzept untersuchten und bewerteten Maßnahmen setzt ein regelmäßiges Monitoring, begleitende Öffentlichkeitsarbeit und die qualifizierte Beratung der Akteure - Unternehmen und insbesondere Bürgerinnen und Bürger der Stadt Heilbronn - voraus.

Die Durchführung des Monitoring und der Öffentlichkeitsarbeit ist bei der Stadtverwaltung anzusiedeln, die Federführung sollte beim Umwelt- und Arbeitsschutz - Dezernat IV Planungs- und Baurechtsamt - liegen. Hierzu ist die Einrichtung einer personell entsprechend ausgestatteten Klimaschutzleitstelle zu empfehlen.

Die Beratungsleistungen zur Umsetzung sollten in einer unabhängigen Energie-/Klimaschutzagentur gebündelt werden.

4.3.1 Einrichtung einer städtischen Klimaschutzleitstelle - Controlling

Aufgaben

Die Aufgaben der Klimaschutzleitstelle umfassen insbesondere

- die Aufstellung eines energie-/klimaschutzpolitischen Arbeitsprogramms,
- das regelmäßige Monitoring und Controlling zum Klimaschutz,
- die kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit,
- die Steuerung der Klimaschutzprojekte der Stadt Heilbronn

sowie

- die Koordinierung des Aufbaus einer Energie-/Klimaschutzagentur.

Die Aufstellung des Arbeitsprogramms sollte auf Basis des hier erarbeiteten Maßnahmenkataloges erfolgen.

Zur Durchführung des Monitorings ist die regelmäßige Erstellung von Umsetzungsberichten erforderlich. Darin sind neben der Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Heilbronn die Klimaschutzprojekte der Stadt zu dokumentieren und die Ergebnisse der Beratungstätigkeiten der Klimaschutzagentur zu evaluieren.

Als Controllings- und Umsetzungsinstrument ist die Teilnahme am European Energy Award (eea) [60] denkbar - aber nicht zwingend. Der eea bietet seinen Teilnehmern eine systematisierte Plattform für die Durchführung des Controllings mit standardisierten Werkzeugen (Audit-Tool = Maßnahmenkatalog, Best-Practice-Datenbank, Bilanzierungssoftware EcoRegion) und Kennzahlen und nimmt mit akkreditierten Beratern Zertifizierungen vor (vgl. Abbildung 84). Zurzeit nehmen in Deutschland rd. 200 Städte und 7 Kreise am eea teil, davon in Baden-Württemberg 48 Gemeinden und 2 Landkreise (z.B. Karlsruhe, Ulm, Aalen und die Landkreise Böblingen und Ravensburg).

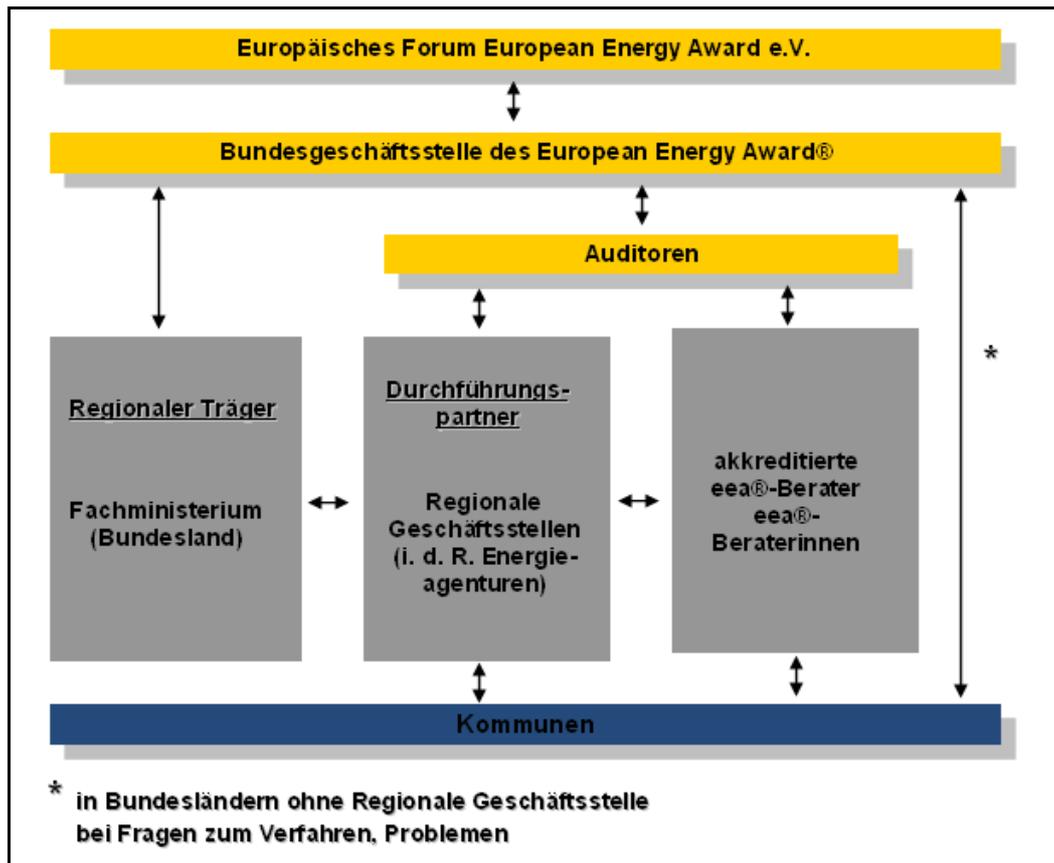


Abbildung 84: Organisationsstruktur des eea in Deutschland [60]

Die Kosten für die Teilnahme am eea summieren sich für eine Stadt der Größenordnung Heilbronn auf rd. 25.000 € jährlich inkl. der Zertifizierung. Das Land Baden-Württemberg fördert die Einführung des eea mit einer Anschubfinanzierung von 8.000 € je Kommune.

Die Teilnahme bietet den Vorteil standardisierter Werkzeuge und langfristig auch der Vergleichbarkeit der Klimaschutzpolitischen Erfolge mit anderen Kommunen. Zu beachten ist, dass der eigentliche Arbeitsaufwand des Monitoring - die Erfassung der Energiebilanz und die Evaluierung der durchgeführten Maßnahmen und die Öffentlichkeitsarbeit - weiterhin Aufgabe der Stadtverwaltung bleibt. Die Teilnahme am eea ist daher eine „Kann“-Empfehlung, kein „Muss“.

Städte wie Heidelberg, Stuttgart oder Freiburg nehmen zurzeit nicht am eea teil und betreiben das Monitoring mit „Bordmitteln“.

Wichtigster Input für das Monitoring sind

- die kontinuierliche (jährliche) Fortschreibung der Energie/CO₂-Bilanzen

und

- die Evaluierung der durch die Öffentlichkeitsarbeit und die Beratungsleistungen der Energieagentur initiierten Einsparerfolge.

Die Fortschreibung der Energie-/CO₂-Bilanz sollte auf Basis der im Rahmen dieses Konzeptes erarbeiteten Bilanzen erfolgen. Hierzu sind die jährlichen Strom- und Heizenergieabatzmengen der Versorgungsunternehmen zu erfassen und Informationen über die nicht leitungsgebundene Heizenergieversorgung einzupflegen sowie die verkehrsbedingten Emissionen fortzuschreiben. Zudem sollte in längeren Abständen (alle 3 bis 5 Jahre) der Wärmeatlas aktualisiert werden. Die Kosten für die jährliche Fortschreibung der Bilanzen dürften bei rd. 10.000 bis 15.000 €/a liegen (als interne Leistung der Klimaschutzleitstelle oder als Zuarbeit durch externe Unternehmen).

Wichtiger Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit der Klimaschutzleitstelle ist die Veröffentlichung der Monitoring-Ergebnisse in jährlichen Umsetzungsberichten. Darüber hinaus sind die Klimaschutzziele und -aktivitäten der Stadt für Pressemitteilungen, Marketingaktionen und internetbasierte Veröffentlichungen aufzubereiten.

Neben dem Monitoring und der Öffentlichkeitsarbeit kann die Klimaschutzleitstelle weitere Schritte im Sinne der Klimaschutzstrategie der Stadt Heilbronn, auch unter Einbeziehung der Klimaschutzagentur, einleiten:

- Teilkonzepte für die kommunalen Liegenschaften (Schwerpunkt Schulen/Kindergärten) erstellen mit Sanierungsprioritäten. Hierfür können auch Fördermittel aus der Klimaschutzinitiative eingeworben werden.
- Ein oder zwei Stadtteilsanierungsprojekte in Quartieren mit besonders verbrauchsensitiven Gebäuden initiieren und fördern (vgl. 3.5.1).
- Interne Schulungsprogramme durchführen,
- Versorgung der eigenen Liegenschaften mit ökologischen Stromprodukten fortführen und im Rahmen der Ausschreibung berücksichtigen.
- Nutzungspotenziale eigener Abwärme prüfen (z.B. durch eine Analyse der Nutzungspotenziale der Abwasserwärme in Abwassersammelkanälen > DN 800).
- Kommunikation mit kommunalen Gesellschaften (HVG, SWH, Stadtsiedlung) zur Umsetzung der Ziele intensivieren.
- Unterstützung eines Klimaschutzfonds zur Förderung beispielhafter Projekte prüfen.

Organisatorische Aspekte

Die Klimaschutzleitstelle sollte beim Umwelt- und Arbeitsschutz (in Heilbronn Dezernat IV Planungs- und Baurechtsamt) angesiedelt werden. Die vielfältigen Aufgaben erfordern die personelle Ausstattung z.B. mit einem Ingenieur (Fachbereich Energie/Umwelt/Verkehr) und einem Mitarbeiter für die Öffentlichkeitsarbeit, Schulungen etc. (Betriebswirt, Geograph, Wirtschaftspädagoge). Für die Koordinierung des Aufbaus der Energie-/Klimaschutzagentur ist ein weiterer (Teilzeit-)Mitarbeiter vorzusehen, der nach Gründung der Agentur dort zugeordnet werden kann.

Die Personalkosten für die Einrichtung der Klimaschutzleitstelle werden langfristig bei insgesamt rd. 160.000 €/a liegen, in der Anfangsphase aufgrund der Koordinierung des Aufbaus der Klimaschutzagentur entsprechend höher.

Für die Durchführung von der Öffentlichkeitsarbeit, Pressekampagnen etc. ist ein Aufwand von rd. 30.000 €/a zu veranschlagen.

4.3.2 Gründung einer regionalen Energie-/Klimaschutzagentur

Weiteres Kernelement der Umsetzung ist eine koordinierte Energie- und Klimaschutzberatung in Form einer kommunalen Agentur, wie sie in Abschnitt 3.8.1 beschrieben ist. Die Klimaschutzagentur soll dabei neutral, unabhängig und handwerksübergreifend arbeiten und Bürgerinnen und Bürger sowie klein- und mittelständische Betriebe, das Handwerk und den Handel der Stadt (und Landkreis) Heilbronn über Energieeinsparung, Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien beraten. Dabei ist die Erstberatung zu allen Energie- und Klimaschutzfragen kostenlos.

Konkrete Aufgaben und Kompetenzen der Agentur sind:

- individuelle technische Beratung zu Energiesparmöglichkeiten bei der Sanierung von Gebäuden, im Einsatz von Elektrogeräten, Beleuchtungstechnik und Kommunikationselektronik,
- die Einwerbung von Fördermitteln und Beratung zu Fördermöglichkeiten (EU, Bund, Land, eigener Programme von Stadt/Landkreis und Energieversorgern),
- Öffentlichkeitsarbeit und Motivation aller Akteure, aktiv beim Klimaschutz mitzuwirken,
- Evaluierung und Dokumentation der durch die Beratungsleistungen erzielten Einsparungen als Input für das von der Klimaschutzleitstelle durchzuführende Monitoring,
- Mitarbeit und Beratung für kommunale Klimaschutzprojekte/Schulungen unter Federführung der kommunalen Klimaschutzleitstelle.

Über die rein energierelevanten Themen hinaus könnte die Agentur mittelfristig auch eine „Mobilitätsberatung“ durchführen. Ausgehend von der reinen Information über das Straßen- und Radwegenetz und die Bus- und Bahnverbindungen - in Papierform und per Internet - könnten anhand Beispielrechnungen zur „Reisezeit von Tür zu Tür“ für typische Wege in der Stadt und vom Umland in die Stadt Anreize zum Umsteigen vom motorisierten Individualverkehr - als Hauptverursacher der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen - auf den ÖPNV und das Fahrrad liefern.

Beim Entwurf der Organisationsstruktur kann sich die Stadt Heilbronn an der Erfahrung von bereits bestehenden Energieagenturen in Baden-Württemberg orientieren (hier z.B. Klimaschutzagentur Mannheim, KliBA Heidelberg gGmbH).

Dort sind die Stadt mit 51% (mindestens 50% als Fördervoraussetzung), die Energieversorgung mit 40% und die Wohnungsbaugesellschaft mit 9% Träger der Energieagentur und haben die Gesellschaftsform der gemeinnützigen GmbH gewählt.

Die Gesellschafter beteiligen sich mit finanziellen Einlagen am Stammkapital und mit jährlichen finanziellen Beiträgen oder geldwerten Sach- bzw. Dienstleistungen am Betrieb. Sie stellen sicher, dass die vorgegebenen Ziele der Gesellschaft zielstrebig verfolgt und durchgesetzt werden.

Aufgaben, Kompetenzen und Stimmanteile innerhalb der Gesellschafterversammlung werden im Gesellschaftsvertrag geregelt. Zusätzlich wird die Arbeit der Agentur von einem fachkundigen Beirat unterstützt, um die Interessen, Bedürfnisse und Anregungen der unterschiedlichen Akteure in ihrer Klimaschutzarbeit und Energieberatung zu berücksichtigen.

Die Gesellschafterversammlung bestellt und überwacht die Geschäftsführung und beruft die Mitglieder des Beirats. Der Beirat kann bestehen aus Gemeinde-/Stadtratsmitgliedern, Vertretern der Industrie- und Handelskammer, der Hauseigentümer- und Mieterverbände, der Wohnungs- und Energieunternehmen, von Vertretern aus Umweltschutzorganisationen, Handwerker- und Architektenverbänden.

Die Klimaschutzagentur sollte mit zwei, besser drei, Vollzeitstellen besetzt werden:

- Geschäftsführung, Ingenieur/in mit Zusatzqualifikation Energieberater/in mit bereits vorhandenen Erfahrungen im Klimaschutz, Energieeinsparung, Energieeffizienz
- Sekretariat / Buchhaltung / Assistenz
- qualifizierte/r Berater/in

Erforderliches Stammkapital der GmbH von mindestens 25.000 EUR bringen die Gesellschafter gemäß ihren Anteilen auf.

Die Gesellschafter verpflichten sich im Gesellschaftsvertrag zur Beteiligung an den jährlichen Kosten der Klimaschutzagentur und entsprechend zur jährlichen Zahlung von z.B.

- die Stadt/Landkreis 100.000 Euro.
- die Energieversorgung 100.000 EUR und
- Wohnungsbaugesellschaft mit 35.000 EUR.

Neben den Personal- und Sachkosten, werden aus den jährlichen Beiträgen der Gesellschafter auch die Betriebskosten für die räumliche Unterbringung der Klimaschutzagentur zu leisten sein.

Beim Land Baden-Württemberg muss dazu bald möglichst von der Stadtverwaltung im Rahmen des „Klimaschutz-Plus“-Programms eine einmalige Anschubfinanzierung von 100.000 EUR, als Festbetragsfinanzierung für Personal- und Sachkosten in Form eines Zuschusses, beantragt werden. Dieser Zuschuss geht direkt an die Klimaschutzagentur, dabei werden in den ersten zwei Jahren jeweils 33.000 EUR und im dritten Jahr 34.000 EUR aus-

gezahlt. Diese Förderung setzt voraus dass vor der Bewilligung nicht mit der Gründung der Klimaschutzagentur, durch Abschluss des Gesellschaftsvertrages, begonnen wurde. Es muss eine Bestandsgarantie für die Klimaschutzagentur von mindestens 5 Jahren übernommen werden.

Das heißt der Finanzbedarf für die Stadt Heilbronn beträgt ab dem Jahr 2011 mindestens über 5 Jahre je 100.000 €, wenn die Finanzlasten wie im Beispiel verteilt werden und die Förderung wie gedacht die Anschubfinanzierung bildet.

Die Abbildung 85 zeigt die Arbeitsschritte bei der Gründung einer Energie-/Klimaschutzagentur auf:

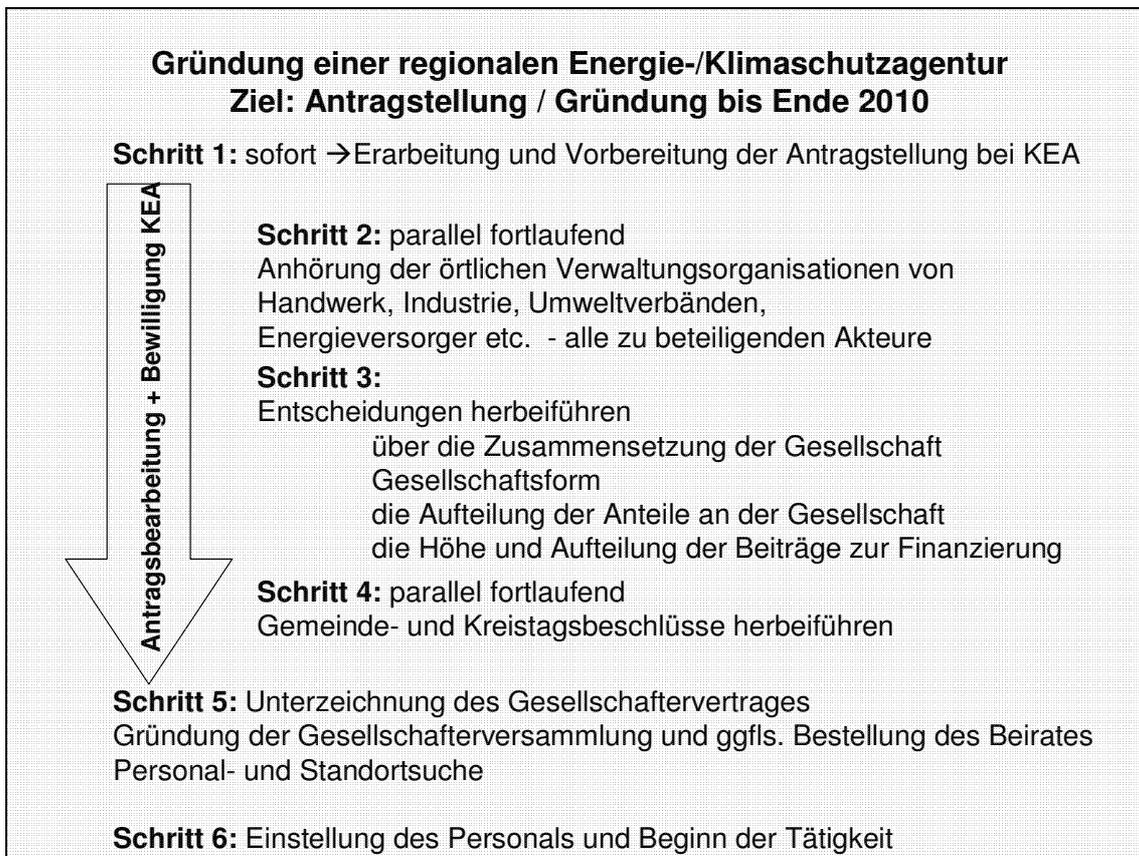


Abbildung 85: Arbeitsschritte bei der Gründung einer Energie-/Klimaschutzagentur

Bei der Suche nach einem geeigneten Standort für die Klimaschutzagentur sollte geachtet werden auf:

- die zentrale Lage des Büros, (sowie möglicherweise dezentrale Beratung in den Bürgerdiensten vor Ort; Beteiligung Landkreis),
- eine gute Verkehrsanbindung und Barrierefreiheit

sowie auf

- geeignete Büro- und Kommunikationsinfrastruktur (EDV, Telefon, Fax).

Es eignen sich unter Umständen schon vorhandene Räumlichkeiten (Energieberatungszentrum/ Fachausstellung der Handwerksförderung).

4.4 Regionale Wertschöpfung

Als Wertschöpfung wird der Ertrag einer Wirtschaftseinheit nach Abzug aller Vorleistungen bezeichnet. Sie ist eine maßgebliche Größe, um die Leistungen einer Unternehmung, wie zum Beispiel die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen, zu messen und um die geschaffenen Werte darzustellen. Im Falle einer regionalen Wertschöpfung ergeben sich Effekte aus der Summe aller Leistungen, die in einer Region erbracht werden. Dabei kann die Wertschöpfung komplett in der Region stattfinden oder aber einzelne Glieder (z.B. der Erzeuger) außerhalb der Region angesiedelt sein.

Die Abbildung 86 zeigt die wesentlichen Akteure bei einer regionalen Wertschöpfung. Zwei Drittel der Erzeugung finden in einer Region statt – und auch der Erlös fließt größtenteils wieder in die Region zurück. Circa ein Drittel der Wertschöpfung sind gebundene Mittel aus der überregionalen Erzeugung.

Die konkrete Berechnung von Wertschöpfungseffekten erweist sich in der Praxis als recht schwierig. Vor allem die Datenbeschaffung stellt oftmals ein Problem dar. Dabei werden zwei Verfahren zur Beschaffung angewandt: das Top-Down- (Aufbereitung statistischer Daten) und das Bottom-Up-Verfahren (betriebliche Datenabfrage entlang der Wertschöpfungskette).

Die im vorangegangenen Abschnitt ausgewiesenen Maßnahmen der Priorität mittel bis hoch (vgl. Tabelle 57) umfassen ein Investitionsvolumen von rund 90 Mio. EUR, wovon überschlägig rund 1/3 direkt wertschöpfend in der Region Heilbronn erbracht werden können, vor allem im Bereich der Planungsleistungen und der Montage. Bezogen auf den Betrachtungszeitraum bis 2020 - also rd. 10 Jahre - bedeutet dies einen durchschnittlichen Investitionsbeitrag von 3 Mio.€/a, der für regionale Produkte und Dienstleistungen aufgewendet würde. Natürlich ergeben sich durch die Energieeinsparung auch wieder gegenläufige Betriebseffekte (z.B. Absatzrückgang Gas- und Mineralölwirtschaft), die wiederum eine geringere regionale Wertschöpfung zur Folge haben.

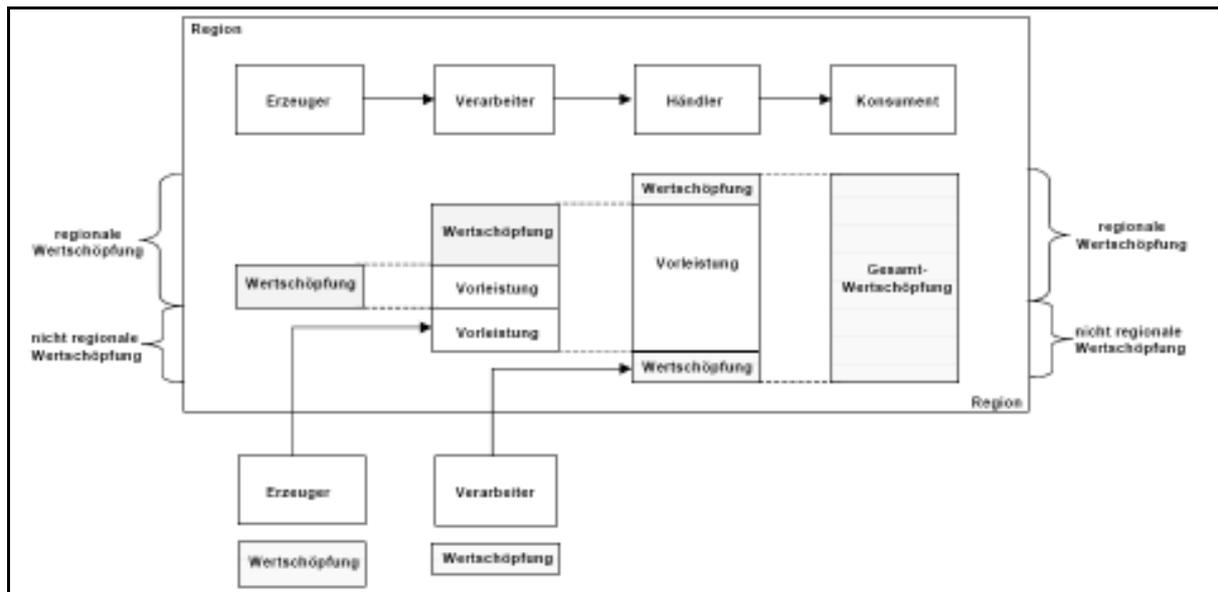


Abbildung 86: Regionale Wertschöpfungseffekte entlang einer Wertschöpfungskette.
Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz [61]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Berechnung von Wertschöpfungsketten zwar einen regionalwirtschaftlichen Indikator darstellen, eine einzelbetriebswirtschaftliche Bewertungsgrundlage bei der Frage nach Investitionsentscheidungen aber nicht ersetzen kann.

4.5 Handlungsempfehlungen und Fazit

Die Übersicht der Maßnahmen zeigt, dass es innerhalb des Maßnahmenkataloges eine große Bandbreite hinsichtlich der Wirkungseffizienz, des Minderungsbeitrages und der Umsetzbarkeit gibt. Eine Schlüsselrolle spielt erwartungsgemäß der Wärmemarkt, der das größte Minderungspotenzial der untersuchten Handlungsfelder bei gleichzeitig akzeptabler Wirtschaftlichkeit bietet.

Da viele der quantitativ bewerteten Maßnahmen mit hoher Priorität nicht in der direkten Entscheidungshoheit der Stadt liegen und somit nicht direkt adressierbar sind, kommt den übergeordneten Maßnahmen eine besondere Bedeutung zu, wenn man eine hohe Umsetzungsquote der Maßnahmen erreichen will.

Die Aktivitäten der Stadt sollten möglichst bald in einer Klimaschutzleitstelle gebündelt werden, die dann auch den Aufbau einer regionalen Energie- oder Klimaschutzagentur (vgl. Abschnitt 3.8.1) vorantreibt. In dieser Agentur sollten möglichst auch die bereits vorhandenen Beratungsangebote z.B. der HVG und der ZEAG integriert werden.

Daneben sollte die Stadt Heilbronn flankierend auch auf weiteren Feldern die bereits vorhandenen Aktivitäten ausbauen.

Daraus ergeben sich aus Sicht der Gutachter folgende Handlungsschwerpunkte mit abgeschätzten Kosten:

- Klimaschutzleitstelle (mind. 2 Mitarbeiter, 160.000 EUR/a), in der Anfangsphase ein weiterer Mitarbeiter für die Koordinierung des Aufbaus der Klimaschutzagentur (kann später in die Energieagentur überführt werden).
- Einrichtung und Unterstützung einer regionalen Energie/- Klimaschutzagentur (Kostenbeitrag rund 100.000 EUR/a).
- Motivierung weiterer Partner als Gesellschafter für diese Agentur und Einwerbung von Sponsoren für besondere Kampagnen (z.B. Klimaschutzfonds).
- Fortführung des kommunalen Energiemanagements und Aufstellung eines Sanierungsplans für die eigenen Liegenschaften (Teilkonzept, ggf. förderfähig): (20.000 EUR einmalig).
- Öffentlichkeitsarbeit und Info-Angebote (~30.000 EUR). Ein Schwerpunkt könnte in der Erweiterung von Informations- und Schulungsangeboten für Kindergärten und Schulen liegen.
- Konsequente Umsetzung Radverkehrsplan (700.000 EUR/a)
- Konsequente Verankerung von Klimaschutzvorgaben in Bebauungsplänen und bei Grundstücksverkäufen.
- Konsequente Vollzugskontrolle der Vorgaben der ENEV 2009 sowie des EWärmeG auch im Sanierungsfall durch die Baurechtsbehörde mit konsequenter Abfrage der Dokumentationen und Nachweise bei Schornsteinefegern und Energieberatern.
- Möglichst Unterstützung der Altbausanierung durch die Förderung beispielhafter Quartier-Sanierungsprojekte

Die Bewertung der Entwicklung seit 1990 mit Ausblick auf 2020 mit und ohne Maßnahmen (Abbildung 87) zeigt zusammenfassend die Wichtigkeit der Umsetzung weiterer Maßnahmen. So können zu der bereits für den Referenzfall erwarteten Reduktion um rund 140.000 t/a bzw. 13% (bis 2020, bezogen auf das Ausgangsjahr 1990) weitere 83.000 t/a in den nächsten 10 Jahren durch mittel- bis hoch priorisierte Maßnahmen eingespart werden.

Dieses Ziel, das immer noch unter der 40%-Zielvorgabe der Bundesregierung liegt, kann aber nicht allein von der Stadtverwaltung erreicht werden, sondern erfordert die Mitwirkung aller beteiligten Akteure sowie auch der Heilbronner Bürger, insbesondere im Hinblick auf den sparsameren Umgang mit Energie und die tatsächliche Nutzung vorhandener Angebote.

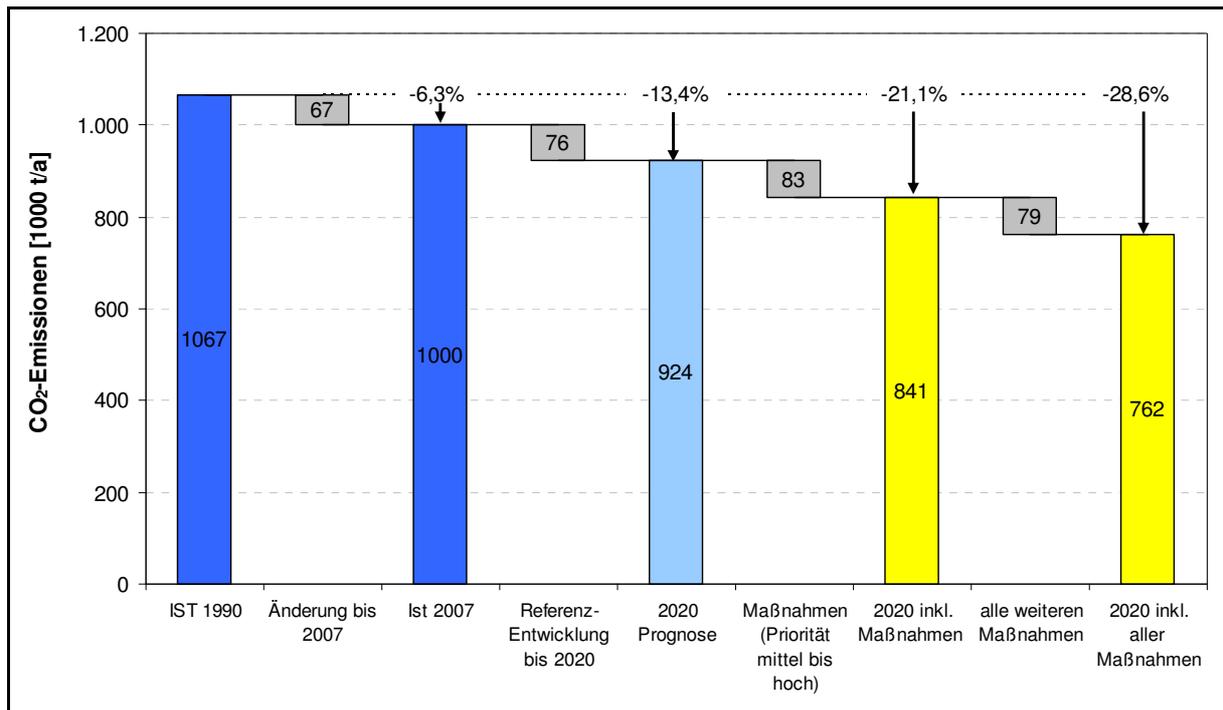


Abbildung 87: Übersicht CO₂-Entwicklung und Potenziale der Maßnahmenpakete

Literatur

- [1] Stadt Heilbronn, Vermessungs- und Katasteramt 12/2003
- [2] Emissionen im Raum Heilbronn/Neckarsulm 1992; UMEG, Karlsruhe, Herausgeber: Umweltministerium Baden-Württemberg, Oktober 1994
- [3] Landesweites Emissionskataster Verkehr 1995; Heusch/Boesefeldt GmbH, im Auftrag der UMEG, Aachen 1997
- [4] Landesweites Emissionskataster Verkehr 1995; AVISO GmbH, im Auftrag der UMEG, Aachen 2002
- [5] Entwicklung eines zukunftsfähigen Emissionskatasters Verkehr; AVISO GmbH, im Auftrag der LUBW, in Bearbeitung
- [6] Daten zum ÖPNV/SPNV in Heilbronn 1999-2008, persönliche Mitteilung der Stadtwerke Heilbronn, 2009
- [7] Umweltbundesamt, <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>, Stand März 2010
- [8] Homepage des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (<http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de>) hier Interaktives Kartenverzeichnis bzw. Indikatoren zum Thema »Umwelt, Verkehr, Energie« Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen je Einwohner (http://www.statistik-portal.de/UmweltVerkehr/Indikatoren/LV-KG_co2energie.asp)
- [9] Motorisierung - Steigende Leistungsbereitschaft; Kraftfahrtbundesamt (KBA), Flensburg, Juli 2008
- [10] Rat der europäischen Union: Ziele der EU für die Weiterentwicklung der internationalen Klimaschutzregelung über das Jahr 2012 hinaus, Brüssel, 2007
- [11] BMWi, BMU: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin, 2007
- [12] Jochem, E. et al.: Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland - Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Potsdam, 2008.
- [13] BMU: Nationalen Klimaschutzinitiative/BMU
- [14] Bundesregierung: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz - EEWärmeG), 07.08.2008.
- [15] Landesregierung Baden-Württemberg: Gesetz zur Nutzung Erneuerbarer Wärmeenergie (Erneuerbare-Wärme Gesetz – EWärmeG), 07.11.2007

- [16] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Landes-Informationssystem (LIS), Voraussichtliche Entwicklung der Bevölkerung bis 2030 <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=1&U=03&R=KR121>
- [17] Stadt Heilbronn, Städtebaulicher Rahmenplan/Zeitplan für die Neckarvorstadt, http://www.heilbronn.de/dateien/wir_inn/zukunftsprojekte/neckarvorstadt/Zeitplan_Neckarvorstadt.pdf
- [18] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Landes-Informationssystem (LIS), Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen sowie Belegungsdichte 1998 bis 2008 <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=ProdGew&U=05&R=KR121>
- [19] Kleemann, M., Heckler, R., Kolb, G., Hille, M.: Die Entwicklung des Wärmemarktes für den Gebäudesektor bis 2050. Forschungszentrum Jülich, 2000
- [20] EWI/Prognos: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Köln/Basel, 2005
- [21] Nitsch, J., et al.: Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Berlin, 2007
- [22] Verordnung (EG) Nr. 443/2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen; Europäisches Parlament und Rat, Straßburg, April 2009
- [23] Deutsche Biokraftstoffgesetzgebung setzt Inhalte der europäischen Richtlinien um; MWV aktuell, Ausgabe 01/2010, Berlin, 18. Januar 2010
- [24] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg:
- [25] Umweltbundesamt: Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieverbrauch trotz Effizienzsteigerungen, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/private-haushalte.pdf>, 2006
- [26] Stadtwerke Neckarsulm, <http://www.stadtwerke-neckarsulm.de/index.php?sub=501070>
- [27] Kiesel, F., Timm, M.: Entwicklung der Stromeinspeisung aus Regenerativanlagen. In: EW 1-2/2010
- [28] Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg, Energie aus Biomasse: Potenziale und Empfehlungen für Baden-Württemberg. Stuttgart, April 2008
- [29] Lenz, V., Schwenker, A., Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. In: BWK 4/2009
- [30] Lenz, V., Schwenker, A., Hoffmann, F., Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. In: BWK 4/2010

- [31] Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr in Kooperation mit der Ortenauer Energie-agentur: „Zweijähriger Feldtest Elektro-Wärmepumpen – Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei“, <http://www.agenda-energie-lahr.de/leistungwaermepumpen.html>, 2008
- [32] Dietler, M.: Nutzung von Abwasserwärme ersetzt Energieträger Erdgas. In: Euro-Heat&Power 4/2010
- [33] Nath, A.: Abwasser sorgt für warme Schulbänke. In: Umweltmagazin 4-5/2009
- [34] Institut für Wohnen und Umwelt: Deutsche Gebäudetopologie. Darmstadt, 2003
- [35] Feist, W. et al: Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen im Gebäudebestand 2005. Darmstadt, 2005
- [36] Klein, S.: Kosten und Wirtschaftlichkeit von Neubauten verschiedener energetischer standards. 4. Fachtagung „Klimaschutz im Wohnungsbau“. Wiesbaden, 2009. http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/ake46/Klein_-_Kosten_Passivhaeuser.pdf
- [37] ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse m. b. H.: Kennwertdatenbank. www.ages-gmbh.de
- [38] Stadt Regensburg: Bundeswettbewerb "Energieeffiziente Stadtbeleuchtung" - Umsetzung des preisgekrönten Vorschlages, <http://srv19.regensburg.de/bi/vo020.asp?VOLFDNR=4511&options=2>, 2009
- [39] Stadt Göttingen: Effiziente Straßenlaternen – Göttingen gewinnt mit Energiekonzept, <http://www.innovatives.niedersachsen.de/news/article/effiziente-strassenlaternen-goettingen-gewinnt-mit-energiekonzept.html>, 2009
- [40] Enerko GmbH: Klimaschutzkonzept: Potenziale für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik in Sachsen-Anhalt. Aldenhoven, 2008
- [41] Baedeker, H., Meyer-Renschhausen, M.: Energiemanagement für kleine und mittlere Kommunen, Shaker Verlag. Aachen, 2006
- [42] prognos/EWI: Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Basel, 2007
- [43] Deutscher Bundestag: Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung – Bericht der Enquete-Kommission. Berlin, 2002
- [44] Amtsblatt der Europäischen Union: Verordnung (EG) 1275/2008. Brüssel, 2009
- [45] Öko-Institut e.V.: Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten. München, 2000
- [46] Deutsche Energie-Agentur (dena): effiziente Beleuchtung – Konsequenz Kosten senken. Berlin, 2007

- [47] Wuppertal-Institut: Erhöhung der Effizienz im Bereich der Umwälzpumpen in Industrie und GHD. Wuppertal, 2005
- [48] Kommunale Strategien zur Reduktion der CO₂-Emissionen um 50% am Beispiel der Stadt München; Öko-Institut e.V., im Auftrag der Landeshauptstadt München, Freiburg, November 2004
- [49] Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen – InKlim 2012; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (Federführer), im Auftrag der HLUG, März 2006
- [50] Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr; Steininger et al, Informationen zur Umweltpolitik Nr. 175, Hrsg.: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, Wien 2007
- [51] Radverkehrsplan Heilbronn 2008; Stadt Heilbronn, Amt für Straßenwesen, Mai 2008
- [52] Evaluation Car-Sharing; Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern, September 2006
- [53] Bremer Energie Institut: Energieeffizienz als Geschäftsfeld für Stadtwerke, Gutachten im Auftrag der ASEW Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung im Verband kommunaler Unternehmen, März 2008
- [54] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft "Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit (BLAG KliNa), <http://www.blag-klina.de>, 2007
- [55] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt. Leipzig, http://www.eu2007.de/de/News/download_docs/Mai/0524-AN/075DokumentLeipzigCharta.pdf, 2007
- [56] Ministerium für Bauen und Verkehr des Naldes NRW: Klimaschutz in der integrierten Stadtentwicklung – Handlungsleitfaden für Planerinnen und Planer. Düsseldorf, 2009
- [57] Deutsche Energie-Agentur (dena): Contracting-Offensive für öffentliche Liegenschaften. Berlin, 2005
- [58] Stadt Heilbronn, Hochbauamt: Energiebericht 2008, Auswertungen für das Jahr 2007. Heilbronn, 2008
- [59] BMU: Richtlinien zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative – Merkblatt Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten, http://www.kommunaler-klimaschutz.de/files/pdf/100101_Merkblatt_Klimaschutz_Teilkonzept.pdf, 2010
- [60] European Energy Award, B.&.S.U. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt mbH, <http://www.european-energy-award.de/eea-Home>

- [61] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Leitfaden „Regionale Wertschöpfungspartnerschaften“, http://www.regionale-wertschoepfung.de/rwp/data/Leitfaden_RWP.pdf, 2008