



ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg GmbH



CO₂-Minderung der Stadt Heidelberg bis zum Jahr 2015

Endbericht

im Auftrag der Stadt Heidelberg

**ifeu-Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg GmbH**

**Lothar Eisenmann
Hans Hertle
Dominik Jessing
James Brückner**

ifeu@ifeu.de

Heidelberg, 11. November 2008

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Zusammenfassung	5
3	Rückblick: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Heidelberg bis 2006	7
4	Allgemeine Vorgehensweise	8
5	CO₂-Minderung in Heidelberg	11
5.1	Energieversorgung	11
5.2	Private Haushalte	17
5.2.1	Strom im Bestand	17
5.2.2	Wärme im Bestand	21
5.2.3	Neubaugebiete	26
5.3	Öffentliche Einrichtungen.....	28
5.3.1	Universität, Universitätsklinikum, landeseigene Gebäude	28
5.4	Gewerbe und Industrie	32
6	Fazit.....	35

1 Einleitung

Der Gemeinderat der Stadt Heidelberg hat für die städtischen CO₂-Emissionen ein Reduktionsziel von 20 Prozent bis zum Jahr 2015 bezogen auf 1987 beschlossen. Zur Umsetzung dieses Zieles sollen Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept 2004 quantifiziert und angepasst sowie weitere geeignete Maßnahmen vorgeschlagen werden. Das ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH wurde von der Stadt Heidelberg damit beauftragt, Maßnahmenvorschläge zur CO₂-Minderung von 20 Prozent bis zum Jahr 2015 vorzuschlagen und zu berechnen. Gleichzeitig gelten die Ziele des Klimaschutzkonzeptes 2004 weiterhin. Die dort beschriebenen Maßnahmen behalten ihre Gültigkeit und werden durch die hier vorgeschlagenen Maßnahmen präzisiert und ergänzt.

Das Einsparziel ist sehr ambitioniert, so müssen bei einem Start der forcierten Umsetzung im Jahr 2008 die CO₂-Emissionen um etwa 3 Prozent pro Jahr reduziert werden. Dies lässt sich nicht allein durch die Stadtverwaltung Heidelberg vorgeben oder veranlassen.

So werden auf EU-Ebene schon seit längerem Gesetze eingebracht, die einen tiefgreifenden Wandel in der Energieerzeugung und beim Energieverbrauch anregen wollen. Beispielhaft zählen dazu die EU-Gebäuderichtlinie /EU_GEB_RL/, die die Energieausweispflicht auch für bestehende Gebäude veranlasst, und die EU-Effizienzrichtlinie /EU_EFF_RL/. Diese Richtlinie zur „Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen“ hat zum Ziel, die Effizienz der Endenergienutzung in Privathaushalten und im öffentlichen Sektor zu verbessern. Die Mitgliedsstaaten sollen bis zum Jahr 2016 9 % der im Durchschnitt der Vorjahre verbrauchten Endenergie einsparen.

Ein EU-weites CO₂-Reduktionsziel beschlossen die Umweltminister der Mitgliedsländer im Jahr 2007. Demnach sollen die CO₂-Emissionen bis 2020 um 20 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Im Falle des Zustandekommens eines Post-Kioto-Protokolls, bei dem alle Industrieländer beteiligt sind, erhöht sich das Ziel sogar auf 30% Reduktionsverpflichtungen. Die Ziele auf Bundesebene gehen über diese Zielwerte hinaus. Trotz Rückschlägen, wie z.B. dem Scheitern der Biokraftstoffnovelle, hält das Bundesumweltministerium an der Linie fest, den CO₂-Ausstoß Deutschlands bis 2020 gegenüber 1990 um 40% zu senken.

Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes soll geprüft werden, wie groß der Aufwand ist, um das vorgegebene Reduktionsziel von 20 Prozent CO₂-Emissionen durch Aktivitäten aller Heidelberger Akteure zu erreichen. Dies kann zum Beispiel bedeuten, nicht nur wirtschaftliche Maßnahmen umzusetzen, sondern auch die Ausnutzung darüber hinaus gehender technischer Potenziale anzugehen, was unter Umständen zu höheren Kosten führt. Zur Erreichung des Reduktionszieles kann nicht allein die Stadt Heidelberg handelnder Akteur sein. Vielmehr müssen alle Sektoren wie private Haushalte, Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen auf breiter Basis mitwirken, um mit Maßnahmen zur CO₂-Reduzierung beizutragen.

2 Zusammenfassung

Die Stadt Heidelberg hat für die städtischen CO₂-Emissionen ein Reduktionsziel von 20 Prozent bis zum Jahr 2015 bezogen auf 1987 beschlossen. Zur Umsetzung dieses Zieles sollen Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept 2004 quantifiziert und angepasst sowie weitere geeignete Maßnahmen vorgeschlagen werden. Es wurden Maßnahmen im Energieversorgungsbereich sowie in der Energieverwendung der Sektoren der privaten Haushalte, der öffentlichen Einrichtungen und des Gewerbes vorgeschlagen, konkretisiert und quantifiziert. Einen Überblick über die Maßnahmen gibt die folgende Tabelle (die Angabe von Maßnahmennummern stellt einen Bezug zum Klimaschutzkonzept 2004 dar):

Sektor	Heizungswärme	Strom
Energieversorgung	1. Optimierung der Mannheimer Fernwärme-Erzeugung 2. Eigenerzeugung Strom und Wärme in Heidelberg (Nr. 71, 70d) 3. Fernwärmeausbau (Nr. 71) 4. Ausbau dezentraler erneuerbarer Energien (Nr. 70)	
Private Haushalte	1. Integriertes Sanierungsprogramm für Altbauten (Nr. 22) 2. Klimaschutzprogramm der Wohnungsbaugesellschaften 3. Klimarechner Heidelberg	1. Stromsparfonds für private Haushalte (Nr. 21b) 2. Gerätetauschaktion 3. Stromkompass Heidelberg
Universität / Uni-Klinik / weitere Landesgebäude	1. Effizienzstrategie Universität und Uni-Klinik (Nr. 40) 2. Sanierungsprogramm Universitätsgebäude 3. Nutzerprogramm in Kliniken und Krankenhäusern (Nr. 43) 4. Energetische Sanierung weiterer landeseigener Gebäude (Nr. 40a)	2. Lüftungsanlagen-Programm (Nr. 42)
Gewerbe / Industrie	1. Nachhaltiges Wirtschaften – Weiterführung und Ausdehnung (Nr. 30) 2. Effizienzplattform Nichtwohngebäude 3. Effizienzkampagne KMU	

Es wurde berücksichtigt, dass in Heidelberg ein neuer Stadtteil, die Bahnstadt, gebaut wird. Darüber hinaus wurden weitere Zubauten sowie ein Zuwachs in der Ausstattung von privaten Haushalten berücksichtigt. Es ergeben sich große CO₂-Einsparungen durch Maßnahmen im Energieversorgungsbereich und weitere Einsparungen durch Maßnahmen verschiedener Akteure. Eine Übersicht zu den CO₂-Einsparungen zeigt die nachstehende Tabelle:

CO₂-Einsparungen in Heidelberg bei Umsetzung von Maßnahmen im Energieversorgungsbereich sowie in den einzelnen Sektoren bis zum Jahr 2015

	Wärme	Strom	Gesamt		Akteur
	[Tonnen CO ₂]	[Tonnen CO ₂]	[Tonnen CO ₂]	% zu 2006	
Versorgung					
Optimierung Fernwärme GKM	11.000		11.000	1,2%	GKM Mannheim
GuD-Kraftwerk GKM	50.000		50.000	5,3%	
Biomasse-Heizkraftwerk	20.000	30.000	50.000	5,3%	Heidelberger Stadtwerke
Geothermie-Kraftwerk	7.000	13.000	20.000	2,1%	
dezentrale BHKW	300	700	1.000	0,1%	
Fernwärme-Ausbau	9.500		9.500	1,0%	
Photovoltaik		1.800	1.800	0,2%	
Solarthermie	750		750	0,1%	
Biomasse	15.000		15.000	1,6%	
Summe	113.550	45.500	159.050	16,8%	
Private Haushalte					
Effizienzmaßnahmen	30.000	19.800	49.800	5,3%	Haushalte, Stadt Heidelberg
Wohnungsbaugesellschaften	5.200		5.200	0,6%	Wohnungsbaugesellschaften
Summe	35.200	19.800	55.000	5,8%	
Öffentliche Gebäude					
Effizienz Universität/Klinikum	4.000	4.000	8.000	0,8%	Universität, Universitätsklinikum, Land Baden-Württemberg
Lüftungsanlagenprojekt		2.000	2.000	0,2%	
Nutzerprojekte Kliniken		4.500	4.500	0,5%	
Nutzerprojekte Universität		1.800	1.800	0,2%	
Landesgebäude	300	400	700	0,1%	
Summe	4.300	12.700	17.000	1,8%	
Gewerbe					
Nachhaltiges Wirtschaften	1.000	1.000	2.000	0,2%	IHK, Betriebe, Stadt Heidelberg
Effizienzmaßnahmen	6.000	10.000	16.000	1,7%	
Summe	7.000	11.000	18.000	1,9%	
Zubau					
Bahnstadt	-4.100	-13.600	-17.700	-1,9%	
sonstige Neubaugebiete	-420	-400	-820	-0,1%	
HIT		-10.500	-10.500	-1,1%	
Summe	-4.520	-24.500	-29.020	-3,1%	
Gesamt	155.530	64.500		23,28%	
Summe	220.030				
Minderung gegenüber 1987	20,11%				

Die prozentuale Einsparung der Maßnahmen bezieht sich auf den Wert der letzten Bilanzierung des Jahres 2006 (945.000 Tonnen CO₂). Da die CO₂-Emissionen im Jahr 1987 niedriger waren (907.500 Tonnen), muss die CO₂-Einsparung über 23 Prozent betragen, um die geforderten minus 20 Prozent gegenüber 1987 zu erreichen.

3 Rückblick: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Heidelberg bis 2006

In der Abb. 1 wird die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen der Stadt Heidelberg von 1987 bis 2006 gezeigt, die im Rahmen einer CO₂-Bilanzierung durch das IFEU-Institut erhoben wurde /IFEU 2008/. Die Emissionen steigen im Vergleich zu 1987 bis zum Jahr 2002 um ca. 7% und gehen bis zum Jahr 2006 wiederum um ca. 5% zurück, sodass sich eine Steigerung der CO₂-Emissionen von 1987 bis 2006 um 2 Prozent ergibt. Ab dem Jahre 2004 wird der Emissionsfaktor für Strom nicht mehr konstant gehalten sondern in jedem Jahr neu berechnet. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und die vermehrte Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen verbessert sich der Strommix Deutschlands und führt so zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen.

Der Anstieg der CO₂-Emissionen ist deutlich geringer als der Anstieg der Endenergie, weil zum einen CO₂-Emissionen vermieden werden durch Energieträgersubstitutionen zugunsten der Fernwärme mit geringeren spezifischen CO₂-Emissionen. Andererseits wurde durch die Inbetriebnahme des Uni-Kraftwerkes mit Kraft-Wärme-Kälte-Auskopplung im Jahr 2002 der Brennstoff Gas deutlich besser ausgenutzt als in den Jahren zuvor.

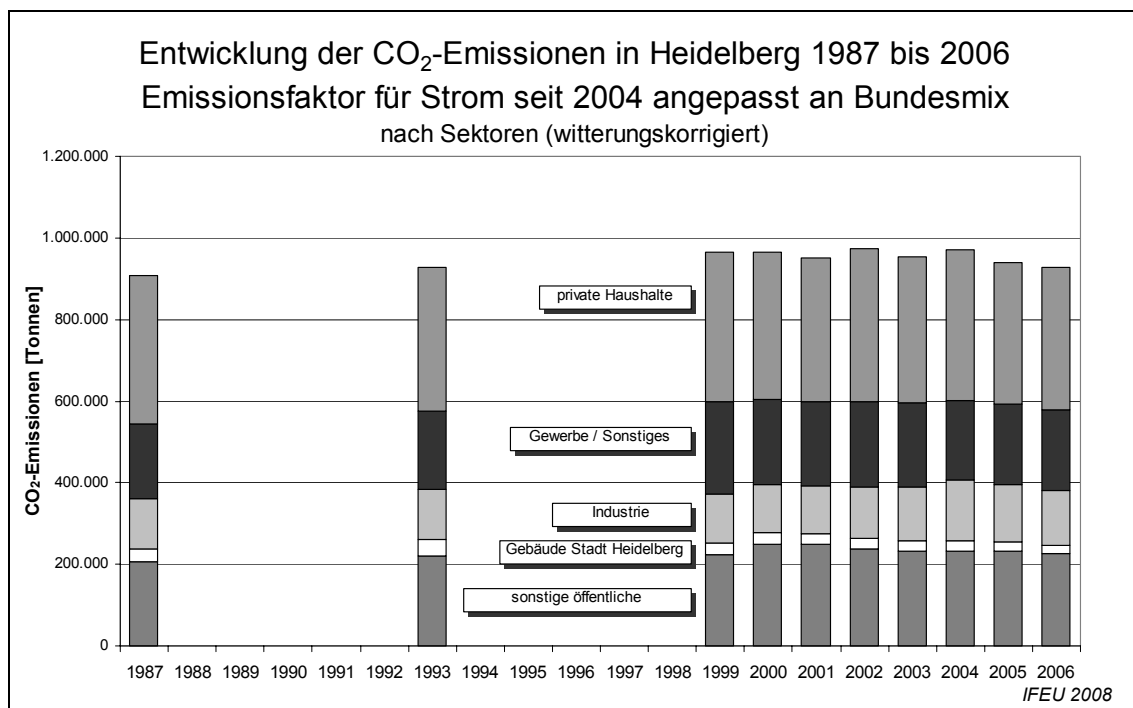


Abb. 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Heidelberg von 1987 bis 2006 nach Sektoren, seit 2004 berechnet mit aktuellen Stromemissionsfaktoren für den Bundesmix. Quelle: Eigene Berechnungen

Für das Jahr 2006 ergibt sich die in Abb. 2 gezeigte Aufteilung in Sektoren und Energieträger.

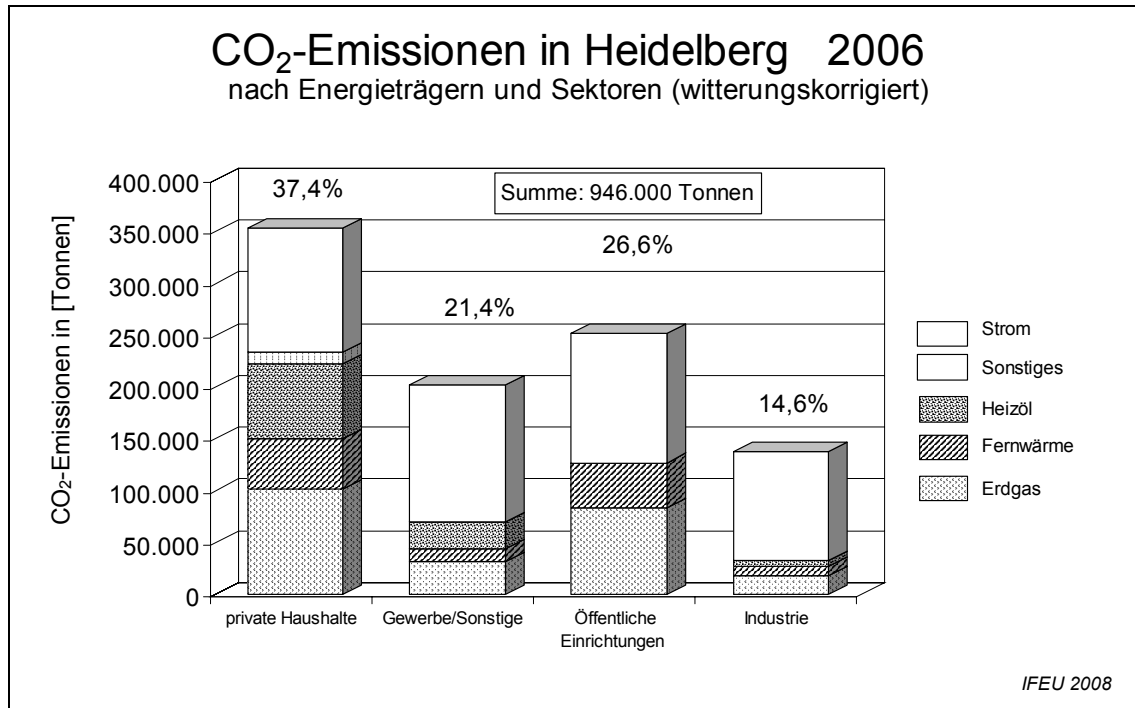


Abb. 2: CO₂-Emissionen in Heidelberg 2006 nach Sektoren und Energieträgern

4 Allgemeine Vorgehensweise

Potenzialermittlung und Umsetzung von CO₂-Minderungspotenzialen

Die Kapitel zu einzelnen Sektoren starten jeweils mit einer Überprüfung der wirtschaftlichen CO₂-Einsparpotenziale. Maßnahmenvorschläge zur Umsetzung schließen sich an. Das wirtschaftliche CO₂-Einsparpotenzial darf dabei nicht mit einer prognostizierten Einsparung verwechselt werden. Es sagt lediglich aus, welche CO₂-Minderung überhaupt unter wirtschaftlichen oder technischen Voraussetzungen möglich ist. Ob dieses Potenzial erschlossen werden kann, ist dann die Frage der Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur CO₂-Minderung.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Verantwortung und Möglichkeit zur Umsetzung der CO₂-Minderungspotenziale nicht allein in den Händen der Stadt Heidelberg liegt. So werden auf EU-Ebene schon seit längerem Gesetze eingebracht, die einen tiefgreifenden Wandel in der Energieerzeugung und beim Energieverbrauch anregen wollen. Beispielhaft zählen dazu die EU-Gebäuderichtlinie, die uns im Jahr 2008 die Energieausweispflicht auch für bestehende Gebäude bringt, und die EU-Effizienzrichtlinie. Diese Richtlinie zur „Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen“ hat zum Ziel, die Effizienz der Endenergienutzung in Privathaushalten und im öffentlichen Sektor zu

verbessern. Die Mitgliedsstaaten sollen bis zum Jahr 2016 neun Prozent der im Durchschnitt der Vorjahre verbrauchten Endenergie einsparen.

Einen weiteren wesentlichen Rahmen bildet die Unterstützung von Kommunen durch bundesweite Vorgaben und Unterstützung zur Förderung von CO₂-Minderungen in der Energieversorgung (KWK-Gesetz, EEG, Emissionshandel) und beim Energieverbrauch (Gebäudesanierungsprogramm, Klimaschutzinitiative). Sie müssen tragfähige Rahmenbedingungen schaffen, in denen Kommunen im Rahmen ihrer Möglichkeiten agieren können.

Darüber hinaus beeinflussen sich die verschiedenen Wirkungsebenen gegenseitig. Staatliche und kommunale Prozesse stehen zwar in Abhängigkeit übergeordneter Rahmenbedingungen. Diese übergreifenden Richtlinien kommen aber erst durch Engagement auf nationaler und kommunaler Ebene zustande. So können aktive Kommunen Einfluss auf nationale Regelungen haben und diese wiederum die Instrumente auf EU-Ebene mitgestalten. Somit sind übergreifende und kommunale Klimaschutzpolitik gleichermaßen wichtig und bedingen sich gegenseitig. Die kommunalen Gestaltungsoptionen sind zwar im Einzelfall häufig begrenzt, durch ihre Wirkung auf die Rahmengesetzgebung aber gleichzeitig essentiell und notwendig. Ein Nachlassen der Klimaschutzbemühungen auf kommunaler Ebene wäre also kontraproduktiv.

Ein weiterer wesentlicher Faktor, der die Umsetzung von CO₂-Minderungspotenzialen wesentlich beeinflusst, ist die Höhe der Energiepreise. Diese sind in letzter Zeit stark gestiegen, was die wirtschaftlichen CO₂-Umsetzungspotenziale erhöht. Ende der 90er Jahre, als sich engagierte Kommunen wie auch die Stadt Heidelberg bereits in besonderer Weise für den Klimaschutz einsetzten, waren die Energiepreise vergleichsweise niedrig. Dies hat den Bemühungen in der kommunalen Klimaschutzpolitik entgegen gewirkt. Einen Einfluss auf die Höhe der Energiepreise haben Städte und Kommunen allerdings kaum.

Ein weiterer wichtiger Punkt zur Umsetzung von wirtschaftlichen Minderungspotenzialen ist zu beachten: Wirtschaftlichkeit bedeutet nicht automatisch, dass sie für den Akteur gegeben ist, der eine bestimmte Maßnahme anstößt. Häufig profitieren Dritte von der Umsetzung einer Maßnahme. Gibt die Stadt Heidelberg beispielsweise einen Zuschuss zu Dämmmaßnahmen im Rahmen des Förderprogramms, profitiert nicht die Stadt Heidelberg finanziell von der Maßnahme, sondern in erster Linie der jeweilige Hausbesitzer.

Die Weichen für den Klimaschutz stehen derzeit auf allen Ebenen günstig. Gleichzeitig werden dabei gerade Städte in Zukunft eine wichtigere Rolle spielen. Mit dem Trend einer verstärkten Konzentration der Bevölkerung in Ballungsräumen müssen Klimaschutzthemen und Energiefragen nachhaltig mit Hilfe begrenzter kommunaler Mittel und Möglichkeiten angegangen werden.

Sind wirtschaftliche Potenziale vorhanden, ist das ein wichtiger Hinweis darauf, dass Handlungsoptionen zur Umsetzung von CO₂-Einsparungen bestehen.

Maßnahmenvorschläge

Es werden drei Maßnahmen für jeden Sektor vorgeschlagen und berechnet, die eine möglichst hohe Wirkungstiefe besitzen und damit eine CO₂-Minderung versprechen. Ziel ist es, das 20-Prozent-Ziel zu erreichen. Darüber hinaus gibt es jeweils weitere Maßnahmen, die ebenfalls zu einer CO₂-Minderung beitragen. So werden die Vorschläge des Klimaschutzkonzeptes 2004 nicht außer Kraft gesetzt, sie werden lediglich konkretisiert, quantifiziert und aktualisiert. Eine Reihe von Maßnahmen lassen sich nicht quantifizieren. Dies sind vor allem Vorschläge zur Öffentlichkeitsarbeit, zur Beratung und Fortbildung. Trotzdem sind dies wesentliche Elemente, um die Heidelberger Ziele zu erreichen, die in direktem Zusammenhang mit der Wirksamkeit „harter“ CO₂-Einsparmaßnahmen stehen.

Die wichtigsten berechneten Maßnahmenvorschläge zur CO₂-Minderung für Heidelberg im Überblick:

Sektor	Heizungswärme	Strom
Energieversorgung	1. Optimierung der Mannheimer Fernwärme-Erzeugung 2. Eigenerzeugung Strom und Wärme in Heidelberg (Nr. 71, 70d) 3. Fernwärmeausbau (Nr. 71) 4. Ausbau dezentraler erneuerbarer Energien (Nr. 70)	
Private Haushalte	1. Integriertes Sanierungsprogramm für Altbauten (Nr. 22) 2. Klimaschutzprogramm der Wohnungsbaugesellschaften 3. Klimarechner Heidelberg	1. Stromsparmünds für private Haushalte (Nr. 21b) 2. Gerätetauschaktion 3. Stromkompass Heidelberg
Universität / Uni-Klinik / weitere Landesgebäude	1. Effizienzstrategie Universität und Uni-Klinik (Nr. 40) 2. Sanierungsprogramm Universitätsgebäude 3. Nutzerprogramm in Kliniken und Krankenhäusern (Nr. 43) 4. Energetische Sanierung weiterer landeseigener Gebäude (Nr. 40a)	2. Lüftungsanlagen-Programm (Nr. 42)
Gewerbe / Industrie	1. Nachhaltiges Wirtschaften – Weiterführung und Ausdehnung (Nr. 30) 2. Effizienzplattform Nichtwohngebäude 3. Effizienzkampagne KMU	

5 CO₂-Minderung in Heidelberg

5.1 Energieversorgung

Die dominierenden Energieträger in Heidelberg sind Erdgas, Heizöl und Fernwärme für die Wärmebereitstellung und Strom. Davon ist die Fernwärme durch die kraft-wärmegekoppelte Erzeugung der umweltfreundlichste Energieträger. Die noch deutlich klimafreundlicheren erneuerbaren Energieträger nehmen zwar stark zu, besitzen aber absolut einen immer noch recht kleinen Anteil an Wärme- und Stromversorgung.

Die GKM Grosskraftwerk Mannheim AG betreibt mit dem Kohleheizkraftwerk am Standort Mannheim die größte Fernwärmeerzeugungsanlage in der Metropolregion Rhein-Neckar und liefert die Fernwärme (Heißwasser mit maximal 1.000 MW) für die Fernwärmesysteme in Mannheim, Heidelberg, Schwetzingen/Oftersheim und Brühl. Die Heidelberger Stadtwerke GmbH betreiben ein ausgedehntes Fernwärmenetz mit Spitzen-/Reserveheizwerken an den Standorten Mitte (installiert 174 MW_{th}), Boxberg (installiert 40 MW_{th}), Hasenleiser (installiert 18,5 MW_{th}) und Pfaffengrund (installiert 60 MW_{th}). Die Fernwärme – Grund- und Mittellast wird über eine Transportleitung durch Bezug der Fernwärme Rhein Neckar GmbH (FRN) gedeckt, deren Vorlieferant aber die GKM ist. Der Großteil der Heidelberger Fernwärme kommt also aus Mannheim /ENERKO 2008/.

Im Jahr 2002 wurde ein Kraft-Wärme-Kälte-gekoppeltes Kraftwerk der Universität in Betrieb genommen. Es wird nicht mehr über die Heidelberger Stadtwerke mit Erdgas versorgt, sondern über einen anderen Anbieter.

In den folgenden vier Varianten wird untersucht, welche Möglichkeiten zur CO₂-Emissionsminderung auf Versorgungsseite bestehen. Sie loten die verschiedenen Wege aus und geben lediglich Größenordnungen vor. Dabei repräsentieren sie noch keine detaillierte Feinplanung.

Maßnahme 1: Optimierung der Mannheimer Fernwärme-Erzeugung

Maßnahme 1.1: Inbetriebnahme des Steinkohleblocks 9

Für knapp die Hälfte der energiebedingten CO₂-Emissionen in Heidelberg ist der Heizwärmebereich verantwortlich. Davon entfallen 25 Prozent auf Erdgas, 12 Prozent auf Fernwärme und 11 Prozent auf Erdöl. 51 Prozent der CO₂-Emissionen gehen auf das Konto des Stromverbrauchs. Durch die Nutzung der Energieträger werden unterschiedliche Mengen CO₂ emittiert. So ist mit der Nutzung einer Kilowattstunde Fernwärme der Heidelberger Stadtwerke derzeit eine CO₂-Emission von 187 Gramm verbunden. Dieser Wert berechnet sich direkt aus der Erzeugung der Fernwärme im Grosskraftwerk Mannheim. Eine Optimierung des Kraftwerkprozesses zum Beispiel durch technische Maßnahmen oder durch Verwendung von Biomasse oder Erdgas anstelle von Kohle würde zu einem geringeren Zahlenwert des Fernwärme-Emissionsfaktors führen.

Derzeit ist der Bau des Steinkohleblocks 9 geplant, der mittelfristig die Blöcke 3 und 4 ersetzen wird, insgesamt aber über eine höhere Leistung verfügt. Er wird eine elektri-

sche Leistung von 911 MW erzeugen sowie 500 MW_{th} Fernwärme, die in das Fernwärmenetz der MW Energie AG eingespeist wird, durch das auch Heidelberg versorgt wird /GKM 2008/. Durch Verbesserung der Kraftwerkstechnologie und einem dementsprechend verbesserten Wirkungsgrad werden sich die spezifischen CO₂-Emissionen der Fernwärme laut Betreiberangaben bei Block 9 um ca. 20 Prozent und damit insgesamt auf ca. 10 Prozent verringern.

So würden die Emissionen der Stadt Heidelberg bei einem Emissionsfaktor für Fernwärme, der 10 Prozent unter dem derzeitigen Wert liegt (also bei 168 g/kWh), um 11.000 Tonnen CO₂ bzw. 1,2 Prozent gegenüber 2006 zurückgehen.

Maßnahme 1.2: Umstellung des Brennstoffeinsatzes im GKM von Kohle auf Gas

Die Nutzung von Kohle ist sehr CO₂-intensiv. So erzeugt die Verbrennung von einer Tonne Steinkohle 1,7 mal so viel CO₂ wie die Verbrennung von Erdgas mit dem gleichen Energiegehalt. Anstelle von Kohle ist es denkbar, dass im GKM ein Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD) errichtet wird, das äußerst effizient Strom und Wärme mit dem Brennstoff Gas erzeugt. Dabei könnten mehrere alte Blöcke des Kraftwerkes ausgetauscht werden. Aus Klimaschutzsicht ist der Neubau des Blocks 9 als GuD-Anlage sinnvoll. Hierbei entstehen deutlich weniger CO₂-Emissionen. Durch die Umstellung würden allein durch die geringeren Emissionen der Fernwärme für Heidelberg ca. 50.000 Tonnen eingespart. Dazu kämen noch CO₂-Einsparungen durch die Stromerzeugung, die allerdings der Stadt Mannheim zuzurechnen wären.

Der Ersatz von Kohleblöcken durch GuD-Anlagen ist durchaus machbar. Im März 2004 wurde der steinkohlegefeuerte Block H2 des Cuno-Heizkraftwerkes in Herdecke (Nordrhein-Westfalen) in die Kaltreserve überführt und Ende 2005 abgerissen. Stattdessen wurde ein GuD-Kraftwerk der 400-MW-Klasse errichtet, das seit 2007 Strom und Fernwärme erzeugt /Mark-E_2008/.

Akteur ist hier die GKM Grosskraftwerk Mannheim Aktiengesellschaft.

Das größte CO₂-Einsparpotenzial liegt also beim Ersatz des derzeit verwendeten Brennstoffes Kohle durch zum Beispiel Erdgas. Darauf haben Heidelberger Akteure allerdings keinen direkten Einfluss. Nach den bisherigen Bilanzierungsregeln für die Stadt Heidelberg kämen diese Änderungen zu einem Großteil der Stadt Mannheim zugute. Angesichts der umfassenden Fernwärmeversorgung weit über die Stadt Mannheim hinaus ist zu überlegen, ob eine zukünftige CO₂-Bilanzierung nicht auf die Metropolregion ausgedehnt werden sollte.

Maßnahme 2: Eigenerzeugung von Strom und Wärme in Heidelberg

Die Stadt Heidelberg wird kurzfristig auf den Fernwärmebezug aus Mannheim nicht verzichten wollen und können. Es wäre aber möglich, einen größeren Teil der Fernwärme als bisher in eigenen Kraftwerken selbst zu erzeugen. Eine wichtige Voraussetzung für den Klimaschutz wäre natürlich eine CO₂-ärmere Bereitstellung von Wärme und Strom als bisher. Hier bieten sich verschiedene Möglichkeiten an: Die verstärkte

Nutzung von erneuerbaren Energien in Form von Biomasse, die Errichtung eines Geothermiekraftwerks und der Ausbau dezentraler Blockheizkraftwerke (BHKW). In den folgenden drei Varianten werden die CO₂-Emissionsminderungspotenziale ausgelotet. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummern 71 und 70d im Klimaschutzkonzept 2004.

Maßnahme 2.1: Biomasse-Kraftwerk

Eine CO₂-Einsparung ist durch ein Kraftwerk auf Biomassebasis denkbar, das derzeit von der Heidelberger Stadtwerke GmbH geplant wird. Ein solches Biomasse-Heizkraftwerk, das als Brennstoff Altholz, Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, Sägemehl und Hobelspäne nutzt, soll eine elektrische Leistung von 5 MW sowie eine Fernwärmeleistung von 7 MW besitzen. Dadurch lassen sich jährlich 160 GWh Wärme und Strom erzeugen. Mit diesem Kraftwerk ließen sich zum Beispiel die Stadtteile Kirchheim und Pfaffengrund mit Fernwärme versorgen.

Durch den Einsatz von Biomasse in der oben skizzierten Größenordnung könnten bis zu 50.000 Tonnen CO₂ vermieden werden, was gut 5 Prozent der Heidelberger CO₂-Emissionen entspricht.

Maßnahme 2.2: Tiefengeothermie-Kraftwerk

Im Jahr 2007 sind deutschlandweit drei geothermische Kraftwerke in Betrieb gegangen. Auch Heidelberg hat seine Lage an einer Stelle des Oberrheingrabens, dem sogenannten „Heidelberger Loch“, wo Heißwasservorräte vermutet werden. Probebohrungen sind für das Jahr 2009 geplant. Sollten diese erfolgreich sein, rechnet die Heidelberger Stadtwerke GmbH mit einer jährlichen Energieausbeute von 22 GWh erzeugtem Strom sowie 50 GWh erzeugter Wärme. Akteure sind hier die Heidelberger Stadtwerke GmbH zusammen mit einem weiteren Partner. Dies würde zu CO₂-Einsparungen von etwa 20.000 Tonnen CO₂ führen, also gut 2 Prozent der Gesamtemissionen Heidelbergs.

In Landau/Pfalz wurde von der geo X GmbH unter der Beteiligung der Pfalzwerke und der Energie Südwest in 2002 ein Projekt zur Errichtung eines geothermischen Heizkraftwerkes gestartet. Die Anlage befindet sich zurzeit in der Inbetriebsetzung und soll im Jahr 2008 in den kommerziellen Dauerbetrieb gehen. Bei einem Investitionsvolumen von 20 Mio.€ besitzt die Anlage eine elektrische Leistung von 3 MW sowie Wärmeleistung von 3 MW. Die spezifische Investition liegt etwa doppelt so hoch wie bei Biomassekraftwerken und sechsmal so hoch wie bei erdgasgefeuerten Blockheizkraftwerken /ENERKO 2008/.

In Unterhaching wird derzeit das größte europäische Geothermiekraftwerk in Betrieb genommen. Seit Herbst 2007 wird Fernwärme ausgekoppelt, im Mai 2008 wurde probeweise Strom mit der Kalina-Technik (Stromerzeugung bei relativ niedriger Wassertemperatur ab 90 Grad Celsius durch Wasser-Ammoniak-Gemisch) erzeugt. Es wird mit einer CO₂-Vermeidung von ca. 30.000 Tonnen gerechnet. Übertragen auf Heidelberg würde das eine CO₂-Emissionsminderung von gut 3 Prozent bedeuten.

Als Akteure kommen für den Bau des Tiefengeothermie-Kraftwerkes die Heidelberger Stadtwerke und Partner infrage.

Maßnahme 2.3: Ausbau dezentraler BHKW

Aufgrund des relativ hohen Anschlussgrades an die Fernwärme ist das Potenzial von dezentralen BHKW in Heidelberg gering. Laut der Leitstudie 2007 des BMU /BMU 2007/ verzehnfacht sich deutschlandweit die Anschlussleistung von KWK-Wärme und –Strom zur Objektversorgung bis zum Jahr 2015, also für Kleinst-BHKW mit einer elektrischen Leistung von weniger als 10 KW. Für Heidelberg ist dieses Ziel nur schwer zu erreichen, da BHKW nur in Objekten installiert werden, die nicht mit Fernwärme versorgt werden können. Bis zum Jahr 2015 wird mit ca. 30 zusätzlichen Anlagen gerechnet, die zusammen zu einer CO₂-Minderung von knapp 1.000 Tonnen führen.

Maßnahme 3: Fernwärme-Ausbauprogramm

In den letzten Jahren hat die Substitution von Öl und Gas durch Fernwärme im Bereich der Wärmeerzeugung durch den günstigeren CO₂-Emissionsfaktor der Fernwärme zu einer spezifischen CO₂-Minderung geführt. Laut der Fernwärmestudie für die Metropolregion Rhein-Neckar beträgt die Abdeckung des Wärmemarktes durch Fernwärme in Heidelberg gut 40% /ENERKO 2008/. Nur in Mannheim ist sie mit über 50% noch höher. Die Erschließung weiterer Fernwärme-Potenziale in Heidelberg ist demnach eine anspruchsvolle Aufgabe. Dennoch gibt es auch in den bereits erschlossenen Stadtteilen Verdichtungsoptionen, wie zum Beispiel in Pfaffengrund, Rohrbach, Neuenheim oder Altstadt. Zusätzlich könnten die Stadtteile Wieblingen und Kirchheim neu erschlossen werden. Darüber hinaus ist die Versorgung des geplanten Heidelberger Stadtteils, der Bahnstadt, vollständig mit Fernwärme vorgesehen.

Laut der Fernwärmestudie bestehen folgende Ausbaupotenziale für Fernwärme in Heidelberg: Das theoretische Potenzial bei vollständiger Umstellung auf Fernwärme beträgt 772 GWh/a, also mehr als eine Verdoppelung des bestehenden Bedarfs von 693 GWh/a. Bei einer durchschnittlichen Investition von maximal 350 Euro pro MWh/a beträgt das Potenzial 539 GWh/a, und bei einer Investition von maximal 200 Euro pro MWh/a beträgt das Potenzial 288 GWh/a.

Im „Fernwärme-Ausbau-Szenario“ der Studie wird mit einer Umsetzung der wirtschaftlichen Potenziale (288 GWh/a) bis zum Jahre 2030 gerechnet, was in Heidelberg zu einem Rückgang der CO₂-Emissionen von 22.000 Tonnen bzw. knapp 3 Prozent führen würde. Dabei wurde konservativ eine Verdrängung von 1/3 Erdgas sowie 2/3 Heizöl gerechnet sowie der für die CO₂-Bilanzierung verwendete Emissionsfaktor von 187 Kilogramm pro MWh beibehalten - ungeachtet der in Maßnahme 1 betrachteten möglichen Verbesserungen. Auf das Jahr 2015 bezogen, bedeutet dies eine mögliche Verringerung der CO₂-Emissionen um 9.500 Tonnen bzw. 1 Prozent der Heidelberger Gesamtemissionen. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 71 im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteur: Heidelberger Stadtwerke

Maßnahme 4: Ausbau erneuerbarer Energien

Die erneuerbaren Energien in Heidelberg sind derzeit mit 2,3 Prozent bei der Wärmeversorgung und 6,5 Prozent bei der Stromversorgung vertreten. Für das Jahr 2015 wird im Folgenden die Entwicklung der einzelnen Energieträger untersucht. Die Errichtung eines Biomasse-Heiz-Kraftwerkes wurde bereits oben gesondert betrachtet. Hier geht es deshalb um kleinere Anlagen. Insgesamt ergibt sich im Jahr 2015 eine CO₂-Einsparung von 17.550 Tonnen. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 70 im Klimaschutzkonzept 2004.

Wasserkraft

Drei Wasserkraftwerke der Neckar AG sowie ein privates Kraftwerk in Wieblingen erzeugen zusammen etwa 40 GWh elektrische Energie, was zu einer CO₂-Einsparung von 25.000 Tonnen führt. Dieser Wert ist bis 2015 aber kaum steigerungsfähig, da das Wasserkraftpotenzial in Heidelberg weitgehend ausgereizt ist.

Solarenergienutzung zur Stromerzeugung

Die Nutzung der Sonne zur Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen ist für viele Objekte betriebswirtschaftlich, da über das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) der eingespeiste Strom vergütet wird. Die Stromerzeugung in netzgekoppelten Anlagen lag in Heidelberg im Jahr 2006 bei etwa 1.500 MWh, was einer CO₂-Vermeidung von 600 Tonnen entspricht. Die Leitstudie 2007 des BMU /BMU 2007/ geht davon aus, dass sich die Stromerzeugung aus Photovoltaik bis zum Jahr 2015 in Deutschland vervierfacht. Dieser Wert sollte bis zum Jahr 2015 auch in Heidelberg erreicht werden, was einer zusätzlichen CO₂-Vermeidung von dann 1.800 Tonnen entspricht.

Solarenergienutzung thermisch

Die Nutzung der Solarenergie zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung ist nur mit geringen CO₂-Emissionen zur Herstellung der Materialien und für die Hilfsenergie verbunden und daher zumindest zur Deckung von bis zu 30% des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser sinnvoll. Durch das kommende erneuerbare Wärmegesetz und die Novellierung der Energieeinsparverordnung wird diese Technik weitere Verbreitung finden. In Heidelberg betrug die solarthermisch erzeugte Energie im Jahr 2006 etwa 1.300 MWh, woraus eine CO₂-Minderung von mindestens 250 Tonnen resultiert. Die installierte Fläche betrug zu diesem Zeitraum etwa 2500 Quadratmeter, der Zuwachs lag im Jahr 2006 bei 250 Quadratmeter und damit deutlich höher als in den Jahren zuvor. Ziel sollte es sein, den Zuwachs weiter auf 1000 Quadratmeter pro Jahr (entspricht etwa 100 Anlagen) im Jahr 2010 zu steigern und bis 2015 zu halten. Dies würde im Jahr 2015 zu einer zusätzlichen CO₂-Minderung von etwa 750 Tonnen CO₂ führen. Dieses Ausbauziel entspricht ebenfalls der Leitstudie 2007 des BMU.

Biomasse

Biomasse besitzt nach der Wasserkraft den höchsten Anteil an der Strom- und Wärmeherzeugung durch erneuerbare Energien in Heidelberg. Im Jahr 2006 wurden durch den Einsatz von Biogas, Holzhackschnitzel, Pelletöfen sowie Brennholz insgesamt etwa 15.000 CO₂-Emissionen vermieden, was etwa 1,5 Prozent der CO₂-Emissionen

entspricht. Dieser Wert ist steigerungsfähig. Welche Potenziale die Biomasse für Heidelberg bietet, wurde in einer Studie im Auftrag der Stadt Heidelberg untersucht /IFEU, IGW 2008/. Demnach sollten vorhandene Holzpotenziale in die Versorgung des geplanten Biomassekraftwerkes einfließen. Eine zusätzliche Mobilisierung von Bioabfall in Heidelberg sollte lokal für die Vergärung verwendet werden. Insgesamt ist eine Kooperation auf Ebene des Rhein-Neckar-Kreises sinnvoll.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird analog zur Leitstudie 2007 des BMU von einer Verdopplung der Energiebereitstellung durch Biomasse in kleineren Anlagen ausgegangen, die Errichtung eines Biomasse-Heiz-Kraftwerkes wurde bereits weiter oben berücksichtigt. Dadurch ergäbe sich eine zusätzliche Verringerung der CO₂-Emissionen von 15.000 Tonnen.

5.2 Private Haushalte

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte umfasste im Jahr 2006 mit 1.179 MWh 41% des Endenergieverbrauchs in Heidelberg, bildet also den größten Sektor noch vor den öffentlichen Einrichtungen mit einem Anteil von 29%.

Insgesamt sind die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte von 1987 bis 2006 annähernd gleichgeblieben. Untersucht wurden die Einsparpotenziale der privaten Haushalte in Heidelberg im Bestand. Im Zeitraum bis 2015 wird ein neuer Stadtteil im Herzen Heidelbergs entstehen. Außerdem sind weitere Neubaugebiete geplant, die bis 2015 verwirklicht werden sollen. Die damit verbundenen CO₂-Emissionen durch Wärme und Strom addieren sich zu den bereits existierenden CO₂-Emissionen. Sie müssen durch weitere Einsparungen im Bestand kompensiert werden. Anschließend zeigen Maßnahmenvorschläge, wie die CO₂-Einsparung von 20 Prozent erreicht werden kann.

5.2.1 Strom im Bestand

CO₂-Minderungspotenzial

Als Basis für die Darstellung wirtschaftlicher Stromminderungspotenziale dient vor allem die Studie von ebök - Wuppertal Institut /WI & ebök 2001/ sowie die Folgestudie des ifeu-Instituts /ifeu 2005/. Daten zur Wirtschaftlichkeit werden bundesweiten Studien entnommen. Im Bereich Prozesswärme werden Potenzialabschätzungen der Studie /DLR & WI 2002/ an Hand statistischer Heidelberger Daten auf Heidelberg übertragen. Im Strombereich wurden Potenzialanalysen auf Bundesebene (/WI & ebök 2001/ und /ifeu 2005/) auf die Stadt Heidelberg übertragen und durch eigene Berechnungen ergänzt.

Eingesetzte Technik	Einsparpotenzial (MWh)
Kühl- und Gefriergeräte der Klassen A+/A++	5.000
Ausschalten von Kühl-Zweitgeräten	2.070
Waschmaschine der Klasse A+	330
Warmwasseranschluss Waschmaschine	900
Gas-/Wärmepumpen-Wäschetrockner	1.300
Geschirrspüler	1.500
Substitution Elektroherde durch Gasherde	3.500
Substitution Elektrowarmwasser	10.800
Substitution Nachtspeicherheizung	4.000
Effiziente Umwälzpumpe (Faktor Vier Pumpe)	3.100
Effiziente Zirkulationspumpe (Faktor Vier Pumpe)	1.000
Steigerung I&K-Geräteeffizienz	8.700
Verringerung Stand-By (Audio/Video/TK)	7.650
Energiesparlampen	13.400
Sonstige (weitere Maßnahmen)	4.000

Tab. 1 Wirtschaftliche Effizienzpotenziale gegenüber Ausgangszustand 2006 für ausgewählte Techniken am Beispiel privater Haushalte in Heidelberg

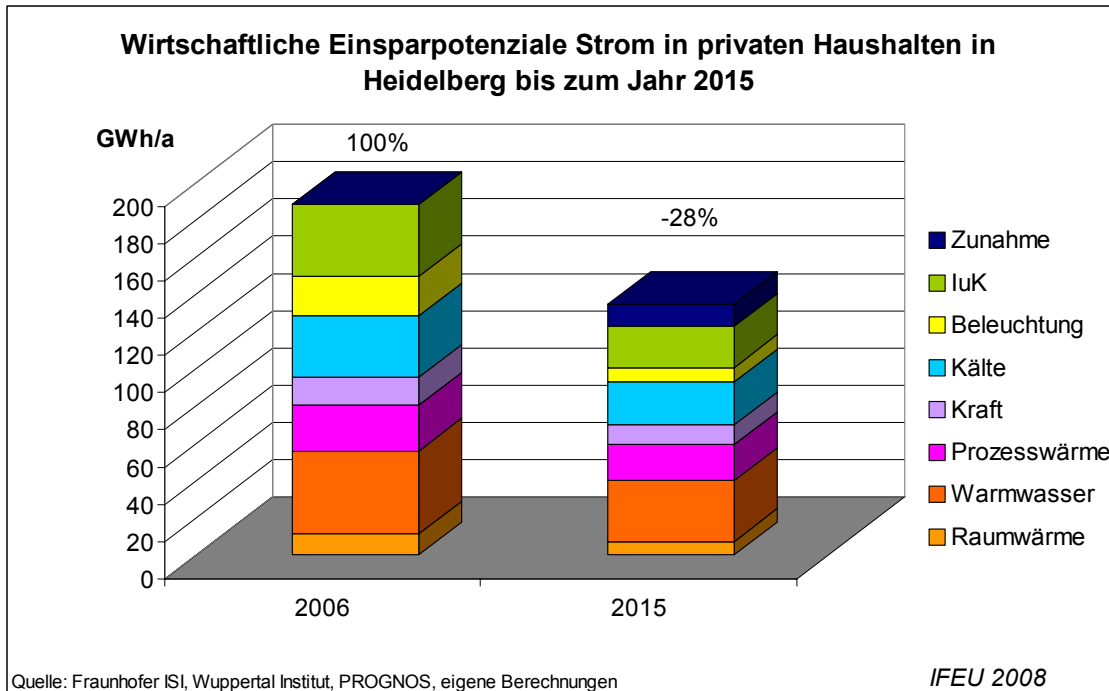


Abb. 3: Wirtschaftliche Einsparpotenziale Strom in privaten Haushalten bis zum Jahr 2015 (IuK = Informations- und Kommunikationstechnologie)

Für die Potenzialerhebung wurden die Bereiche Kühlgeräte, Waschmaschinen und Trockner, Geschirrspüler, elektrische Warmwasserbereitung, Pumpen, I&K (Informations- und Kommunikations-)Geräte sowie die Beleuchtung untersucht. Zur Bestimmung des Einsparpotenzials wurde eine Vielzahl an Einzelmaßnahmen detailliert evaluiert (siehe Tab. 1). Außerdem wurden zusätzliche Stromverbräuche durch Trendzuwächse sowie eine verbesserte Geräteausstattung und zunehmende Klimatisierung berücksichtigt.

In Abb. 3 sind die prozentualen Strom-Effizienzpotenziale der privaten Haushalte dargestellt, die bis 2015 wirtschaftlich umgesetzt werden könnten. Hohe Potenziale von über 30% bestehen im Bereich der Beleuchtung und Kühlgeräte, bei Anwendungen im Heizungsbereich (Stromheizung und Heizungs- bzw. Warmwasserpumpen) und bei der Verminderung von Leerlaufverlusten. Mit 20% bis 30% folgen die Warmwasserbereitung sowie die Prozesswärme (=Wärmeerzeugung mit Strom) im Haushalt für Wäschetrockner und Elektroherde. Insgesamt ergibt sich im Stromsektor der Privaten Haushalte ein Effizienzpotenzial bis 2015 von etwa 28% oder ca. 54 GWh. Pro Jahr ergibt das ein wirtschaftliches Effizienzpotenzial von etwa 6 GWh oder etwa 3%.

Dieses Minderungspotenzial lässt sich wirtschaftlich erschließen, das heißt insgesamt werden die Aufwendungen durch die Einsparungen kompensiert. Die Ausgangslage ist dabei zur Zeit für die Umsetzung der Effizienzpotenziale vorteilhaft. Der Energiepreis liegt auf einem hohem Niveau, so dass der Großteil der vorgeschlagenen Maßnahmen aus Sicht der betroffenen Akteure wirtschaftlich ist. D.h. die Kosten bzw. die Mehrkos-

ten einer Investition liegen niedriger als die durch die Effizienzmaßnahme im Rahmen der Lebensdauer eingesparten Energiekosten. Allerdings existieren auch eine Reihe von Hemmnissen. Die Anstrengungen, dieses Potenzial auch in der Praxis zu erschließen, sind immens.

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt eine wichtige Problematik: Im Rahmen des ersten Heidelberger Klimaschutzkonzeptes war erwartet worden, dass sich der Stromverbrauch der privaten Haushalte bis zum Jahr 2005 schon ohne größere Maßnahmen leicht verringern würde /IFEU 1992/. Für die betrachteten Gerätegruppen war das Szenario sinkender Verbräuche durch effizientere Technik auch richtig. Nicht vorhersehen konnte man hingegen, dass die verbesserte Ausstattung privater Haushalte mit Elektrogeräten die Einsparungen in den folgenden Jahren überkompensiert hat. So haben die Verbreitung von EDV-Geräten oder neuartige Geräte im Kommunikationssektor und die damit verbundene Problematik des Stand-by-Verbrauchs dafür gesorgt, dass die Stromeinsparpotenziale trotz Informationskampagnen und Aufklärung der Verbraucher nur unzureichend realisiert werden konnten. Dies wurde bei der Konzeption der Maßnahmenvorschläge berücksichtigt.

Die Erschließung wirtschaftlicher Stromeinsparpotenziale wird auch dadurch erschwert, dass die privaten Haushalte sich in der Regel nicht wirtschaftlich rational verhalten oder verhalten können. Dies liegt an mangelnden Informationen über die Zusammensetzung des Stromverbrauchs im eigenen Haushalt sowie der umsetzbaren Potenziale und der Wirksamkeit von Einsparmaßnahmen. Außerdem fehlt häufig ein Anlass für eine wirtschaftliche Betrachtungsweise, eine lediglich einmal jährlich eintreffende Stromrechnung stellt für die meisten Verbraucher keinen nachvollziehbaren Zusammenhang zwischen Stromverbrauch und Wirksamkeit von Einsparmaßnahmen dar.

Trotz der Umsetzungshemmnisse sind die oben beschriebenen Einsparpotenziale vorhanden. Zu deren Mobilisierung reichen Werbung und Beratungsangebote allerdings nicht aus. Die vorgeschlagenen Maßnahmen bilden deshalb einen Mix aus konkreten Handlungsanreizen und Informationsangeboten. Maßnahme 1 und 2 sind die Basis für eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit und die in Maßnahme 3 vorgeschlagene Informationsplattform.

Maßnahme 1: Stromsparmögensfonds Heidelberg

Zur Motivation von Privathaushalten zur Stromeinsparung bzw. Anschaffung effizienter Elektrogeräte wird ein Stromsparmögensfonds eingerichtet. Aus diesem erhalten Haushalte eine Prämie, wenn sie nachweislich Strom eingespart haben. Zum Beispiel erhalten sie ab einer Einsparung von 10 Prozent im Vergleich zum Mittel der letzten beiden Vorjahresrechnungen eine feste Prämie (z. B. 25 Euro) sowie zusätzlich eine Prämie für jede darüber hinaus eingesparte Kilowattstunde (z.B. 10 Cent). Durch den finanziellen Anreiz werden Minderungspotenziale auch tatsächlich erschlossen. Außerdem lässt sich die bestehende Öffentlichkeitsarbeit und Energieberatung (z.B. der Stadt sowie der Heidelberger Stadtwerke) damit verknüpfen.

Mit der Öffentlichkeitsarbeit zu einem Stromsparmögensfonds sollte die Kommunikation eines Zielwertes pro Haushalt oder pro Person verbunden werden, zum Beispiel 1.000

kWh/Person. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 21b im Klimaschutzkonzept 2004.

Die Stadt Frankfurt bietet ihren Bürgerinnen und Bürgern einen solchen Fonds an. Teilnahmeunterlagen können dort seit Beginn des Jahres 2008 abgerufen und erstmals im Jahr 2009 eingereicht werden.

Akteure: Heidelberger Stadtwerke in Kooperation mit KliBA und Stadt Heidelberg.

Maßnahme 2: Geräte austauschaktion

Gegen Gutscheine werden alte gegen sehr effiziente neue Geräte „getauscht“. Der Gutschein ermäßigt den Kaufpreis für das neue Gerät und wird im Handel akzeptiert. Dies verhindert den Parallelbetrieb ineffizienter Altgeräte zusätzlich zu energiesparenden Neugeräten. Außerdem werden Kunden motiviert, neue Geräte anzuschaffen. Ein entsprechendes Programm wird in Österreich erfolgreich umgesetzt.

Als wichtige Ergänzung empfehlen wir darüber hinaus (punktuelle) Zuschüsse für höchsteffiziente Geräte, die zwar am Markt eingeführt sind, jedoch noch geringe Marktanteile haben. Um hier den Markteintritt in der Breite zu erleichtern, können zeitlich befristete Zuschüsse helfen. Dies betrifft z.B. aktuell die Geräteklasse A++ bei Kühl-/Gefriergeräten oder Hocheffizienzheizungspumpen, die gegenüber bisher eingebauten Pumpen Einsparungen von über 50% ermöglichen.

Akteure: Heidelberger Stadtwerke in Kooperation mit KliBA und Stadt Heidelberg.

Maßnahme 3: Stromkompass Heidelberg

Es wird eine Internetplattform mit aktuellen Geräteinformationen eingerichtet. Dabei handelt es sich um ein Bringsystem: Händler melden ihre Bestgeräte an zentraler Stelle selbst an. Mit Best-Praxis-Beispielen (z.B. Fotos von Lampen, die für Energiesparleuchten geeignet sind), aktuellen Hinweisen zur Stromeinsparung sowie einer Berechnungsmöglichkeit für CO₂-Einsparungen ergibt sich ein Informationssystem für interessierte Bürgerinnen und Bürger. Bei der Umsetzung ist auf eine umfassende Qualitätssicherung zu achten, die vom Netzwerk Energieberatung in Heidelberg geleistet werden könnte.

Akteure: Zusammenschluss aus Akteuren des Handels, Umsetzung und Begutachtung durch unabhängige Experten.

CO₂-Einsparung

Durch die oben genannten Maßnahmen lassen sich die Potenziale nicht vollständig ausschöpfen. Es können aber die folgenden Umsetzungsraten erreicht werden, die auf verschiedenen Studien und eigenen Berechnungen beruhen (/prognos 2006/, /WI & ebök 2001/, /ISI 2004/):

Eingesetzte Technik	Umsetzungsrate pro Jahr	Einsparung (MWh)
Kühl- und Gefriergeräte der Klassen A+/A++	3 %	3.520
Ausschalten von Kühl-Zweitgeräten	4 %	1.680
Waschmaschine der Klasse A+	1 %	150
Geschirrspüler	4 %	920
Substitution Elektroherde durch Gasherde	1 %	1.770
Substitution Elektrowarmwasser	2 %	5.380
Substitution Nachtspeicherheizung	2 %	1.970
Effiziente Umwälzpumpe	5 %	2.800
Effiziente Zirkulationspumpe	5 %	930
Steigerung I&K-Geräteeffizienz	4 %	4.130
Verringerung Stand-By (Audio/Video/TK)	5 %	2.650
Energiesparlampen	4 %	9.400
Sonstige (weitere Maßnahmen)		13.000

Tab. 2: Umsetzungsrate bezogen auf den Gerätebestand und Energieeinsparung gegenüber Ausgangszustand 2006 für ausgewählte Techniken am Beispiel privater Haushalte in Heidelberg

Dadurch ergibt sich eine Stromeinsparung im Jahr 2015 von 18 Prozent oder 49 GWh. Auch die Zuwachsrate von 16 GWh im Jahr 2015 fällt höher aus als bei optimaler Berücksichtigung wirtschaftlicher Techniken. Aber auch bei der Anschaffung neuer Geräte wird nicht immer der beste Standard gewählt. Insgesamt ergibt sich eine Stromeinsparung bei den privaten Haushalten von 33 GWh, die einer CO₂-Einsparung von insgesamt 19.800 Tonnen entspricht. Dies sind 2 Prozent der Gesamtemissionen Heidelbergs.

5.2.2 Wärme im Bestand

Potenziale im Wärmebereich

Als wesentliche Datengrundlage werden im Raumwärmebereich die Minderungspotenziale auf Basis der Heidelberger Gebäudetypologie und der Gebäudestruktur in Heidelberg berechnet. Zur Abschätzung des Einsparpotenzials im Wärmebereich der privaten Haushalte wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Anlagentechnik wird im Schnitt alle 15 Jahre erneuert. Die wirtschaftlichen Minderungspotenziale, die im Einzelfall unterschiedlich ausfallen, können daher im Betrachtungszeitraum bis 2015 nur teilweise umgesetzt werden.
- Die Gebäudehülle wird alle 30 bis 45 Jahre erneuert¹. Die wirtschaftlichen Minderungspotenziale, die zwischen 10% und 77% liegen, können daher im Betrachtungszeitraum ebenfalls nur teilweise umgesetzt werden. Als Zielstandard wurde hier 30% unter der heutigen EnEV-Neubau-Anforderung angenommen.
- Zusätzlich wird ein Minderungspotenzial von 3% des gesamten Endenergieverbrauchs durch verbessertes Nutzerverhaltens angenommen.

Tab. 3 zeigt das wirtschaftliche Potenzial insgesamt sowie nach 10 Jahren, also im Jahr 2015. Von dem gesamten wirtschaftlichen Einsparpotenzial von rund 65% im Wärmebereich können in den nächsten 10 Jahren, auf Grund unterschiedlicher Reinvestitions- und Sanierungszyklen, nur 29%, das entspricht etwa 287 GWh, umgesetzt werden. Es wird davon ausgegangen, dass der bisherige Kennwert für Heizwärme und Warmwasser in Heidelberg von 188 kWh/a im Jahr 2005 langfristig auf Niedrigenergiehaus-Niveau gesenkt wird mit einem Kennwert von 70 kWh/a. Pro Jahr ergibt das ein wirtschaftliches Effizienzpotenzial von etwa 29 GWh oder knapp 3 Prozent pro Jahr.

Einsparpotenziale "Wärme" Private Haushalte in Heidelberg				
Basis: Heidelberg 2005	Wirtschaftliches Potenzial [%]	Wirtschaftliches Potenzial in 10 Jahren [%]	Ausgangswert 2005 [GWh]	Wirtschaftliches Potenzial in 10 Jahren [GWh]
Bereiche				
Nutzenergie WWB	36%	24%	68	16
Verluste WWB	43%	29%	29	8
Verluste Verteilung	69%	46%	87	40
Verluste Heizung	74%	49%	121	60
Verluste Dach	74%	25%	105	26
Verluste Außenwand	80%	18%	224	40
Verluste Fenster	69%	23%	73	17
Verluste Keller	58%	19%	54	10
Verluste Lüftung	42%	28%	181	50
Verluste Verhalten	100%	67%	29	19
Gesamt	64,8%	29,5%	972	287

Tab. 3 Einsparpotenziale „Wärme“ der privaten Haushalte in Heidelberg

¹ Das Ziel der Bundesregierung ist es, mittels der KfW-Förderung eine Sanierungsquote von 5% zu erreichen. Das würde sogar zu einem Erneuerungszyklus von lediglich 20 Jahren führen.

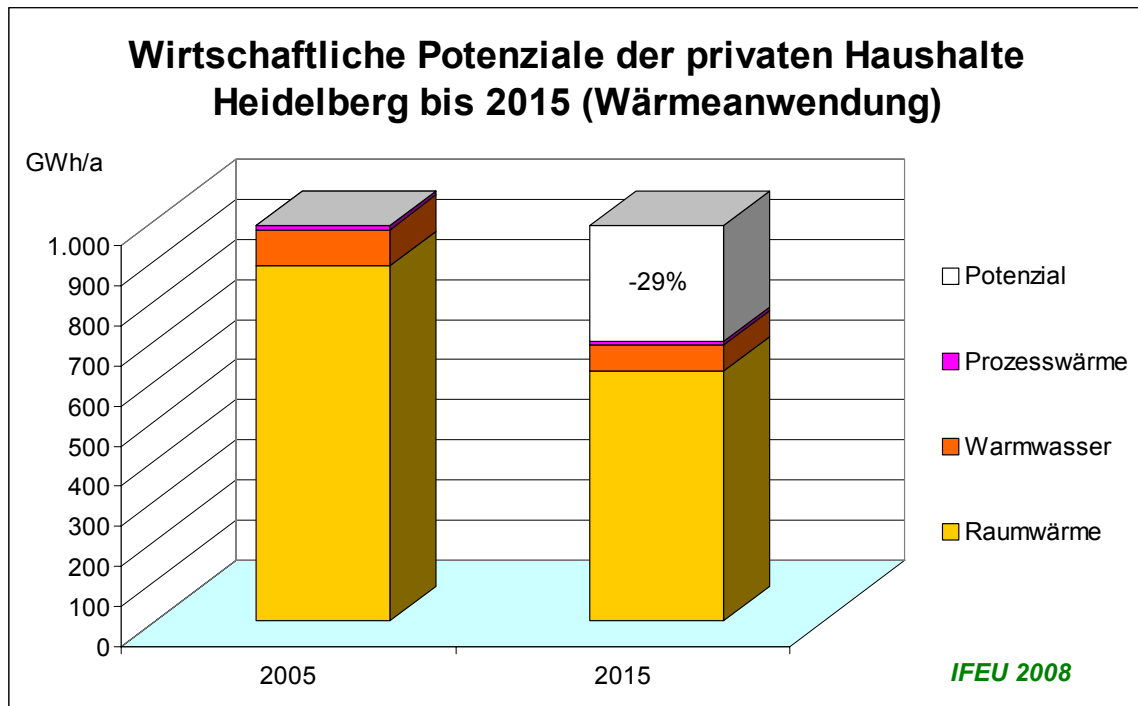


Abb. 4: Wirtschaftliche Potenziale der privaten Haushalte bis 2015 (Wärme)

Die Abb. 4 zeigt, dass im Wärmebereich eine Energieeinsparung von 29 Prozent bis zum Jahr 2015 möglich wäre. Weitere CO₂-Minderungspotenziale im Sektor private Haushalte können noch durch Substitution von Energieträgern erreicht werden.

Gerade für private Hausbesitzer gab es in der Vergangenheit eine Reihe von Hemmnissen zur Umsetzung auch wirtschaftlicher Potenziale. Insbesondere die recht lange Rücklaufdauer von Investitionen lässt viele Hausbesitzer davor zurückschrecken, sich an langfristige Kredite zu binden. Aufgrund der Energiepreisentwicklung in den letzten zwei Jahren sind die Amortisationszeiten für Sanierungsmaßnahmen deutlich gesunken. Außerdem gibt es attraktivere Förderprogramme der Bundesregierung (zum Beispiel KfW-Kredite) zur CO₂-Sanierung. Hier ist vor allem eine aktive Informationspolitik durch die Akteure in den Kreditinstituten nötig. Außerdem sollten Handwerker und Architekten über die Möglichkeiten informieren können und dies auch aktiv bei potentiellen Kunden tun.

Weiterhin ist im Rahmen der Möglichkeiten der Stadt Heidelberg (zum Beispiel Städte-tag, Klimabündnis) darauf zu drängen, dass die Unterstützung durch die Bundesregierung insbesondere für die AltbauSanierung noch weiter verbessert wird. Diese Rahmenbedingung ist ein essentieller Punkt für die Umsetzungsquote von Sanierungen in Heidelberg.

Maßnahme 1: Integriertes Beratungs- und Sanierungs-Programm

Die bestehenden Aktivitäten der Stadt Heidelberg werden intensiviert, noch stärker gebündelt und kommuniziert. Dazu gehören die folgenden Elemente:

- Förderprogramm: Das bestehende Förderprogramm sollte beibehalten werden und mittelfristig hin zu einem noch besseren Dämmstandard weiterentwickelt werden. Denkbar ist die Aufnahme weiterer Passivhauselemente in die Altbau-sanierung. Das primäre Ziel ist nicht die Erreichung möglichst vieler Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer, sondern vielmehr die Entwicklung von beispielhaften Sanierungsobjekten, die als „Leuchttürme“ wahrgenommen werden.
- Energieberatung: Es gibt bereits eine Vielzahl von Möglichkeiten, sich zum Thema Energie beraten zu lassen. Eine zentrale Koordination zur Steigerung der Effizienz dieser Beratungsaktivitäten gab es bisher aber nicht. So steht der Verbraucher einem von der ersten Initialberatung bis zur Vor-Ort Beratung unübersichtlichen Angebot gegenüber. Dies gilt um so mehr, da die Begriffe „Energieberatung“ und „Energieberater“ keine Gewähr für eine fundierte Beratung darstellen, solange es keine Zertifizierung oder andere Qualitätssicherungen für dieses Berufsfeld gibt. Es sollte eine Bündelung der bestehenden Beratungsmöglichkeiten durch Aufbau einer Beratungshotline vorgenommen werden, die übergreifend Fragen entgegennimmt und an die richtigen Stellen weitervermittelt. Außerdem kann die Beratung für die energetische Sanierung noch intensiviert werden. Zusätzlich sollten beispielhaft Bedarfsenergieausweise ausgestellt werden.

Denkbar ist eine zentrale Plattform im Internet, auf der sich Interessierte informieren können und erfahren, wo und von wem sie beraten werden könnten. Eine weitere Funktion einer solchen Plattform könnte neben der Vermittlung von Energieberatungsangeboten auch die Entwicklung eines Förderlotsen sein. Sowohl Verbraucher als auch Profis bekommen damit eine Übersicht, inwieweit welche Maßnahmen zu welchen Konditionen gefördert werden. Ein Ziel könnte sein, den Endverbraucher zu beraten und zu den Empfehlungen passende Förderprogramme zu präsentieren.

Neben einer Internetplattform sollte für Personen ohne Internetzugang die zentrale Beratungshotline eingerichtet werden, die zentral und dauerhaft Interessenten an die für ihre Anfrage geeigneten Anbieter weitervermittelt.

- Fortbildung: Einen hohen Stellenwert besitzt die Fortführung von Fortbildungsmaßnahmen. Durch die Einführung eines Qualifizierungssystems lassen sich Qualitätsstandards sicherstellen. Unter Einbeziehung der lokalen Angebote werden regionale Qualifikationsmaßnahmen organisiert. Die Qualifizierung sollte bei Fördermaßnahmen Bedingung für die Vergabe sein.

Akteure: Zentrale Koordination könnte bei der KliBA liegen. Partner sind Handwerkskammer, Stadt Heidelberg, Energieberater im Handwerk.

Das oben beschriebene Maßnahmenpaket erhöht die Umsetzungsrate bei Sanierungen. Insbesondere Dämm-Maßnahmen senken die CO₂-Emissionen stark. Zwischen den Jahren 2000 und 2006 sank der spezifische Energieverbrauch der privaten Haus-

halte im Bestand (ohne Neubau) in Heidelberg um etwa 0,8 Prozent pro Jahr. Wird dieser Wert beibehalten, kann der spezifische Energiebedarf bis 2015 um weitere 7 Prozent gesenkt werden. Dies würde eine CO₂-Einsparung im Bestand von etwa 18.000 Tonnen bedeuten. Da im umfangreichen Maße Zubauten zu kompensieren sind (siehe Kap. 5.2.3), muss der spezifische Energieverbrauchsrückgang auf 1,5 Prozent gesteigert werden, also um die Hälfte der möglichen Potenziale. Dadurch ergeben sich CO₂-Einsparungen im Bestand von ca. 35.000 Tonnen. Durch Zubauten (ohne Bahnstadt) ergeben sich etwa 5.000 Tonnen CO₂-Emissionen, wenn die Wohnfläche jährlich in gleichem Maße steigt wie in den letzten 20 Jahren. Ohne Berücksichtigung der Bahnstadt könnten also 30.000 Tonnen CO₂ eingespart werden, was etwa 3,2 Prozent der Gesamtemissionen entspricht. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 22 im Klimaschutzkonzept 2004.

Maßnahme 2: Klimaschutzprogramm Heidelberger Wohnungsbaugesellschaften

Die Heidelberger Wohnungsbaugesellschaften repräsentieren etwa 15 Prozent der gesamten Wohnfläche Heidelbergs. Sie sind also ein wichtiger Akteur im Sektor der privaten Haushalte.

Name	Wohneinheiten	Wohnfläche
GGH Heidelberg	7.131 Wohnungen	473.440 m ²
Baugenossenschaft Neu Heidelberg	1.975 Wohnungen	150.100 m ²
Baugenossenschaft Familienheim Heidelberg	851 Wohnungen	56.800 m ²
Bauhütte Heidelberg eG	1.291 Wohnungen	89.100 m ²
FLÜWO Bauen und Wohnen eG	117 Häuser	17.784 m ²

Tab. 4: Übersicht der größeren Wohnungsbaugesellschaften in Heidelberg

Es besteht ein großes Potenzial zur CO₂-Vermeidung durch innovative Sanierungsmaßnahmen. Bundesweit geht der Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen GdW von einem Energieeinsparpotenzial von über 50 Prozent in den 6,7 Millionen Wohnungen der im GdW zusammengeschlossenen Unternehmen aus /UBA_2003/. Gemeinsam könnte ein Programm mit Zielen für die energieeffiziente Sanierung von Altbauten abgestimmt und veröffentlicht werden.

Am Beispiel der GGH wurde die Sanierungsrate untersucht. Dabei zeigt sich, dass in den Jahren 2005 und 2006 jährlich knapp 1 Prozent der Gebäude energetisch saniert wurden /GGH 2007/. Dies führt zu einer CO₂-Einsparung von knapp 60 Tonnen jährlich.

Für die GGH existieren ab dem Jahr 2007 allerdings konkrete Planungen unter dem Titel „GGH Heidelberg – Strategie 2015“. Hintergrund ist ein hoher Sanierungsbedarf des Wohnungsbestandes der GGH. Dabei wird als Ziel formuliert, 50 Prozent des Woh-

nungsbestandes der GGH für einkommensschwache Haushalte bereitzuhalten, womit keine anspruchsvolle energetische Sanierung verbunden ist. Ziel ist es aber auch, 14 Prozent des Bestandes bis 2015 auf Neubauniveau zu heben, um attraktiven Wohnraum für mittlere Einkommen anbieten zu können, der ansonsten von Leerstand bedroht ist /GGH_2007a/. Damit ist es möglich, im Gebäudebestand der GGH im Jahr 2015 insgesamt etwa 700 Tonnen CO₂ einzusparen. Hochgerechnet auf alle Wohnungsbaugesellschaften ergeben sich CO₂-Einsparungen von etwa 1.200 Tonnen im Jahr 2015, wenn dieser Maßstab angelegt wird. Da die Wohnungsbaugesellschaften ihren Mietern verpflichtet sind, sollte die Sanierungsrate noch über den Durchschnitt der Gesamtstadt gesteigert werden. Das heißt, es sollten möglichst alle wirtschaftlichen Potenziale ausgenutzt werden. Wie bei Maßnahme 1 weiter oben beschrieben, können jährlich etwa 3 Prozent wirtschaftliches Effizienzpotenzial umgesetzt werden. Sollte dies bei den Wohnungsbaugesellschaften gelingen, könnten zusätzlich zur Berechnung in Maßnahme 1 noch 5.200 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Dass dieses Potenzial umsetzbar ist, zeigt zum Beispiel die Wankendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein eG, die größte Baugenossenschaft in Schleswig-Holstein. Hier wurden seit 1993 jährlich fast 4 Prozent des Bestandes modernisiert mit einer durchschnittlichen CO₂-Einsparung von fast 40 Prozent /wankendorfer 2006/.

Akteure: Wohnungsbaugesellschaften, Moderator Stadt Heidelberg

Maßnahme 3: Klimarechner Region Heidelberg

Zur Berechnung der individuellen CO₂-Emissionen wird den Verbrauchern ein Internet-Tool zur Verfügung gestellt. Es gibt Auskunft über CO₂-Minderungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen, ein zentraler Bereich ist die energetische Sanierung und effiziente Nutzung von Heizenergie. Wichtig ist die Verknüpfung mit regionalen Angeboten aus Heidelberg (und Umgebung).

Akteure: Zentrale Koordination Stadt Heidelberg in Zusammenarbeit mit der KliBA, Regionale Ausdehnung über das Beratungsgebiet der KliBA.

5.2.3 Neubaugebiete

Heidelberg ist eine wachsende Stadt. Im Zeitraum bis 2015 wird ein neuer Stadtteil, die Bahnstadt, im Herzen Heidelbergs entstehen. Die damit verbundenen CO₂-Emissionen durch Wärme und Strom addieren sich zu den bereits existierenden CO₂-Emissionen und müssen durch Einsparungen an anderer Stelle kompensiert werden. Zur Begrenzung der Emissionen sind bereits weitreichende Beschlüsse gefasst worden. Diese

werden im Folgenden skizziert und im Strombereich durch darüber hinausgehende Empfehlungen ergänzt.

Die Bebauung der Bahnstadt wird sich aus Wohngebäuden sowie Nicht-Wohngebäuden zusammensetzen. Die geplante Flächenverteilung zeigt Tab. 5.

Bahnstadt Bruttogeschossfläche nach Nutzungen		
Quelle: /ebök 2007/		
	m ²	Anteil
Wohnen	301.650	30,8%
Büro	555.598	56,2%
Gewerbe	108.316	11,0%
Kultur/Soziales	19.857	2,0%
Summe	981.421	100,0%

Tab. 5: Aufteilung der Bruttogeschossfläche in der Bahnstadt nach Nutzungen

Ein wichtiger erster Schritt ist die Optimierung der Wärmenutzung und –versorgung der Bahnstadt. Dies ist durch die weitgehende Einhaltung des Passivhausstandards gegeben. Die Versorgung mit Wärmeenergie wird mit Fernwärme aus dem Stadtwerke-Netz erfolgen. Die projektierten CO₂-Emissionen für den Wärmebereich betragen 4.100 Tonnen. Durch die geplante Einspeisung von erneuerbarer Wärmeenergie sollen die Emissionen weiter reduziert werden. Besonders durch den höheren Strombedarf der Büro- und Gewerbeflächen ergeben sich jährlich strombedingte CO₂-Emissionen von ca. 17.000 Tonnen, also mehr als viermal höhere Emissionen als für die Wärme /ebök 2007/. Insgesamt ergeben sich 21.100 Tonnen CO₂-Emissionen oder etwa 2,3 Prozent der Gesamtemissionen der Stadt Heidelberg im Jahr 2006.

Der zweite wichtige Schritt ist die Begrenzung des Stromverbrauchs. Für die Umsetzung eines Stromsparkkonzepts bestehen durch den Neubezug der Wohnungen bessere Chancen als im Altbaubereich. Folgende Elemente sollten zentraler Bestandteil sein:

- Erstausrüstung mit elektrischen Geräten nur des Best-Standards
- Beleuchtungslösungen mit möglichst ausschließlicher Nutzung von Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen sowie LED als Akzentbeleuchtung (Verzicht auf Glühlampen und Halogenlampen).
- Einbau besonders sparsamer Heizungspumpen
- Vermeidung von Kühlbedarf

Außerdem könnte ein Modellprojekt zum möglichst zeitnahen Feedback zum Stromverbrauch initiiert werden.

Derzeit projektiert ist ein Stromverbrauchswert, der 20 Prozent unter dem Heidelberger Durchschnitt liegt. Durch die oben genannten Maßnahmen ließe sich dieser Wert noch einmal um etwa 20 Prozent verringern. Das würde zu CO₂-Gesamtemissionen von 17.700 führen.

Die weiteren Neubaugebiete wie Schollengewann, Im Bieth oder das Altklinikum fallen demgegenüber kaum ins Gewicht und verursachen nach Fertigstellung unter den oben genannten Rahmenbedingungen zusammen etwa ein Zehntel der Wärme-CO₂-Emissionen der Bahnstadt, das sind etwa 0,12 Prozent. Beim Strom sind die zusätzlichen Belastungen noch geringer, da kaum Gewerbenutzung anfällt.

5.3 Öffentliche Einrichtungen

Der Sektor Öffentliche Einrichtungen setzt sich aus den städtischen Gebäuden, der Universität, dem Universitätsklinikum, den sonstigen landeseigenen Gebäuden, den Gebäuden der US-Army, Gebäuden des Rhein-Neckar-Kreises, des Max-Planck-Institutes, dem Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie sowie einigen weiteren Gebäuden zusammen.

5.3.1 Universität, Universitätsklinikum, landeseigene Gebäude

Das Land Baden-Württemberg verfügt in Heidelberg über 308 Gebäude mit einer Nutzfläche von insgesamt rund 597.000 m². Der Wärmeverbrauch in den Landeseinrichtungen (Universität, Universitätsklinik und sogenannte landeseigene „Bezirksgebäude“) liegt bei insgesamt 161 GWh, der Stromverbrauch bei 95 GWh. Daraus ergeben sich jährliche CO₂-Emissionen von etwa 80.000 Tonnen. /Landtag 2007/.

Sowohl in der Universität als auch im Universitätsklinikum wurden bereits zahlreiche energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Insbesondere durch die Errichtung einer KWKK-Anlage zur Versorgung der Universitäts- bzw. Universitätsklinikumsgebäude im Neuenheimer Feld mit Fernwärme und -kälte wurden CO₂-Emissionen von ca. 20.000 Tonnen eingespart.

Bei wärmetechnischen Sanierungen bzw. bei Neubauten hält das Land sich bislang an die gesetzlichen Vorschriften und setzt bessere Standards nur bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit ein. Ein weiteres Hemmnis für eine CO₂-Einsparung sind eine Reihe von geplanten Neubauten.

Geplanter Zubau des Uni-Klinikums

Die Universitätsklinik wird durch einige Neubauten erweitert. Die Kinderklinik ist bereits gebaut, bis 2015 wird auch die Frauenklinik neu aufgebaut sein. Zusätzlich sind im Bereich der Chirurgie Neubauten geplant. Teilweise werden alte Gebäude stillgelegt oder in der Nutzung umgewidmet, so dass sich teilweise Energieeinsparungen ergeben könnten, die jedoch voraussichtlich durch die Neunutzung überkompensiert werden

Einen besonderen Einfluss auf die Energie- und damit auch auf die CO₂-Bilanz der Universität hat die Indienststellung des neuen Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT. Die Leistungsaufnahme soll maximal 3 MW betragen, die mittlere Anschlussleistung im Jahresmittel 2 MW /HIT 2007 /. Dies ergibt einen jährlichen Verbrauch von 17.500 MWh, was etwa 10.500 Tonnen zusätzlicher CO₂-Emissionen entspricht.

Zubauplanung der Universität

Nach der Einweihung des Gebäudes Bioquant sind nun Neubauten in der Physik geplant. Ebenfalls teils neu gebaut, teils saniert werden Bereiche des Theoretikums (328 und 364) und der Chemie (271 und 278). Dazu werden kleinere Sanierungsmaßnahmen kommen. Durch Sanierungen kann der Energieverbrauch reduziert werden. Insgesamt ist aber aufgrund der in der Regel besseren Ausstattung der neuen Gebäude (z.B. Lüftungs- und Klimaanlage, Geräte) nicht mit einer Reduzierung des Energieverbrauchs zu rechnen. Neubauplanungen legen den ENEC-Standard, nur teilweise den ENEC-30-Standard zu Grunde. Hier ist das Land Baden-Württemberg aufgefordert, anspruchsvollere Standards für die Errichtung und Sanierung von Landesgebäuden aufzustellen. Dabei könnte sich das Land an den Standards der Stadt Heidelberg orientieren.

Planungen des Studentenwerks

Das Studentenwerk ist Eigentümer der meisten Wohnheime in Heidelberg und Vermieter für einige tausend Studenten. Die Wohnheime haben teilweise einen schlechten Wärmestandard und weisen auch aufgrund des Nutzerverhaltens der Studenten sehr hohe Verbräuche auf, da die Kosten für Strom- und Wärmeverbrauch mit in der Grundmiete enthalten sind. Alle Wohnheime des Studentenwerks im Stadtgebiet werden mit Fernwärme versorgt.

Insbesondere im Neuenheimer Feld sind in den letzten Jahren energetische Sanierungen durchgeführt worden. Im Klausenpfad werden zwei Wohnheime abgerissen und sollen durch neue energieeffizientere Gebäude ersetzt werden. Es gibt Projektansätze, die Nutzer zu effizientem Verhalten zu animieren (Kooperation mit der DENA, Initiative mit dem BUND Heidelberg) Hier könnte durch großflächige Umsetzung ein Einsparpotenzial von 5 Prozent liegen.

Maßnahme 1: Effizienzstrategie an Universitäts- und Universitätsklinikgebäuden

Im Einflussbereich der Universität sowie des Uni-Klinikums wurden bereits Sanierungsmaßnahmen (z.B. Gebäude- und Beleuchtungssanierung) umgesetzt. Dies sollte mit noch weiter verbesserten Sanierungsstandards auf weitere Gebäude übertragen werden. Die Heidelberger Sanierungsstandards /Heidelberg 2004/ sollten systematisch in die Sanierungsplanung integriert und umgesetzt werden.

Durch Dämm-Maßnahmen lässt sich der Wärmebedarf der Landesgebäude weiter reduzieren. Zwar sind die Energie-Kennwerte der zum Teil rund um die Uhr genutzten Gebäude nicht mit Wohngebäuden oder städtischen Nichtwohngebäuden zu vergleichen. Beispiele aus anderen Städten zeigen allerdings ein Energiesparpotenzial von bis zu 30 Prozent. Diese Einsparungen erreichen zum Beispiel die am Projekt „Energiesparendes Krankenhaus“ des BUND teilnehmenden Kliniken im Mittel nach recht kurzer Zeit. Da im Bereich der Energieversorgung und durch verschiedene Maßnah-

men bereits viel Arbeit geleistet wurde, sollte nur noch von einer Einsparung von etwa 10 Prozent auszugehen sein. Dies entspräche für Universität und Universitätsklinikum trotzdem noch eine CO₂-Einsparung von etwa 8.000 Tonnen. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 40 im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteure: Verantwortliche in Uni-Klinikum und Universität

Maßnahme 2: Lüftungsanlagenprogramm

Lüftungsanlagen verursachen in den Gebäuden der Universität bzw. des Universitätsklinikums im Neuenheimer Feld etwa 30 bis 50% des Stromverbrauchs der Gebäude. Eine optimierte Steuerung der Anlagen ist notwendig. Die nach den entsprechenden Vorschriften einzustellenden Luftwechselraten verursachen hohe Lüftungswärme- und -kälteverluste. Die folgenden Maßnahmen wurden in vergleichbaren Projekten durchgeführt /BINE 2008/:

- bedarfsgerechte Regelung der Luftmengen nach momentanem Bedarf
- Einrichtung von zentralen Wärmerückgewinnungsanlagen
- Optimierung der Luftverteilung
- Einführung eines zentralen Energiemanagement-Systems

Es gab in der Vergangenheit bereits einen Arbeitskreis zu dieser Thematik. Allerdings bedarf dieses Thema einer neuen Vertiefung. Es sollte in einer konzertierten Aktion von Uni-Klinikum und Universität ein Runder Tisch zur Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten eingerichtet werden. Dabei sollten die Ergebnisse bisheriger Modellversuche ausgewertet und die Erstellung von Energiekonzepten angestrebt werden, die den Energieverbrauch unter die gesetzlich geforderten Standards sinken lässt.

Es ist von einem Stromverbrauch durch raumluftechnische Anlagen in Höhe von 24.000 MWh auszugehen. Bei einer Verbesserung um 10 Prozent, die in vergleichbaren Projekten deutlich übertroffen wurden, könnten die CO₂-Emissionen um ca. 2.000 Tonnen gesenkt werden. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 42 im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteure: Verantwortliche in Uni-Klinikum und Universität.

Maßnahme 3: Nutzerprogramme in Fakultäten sowie in Kliniken und Krankenhäusern

Im Nutzerverhalten liegen Einsparpotenziale von 5 – 10 Prozent, die derzeit noch nicht überall abgerufen werden. Der Vergleich mit Schulen zeigt, was bei entsprechendem Einsatz möglich wäre.

Fakultäten: Insbesondere am psychologischen Seminar existieren bereits Erfahrungen mit Nutzerprogrammen. Die Verbreitung an weitere Fachrichtungen ist sinnvoll und sollte weiter ausgebaut werden.

Kliniken: Bundesweit existieren Modellprojekte, die eine umgesetzte CO₂-Einsparung von deutlich über 10% nachweisen konnten /ener:care 2007/. Diese Projekte zielen neben dem Nutzerverhalten auch auf die Optimierung von Regelungen und umfassen kleinere technische Sanierungen. Hier könnte ein Modellprojekt des Uni-Klinikums geplant und umgesetzt werden. Der Ablauf entspricht dem der E-Team-Projekte, bei denen technische Begutachtung zusammen mit Nutzerschulung und Motivationselementen zu einer stärkeren Sensibilisierung der Angestellten führen.

Auf das Universitätsklinikum übertragen ergäbe sich ein Einsparpotenzial von 4.500 Tonnen CO₂. Überträgt man die Erfahrungen mit den Nutzerprojekten auf die Fakultäten der Universität, ergäben sich weitere 1.800 Tonnen allein für die Nutzeraktivitäten. Hier wird nur von einer Einsparung von 5 Prozent ausgegangen wegen der hohen Fluktuation der Studierenden. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 43 im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteure: Verantwortliche in Uni-Klinikum und Universität, der Stadt Heidelberg sowie des Arbeitskreises Energieeinsparung der Universität.

Maßnahme 4: Weitere landeseigene Gebäude

Es gibt eine Reihe weiterer Gebäude des Landes Baden-Württemberg in Heidelberg, die nicht der Universität oder dem Universitätsklinikum angehören. Dies sind vor allem Verwaltungsgebäude mit einer Gesamtfläche von über 60.000 Quadratmetern. Eine nennenswerte Veränderung bzw. Einsparung sowohl bei Wärme als auch bei Strom hat sich in den Jahren 2000 bis 2005 nicht ergeben /Landtag 2007/. Die Landesgebäude gleichen in ihrer Nutzung den Verwaltungsgebäuden der Stadt Heidelberg, bei denen es in der Vergangenheit zu erheblichen Einsparungen durch energetische Sanierungsmaßnahmen gekommen ist. Auch wenn eine vergleichbare Energie- und damit CO₂-Einsparung nicht vorausgesetzt werden kann, sind erhebliche Energieeinsparungen möglich. So beträgt der durchschnittliche Wärmeverbrauchskennwert im Jahr 2005 232 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Hier bestehen Einsparpotenziale von über 60 Prozent. Im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen sollten die öffentlich-rechtlichen Vorgaben deutlich übertroffen werden, vielmehr sollte der Heidelberger Gebäudestandard angelegt werden.

CO₂-Einsparung: In den städtischen Gebäuden Heidelbergs ist in den letzten 15 Jahren eine jährliche CO₂-Minderung von über 2 Prozent erzielt worden. Bei den Landesgebäuden ist eine Energieeinsparung von 1 Prozent pro Jahr durch energetische Sanierungsmaßnahmen realistisch. Dadurch ergibt sich eine CO₂-Minderung von 300 Tonnen im Wärmebereich sowie 400 Tonnen im Strombereich bis zum Jahr 2015. Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 40a im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteur: Das Land Baden-Württemberg

5.4 Gewerbe und Industrie

Betrachtet man die beiden Sektoren zusammen, ergibt sich eine Steigerung der CO₂-Emissionen um ca. 10 Prozent im Zeitraum 1987 bis 2006. Auf diese Entwicklung ist der Einfluss der Stadt Heidelberg relativ begrenzt. So profitieren die Bürger der Stadt Heidelberg durch wachsende Wirtschaftleistung in Form von Arbeitsplätzen. Andererseits gibt es auch im Sektor Gewerbe und Industrie ein großes Reduktionspotenzial für CO₂-Emissionen.

Für den Bereich Gewerbe wurde eine vergleichbare Potenzialanalyse wie für den Strombereich der privaten Haushalte angefertigt. Das Ergebnis zeigt Abb. 5. Das wirtschaftliche Einsparpotenzial beträgt 14 Prozent.

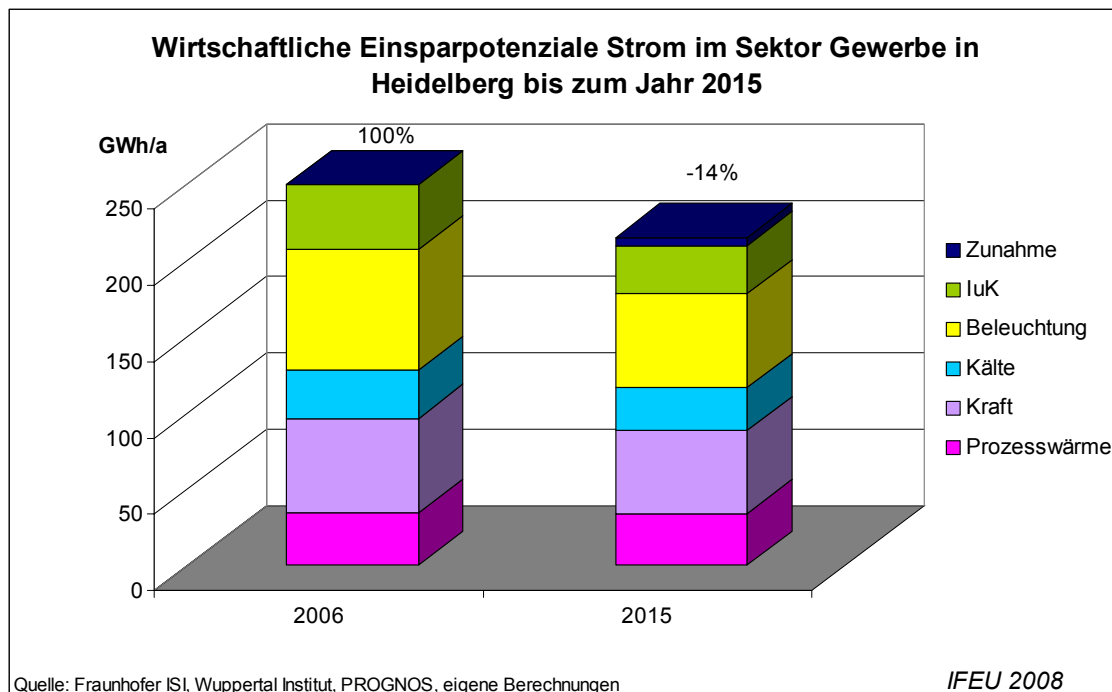


Abb. 5: Einsparpotenziale Strom im Sektor Gewerbe

Ähnlich wie bei den privaten Haushalten findet auch im Gewerbe eine ständige Effizienzverbesserung statt, schon allein aus wirtschaftlichen Gründen für die Betriebe. Diese bleibt zwar deutlich unter den möglichen Potenzialen, beträgt aber in Heidelberg ca. 0,5 Prozent pro Jahr im Bestand (für die oben erwähnte Steigerung der CO₂-Emissionen sorgte der Zubau). Schon eine Beibehaltung dieser Umsetzungsrate führt im Jahre 2015 zu einer CO₂-Emissionsminderung von 5.000 Tonnen im Strombereich und 3.000 Tonnen im Wärmebereich. Eine Zunahme der Emissionen durch einen Ausbau von Klimatisierungseinrichtungen ist möglich, was durch geeignete Maßnahmen vermieden werden sollte.

Maßnahme 1: Nachhaltiges Wirtschaften – Weiterführung und Ausdehnung

Am Projekt „Nachhaltiges Wirtschaften“ haben bis zum Jahr 2008 65 Heidelberger Betriebe teilgenommen. Die Workshop- und Beratungsangebote zur ökologisch-wirtschaftlichen Optimierung der Betriebe sollten ausgebaut werden. Gleichzeitig sollten die Modellprojekte im Handwerk auf weitere Branchen ausgeweitet werden.

Die folgenden Bereiche bilden Schwerpunkte für Energieeffizienzmaßnahmen:

- Maschinen, Anlagen, Antriebe: Hier ist generell auf hocheffiziente Elektromotoren der Energieeffizienzklasse eff1 zu achten. Bei wechselnder Last besteht ein hohes Energiesparpotenzial durch Verwendung von regelbaren (z.B. drehzahl-geregelten) elektrischen Antrieben.
- Druckluftnutzung: Etwa 7% des industriellen Strombedarfs in Deutschland werden für die Bereitstellung von Druckluft aufgewandt /LfU_2004/. Es besteht ein durchschnittliches Einsparpotenzial von 30 Prozent, da durch Undichtigkeiten hohe Verluste resultieren. Außerdem ist die richtige Dimensionierung der Anlage ein wichtiger Faktor für einen geringen Verbrauch des Kompressors.
- Lüftung, Klimatisierung, Kühlung: In der überwiegenden Zahl von Produktionsgebäuden, aber auch in vielen Bürogebäuden kommen Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen zum Einsatz. Hier sollte im Rahmen eines integralen Konzeptes zuerst versucht werden, die Kühllasten zu reduzieren. Dies gilt besonders für den Neubau. Für den Restbedarf ist auf eine richtige Dimensionierung der Anlagenteile sowie auf die richtigen Einstellungen zu achten.
- Raumheizung, Prozesswärme, Warmwasser: Gute Wärmedämmung von Betriebsgebäuden und Leitungen verbessert nicht nur den Komfort sondern vermeidet unnötige Wärmelasten im Sommer. Die Regeln zur Vermeidung von Wärmeverlusten in privaten Haushalten gelten analog in Gewerbebetrieben und Bürogebäuden.
- Trocknungstechnik: Neben einer Optimierung der Trocknungsparameter sind alternative Verfahren zu prüfen (zum Beispiel mechanische statt thermische Flüssigkeitsabtrennung durch Zentrifugieren). Außerdem sollte die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung geprüft werden.
- Beleuchtung: Trotz überwiegendem Einsatz von Leuchtstofflampen existieren zahlreiche Einsparpotenziale. So kann die Ersparnis einer tageslichtgeregelten Beleuchtung mit Dimmer und modernen T5-Lampen mit EVG bis zu 80% gegenüber einer veralteten Lösung mit „alten“ Leuchtstofflampen T8 ohne Spiegelerleuchten betragen.

Ein Schwerpunkt im Rahmen des Projektes könnten raumluftechnische Anlagen und Kühlgeräte im Handel sein. Weitere wichtige Schwerpunkte sind effiziente Beleuchtung und Druckluftsysteme.

Die teilnehmenden Betriebe sparen hochgerechnet zusammen etwa 1.000 Tonnen CO₂ jährlich. Es sollte gelingen, jährlich weiterhin 10 neue Betriebe zur Teilnahme zu gewinnen. Die CO₂-Einsparung im Jahr 2015 kann dann allein in den beteiligten Betrieben etwa 2.000 Tonnen pro Jahr betragen.

Darüber hinaus können Betriebe auch am Programm *ECOfit* des Landes Baden-Württemberg teilnehmen, das eine rationelle Energieverwendung fördert. Seit dem Jahr 2006 sind bereits Heidelberger Betriebe im Programm vertreten.

Die Maßnahme wird abgedeckt durch die Maßnahmen-Nummer 30 im Klimaschutzkonzept 2004.

Akteure: Stadt Heidelberg, IHK, Ansprechpartner der Innungen, Kreishandwerkerschaft, KliBA sowie Projektpartner.

Maßnahme 2: Effizienzplattform Nichtwohngebäude

Es wird eine Effizienzplattform im Internet zur Unterstützung der beispielhaften Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (vom Energieausweis bis zur mustergültigen Umsetzung) im Gebäudebestand und im Neubau aufgebaut. Dabei sollten Kriterien und Musterformulare zur Katalogisierung und Evaluierung von Beispielobjekten erarbeitet werden.

Akteure: IHK in Kooperation mit KliBA und Stadt Heidelberg.

Maßnahme 3: Effizienzkampagne bei KMU

Die Stadt Heidelberg hilft gemeinsam mit anderen wichtigen Akteuren wie der KliBA den ansässigen Gewerbebetrieben bei der Informationsfindung zur Energieeffizienz. Die Betriebe verschiedener Branchen erhalten jeweils für sie spezifische Informationen. Zudem wird konzentriert auf finanzielle Fördermöglichkeiten hingewiesen. Denkbar ist auch ein Förderprogramm „Planungskoaching“: Es sollte Zuschüsse für Planungsbüros für das Hinzuziehen eines Energieexperten geben.

Akteure: Stadt Heidelberg in Kooperation mit KliBA.

CO₂-Minderung

Eine exakte Addition von Einzelmaßnahmen in Betrieben lässt sich bis zum Jahr 2015 nicht durchführen. Durch die oben beschriebenen Maßnahmen erhöht sich allerdings die Umsetzungsrate von Effizienzmaßnahmen in Gewerbe und Industrie. Sie lässt sich soweit steigern, dass 1 Prozent Einsparung an CO₂-Emissionen pro Jahr möglich sind. Dies bedeutet für den Sektor Gewerbe und Industrie eine CO₂-Emissionsminderung von 10.000 Tonnen im Strombereich und 6.000 Tonnen im Wärmebereich. Zusammen mit den CO₂-Minderungen aus Maßnahme 1 ergibt sich eine Gesamteinsparung von 18.000 Tonnen CO₂ im Jahr 2015.

6 Fazit

Vergleicht man die CO₂-Einsparpotenziale der Energieversorgung und die Einsparungen durch Maßnahmen in den einzelnen Sektoren, erkennt man das starke Übergewicht durch Energieversorgungsmaßnahmen. Dies deckt sich auch mit der Beobachtung in bundesdeutschen Städten, die bereits größere CO₂-Einsparungen vorzuweisen haben. So konnten in der Stadt Münster oder in der Stadt Freiburg CO₂-Minderungen im zweistelligen Prozentbereich erreicht werden, was aber in der Hauptsache auf die Errichtung von GuD-Gaskraftwerken zurückzuführen ist. Die Mobilisierung von Effizienzpotenzialen in der Energieverwendung, die zweifellos vorhanden sind, ist nach wie vor eine anstrengende Aufgabe mit vielen Hemmnissen. Die Leitstudie 2007 des BMU zeigt ebenfalls, dass zuvor angenommene Effizienzpotenziale sich nicht so schnell erschließen lassen, wie in den Vorjahren gedacht. Die hierbei erzielten Erfolge sind bislang durch Zubau oder Komfortsteigerungen kompensiert worden. Dass die CO₂-Emissionen von Heidelberg dabei nicht nennenswert angestiegen sind, sondern sich stabilisieren ließen, ist der eigentliche Erfolg der Klimaschutzpolitik in Heidelberg. Schließlich ist Heidelberg eine Stadt, in der es sich auf hohem Niveau gut leben lässt, die Wirtschaft sich gut entwickelt und die Universität expandiert. Die Notwendigkeit der Planung eines neuen Stadtteils zeigt die Attraktivität der Stadt, gibt es doch vielerorts in Deutschland Städte und Kommunen, die Einwohner verlieren. Auch das muss berücksichtigt werden, wenn es um die Einsparung von CO₂-Emissionen geht.

Unter diesen Rahmenbedingungen ist das Ziel einer 20-prozentigen Einsparung für Heidelberg bereits sehr ambitioniert, insbesondere wenn man den kurzen noch zur Verfügung stehenden Zeitraum bis 2015 betrachtet.

Trotzdem sind in Zukunft Einsparungen durch neue Maßnahmen zur Energieeinsparung und durch die aktuelle Entwicklung bei den Energiepreisen sowie durch verstärkte Förderung von Effizienzmaßnahmen auf Bundesebene möglich. Es kommt darauf an, bei jeder Maßnahme nicht nur die gesetzlich vorgeschriebenen Klimaschutzeffekte zu berücksichtigen, sondern immer den Bestzustand anzustreben. Dies zeigt die Ausgestaltung des Heidelberger Förderprogramms für energetische Sanierung mit anspruchsvollen Standards sowie die geplante durchgehende Anwendung des Passivhausstandards für die Bahnstadt in vorbildlicher Weise.

In der Tab. 6 sieht man, wie sich das 20-Prozent-Ziel erreichen ließe. Die prozentuale Einsparung der Maßnahmen bezieht sich auf den Wert der letzten Bilanzierung des Jahres 2006 (945.000 Tonnen CO₂). Da die CO₂-Emissionen im Jahr 1987 niedriger waren (907.500 Tonnen), muss die CO₂-Einsparung über 23 Prozent betragen, um die geforderten minus 20 Prozent gegenüber 1987 zu erreichen. Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass umfangreiche Maßnahmen bei der Energieversorgung nötig sind, um zu den gewünscht hohen CO₂-Emissionsminderungen zu gelangen. Die Errichtung eines GuD-Kraftwerkes im Mannheimer GKM und die Errichtung eines Biomasse- und eines Geothermie-Kraftwerks in Heidelberg zur klimaschonenden Versorgung mit Fernwärme und Strom liefern die größten CO₂-Einsparungen, sind aber auch betriebswirtschaftlich und politisch die anspruchsvollsten Optionen. Und nur zusammen mit engagierten Einspar- und Effizienzmaßnahmen in allen Sektoren lässt sich das Einsparziel von 20% CO₂ bis zum Jahr 2015 erreichen.

	Wärme	Strom	Gesamt		Akteur
	[Tonnen CO ₂]	[Tonnen CO ₂]	[Tonnen CO ₂]	% zu 2006	
Versorgung					
Optimierung Fernwärme GKM	11.000		11.000	1,2%	GKM Mannheim
GuD-Kraftwerk GKM	50.000		50.000	5,3%	
Biomasse-Heizkraftwerk	20.000	30.000	50.000	5,3%	Heidelberger Stadtwerke
Geothermie-Kraftwerk	7.000	13.000	20.000	2,1%	
dezentrale BHKW	300	700	1.000	0,1%	
Fernwärme-Ausbau	9.500		9.500	1,0%	
Photovoltaik		1.800	1.800	0,2%	
Solarthermie	750		750	0,1%	
Biomasse	15.000		15.000	1,6%	
Summe	113.550	45.500	159.050	16,8%	
Private Haushalte					
Effizienzmaßnahmen	30.000	19.800	49.800	5,3%	Haushalte, Stadt Heidelberg
Wohnungsbaugesellschaften	5.200		5.200	0,6%	Wohnungsbaugesellschaften
Summe	35.200	19.800	55.000	5,8%	
Öffentliche Gebäude					
Effizienz Universität/Klinikum	4.000	4.000	8.000	0,8%	Universität, Universitätsklinikum, Land Baden-Württemberg
Lüftungsanlagenprojekt		2.000	2.000	0,2%	
Nutzerprojekte Kliniken		4.500	4.500	0,5%	
Nutzerprojekte Universität		1.800	1.800	0,2%	
Landesgebäude	300	400	700	0,1%	
Summe	4.300	12.700	17.000	1,8%	
Gewerbe					
Nachhaltiges Wirtschaften	1.000	1.000	2.000	0,2%	IHK, Betriebe, Stadt Heidelberg
Effizienzmaßnahmen	6.000	10.000	16.000	1,7%	
Summe	7.000	11.000	18.000	1,9%	
Zubau					
Bahnstadt	-4.100	-13.600	-17.700	-1,9%	
sonstige Neubaugebiete	-420	-400	-820	-0,1%	
HIT		-10.500	-10.500	-1,1%	
Summe	-4.520	-24.500	-29.020	-3,1%	
Gesamt	155.530	64.500		23,28%	
Summe	220.030				
Minderung gegenüber 1987	20,11%				

Tab. 6: Übersicht der CO₂-Einsparungen in Heidelberg durch Maßnahmen in der Energieversorgung sowie in den Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Gewerbe bis zum Jahr 2015.

Literatur

- /BMU 2007/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Dr. Joachim Nitsch: Leitstudie 2007 – Ausbaustrategie Erneuerbare Energien, Stuttgart 2007
- /ebök 2007/ ebök: Baugebiet Bahnstadt in Heidelberg, Bericht im Auftrag der Stadt Heidelberg; Tübingen 2007
- /ener:care 2007/ Bremer Energiekonsens: ener:care – die Klinikinitiative der Klimaschutzagentur Bremer Energie-Konsens an drei Bremer Krankenhäusern, Wuppertal 2007
- /ENERKO 2008/ ENERKO GmbH: Fernwärmestudie Metropolregion Rhein-Neckar; Aldenhoven/Mannheim 2008
- /GGH 2007/ GGH: Geschäftsbericht 2007, Heidelberg 2007
- /GGH 2007a/ GGH: GGH-Strategie 2015, Heidelberg 2007
- /GKM 2008/ Grosskraftwerk Mannheim Aktionsgesellschaft: Der neue Block 9, Kurzbeschreibung; Mannheim 2008
- /HIT 2007/ Stabsstelle Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des Universitätsklinikums Heidelberg: Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum, Heidelberg 2007
- /Heidelberg 2004/ Stadt Heidelberg: Energiekonzeption 2004 der Stadt Heidelberg; Heidelberg 2004
- /IFEU 1992/ IFEU: Handlungsorientiertes kommunales Konzept zur Reduktion von klimarelevanten Spurengasen für Stadt Heidelberg; Heidelberg 1992
- /IFEU 2004/ IFEU: Fortschreibung Klimaschutzkonzept für die Stadt Heidelberg 2004; Heidelberg 2004
- /IFEU 2008/ IFEU: Bilanzierung der Endenergie und CO₂-Emissionen der Stadt Heidelberg bis 2006; Heidelberg 2008
- /IFEU, IGW 2008/ IFEU, IGW : Energieerzeugung aus Biomasse in Heidelberg, Heidelberg, Witzenhausen 2008
- /ISI 2004/ Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung: Energieverbrauch der PHH und des Sektors GHD, Karlsruhe 2004
- /Landtag 2007/ Landtag von Baden-Württemberg: Drucksache 14/1203 vom 30.07.2007, Energieverbrauch und energetische Sa-

	nierung landeseigener Gebäude in Heidelberg
/LfU_2004/	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Klima schützen – Kosten senken, Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Augsburg 2004
/Mark-E_2008/	Mark-E: Strom für die Region; Energiebeschaffung bei Mark-E, Hagen 2008
/prognos 2006/	Prognos AG: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Basel und Berlin, 2006
/Stadtwerke Münster 2006/	Stadtwerke Münster: Modernisierung HKW Hafen, Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk, Münster 2006
/UBA_2003/	Umweltbundesamt (Hrgs.): Energiemanagement in Wohnungsunternehmen, Berlin 2003
/wankendorfer 2006/	Wankendorfer Baugenossenschaft für Schleswig-Holstein eG: Geschäftsbericht 2005, Kiel 2006
/WI & ebök 2001/	Wuppertal Institut & ebök: Klimaschutz durch Effizienzsteigerung von Geräten und Anlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch; Bericht zu Händen des Umweltbundesamtes: Wuppertal/Tübingen 2001.
/RNZ 2008/	Rhein-Neckar-Zeitung, 25.03 2008: „Wie viel Energie steckt im Heidelberger Loch?“